



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**



**ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DO CAMU-CAMU E
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS COM POTENCIAL FUNCIONAL**

MARIA LUIZA GRIGIO

Boa Vista – RR
Fevereiro/2017

MARIA LUIZA GRIGIO

**ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DO CAMU-CAMU E
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS COM POTENCIAL FUNCIONAL**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

Coorientadores: Dra. Maria Fernanda B. Durigan
Dr. Bala Rathinasabapathi

Boa Vista - RR

FEVEREIRO/2017

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

G857a Grigio, Maria Luiza.
Atributos qualitativos e funcionais do camu-camu e elaboração de produtos com potencial funcional / Maria Luiza Grigio – Boa Vista, 2017.
112 f.: il.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas.
Coorientadores: Dra. Maria Fernanda B. Durigan, Dr. Bala Rathinasabapathi.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal.

1 – Amazônia. 2 – Antioxidantes. 3 – Caçari. 4 – Geleia. 5 – *Myrciaria (H.B.K)*. I – Título. II – Chagas, Edvan Alves (orientador). III – Durigan, Maria Fernanda B. (coorientadora). IV – Rathinasabapathi (coorientador).

CDU – 634.42

MARIA LUIZA GRIGIO

**ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DO CAMU-CAMU E
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS COM POTENCIAL FUNCIONAL**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

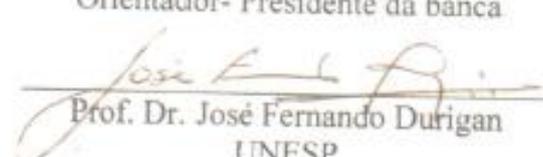
Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

Coorientadores: Dra. Maria Fernanda B. Durigan

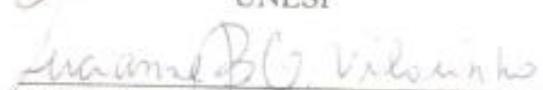
Dr. Bala Rathinasabapathi

Banca examinadora

Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas
Orientador- Presidente da banca



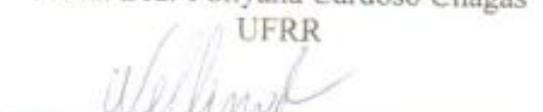
Prof. Dr. José Fernando Durigan
UNESP



Profa. Dra. Lucianne O. Braga Vilarinho
UFRR



Profa. Dra. Pollyana Cardoso Chagas
UFRR



Prof. Dr. Wellington Farias Araujo
UFRR

**Boa Vista - RR
FEVEREIRO/2017**

Aos meus pais, Octaviano Grigio “*in memoriam*” e Natalia Maria Thomas Grigio, que além de me prestigiarem com o dom da vida, me ensinaram a vivê-la com dignidade. Cheios de amor, carinho e dedicação ensinaram que a vida é um constante aprendizado e que sem Deus

não somos nada.
Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, razão da minha existência, de onde vim e pra onde voltarei, por ter colocado no meu caminho pessoas maravilhosas que contribuíram para meu desenvolvimento profissional e humano, que no seu imenso amor me dá forças para seguir.

Aos meus pais, Octaviano *“in memoriam”* e Natalia, que sempre me incentivaram e no decorrer de minha vida, além de extenso amor e carinho que me dedicaram, contribuíram grandemente para o que sou hoje.

Aos meus queridos Octaviano Jr, Valdinéia e Charminne, por toda paciência, ajuda e compreensão no decorrer deste tempo.

Aos Pesqs. Dr. Edvan Alves Chagas, Dra. Maria Fernanda B. Durigan, Prof. Dr. Bala Rathinasabapathi e aos Prof. Da UNAP, pela orientação, amizade e ensinamentos sempre transmitidos com objetividade e clareza, incentivo constante durante o trabalho, pela disponibilidade de tempo para ajudar e orientar no desenvolvimento da pesquisa, e por desprenderem apoio de forma incondicional para a realização deste trabalho.

A Profa. Dra. Pollyana Cardoso Chagas, pela atenção e auxílio que sempre me é dispensada.

A Msc. Mário Pinedo e sua esposa Pilar Paredes pelo acolhimento que me foi dado para que pudesse conhecer os trabalhos de camu-camu desenvolvidos no Peru.

Aos amigos Fabiana, Vinícius e Pedro que fizeram a minha estadia nos EUA menos solitária.

Aos colegas de trabalho Dra. Christinny, Adamor, Olisson, Maxuel, Mac Wesley, Dierson, Diego, Willians, Sara e Nilma, que sempre colaboraram grandemente nas viagens para coleta dos frutos, sempre superando as adversidades encontradas nas nossas aventuras na busca pelo camu-camu.

Aos sempre presentes: Isabel, Aninha, Ronald e Charminne pelas semanas e fins de semana trabalhando incansavelmente, pela inestimável ajuda na realização deste trabalho, além do fiel companheirismo.

Aos meus colegas da equipe de Fruticultura da Embrapa-RR: Dra. Verônica, Marcela, Ricardo, Carlos Abanto, Jeyse, Ignácio, muito obrigada a todos, pela convivência agradável, pelo companheirismo, carinho, apoio, e pelos momentos de descontração.

Aos familiares, amigos, servidores da Embrapa, da UFRR e da UF-Gainesville pela ajuda direta e indireta, aos quais contribuíram para que o objetivo final fosse alcançado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação da Rede Bionorte pela amizade e conhecimentos repassados.

À Universidade Federal de Roraima e Embrapa Roraima, respeitáveis Instituições, pela oportunidade de realização deste curso.

A FAPEAM, CNPq e Capes pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro.

À todos os membros da banca examinadora por todas as contribuições.

“Plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar, que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida!”

William Shakespeare

GRIGIO, Maria Luiza. **Atributos qualitativos e funcionais do camu-camu e elaboração de produtos com potencial funcional**. 2017. 112 f. Tese de Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017.

RESUMO

A fim de atender as novas exigências mercadológicas e potencializar o consumo do camu-camu, assim como seus derivados, faz-se necessário conhecer o seu potencial funcional, comparando-os a outros frutos de consumo rotineiro. Bem como criar novas formulações de picolés e geleias de camu-camu que possam estar incentivando e valorizando o seu consumo, explorando assim a sua riqueza nutricional. Assim, a determinação dos atributos químicos e físico-químicos, dos frutos e dos produtos formulados a partir do camu-camu, poderá contribuir para uma maior difusão desses produtos no mercado consumidor. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivos caracterizar as diferentes partes do fruto de camu-camu, compará-lo com outros frutos e formular produtos picolés e geleias à base de camu-camu, realizando a caracterização para verificar a manutenção dos compostos bioativos nos produtos formulados a partir do fruto do camu-camuzeiro. De forma a se obter produtos com alto potencial nutricional e funcional. Para isso foram montados quatro experimentos: I- Avaliação qualitativa e biocompostos presentes em diferentes partes dos frutos de camu-camu; II- Avaliação dos atributos qualitativos e funcionais de camu-camu e outros dez frutos; III- Avaliação sensorial, caracterização e potencial nutracêutico de geléia de camu-camu e mista com outros frutos; e IV- Avaliação sensorial, qualitativa e funcional de diferentes formulações de picolés de camu-camu. Diante dos resultados obtidos, observa-se o grande potencial do fruto de camu-camu como fonte de vitamina C e outros compostos fenólicos. Sendo assim considerado uma ótima fonte de antioxidantes. É notório que os produtos desenvolvidos a partir do camu-camu também possuem grande potencial antioxidante, podendo ser explorados e consumidos como alimentos funcionais.

Palavras-chave: Amazônia, Antioxidantes, Caçari, Geleia, *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Picolé, Processamento.

GRIGIO, Maria Luiza. **Qualitative and functional properties of camu-camu fruits and preparation of products with functional potential.** 2017. 112p. Doctoral Thesis on Biodiversity and Biotechnology – Rede Bionorte- Federal University of Roraima, Boa Vista, 2017.

ABSTRACT

To meet the new market requirements and boost the consumption of camu-camu fruit and its derivatives, the understanding of its functional potential is necessary, which can be performed by comparing camu-camu with other fruits that are frequently consumed. The creation of new formulations of popsicles and jam that may encourage and enhance consumption is a potential strategy that exploits the nutritional richness of the species. Thus, the determination of the chemical and physical-chemical properties of the fruits and products formulated with camu-camu may contribute to increase the demand of the consumer market. In this sense, the objective of this work was to characterize the different parts of camu-camu fruit; to compare camu-camu with other fruits; and to formulate camu-camu popsicles and jam. Products were characterized to verify the maintenance of the bioactive compounds, aiming at products with high nutritional and functional potential. To this end, four experiments were carried out: I- Qualitative evaluation and biocompounds present in different parts of camu-camu fruits; II- Evaluation of the qualitative and functional properties of camu-camu and ten other fruits; III- Sensory evaluation, characterization and nutraceutical potential of camu-camu jam alone and mixed with other fruits; And IV- Sensorial, qualitative and functional evaluation of different formulations of camu-camu popsicles. Results show the great potential of camu-camu fruit as source of vitamin C and other phenolic compounds, being considered a good source of antioxidants. It is well known that the products developed from camu-camu also have great antioxidant potential and can be exploited and consumed as functional foods.

Keywords: Amazon, Antioxidants, Caçari, Jam, *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Popsicle, Processing.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO III- AVALIAÇÃO SENSORIAL, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE GELEIA DE CAMU-CAMU, E MISTAS COM OUTROS FRUTOS.....	70
Figura 1 - Índice de aceitabilidade das geleias de camu-camu pura e mistas com outros frutos.....	77
Figura 2 - Intenção de compra das geleias de camu-camu pura e mistas com outros frutos.....	79
ARTIGO IV - AVALIAÇÃO SENSORIAL, QUALITATIVA E FUNCIONAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE PICOLÉS DE CAMU-CAMU.....	88
Figura 1 - Índice de aceitabilidade das diferentes formulações de picolé de camu-camu testadas.....	96
Figura 2 - Intenção de compra das diferentes formulações de picolé de camu-camu testadas.....	98

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 - Substâncias bioativas, compostos fenólicos e atividade antioxidante de camu-camu.....	22
ARTIGO I - QUALITATIVE EVALUATION AND BIOCOMPOUNDS PRESENT IN DIFFERENT PARTS OF CAMU-CAMU FRUIT.....	42
Table 1 - pH, soluble solids, titratable acidity, <i>ratio</i> (SS/AT) in different parts of camu-camu fruits.....	46
Table 2 - Anthocyanins, flavonoids, phenolic compounds, antioxidant activity (FRAP and DPPH) and ascorbic acid in different parts of camu-camu fruits.....	47
ARTIGO II - AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DE CAMU-CAMU (<i>Myrciaria dubia</i>) E OUTROS DEZ FRUTOS COMERCIAIS.....	54
Tabela 1 – Acidez titulável, pH, sólidos solúveis e Vitamina C em camu-camu e outros frutos de consumo rotineiro.....	60
Tabela 2 - Antocianinas totais (AT), Flavonoides totais (FT), Compostos fenólicos (CF) Atividade antioxidante (FRAP e DPPH) em camu-camu e outros frutos de consumo rotineiro.....	62
ARTIGO III- AVALIAÇÃO SENSORIAL, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE GELEIA DE CAMU-CAMU, E MISTAS COM OUTROS FRUTOS.....	70
Tabela 1 - pH, sólidos solúveis, acidez titulável, <i>ratio</i> e ácido ascórbico das diferentes formulações de geleias de camu-camu e mistas com outros frutos.....	79
Tabela 2 - Antocianinas totais, flavonóides totais, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP das diferentes formulações de geleias de camu-camu e mistas com outros frutos.....	81
ARTIGO IV - AVALIAÇÃO SENSORIAL, QUALITATIVA E FUNCIONAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE PICOLÉS DE CAMU-CAMU.....	88
Tabela 1: Diferentes formulações testadas para picolés de camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>). Boa Vista, Roraima, 2015.....	93
Tabela 2: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, <i>ratio</i> e ácido ascórbico das diferentes formulações de picolé de camu-camu.....	98
Tabela 3: Antocianinas totais, flavonóides totais, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP das diferentes formulações de picolé de camu-camu.....	100

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Fruticultura tropical	16
2.1.1 Fruticultura nativa da Amazônia	17
2.1.2 Potencialidade das fruteiras amazônicas	18
2.1.3 Camu-camu	20
2.1.3.1 Aspectos gerais.....	20
2.1.3.2 Manejo agrônômico.....	21
2.1.3.3 Potencial funcional e valor nutritivo	22
2.1.3.4 Uso das propriedades funcionais do camu-camu	24
2.1.3.5 Processamento do camu-camu	24
2.2 Propriedades funcionais	27
2.2.1 Compostos fenólicos	28
2.2.2 Antioxidantes	28
2.3 Técnicas de conservação de alimentos	29
3. REFERÊNCIAS	32
4. OBJETIVOS	40
4.1 OBJETIVO GERAL	40
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
CAPÍTULO I- QUALITATIVE EVALUATION AND BIOCOMPOUNDS PRESENT IN DIFFERENT PARTS OF CAMU-CAMU FRUITS	41
ABSTRACT	41
INTRODUCTION.....	42
MATERIALS AND METHODS	43
RESULTS AND DISCUSSION	46
CONCLUSIONS.....	48
REFERENCES.....	49
CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DE CAMU-CAMU (<i>Myrciaria dubia</i>) E OUTROS DEZ FRUTOS COMERCIAIS	54
RESUMO	54
ABSTRACT	55
INTRODUÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS	57

RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
CAPÍTULO III- AVALIAÇÃO SENSORIAL, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE GELEIA DE CAMU-CAMU E MISTAS COM OUTROS FRUTOS.....	70
RESUMO	70
ABSTRACT	71
INTRODUÇÃO	72
MATERIAL E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO SENSORIAL, QUALITATIVA E FUNCIONAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE PICOLÉS DE CAMU-CAMU	88
RESUMO	88
ABSTRACT	89
INTRODUÇÃO	90
MATERIAL E MÉTODOS	92
RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
APÊNDICE 1	109
APÊNDICE 2	111

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista os notórios avanços da fruticultura brasileira, consolidados tanto no aumento da produção, da produtividade e da melhoria na qualidade dos frutos, a inserção e participação de frutos nativos ou exóticos no cenário da fruticultura nacional e mundial, são praticamente nulas em razão do seu caráter essencialmente extrativista (LEDERMAN et al., 2008), o que pode ser considerado um desperdício tendo em vista o grande potencial produtivo e nutritivo dos frutos Amazônicos, que normalmente só são conhecidos em sua própria área de produção.

Diversas espécies frutíferas nativas da Amazônia e pouco difundidas vêm sendo alvo de intensa investigação científica, podendo ser uma alternativa para as novas exigências mercadológicas. Segundo Bastos et al. (2008), a riqueza e a variedade dos frutos amazônicos, bem como seu sabor exótico, sempre despertaram o interesse e a curiosidade de muitas pessoas. Dessa forma, além da demanda mundial por novos sabores, os consumidores buscam ainda frutos e produtos nutritivos, saudáveis e principalmente com composições notáveis em biomoléculas, que os valorizam no contexto atual, como alimentos funcionais.

É notório o grande potencial funcional do camu-camu, assim como o crescente interesse por seus frutos, em função do notável conteúdo de vitamina C no mesmo. Chagas et al. (2015), desenvolvendo estudos com frutos oriundos do Estado de Roraima detectaram valores médios de vitamina C de até 7.355 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca, tornando-os frutos com maior potencial em ácido ascórbico da atualidade. Este fruto também apresenta grandes concentrações de outros compostos funcionais como carotenoides, antocianinas e flavonoides, entre outros compostos fenólicos.

Contudo, a valorização dos frutos nativos da Amazônia está sujeita às restrições de desenvolvimento da própria região amazônica, uma vez que esse ecossistema é ecologicamente muito sensível, contando com limitados conhecimentos científicos de apoio e onde as distâncias entre parceiros, fornecedores, clientes e, sobretudo mercados, implicam em estratégias específicas (PALLET, 2002).

O conhecimento dessas espécies e a caracterização das propriedades tecnológicas e funcionais desses frutos, em função da própria biodiversidade, ainda constituem um desafio importante para a valorização dos mesmos (LINS, 2006). Pois, grande número dessas espécies ainda não foram suficientemente estudadas, dificultando assim a inserção desses frutos nativos na dieta alimentar humana.

Embora o mercado para a produção e exportação de espécies nativas apresente uma tendência promissora, e sendo o camu-camu tratado como a grande promessa para

alavancar a exportação de frutos nativos, ainda são raros os plantios comerciais que poderiam estar difundido melhor essa cultura em nosso meio.

Os principais atributos qualitativos do marketing comercial do camu-camu são o elevado teor de ácido ascórbico para combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS, SANTOS e ROCHA, 2009).

Entretanto, os fatores que contribuem para a restrição do seu consumo são o sabor muito ácido da polpa e o amargor da casca, levando à necessidade de pesquisas para o melhor aproveitamento do fruto. Uma das alternativas para a utilização deste fruto é na forma de néctar, uma bebida natural, nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento (MAEDA et al., 2006). Além da formulação de néctar, existem alternativas que podem estar sendo exploradas para difundir a cultura do camu-camu, aumentando assim o seu consumo em uma população que praticamente desconhece seu potencial nutricional e funcional.

A população mundial vem se conscientizando da importância de ter uma alimentação saudável, buscando alimentos nutritivos e principalmente ricos nos chamados alimentos funcionais que irão melhorar a qualidade de vida desses consumidores.

A fim de manter os atributos qualitativos funcionais e nutricionais do camu-camu, e atender as novas exigências mercadológicas é possível formular outros produtos que potencializem o consumo desse fruto, como por exemplo, criar novas formulações de néctares, picoles, sorvetes, mousses, licores, barras de cereal, bolos, geleias, geleiadas e outros produtos que possam estar incentivando e valorizando o consumo do camu-camu.

Assim, a determinação dos atributos químicos e físico-químicos, dos frutos e dos produtos formulados a partir do camu-camu, poderá contribuir para uma maior difusão desses produtos no mercado consumidor. Dessa maneira, será possível a melhor utilização, bem como, a divulgação desses produtos e o uso racional dos frutos nativos na dieta humana, tanto na forma *in natura* ou na forma de produtos processados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura tropical

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas. Apesar dessa importância mundial, o Brasil tem o mercado interno como principal mercado consumidor (LOURENZANI et al., 2008). A fruticultura participa diretamente na economia do país através do valor das exportações e mercado interno, e pode-se salientar ainda a importância no caráter econômico-social, uma vez que está presente em todos os estados brasileiros, sendo responsável pela geração de 5,6 milhões de empregos diretos, o equivalente a 27 % do total da mão de obra agrícola do País. O setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional (FACHINELLO et al., 2011).

Dentre os vários segmentos produtivos que compõem o agronegócio brasileiro, a fruticultura tem uma boa projeção no mercado interno e vem tentando ganhar espaço no mercado externo, em virtude de novas demandas que vêm surgindo, decorrentes principalmente de novos hábitos de consumo na busca de uma vida mais saudável (NASCENTE; ROSA NETO, 2005). Estudos já demonstraram que uma dieta rica em frutos e hortaliças aumenta os níveis de antioxidantes no sangue, substâncias que ajudam a combater doenças e reduzir a pressão sanguínea, contribuindo para a diminuição de doenças cardiovasculares (TIBOLA; FACHINELLO, 2004).

A cadeia mundial de fruticultura ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento, pois apesar da grande variedade de frutas existentes, poucas ainda são comercializadas internacionalmente, devido à grande perecibilidade destes produtos (NASCENTE; ROSA NETO, 2005). Além disso, o mercado mundial consumidor de frutas, estabelece requisitos sanitários rigorosos, exigindo garantias de qualidade e inocuidade, o que requer a adoção de uma visão diferenciada de produção priorizando a qualidade da fruta e o meio ambiente.

O Brasil ainda encontra diversas dificuldades para a comercialização dos produtos no mercado externo. Tais dificuldades estão relacionadas, principalmente, com a qualidade e segurança do alimento, além das barreiras impostas pelos mercados consumidores (LOURENZANI et al., 2008). Mas buscando adaptações que visem atender a essas demandas tecnológicas e sanitárias, produzindo frutos de qualidade e dentro dos padrões internacionais pouco a pouco o Brasil tem conseguido aumentar o nível de exportação no setor da

fruticultura, o que vem desencadeando um desenvolvimento econômico e social importantíssimo para o nosso país.

O aumento da área cultivada e a produção de frutos têm crescido no Brasil, e esse aumento é proveniente da modernização e melhor gestão da propriedade rural e de todos os fatores de produção, à adoção de tecnologias de baixo impacto ambiental, visando à qualidade, segurança do produto e preservação do meio ambiente e, deste modo, atendendo às exigências do mercado consumidor brasileiro e transpondo as rigorosas barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (FACHINELLO et al., 2011). Mas sempre tendo em vista que o mercado internacional é bastante exigente, requerendo elevado padrão de qualidade dos frutos, valor intrínseco da fruta (baixo ou nenhum resíduo de agrotóxicos, aspecto, sabor, coloração e uniformidade de tamanho e formato) (NASCENTE; ROSA NETO, 2005).

Tem surgido também uma grande busca por produtos orgânicos e livres de defensivos agrícolas e assim a produção integrada e a produção orgânica buscam satisfazer as novas demandas exigidas pelos consumidores. Existem oportunidades de mercado para esses tipos de alimentos, mas é preciso levar qualidade, credibilidade e confiança para os consumidores, e assim este mercado vai se consolidando cada vez mais (TIBOLA; FACHINELLO, 2004).

A fruticultura é uma atividade bastante promissora para o desenvolvimento da agricultura brasileira, apresenta um ambiente cada vez mais favorável ao crescimento, com a existência de programas governamentais, aumento de consumo no mercado interno, incremento nas exportações e contribuição para geração de empregos e renda para as regiões produtoras. Para isso vem superando obstáculos de planejamento para uma produção de qualidade, organizando toda a cadeia produtiva, adotando novas tecnologias e minimizando os custos de produção, para uma produção mais eficiente e melhorada (TIBOLA; FACHINELLO, 2004).

2.1.1 Fruticultura nativa da Amazônia

Na Amazônia, a fruticultura vem se expandindo, principalmente na última década, através de diversos produtos regionais que se destacam pelo sabor exótico e diferenciado. É a quarta principal atividade econômica da região e do ponto de vista socioeconômico, é a atividade que apresenta o maior potencial de distribuição de renda em fluxo regular ao longo de toda cadeia produtiva, envolvendo milhares de pequenos produtores, além das indústrias processadoras, sendo uma atividade intensiva em mão-de-obra (BASA, 2008).

A Amazônia brasileira apresenta elevada biodisponibilidade de espécies frutíferas e constitui-se no mais importante repositório das mesmas, com aproximadamente 220 espécies de plantas produtoras de frutos comestíveis, representando 44% da diversidade de frutos nativos do Brasil (CARVALHO; NASCIMENTO, 2004). Frutos esses que podem ser caracterizados como fontes consideráveis de nutrientes, utilizados na alimentação humana e que ajudam na preservação da saúde da população contra inúmeras doenças.

Segundo Rufino (2008), no Brasil diversas espécies não-tradicionais vêm sendo utilizadas pelas populações locais, em decorrência do grande potencial de exploração no mercado para consumo *in natura* e/ou industrializado. O incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas está sendo atribuído à crescente preocupação do consumidor com uma dieta saudável (YAHIA, 2010).

Sabe-se que o consumo de frutos nativos ou exóticos e seus derivados, aumentou significativamente nos últimos anos. Isso se deve também ao avanço na tecnologia de alimentos, que torna possível o processamento de frutas e seu armazenamento em embalagens práticas (SATIM; SANTOS, 2009), que aumentam a vida útil desses produtos e ao mesmo tempo mantém por mais tempo um padrão de qualidade desejável. Entretanto, com maior número de investigações científicas acerca da fruticultura nativa da Amazônia, e com a divulgação desses produtos, tanto o consumo como a comercialização podem ser alavancados.

A biodiversidade amazônica é composta principalmente por fruteiras nativas, as quais apresentam grande aceitação para consumo *in natura* e de seus subprodutos, principalmente pelos povos da região. As espécies frutíferas utilizadas tanto em ocorrência natural ou como cultivadas, em benefício das comunidades locais e regionais, não implicam em nenhum impacto ambiental, onde quase a totalidade das plantações estão em áreas que já foram anteriormente degradadas, seu cultivo em bases sustentáveis origina a geração de empregos, de renda, de serviços e de outras facilidades de cunho social, econômico e ambiental (SOUZA; SILVA, 2008). O número de espécies nativas integradas aos diversos ecossistemas da região é elevado, mas a grande maioria dessas espécies, ainda não foram domesticadas.

2.1.2 Potencialidade das fruteiras amazônicas

Na Amazônia, vários produtos extrativos começaram a serem usados para o consumo humano, inicialmente pelas populações locais, principalmente as frutíferas da região. Alguns acabaram tomando certa dimensão e conseguiram atingir o mercado nacional e

até internacional, levando sempre o sabor e riqueza nutricional que é característica dos frutos da Amazônia.

A região amazônica é um importante centro de origem e diversificação de espécies frutíferas, que produzem excelentes frutos com características únicas em sabor e aroma, e alguns destes têm atualmente uma importância mundial e se cultivam em quase todas as zonas tropicais do mundo, como cupuaçu, açaí, maracujá, castanha-do-brasil, buriti, camu-camu, entre outros. No entanto, a maior parte desses frutos eram conhecidos e consumidos a nível local, e eram praticamente desconhecidos fora das suas regiões (CORREA; FREYRE; ALDANA, 2011). Agora estes frutos já vêm sendo produzidos e explorados também fora da região amazônica e ganhando cada vez mais espaço no mercado internacional a nível de exportação.

A região amazônica também apresenta grande potencial não só de exploração, mas também no cultivo de plantas frutíferas, por conta de seu valor econômico tendo sua utilização nas populações locais e na indústria de produtos alimentícios. Dentre essas variedades de frutas destaca-se o açaí, que apresenta um mercado tradicional e consolidado, na própria região de origem e que vem crescendo para novos mercados, inclusive para o mercado exterior, o que gerou uma crescente demanda pela pelos frutos (BARRETO, 2008).

Barreto (2008), ainda ressalta que o incremento das exportações provocou uma certa escassez do produto e a elevação dos preços ao consumidor, em função da crescente demanda. O reflexo imediato da valorização do produto resultou na expansão de açaiuais manejados, em áreas de várzeas, e estimulou a implantação de cultivos racionais em terra firme, com a implementação de alternativas de exploração sustentável, fazendo o uso de inovações tecnológicas no processo de produção.

Outro importante componente da fruticultura brasileira é a castanha-do-brasil, também chamada de castanha-do-pará, que apresenta grande demanda e desponta como diferencial, sendo um dos componentes da fruticultura na pauta de exportação brasileira (DOS SANTOS, 2012).

O consumo de frutos tropicais exóticos tem aumentado significativamente, tanto no mercado nacional quanto internacional, devido trabalhos e estudos que vêm sendo desenvolvidos, a fim de reconhecer os valores nutracêuticos destes frutos, visto que grande parte deles são ricos em compostos bioativos (RUFINO et al., 2010).

Dentre as espécies de fruteiras nativas da Amazônia com potencial promissor destacam-se também as da família Myrtaceae, a qual pertence o camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), devido seu grande potencial científico, biotecnológico, econômico, nutricional e funcional.

O camu-camu, por exemplo, é caracterizado como alimento com alta capacidade antioxidante, tem despertado constante interesse de consumidores, pesquisadores, agricultores e indústrias, e vem atraindo também importadores do Japão, Europa e EUA (ARÉVALO-PINEDO, 2007).

2.1.3 Camu-camu

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, ou sarão, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, nativa das várzeas e lagos da Amazônia (MAEDA et al., 2007). Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru, na Amazônia Central (Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e em Roraima, onde é significativa a ocorrência de populações nativas de camu-camu, as quais estão distribuídas em diversas partes do estado (CHAGAS et al., 2012b).

De acordo com Yuyama (2011), o centro de origem de origem do camu-camu ainda não foi determinado, e existem grandes divergências acerca do assunto. Mas o citado autor aponta o provável centro de origem, considerando-o como aquele que apresenta a ocorrência de maior variabilidade genética, a região do rio Uatumã (Amazonas-BR) devido à existência de grande variação morfológica na arquitetura da planta (planta tipo ortotrópica, tipo taça, e coposo ou multicaule), formato da folha (lanceolada e ovalada) e número de folhas por inserção (1 a 3 folhas).

2.1.3.1 Aspectos gerais

No estado silvestre, o camu-camu é encontrado em áreas úmidas e quentes, crescendo, principalmente, nos solos aluviais de textura argilosa limosa e pH 5,0 a 6,5 com boa adaptação a solos pobres e ácidos (pH 4,0 a 4,5). O crescimento da planta de camu-camuzeiro também é favorecido por temperaturas médias anuais de 20 a 30 °C, precipitação anual de 1500 a 3000 mm, e umidade relativa anual de 78 a 82% (CLAY; CLEMENT; SAMPAIO, 1999). A planta apresenta porte arbustivo, com altura de 3 a 8 m e é encontrada na estação chuvosa, parcial ou totalmente submersa (RIBEIRO et al., 1999). A planta tem frutificação anual, no seu ambiente natural durante as cheias dos rios, sendo tolerante a inundação, podendo permanecer submersa durante 4 ou 5 meses (CHAGAS et al., 2012a).

Os frutos são globosos de superfície lisa e brilhante, de 2 a 4 cm de diâmetro e massa média de 8,4 g, coloração variando de verde a vermelho-escuro ou púrpuro-negro,

quando maduros, apresentando boas características agronômicas, tecnológicas e nutricionais (MAEDA et al., 2006). Segundo Pinedo et al. (2010), o fruto de camu-camu apresenta um bom rendimento de polpa, sendo seu rendimento médio de polpa de 53%, casca 22% e semente 25%.

Apesar de ser nativa da região amazônica, vem sendo cultivado com sucesso no Estado de São Paulo (YUYAMA, 2011). Assim como também já se encontram grandes plantações em áreas inundáveis no Peru, apresentando uma boa sustentabilidade, onde os produtores conseguem produzir o camu-camu praticamente sem aporte tecnológico.

Sua propagação normalmente é feita por meio de suas sementes, apesar de ser um processo lento e haver necessidade da eliminação da mucilagem que envolve as sementes para facilitar a germinação. Mas existem outras opções como propagação por enxertia, e por estaquia (CHAGAS et al., 2012a). O citado autor ainda reforça que apesar do camu-camu possuir sementes viáveis, a falta de uniformidade gerada pela reprodução sexuada não é desejada no estabelecimento de plantios comerciais. Assim, a propagação vegetativa torna-se a técnica mais viável para o processo de formação de mudas da espécie.

De acordo com Araújo (2012), a micropropagação também é uma técnica promissora na propagação vegetativa do camu-camuzeiro, pois permite a obtenção mudas de qualidade superior e em grande escala, mantendo as características desejáveis da planta mãe.

2.1.3.2 Manejo agronômico

Normalmente o estabelecimento de plantações de camu-camuzeiros no Peru é feito em áreas inundadas. No entanto, há indícios de que a cultura produz muito bem em regiões e áreas não alagadas (PINEDO et al., 2010; YUYAMA, 2011).

Existem ainda muitas discussões acerca do espaçamento a ser utilizado na cultura do camu-camuzeiro, pois em espaçamentos relativamente pequenos, depois de um certo tempo de implantação da cultura, pode começar a surgir problemas de competição entre as plantas, onde as podas passam a ser rotineiras e de extrema necessidade, para que a cultura continue a ser rentável (PINEDO et al., 2010).

Com relação à colheita do camu-camu a recomendação é que ela seja feita quando os frutos já apresentem uma coloração avermelhada, pois os frutos não podem amadurecer depois de colhidos da planta mãe (PINEDO et al., 2010). Gavinho (2005) afirmou que os frutos de camu-camu não são frutos climatéricos e em função dessa característica devem ser colhidos em um estágio ótimo de maturação, visto que não conseguem atingir a sua maturação completa após a colheita.

Entretanto, Pinto et al., (2013) com base na atividade respiratória e na produção de etileno dos frutos de camu-camu, inferiram que os camu-camus apresentam comportamento típico de frutos climatéricos, caracterizados pela produção autocatalítica de etileno antes, durante ou depois do aumento na produção de CO₂, que têm seus processos de amadurecimento continuados após a colheita do fruto fisiologicamente maduro. Os autores ainda reforçam a existência de outros trabalhos afirmando que o camu-camu é um fruto não climatérico e que esses autores provavelmente colheram os seus frutos antes de sua maturidade fisiológica, pois, o estudo mostrou que, além dos frutos apresentarem aumento da atividade respiratória e da produção de etileno, eles evoluíram na qualidade, tanto em atributos físicos quanto em químicos, que são características de frutos climatéricos.

O fato é que o ponto de colheita vai variar com a demanda, pois existem consumidores que preferem uma coloração mais avermelhada da polpa que só é obtida com frutos que estejam bem maduros (PINEDO et al., 2010).

2.1.3.3 Potencial funcional e valor nutritivo

O crescente interesse pelos frutos de camu-camu é função do seu notável conteúdo de vitamina C, onde Yuyama et al., (2002) e Chagas et al., (2015), desenvolvendo estudos com frutos oriundos de Roraima detectaram valores médios de vitamina C entre 3.571 e 7.355 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca, o que os tornam os frutos com maior potencial em ácido ascórbico da atualidade. Além da vitamina C, os frutos de camu-camu contêm outros compostos antioxidantes como carotenoides, antocianinas e outros compostos fenólicos que são fornecidos pela sua ingestão (SILVA, V. 2012). Seu elevado teor de potássio sugere sua indicação para hipertensos, uma vez que proporciona melhor equilíbrio de sais no organismo, principalmente em relação ao cloreto de sódio (MENEZES, 2001).

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de composição em compostos fenólicos totais, antocianinas, carotenoides e atividade antioxidante da polpa de camu-camu.

Tabela 1: Substâncias bioativas, compostos fenólicos e atividade antioxidante em camu-camu.

Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	1882 ± 43,2
Antocianinas Totais (mg 100 g ⁻¹)	42,2 ± 17,0
Carotenoides Totais (mg 100 g ⁻¹)	0,4 ± 0,0
Compostos Fenólicos (mg de ácido gálico 100 g ⁻¹)	1176 ± 14,8
Flavonoides (mg 100 g ⁻¹)	20,1 ± 4,4
DPPH (TEAC (g de Trolox g ⁻¹))	478 ± 1,2
FRAP (μmol Fe ₂ SO ₄ g ⁻¹)	279 ± 1,5

FONTE: Rufino et al., 2010.

Apesar da descoberta e divulgação da alta concentração de ácido ascórbico no camu-camu e da sua adaptabilidade em terra-firme, este fruto ainda não faz parte do hábito alimentar da população amazonense, e a demanda pelas agroindústrias é baixa (MAEDA et al., 2006). No entanto, nos últimos anos, houve um grande aumento da demanda por esses frutos e novas plantações vêm sendo introduzidas com sucesso no Peru e na Amazônia (BARRETO, 2008) e, conseqüentemente, a comercialização dos frutos.

Nos Estados Unidos, Japão e França, as indústrias farmacêuticas transformam o camu-camu em tabletes de vitamina C, enquanto que no Brasil são utilizados no preparo de cosméticos, na Amazônia são utilizados especialmente no preparo de refrescos, sorvetes, geleias, doces e licores (VIEGAS et al., 2004).

Os principais atributos qualitativos do marketing comercial são o elevado teor de ácido ascórbico para combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009). Entretanto, um dos fatores que contribuem para a restrição do seu consumo são o sabor muito ácido da polpa e o amargor da casca, levando à necessidade de pesquisas para o melhor aproveitamento do fruto. Uma das alternativas para a utilização deste fruto é o uso na forma de néctar, uma bebida natural, nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento (MAEDA et al., 2006).

A vitamina C possui efeito vital sobre o cérebro, pois as doenças neurodegenerativas tipicamente envolvem altos níveis de estresse oxidativo e o ácido ascórbico têm potenciais terapêuticos positivos contra doença de Alzheimer, Parkinson, Huntington e acidente vascular cerebral (HARRINSON; MAY, 2009) e, conseqüentemente, o potencial que o camu-camu possui para minimizar os riscos dessas doenças é extremamente significativo.

O valor da vitamina C existente no camu-camu pode variar com o seu estágio de maturação. Chirinos et al. (2010), trabalhando com camu-camu peruano detectaram teores de vitamina C numericamente mais elevados em frutos verdes que em outros estágios de maturação. Yuyama e Sousa (2001) também constataram em seus estudos que a variação na concentração de vitamina C ocorre em função do estágio de maturação, porém verificaram que o teor de vitamina C é mais elevado quando os frutos apresentam coloração arroxeada da casca, e coloração rósea da polpa. A variação genética do fruto pode estar influenciando de forma significativa os teores encontrados, necessitando-se assim de estudos mais aprofundados.

2.1.3.4 Uso das propriedades funcionais do camu-camu

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para testar a atividade antioxidante do camu-camu e seus efeitos sobre os seres vivos. Schwertz et al., (2012) e Pereira et al. (2014) testaram a ingestão do suco de camu-camu em ratos para o controle e prevenção de doenças associadas à dislipidemia, que é uma doença decorrente da alteração do metabolismo lipídico, e constaram que o camu-camu apresentou efeito modulador do perfil lipídico em ratos, reduzindo assim os níveis de colesterol.

Outro estudo avaliou a atividade antioxidante e anti-inflamatória da fruta camu-camu, em fumantes em estado de estresse oxidativo acelerado, e constataram que a vitamina C natural, proveniente do suco de camu-camu apresenta efeito antioxidante e anti-inflamatório superior quando comparado a comprimidos de vitamina C, sugerindo benefícios além daqueles proporcionados pela suplementação da vitamina C isolada (INOUE et al., 2008).

Além de estudos sobre o efeito anti-inflamatório e antioxidante, ainda estuda-se o uso de camu-camu e seus compostos com efeitos anti-hiperglicemia, anti-hipertensão, propriedades antimicrobianas, antiproliferativas, antimutagênicas e rejuvenescimento celular. Os estudos têm apresentado resultados eficientes e satisfatórios, colocando assim o camu-camu em destaque, evidenciando seu potencial funcional (CARVALHO-SILVA et al., 2014; FUJITA et al., 2015).

Existem também relatos do uso eficiente de camu-camu em tratamentos neuroprotetores, contra obesidade e na prevenção de doenças relacionadas a imunidade (AZEVEDO et al., 2015; LANGLEY et al., 2015).

2.1.3.5 Processamento do camu-camu

O desenvolvimento de tecnologias para processamento do camu-camu é uma alternativa para aumentar a vida útil dos frutos e, em alguns casos, reduzir os custos de transporte e armazenagem. Entretanto, durante o processamento convencional ocorrem perdas elevadas de vitamina C como, por exemplo, na pasteurização térmica e na concentração por evaporação (BARRETO, 2008).

O camu-camu é mundialmente conhecido como fonte natural de ácido ascórbico e é utilizado principalmente na forma de suco e néctar (MAEDA et al., 2007). Outro componente muito explorado no camu-camu são as antocianinas. Entretanto, como a maioria dos pigmentos naturais, estes se apresentam muito instáveis (ARAÚJO, 1995). Normalmente

são mais estáveis sob condições ácidas, como é o caso do fruto de camu-camuzeiro. Porém, podem se degradar por qualquer mecanismo que leve à formação de compostos menos coloridos, como ocorre durante o processamento desses frutos, durante o armazenamento, ou mesmo de acordo com o método de despolpa, já que a maioria dessas antocianinas está presente na casca.

De acordo com Maeda et al. (2006) após a despolpa, estes pigmentos, a exemplo do ácido ascórbico, migraram para polpa. A literatura apresenta grandes variações, podendo ser atribuído ao fato do camu-camu ser um fruto decíduo, ou seja, os pigmentos estão, predominantemente, na casca. Logo, o método de despolpa leva a uma maior ou menor extração destes compostos.

Os principais fatores que influenciam na estabilidade destes pigmentos são: pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além da interação com outros componentes do alimento como: ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos (MAEDA et al., 2007).

Maeda et al., (2006) constataram uma boa aceitabilidade do néctar de camu-camu, devido ao fato de se utilizar uma concentração de polpa que tornou imperceptível o sabor amargo e adstringente, porém, concentrado suficientemente para manter o sabor acentuado e característico do fruto. Outro fator determinante foi à utilização de despolpadeira, para separação da polpa, tomando-se o cuidado para que não ocorresse à trituração do epicarpo e/ou quebra das sementes, uma vez que são nestas partes tissulares que concentram a maior parte dos compostos fenólicos, responsáveis pelo amargor e adstringência.

A incorporação da casca à polpa pode ser uma alternativa viável para aumentar as concentrações de compostos bioativos nos produtos processados, pois na casca esses compostos estão mais concentrados. Maeda e Andrade (2003), ao utilizar o camu-camu na elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas, observaram que a polpa incorporada de casca apresentou rendimento elevado, refletindo no valor tecnológico, e conseqüentemente, no valor econômico do fruto, pois como a casca apresenta maior concentração de ácido ascórbico, pigmentos e compostos fenólicos, sua utilização no preparo de licor e bebida alcoólica fermentada é desejável, pois enriquece nutricionalmente o produto, dando-lhes maior concentração desses componentes, que após a fermentação podem ser extraídos pelo processo de decantação ou de filtração, sem alterar as características das bebidas.

Peuckert et al. (2010) notaram de um modo geral, uma boa aceitação sensorial de sabor e aspectos visuais como cor, aparência e textura de barra de cereal enriquecida com camu-camu. O camu-camu mostrou-se um ingrediente de ótima qualidade para enriquecimento da barra com ácido ascórbico, tornando o produto elaborado um diferencial

em relação ao produto comumente comercializado. Ainda segundo os autores a elaboração da barra de cereal mostrou-se um processo tecnológico viável para o aproveitamento da fruta, que é dificilmente consumida *in natura* devido à sua elevada acidez.

Assim sendo a associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis como é o caso do camu-camu é uma tendência no setor de alimentos, pois além da preocupação crescente com uma alimentação saudável, algumas substâncias promovem a saúde, como é o caso dos antioxidantes (PEUCKERT et al., 2010). Apesar de já haverem alguns produtos contendo o camu-camu em sua formulação, ainda existem inúmeros produtos que podem ser formulados ou reformulados, no entanto, são raros os estudos científicos que abordem o assunto.

Visto a vida pós-colheita do camu-camu ser considerada relativamente curta (PINTO et al., 2013), faz-se necessário o uso de novas técnicas e tecnologias que visem melhorar o aproveitamento deste fruto que apresenta um potencial muito promissor, mantendo suas qualidades durante o processamento.

A comercialização do camu-camu vem sendo feita principalmente na forma de polpa congelada, ou polpa concentrada e desidratada. No entanto vem sendo desenvolvidos inúmeros produtos a partir do camu-camu, como por exemplo uma bebida gaseificada chamada de camu-cola, bebidas energizantes, doces de camu-camu, iogurtes, néctares, barras de cereais, vinagres, vinhos e licores (MAEDA; ANDRADE, 2003; MAEDA et al., 2006; MAEDA et al., 2007; PEUCKERT et al., 2010; PINEDO et al., 2010; LOZANO, 2011; PINEDO et al., 2012) .

O aproveitamento do material residual (casca + semente) do processo de despulpa do camu-camu também pode ser utilizado e aproveitado de diversas formas, esse material pode ser liofilizado ou atomizado e utilizado na forma de cápsulas que servem como fonte de vitamina C. Outra alternativa é fazer a separação da casca e semente e fazer o uso das mesmas separadamente. A casca ou exocarpo, após a secagem pode ser usada para fazer um chá filtrante, que se caracteriza como um produto aceitável para o consumo e fonte de compostos bioativos (CARDENAS, 2012). Já a semente vem sendo utilizada para fazer um tipo de café, que pode ser mesclado com o *Coffea arabica* e que também é fonte de compostos bioativos (ROMANÍ, 2012).

No entanto, existem muitas outras alternativas para o uso do camu-camu não só em indústrias alimentares como também farmacêuticas. Vem sendo testadas loção e gel elaborados com extrato estabilizado de camu-camu, afim de testar sua capacidade antioxidante e fotoprotetora *in vitro*, onde ambas as formulações mostram atividade antioxidante e fatores de proteção satisfatórios (CAMONES et al., 2014).

2.2 Propriedades funcionais

Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, por meio de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

Segundo Roberfroid (2002), um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado que o mesmo pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença.

Como descrito por Moraes e Colla (2006), o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), regulamentou os Alimentos Funcionais por meio das resoluções ANVISA/MS 16/99, ANVISA/MS 17/99, e ANVISA/MS 19/99, cujas principais diretrizes para a utilização da alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde são:

- a) A alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde é permitida em caráter opcional;
- b) O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzirem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica;
- c) São permitidas alegações de função ou conteúdo para nutrientes e não nutrientes, podendo ser aceitas aquelas que descrevem o papel fisiológico do nutriente ou não nutriente no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo, mediante demonstração da eficácia. Para os nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica não será necessária a demonstração de eficácia ou análise da mesma para alegação funcional na rotulagem;
- d) No caso de uma nova propriedade funcional, há necessidade de comprovação científica da alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde e da segurança de uso;
- e) As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e à redução de risco de doenças. Não são permitidas alegações de saúde que façam referência à cura.

2.2.1 Compostos fenólicos

Os chamados compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas durante seu desenvolvimento normal e incrementam seu conteúdo em resposta as condições de estresse, tais como infecções, radiações UV e outros (JAUREGUI et al., 2009). São substâncias amplamente distribuídas na natureza, com mais de 8000 compostos fenólicos já detectados em plantas, podendo apresentar-se na forma de pigmentos, que dão coloração aos alimentos (SILVA et al., 2010).

Estes compostos são substâncias que possuem pelo menos um anel aromático, no qual pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Englobam uma gama enorme de substâncias, dentre elas os ácidos fenólicos, que em sua composição química, possuem também propriedades antioxidantes (SOARES, 2002). Ultimamente os compostos fenólicos têm ganhado grande atenção, devido à sua capacidade antioxidante, ou seja, sua capacidade de eliminação de radicais livres, o que indica potenciais implicações benéficas na saúde humana (ROSS; KASUM, 2002).

Segundo Silva et al. (2010), esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonoides (polifenóis) e não-flavonoides (fenóis simples ou ácidos). Destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (SOARES, 2002). Segundo Chirinos et al. (2010), os flavonóis e o ácido elágico são os compostos fenólicos mais representativos quando avaliados três estádios de maturação de camu-camu.

Atualmente, com a busca cada vez maior por produtos naturais e com a crescente utilização de compostos antioxidantes em terapias preventivas, nas quais os radicais livres estão implicados, os produtos naturais, ricos em vitaminas e compostos fenólicos, têm merecido especial atenção. A determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo.

2.2.2 Antioxidantes

A oxidação nos sistemas biológicos ocorre devido à ação dos radicais livres no organismo, onde essas moléculas possuem um elétron isolado, livre para se ligar a qualquer outro elétron, e por isso são extremamente reativas (MORAES; COLLA, 2006). Quanto à definição de antioxidantes, os autores salientam que as lesões causadas pelos radicais livres nas células podem ser prevenidas ou reduzidas por meio da atividade de antioxidantes, que

agem diretamente na neutralização da ação dos radicais livres ou participam indiretamente de sistemas enzimáticos com essa função. Assim, os antioxidantes são definidos como agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células.

Devido à ineficiência de nosso sistema imunológico, a influência de fatores externos como fumo, poluição, radiação UV e alimentação inadequada, podem levar o organismo a um estresse oxidativo. Assim, está estabelecida a importância de compostos antioxidantes provenientes da dieta alimentar que ajudam a suprir a deficiência natural e promover a proteção, a prevenção ou a redução dos efeitos causados pelo estresse oxidativo (HUANG; OU; PRIOR, 2005). O potencial antioxidante de um composto é determinado pela sua reatividade como doador de elétrons ou hidrogênio, capacidade de deslocar ou estabilizar um elétron desemparelhado, reatividade com outro antioxidante e reatividade com oxigênio molecular (MORAES; COLLA, 2006).

Dentre os antioxidantes destacam-se a vitamina C e E, a glutathione, o ácido úrico, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides, que eliminam radicais e inibem a iniciação da reação em cadeia ou impedem sua propagação (SHAMI; MOREIRA, 2004; PODSEDEK, 2007).

A exemplo de fruteiras nativas com potencial antioxidante, o camu-camu possui lugar de destaque, com elevado teor do potente antioxidante que é a vitamina C, além de possuir compostos fenólicos com elevada atividade antioxidante. Segundo Chirinos et al. (2010), a capacidade antioxidante de frutos de camu camu se deve principalmente a vitamina C, seguida da atividade de compostos fenólicos como catequinas e seus derivados, antocianinas, flavanóis e flavononas.

2.3 Técnicas de conservação de alimentos

O camu-camu é um fruto sazonal e seu consumo *in natura* é baixo e só pode ser realizado na sua época de colheita, razão pela qual nos meses subsequentes estes frutos só podem ser consumidos se forem empregadas tecnologias que preserve ou transforme o produto para consumo. Como a preservação, após a colheita, só é possível por um curto período devido a sua fisiologia, se faz necessário o emprego de tecnologia de processamento desses frutos. Dessa forma, as técnicas de conservação de alimentos visam aumentar a vida útil e a utilização dos frutos de camu-camu.

A conservação de alimentos foi essencial para a organização e manutenção da sociedade, e estes processos de conservação aperfeiçoaram-se ao longo do tempo. Muitas técnicas de conservação foram criadas de forma acidental, as pessoas envolvidas na

descoberta desses processos pouco entendiam ou nada conheciam sobre a ciência envolvida em tais processos. A evolução da ciência proporcionou explicações para os processos que hoje conhecemos (MARQUES, 2012).

Existem diferentes meios de conservação, sendo que uns permitem destruir quase a totalidade dos microrganismos, enquanto outros impedem ou retardam o seu crescimento e proliferação. Como meios de conservação têm-se: conservação pelo frio, conservação pelo calor, aditivos alimentares, atmosfera modificada, desidratação, secagem e filtração (DA SILVA, L., 2012). Cabe também destacar a preocupação da população e das agências controladoras com a qualidade sanitária de alimentos produzidos e comercializados, visto que a sua falta de controle pode gerar inúmeros danos a população consumidora.

Dentre os processos que visam a conservação e prolongamento do tempo de disponibilidade para consumo de frutos, os métodos de secagem vêm sendo utilizados para fins tecnológicos e industriais com a finalidade de diminuir a perecibilidade, preservando as características naturais dos produtos (CASTRO et al., 2014). Existem diversos métodos para desidratação de alimentos. O método de escolha depende do tipo de alimento a ser desidratado, do nível de qualidade que se deseja obter e de um custo que possa ser justificado (SILVA, L., 2012).

A desidratação é uma forma de conservação de alimentos, que consiste no controle de umidade do mesmo, que pode ser feito através da retirada de água do alimento, pois a estabilidade e a segurança destes aumentam quando a atividade de água decresce (SANTOS et al., 2012).

Dentre as técnicas de conservação de alimentos por desidratação podemos destacar a liofilização, que consiste em um processo de separação por sublimação, onde a água ou a substância aquosa é retirada como vapor do produto congelado passando da fase sólida para a fase gasosa (BOSS, 2004).

O processo de liofilização possui inúmeras vantagens, como a característica esponjosa que permite a reconstituição rápida, realce do sabor e aparência fiel do produto original. Outras vantagens ligadas às baixas temperaturas de operação são a redução de perdas vitamínicas e de constituintes voláteis, diminuição de desnaturação protéica e capacidade digestiva que se torna mais elevada (EVANGELISTA, 2005). Onde o camu-camu se encaixa perfeitamente, pois o mesmo é rico em compostos bioativos altamente voláteis, como a vitamina C e as antocianinas. E os produtos liofilizados, ainda conservem conservar a coloração e apresentam no seu processo características de preservação dos nutrientes, são de grande interesse tanto para os consumidores, como para a indústria em geral.

As tecnologias de secagem são interessantes para atender às necessidades da indústria de polpa daquele fruto, pois reduzem a utilização de energia e custos de transporte e armazenamento, além de propiciar ao consumidor um produto que se mantém viável por um intervalo de tempo duradouro (JULIANO et al., 2014).

Já o branqueamento consiste em um pré-tratamento com água quente ou vapor aplicado a frutas e vegetais com a finalidade principal de inativar as enzimas, causando o amolecimento dos tecidos. Maeda e Andrade (2003) verificaram que frutos de camu-camu submetidos ao branqueamento por imersão em água a 90 °C durante 7 minutos e ao resfriamento imediato em água com gelo antes da despolpa reduz o sabor amargo da polpa, característica que dificulta seu consumo na forma de suco.

Garcia (2014), ao despolar frutos de camu-camu, notou que se adicionasse um pouco de casca a sua polpa e elevasse a uma temperatura de 40 °C por cerca de quatro minutos, melhorava o aspecto visual de sua polpa, pois esse branqueamento conseguia fixar as antocianinas presentes na casca, e passar parte dessa coloração da casca para a polpa, e assim a polpa teria uma coloração mais avermelhada.

O açúcar, que é muito comum em alimentos industrializados, normalmente é usado para conferir sabor e cor às preparações, mas além das propriedades citadas, o açúcar quando associado ao aquecimento, ainda atua como um bom agente conservante de produtos alimentícios, já que a presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e diminui a atividade de água, criando condições desfavoráveis à proliferação de grande parte das espécies de bactérias, bolores e leveduras (FERREIRA, 2013).

Outro processo muito usado na conservação de bebidas e alimentos à base de frutas é a pasteurização, que consiste em um tratamento térmico ao qual é submetido o produto, com a finalidade de prevenir o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e também inibir a ação de enzimas naturais, que poderão vir a degradar o produto. O processo de pasteurização consiste em aquecer o fluido alimentício até a temperatura de pasteurização e mantê-lo nesta temperatura por um período suficiente para que as reações indesejáveis sejam inativadas e, em seguida, resfriá-lo até sua temperatura de estocagem (LIMA et al., 2012). Essa técnica vem sendo usada em produtos à base de camu-camu e tem obtido bastante êxito na conservação do fruto (PINEDO et al., 2012; ROMERO, 2012; GARCIA, 2014).

3. REFERÊNCIAS

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995.

ARAÚJO, M. da C. da R. **Desinfestação e estabelecimento *in vitro* de segmentos caulinares de camu-camuzeiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

ARÉVALO PINEDO, R. **Estudo da estabilização da polpa de Camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh) congelada visando à manutenção de ácido ascórbico e de antocianinas**. 2007.155f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, SP.

AZEVEDO, J.C.S.; FUJITA, A.; OLIVEIRA, E.L.; GENOVESE, M.I.; CORREIA, R.T.P. Neuroprotective effects of dried camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) residue in *C. elegans*. **Food Research International**, v. 73, p. 135-141, 2015.

BARRETO, A.G. **Clarificação e concentração do suco de camu-camu por processos de separação com membranas**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

BASA. **Contexto Amazônico**. Ano 1, n. 5. 2008. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br>.

BASTOS, C.T. da R.M.; LADEIRA, T.M.S.; ROGEZ, H.; PENA, R. da S. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias mombin*). **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 123-131, 2008.

BOSS, E.A. **Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel**. 2004. 107f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) em Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, São Paulo, 2004.

CAMONES, M.A.I.; CHOTA, G.E.T.; MALLA, J.H.; JÁUREGUI, A.M.M.; MORÁN, R.I.G.; FUENTES, G.Q.; PACHECO, C.J.P.; ESPINOZA, E. del R.T. Actividad antioxidante y fotoprotectora *in vitro* de una loción y gel elaborados con extracto estabilizado de camu

camu (*Myrciaria dubia* Kunth.). **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 80, n. 1, p. 65-77, 2014.

CARDENAS, V.G.V. **Obtencion de filtrante a partir de exocarpo de *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh (Camu-camu) proveniente del despulpado.** 2012. 94 p. Tese para obtenção do título de bacharel em engenharia alimentar. Facultad de industrias alimentarias- Univerdad Nacional de la Amazônia Peruana.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M. O. Fruticultura na Amazônia: o longo caminho entre a domesticação e a utilização. **Palestra**. Piracicaba: Esalq - USP, 2004.

CARVALHO-SILVA, L.B.; DIONÍSIO, A.P.; PEREIRA, A.C.S.; WURLITZER, N.J.; BRITO, E.S.; BATAGLION, G.A.; BRASIL, I.M.; EBERLIN, M.N.; LIU, R.H. Antiproliferative, antimutagenic and antioxidant activities of a Brazilian tropical fruit juice. **Food Science and Technology**, v. 59, p. 1319 -1324, 2014.

CASTRO, D.S. de; NUNES, J.S.; DA SILVA JÚNIOR, A.F.; AIRES, J.E. de F.; DA SILVA, W.P.; GOMES, J.P. Influência da temperatura no processo de desidratação osmótica de pedaços de goiaba. **Revista GEINTEC**, v. 4, n. 5, p. 1413 -1423, 2014.

CHAGAS, E.A.; BACELAR-LIMA, C.G.; CARVALHO, A. dos S.; RIBEIRO, M.I.G.; SAKAZAKI, R.T.; NEVES, L.C. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mcvaugh). **Revista Agro@mbiente**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2012a.

CHAGAS, E.A.; CARVALHO, A.D.S.; BACELAR-LIMA, C.G.; DUARTE, O.R.; NEVES, L.C.; ALBUQUERQUE, T.C.S. **Ocorrência e distribuição geográfica de populações nativas de camu-camu no estado de Roraima.** In: Oliveira PRD de, Fioravanço JC and Girardi CL (Org.) Anais do 22º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Bento Gonçalves, RS, p. 3861-3864, 2012b.

CHAGAS, E.A.; LOZANO, R.M.B.; BACELAR-LIMA, C.G.; GARCIA, M.I.R.; OLIVEIRA, J.V.; SOUZA, O.M.; MORAIS, B.S.; CHAGAS, P.C.; ARAÚJO, M.C.R.A. Intraspecific variability of camu-camu fruit in native populations of northern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 265-271, 2015.

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

CLAY, J.W.; CLEMENT, C.H.; SAMPAIO, P.T.B. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. 1 ed. p.409. Manaus: Programa de desenvolvimento empresarial e tecnológico, 1999.

CORREA, S. I.; FREYRE, S. P.; ALDANA, M. M. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, del INIA Loreto-Perú. **Scientia Agropecuaria**, v. 2, p. 189-201, 2011.

DA SILVA, R.A. **Ciência do alimento: contaminação, manipulação e conservação dos alimentos**. 2012. 38 p. Monografia (Pós-Graduação em Ensino de Ciências). Universidade tecnológica federal do Paraná.

DOS SANTOS, O.V. **Estudo das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2012. 215 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Tecnologia Bioquímico Farmacêutico) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, SP.

EVANGELISTA, J. Conservação de alimentos. In:____. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005. p. 275-429.

FACHINELLO, J.C., PASA, M. da S., SCHMITZ, J.D., BETEMPS, D.L. **Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p. 109-120, 2011.

FERREIRA, C.Z. **Composição de geleias de morango preparadas com açúcar, sucos de frutas ou edulcorantes**. 2013. 29 p. Trabalho de conclusão de curso (Nutrição) Faculdade de Ciências da Saúde-Universidade de Brasília.

FUJITA, A.; SARKAR, D.; WU, S.; KENNELLY, E.; SHETTY, K.; GENOVESE, M. I. Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. **Food Research International**, xxx, xxx–xxx, 2015.

GARCIA, G.M. **Caracterización y elaboración de mermelada de “*Psidium guajava* L” guayaba, enriquecida con “*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh” camu camu**. 2014. 53 p. Tese para obtenção do título de bacharel em engenharia alimentar. Facultad de industrias alimentarias- Univerdad Nacional de la Amazônia Peruana.

GAVINHO, C.A. **Efeitos de adubação foliar na produção de frutos e ácido ascórbico em frutos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) em condições de terra firme.** 2005. 63 p. Dissertação Mestrado. Manaus: INPA/UFAM.

HARRINSON, F.E; MAY, J.M. Vitamin C function in the brain: vital role of the ascorbate of the ascorbate transporter SVCT2. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 46, n. 6, p. 719-30, 2009.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

INOUE, T; KOMODA, H; UCHIDA, T; NODE, K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. **Journal of Cardiology**, v. 52, n. 2, p. 127-132, 2008.

JAUREGUI, A.M.M.; RAMOS-ESCUADERO, F.; URETA, C.A.O.; CASTANEDA, B.C.; CAPARO, F.L. Evaluacion de compuestos con actividad biológica en cascara de camu camu (*Myrciaria dubia*), guinda (*Prunus serotina*), tomate de arbol (*Cyphomandra betacea*) y carambola (*Cyphomandra betacea* L.) cultivadas en Peru. **Revista Sociedad Química del Perú**, n.75, v. 4, p. 431-438, 2009.

JULIANO, F.F.; SILVA, P.P.M. da; CASEMIRO, R.C.; COSTA, M.H.; SPOTO, M.H.F. Polpa de camu-camu liofilizada e armazenada em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 8, n. 2, p. 1374-1384, 2014.

LANGLEY, P.; PERGOLIZZI, J.; TAYLOR, R.; RIDGWAY, C. Antioxidant and associated capacities of camu-camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 21, n. 1, p. 8-14, 2015.

LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F. da; BEZERRA, J.E.F.; LIRA JÚNIOR, J.S. de. Potencialidades das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira. In: LEDERMAN, I.E.; LIRA JÚNIOR, J.S. de. (Org). **Spondias no Brasil: Umbu, cajá e espécies afins**. Recife/PE: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 15-22.

LIMA, E.C. de S.; DAER, J.C.; WILHELMI, L.S.; CARDOSO, M.H.; TEIXEIRA, A.B. de S. Efeito da pasteurização sobre propriedades químicas, microbiológicas e sensoriais de bebida mista formulada com inhame (*Diospera* sp) e limão tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 44-48, 2012.

- LINS, R. T. **Determinação de tocoferóis e carotenoides em frutas amazônicas: Implantação de uma metodologia.** 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.
- LOURENZANI, W.L., LOURENZANI, A.E.B.S., BAGAIOLO, G.R. RODARTE, T.D.A. Fruticultura e sua importância para a Região Nova Alta Paulista. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.** 2008.
- LOZANO, D.L.G. **Elaboracion de una bebida percolada energizante a base de *Myrciaria dubia* H. B. K. Mc Vaugh Camu-camu.** 2011. 55 p. Tese para obtenção do título de bacharel em engenharia alimentar. Facultad de industrias alimentarias- Univerdad Nacional de la Amazônia Peruana.
- MAEDA, R.N.; ANDRADE, J.S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 489-496, 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**, 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**, n. 27, v. 2, p. 313-316, 2007.
- MARQUES, L.G.C.R. **A conservação de alimentos como tema CTS-A no ensino de química.** 2012. 41 p. Monografia apresentada para obtenção do título de bacharel em Química. Instituto de Química da Universidade de Brasília.
- MENEZES, H.C. de. Saudável camu-camu. **Pesquisa Revista Fapesp**, São Paulo, p. 64-65. 2001.
- MORAES F.P.; COLLA L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 99-112, 2006.
- NASCENTE, A.S., ROSA NETO, C.O. agronegócio da fruticultura na Amazônia: um estudo exploratório. **Documento informativo Embrapa**, 2005.
- PALLET, D. Perspectivas de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo. COLÓQUIO SYAL. Montpellier, outubro de 2002. Montpellier: Cirad Flhor-São Paulo – Brasil, 2002. 7 p.

PEREIRA, A.C.S.; DIONÍSIO, A.P.; WURLITZER, N.J.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVA, A.M.O.; BRASIL, I.M.; MANCINI-FILHO, J. Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**, v. 157, p. 179–185, 2014.

PEUCKERT, Y.P.; VIEIRA, V.D.; HECKTHEUER, L.H.R.; MARQUES, C.T.; ROSA, C.S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.147-152, 2010.

PINEDO, M.; DELGADO, C.; VEJA, R.; SOTERO, V.; FARROÑAY, R. **Cultivo del camu-camu em áreas inundables**. 2012. Manual técnico. Ocho fascículos para el productor. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. PROBOSQUES. 89 p.

PINEDO, M.; VASQUÉZ, C.D.; PERAMAS, R.F.; TORRES, D. del C.; CORREA, S.I.; VALLEJO, J.V.; MALAVERRI, L.F.; CRUZ, C.O.; RODRÍGUEZ, C.A.; LOZANO, R.B.; VIZCARRA, R.V. 2010. **Camu-camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) Aportes para su aprovechamiento sostenible em la Amazonía peruana**. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. PROBOSQUES. 135 p.

PINTO, P.M.; JACOMINO, A.P.; DA SILVA, S.R.; ANDRADE, C.A.W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.605-612, 2013.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of brassica vegetables: A review. **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINE, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra Firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105-110, 2002.

ROMANÍ, J.E.A. **Utilización de la Semilla de *Myrciaria dubia* (Camú Camú) y su remplazo parcial como sucedáneo del *Coffea arábica* (Café)**. 2011. 54 p. Tese para obtenção do título de bacharel em engenharia alimentar. Facultad de industrias alimentarias- Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

ROMERO, R.R. **Elaboración e evaluación de la calidad de la fruta *Myrciaria dubia*** H. B. K. **Mc Vaugh camu-camu em almibar**. 2012. 74 p. Tese para obtenção do título de bacharel em engenharia alimentar. Facultad de industrias alimentarias- Universidad Nacional de la Amazônia Peruana.

ROSS, J.A.; KASUM.C.M. Dietary Flavonoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 19-34, 2002.

RUFINO, M. do S.M. **Propriedades funcionais de frutos brasileiros tropicais não tradicionais**. 2008. 263 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E., BRITO, E.S., JIMÉNEZ, J.P., CALIXTO, F.S., FILHO, J.M Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, G. dos; OLIVEIRA, M. da C.; MORAES, M.H.; PAGANI, A.A.C. Estudo comparativo do coentro (*Coriandrum sativum* L.) seco obtido em diferentes métodos de secagem. **Revista GEINTEC**, v. 2, n. 3, p. 236-244, 2012.

SANTOS, J.C. dos.; SANTOS, A.P.dos.; ROCHA, C.I.L. da. **Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil**. Relatório Final de projeto. Belém: CPATU:. 35p. 2009.

SATIM, M.; SANTOS, R.A.M. Estudo das características nutricionais das polpas de mangas (*Mangifera indica* L.) variedade Tommy Atkins. ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTIFICA CESUMAR, 2009.

SCHWERTZ, M.C.; MAIA, J.R.P.; SOUSA, R.F.S. de; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, L.K.O.; LIMA, E.S. Efeito hipolipidêmico do suco de camu-camu em ratos. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 1 p. 35-44, 2012.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SILVA, L.C.A. da. **Efeito da desidratação osmótica assistida por ultrassom no processo de secagem convectiva de abacaxi pérola**. 2012. 98 p. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Ceará.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A dos S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, V.X. da. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais**. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, A. das G.C.; SILVA, S.E.L. da. Frutas nativas da Amazônia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20; Annual meeting of the interamerican society for tropical agriculture, 54. Anais. Vitória/ES: EPAGRI. 2008. p. 1-2.

TIBOLA, C.S., FACHINELLO, J.C. Tendências e estratégias de mercado para a fruticultura. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 2, p. 145-150, 2004.

VIEGAS, I.J.M.; THOMAZ, M.A.A.; SILVA, J.F.; CONCEIÇÃO, E.O.; NAIFF, A.P.M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

YAHIA, E.M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA; G.A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

YUYAMA, K. A cultura de camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. i-ii, 2011.

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.

YUYAMA, K.; SOUSA, E.C.C. Crescimento de mudas de camu-camu com o uso de adubação mineral e orgânica em quatro tipos de solos da Amazônia. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5. Natureza, Ciência e Comunidade. setembro de 2001, Botucatu:UNESP/FMB., p. 57. 2001.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar as diferentes partes do fruto de camu-camu, comparar o seu potencial com outros frutos de consumo popular e formular diferentes produtos à base de camu-camu, no intuito de viabilizar seu uso na alimentação humana, com alto potencial nutricional e funcional, caracterizando-os quanto a manutenção de atributos qualitativos e compostos bioativos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar atributos químicos, físico-químicos e funcionais das diferentes partes do fruto de camu-camu.

Caracterização de atributos qualitativos e funcionais do fruto de camu-camu, comparando-o com frutos considerados de consumo relativamente popular.

Definir formulações de picolé e geleia de camu-camu ou mista, que tenham boa aceitação sensorial e nutricional.

Avaliar sensorialmente as formulações de picolé e geleia testadas.

Determinar os atributos químicos, físico-químicos e funcionais dos produtos formulados a partir do camu-camu.

CAPÍTULO I- QUALITATIVE EVALUATION AND BIOCOMPOUNDS PRESENT IN DIFFERENT PARTS OF CAMU-CAMU FRUITS**ABSTRACT**

Camu-camu fruits have high functional importance and great potential as food. Knowing and determining the nutrients present in its fruits is crucial, in order to understand the relationship between consumption and human health. For this reason, the objective of this work was to evaluate qualitative attributes, such as organic acids content, antioxidant capacity and functional potential of different parts of camu-camu fruit. The fruit used in the present study were collected in the state of Amazonas, Brazil, and analyzed at the University of Florida, Gainesville, U.S.A.. Seed, peel, pulp, pulp+peel, and whole fruit were evaluated regarding pH, soluble solids, titratable acidity, and levels of ascorbic acid, phenolic compounds, anthocyanins, and flavonoids. Antioxidant activity was evaluated by the FRAP and DPPH methods. Based on the results, camu-camu fruit proved to be a good source of acids, and the pulp is the part that is most concentrated in organic acids. Also, the pulp presents the highest amount of phenolic compounds and highest antioxidant activity. The peel had relatively higher amount of pigments, anthocyanins and flavonoids, and higher concentration of ascorbic acid, proving that it can also be used as a source of bioactive compounds.

KEY WORDS: Functional food, Antioxidant activity, Caçari, DPPH, FRAP, *Myrciaria dubia* Pigments.

INTRODUCTION

Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), also known as ‘çaçari’, ‘araçád'água’, or ‘sarão’, belongs to the family Myrtaceae, and is native to the Amazonian floodplains and lake (Maeda et al., 2007). For being a fruit species with great nutraceutical and technological potential, the interest of the scientific community on this species has increased in recent years.

Fruits are important nutritional sources, since they are rich in vitamins, minerals and carbohydrates. Some species have higher content of a specific nutrient when compared with others. The increasing interest in camu-camu fruit is due to its remarkable ascorbic acid (vitamin C) content, and it is known as "King of Vitamin C" or "Super Fruit". In the state of Roraima, Brazil, the fruit is known as ‘çaçari’, presenting mean values of 3,571 to 7,355 mg ascorbic acid 100 g⁻¹ pulp (Aguiar and Souza, 2016; Chagas et al., 2015; Grigio et al., 2015; Grigio et al., 2016).

In addition to vitamin C, these fruits contain other antioxidant compounds, such as carotenoids, anthocyanins and other phenolic compounds which are valuable in human nutrition (Silva, 2012). These compounds help in the fight against and prevention of free radicals, increasing immune resistance and delaying the early or natural aging of cells (Santos et al., 2009).

However, the *in natura* consumption of camu-camu fruits is low due to the high content of acids (Azevedo et al., 2014), limiting its current consumption to the producing regions. The rest of the production is exported in the form of pulp, mainly to the United States, Europe and Japan (Akter et al., 2011), for the development of products that are considered natural sources of biocompounds or antioxidants.

Several studies have been carried out with the by-products obtained from fruit pulping, and they denote that the peel has great potential as promising sources of bioactive compounds, even though it is underutilized. These compounds can be used as functional food, not only in the Amazon region, but also in other parts of the world (Fracassetti et al., 2013; Azevedo et al., 2014; Azevedo et al., 2015). Moreover, other by-products that are considered waste could have great economic, nutritional, and functional potential. The seed, for instance, has also proved to be excellent source of minerals, with potential to be used in biotechnological development (Sousa et al., 2015).

Vitamin C has vital effect on the brain, since neurodegenerative diseases usually involve high levels of oxidative stress. Moreover, ascorbic acid has positive therapeutic implications against Alzheimer's disease, Parkinson's disease, Huntington's disease and stroke

(Harrison and May, 2009). Thus, the potential of camu-camu to minimize the risks of these diseases is extremely significant.

Camu-camu has great functional and bioactive potential. Besides being rich in vitamin C, it has high levels of phenolic compounds, such as flavonoids. Some of these phenolic compounds also have antioxidant and anti-inflammatory properties, with potential to combat chronic diseases induced by the stress, when the fruits are consumed as part of the diet (Fujita et al., 2015). Antioxidants are chemical compounds that can prevent or reduce the oxidative damage of lipids, proteins and nucleic acids caused by reactive oxygen. Antioxidants have the ability to react with free radicals and thus restrict their effects on the organism (Couto and Canniatti-Brazaca, 2010).

Several studies have reported camu-camu as a food that helps spermatogenesis. The species also present antimutagenic potential, and helps treat diseases such as Alzheimer's and Parkinson's, diabetes, hypertension and obesity (Schwertz et al., 2012; Gonzales et al., 2013; Borges et al., 2014; Carvalho-Silva et al., 2014; Gonçalves et al., 2014; Azevedo et al., 2015; Fujita et al., 2015; Langrey et al., 2015). For this reason camu-camu has attracted great interest in the scientific environment, in order to exploit all its functional potential, nutraceutical and nutritional, which are still unknown and under-exploited.

Due to the high functional importance and to the great potential of camu-camu fruit, the knowledge and determination of its nutrients is imperative in order to understand the relationship between consumption and human health. And mainly phytochemical concentration differences between different parts of the camu-camu fruit are not known. For this reason, the objective of this work was to evaluate qualitative attributes, antioxidant capacity and functional potential, of different parts of camu-camu fruit.

MATERIALS AND METHODS

The camu-camu fruit used in the experiment were collected from a private property, in a planted area, in Amazonas, located on Highway AM 010, km 98, Rio Preto da Eva-Brazil.

The fruit were collected at a mature stage, which was established in previous studies (Grigio et al., 2015). After harvest, fruit were taken to the Post-Harvest Laboratory of Embrapa Roraima, where they were cleaned and selected for the absence of damages, washed in running water, and sanitized with 0.02% sodium hypochlorite (NaClO) for 30 minutes, following Brazilian National Health Surveillance Agency (ANVISA) recommendations. After the hygienization, fruits were processed according to the treatments. Some fruits were properly pulped in an industrial pulper, with no water, by separating the pulp from the peel

and the seeds; other fruit were kept intact; and some other fruit had only the seeds removed, keeping the pulp+peel for the treatments.

The treatments consisted of: peel+pulp, pulp, peel, whole fruit, and seed. Totaling five treatments composed of four replicates each, where each replicate was from a sample of 30 fruits.

After the separation of the material according to the treatments, samples were lyophilized, stored in aluminized bags, and transported to the University of Florida, Gainesville, FL, U.S.A. for analysis.

The material was rehydrated according to the previously calculated moisture content equivalent to each treatment, until obtaining 10 grams of fresh sample. The material was centrifuged in a refrigerated centrifuge at 4°C, 12,000 rpm, for 20 minutes, and the supernatant was removed for the following analyses:

pH: This was determined by reading 5 mL aliquot of the sample, using an 814 USB sample processor.

Soluble solids (SS): Soluble solids were estimated by the reading, using a portable refractometer (SOLOESTE, model RT-30ATC), with automatic temperature compensation (10 to 30°C). Results were expressed in °Brix (Institute Adolf Lutz, 2008).

Titrateable acidity (TA): This was determined by titration, following the methodology described by the Institute Adolf Lutz (2008). Results were expressed in mg of citric acid 100 g⁻¹ sample.

Ratio (SS/TA): This was calculated by the solid soluble: titrateable acidity ratio.

Ascorbic acid: The samples were extracted using 0.5% oxalic acid and titrated with 2,6-dichlorophenolindophenol (Ranganna, 1986). Results were expressed in mg of ascorbic acid 100 g⁻¹ sample.

Total flavonoid content: This was determined by the aluminum chloride colorimetric assay (Zhishen et al., 1999), using quercetin as standard. For the extraction, methanol solution and 5% aluminum chloride were added. After 30 minutes, spectrophotometer readings were performed at 441 nm. For each sample, a blank containing only sample and methanol was made. Results were expressed in µg of quercetin equivalent g⁻¹ sample.

Total anthocyanins content: This was determined according to the method described by Lee and Francis (1972), using cyanidin as standard. An acidified solution of methanol (methanol:HCl, 85:15, v:v) was added to the samples. Once being homogenized, samples were stored in the dark. After 24 hours, samples were read in a spectrophotometer at 520 nm. Results were expressed in µg of cyanidin equivalent g⁻¹ sample.

Phenolic Compounds: This was determined according to the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method described by Singleton et al. (1999). A 20 μL aliquot of the sample was diluted in 1.58 mL water. Afterwards, 100 μL of the Folin-Ciocalteu reagent was added and wellmixed. After 30 sec to 8 min, 300 μL of the sodium carbonate solution was added and stirred. Solutions were allowed to stand at 20 °C for 2 hours, and the absorbance of each solution was determined at 765 nm. Results were expressed in mg of gallic acid g^{-1} sample.

Antioxidant Activity (DPPH): Total antioxidant activity was determined by the oxidation inhibition potential, using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) as reference (Brand-Williams et al., 1995). One gram of the sample was weighed, 10 mL of ethyl alcohol was added and homogenized, and the mixture was taken to centrifuge at 6000 rpm for 50 minutes. Subsequently, the supernatant was separated using a pipette, and the solution was stored in a dark bottle in an ice-bath, added to 3 mL ethanol. The standard curve was made with ascorbic acid. Absorbance was read using a spectrophotometer at 517 nm, in 500 μL of the sample extract, added to 300 μL of the DPPH stock solution. Results were expressed in mg of ascorbic acid equivalent g^{-1} sample.

Antioxidant Activity (FRAP): Total antioxidant activity was also estimated by the iron reduction method (FRAP), following the procedure adapted by Rufino et al. (2006). One g of sample was added to 40 mL 50% methanol, which was homogenized and allowed to stand for 60 minutes at room temperature. Afterwards, samples were centrifuged (15,000 rpm) for 15 minutes, and the supernatant was transferred to 100 mL volumetric flask. Forty mL 70% acetone was added to the residue of the first extraction, which were then homogenized and allowed to stand for 60 minutes at room temperature.

One hour later, samples were centrifuged again (15,000 rpm) for 15 minutes, and the supernatant was transferred to the volumetric flask containing the first supernatant, and the volume was completed with distilled water. The extract and the FRAP reagent (Acetate buffer, 0.3 mol L^{-1} , 2,4,6-Triz(2-pyridil)-s-triazine (TPTZ) solution, 8.0 mmol L^{-1} and ferric Chloride solution, 20 mmol L^{-1}) were brought to a water bath at 37 °C. The standard curve was made with ascorbic acid. Absorbance reading was performed at 595 nm. Results were expressed in mg of ferrous sulfate g^{-1} fruit.

Data were subjected to analysis of variance, and the means were tested by the Tukey test at 5% probability using the SISVAR software (Ferreira, 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

Results show statistically significant difference for all the treatments tested. When comparing the pH, only the seed was different from the others, with mean value higher than that of the other treatments (Table 1). Thus, the seed presented lower acidity when compared with the other parts of the fruit. Values lower than those observed in the present study have been reported in the literature (Akter et al., 2011; Barreto et al., 2013; Rufino et al., 2009).

Table 1 - pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ratio (SS/TA) in different parts of camu-camu fruit.

	pH	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (mg citric acid 100 g ⁻¹ sample)	Ratio (SS/TA)
Peel+Pulp	3.12±0 B	6.93±0.2 B	4.05±0 B	10.79±0.2 BC
Pulp	3.09±0.1 B	5.53±0 C	4.86±0 A	10.39±0 BC
Peel	3.16±0 B	7.00±0.2 B	2.96±0.1 C	9.93±0 C
Whole fruit	3.09±0 B	7.26±0 B	4.69±0.1 A	11.79±0.1 B
Seed	3.93±0 A	13.86±1.3 A	4.33±0.1 B	19.19±1.3 A

*Means±standard deviation followed by the same letter in the column do not differ by the Tukey test at 5% probability.

The seed had the highest content of soluble solids, followed by whole fruit, peel, and peel+pulp, which did not show statistically significant difference between them. Finally, the pulp had the lowest soluble solids, with mean value of 5.53 ° Brix, similar to the reports found in the literature regarding the pulp (Barreto et al., 2013; Fujita et al., 2013; Grigio et al., 2016) and the fruit (Rufino et al., 2009). Thus, it can be inferred that camu-camu seeds likely have the highest sugar content. Similar behavior was observed by Daiuto et al. (2014), who detected higher sugar contents when evaluating avocado seed. This greater amount of sugar is possibly the necessary source for seed germination.

The highest titratable acidity index was observed in the pulp, according to the method of the Instituto Adolf Lutz, and it did not statistically differ from the whole fruit, followed by the seed and the peel + pulp, which also did not have statistically significant difference between them. The peel had the lowest acidity index. These results are consistent with those found in the literature (Rufino et al., 2009; Akter et al., 2011; Barreto et al., 2013; Fujita et al., 2013).

The pulp and the whole fruit had higher values of acid. Results indicated that a large number of acids are present in the pulp of camu-camu fruits, corroborating the literature that reports camu-camu fruit to be an extremely acidic one (Rufino et al., 2009; Grigio et al., 2015; Maeda et al., 2006). On the other hand, the lowest values were observed in the peel. This fact is consistent with the fact that camu-camu pulp is the part of the fruit that contains the highest

contents of acids, since in the treatments with pulp these values were always higher than in the treatments with peel or seed.

Regarding the acceptability index, or ratio, higher values were observed for the seed, since it contained a greater quantity of Brix, a proxy for soluble sugars, consequently denoting more expressive values to this ratio, followed by the whole fruit, peel+pulp, and pulp, which did not differ statistically between treatments. The lowest soluble solids/titratable acidity ratio was observed in the peel; however, it did not statistically differ from peel+pulp and pulp.

When analyzing the total anthocyanins content, statistically significant difference was observed among all the treatments. As expected, the content was higher in the peel of camu-camu fruits, due to the greater purplish pigment, with mean value of $107.19 \mu\text{g g}^{-1}\text{sample}$ (Table 2), followed by peel + pulp, and whole fruit, with mean values of 50.70 and $29.90 \mu\text{g g}^{-1}\text{sample}$, respectively. Lower incidence of this pigment was observed in the pulp, and no traces of anthocyanins were detected in the seed. Similar behavior was observed by Solis et al. (2009), when evaluating the pulp, peel and seed of camu-camu fruits. The more mature the fruits, the higher was the anthocyanin content (Pinto et al., 2013).

Table 2 - Anthocyanins, flavonoids, phenolic compounds, antioxidant activity (FRAP and DPPH) and ascorbic acid in different parts of camu-camu fruits

	Anthocyanins ($\mu\text{g g}^{-1}\text{sample}$)	Flavonoids ($\mu\text{g g}^{-1}\text{sample}$)	Phenolic compounds ($\text{mg g}^{-1}\text{sample}$)	Antioxidant activity (FRAP) ($\text{mg g}^{-1}\text{sample}$)	Antioxidant activity (DPPH) ($\text{mg g}^{-1}\text{sample}$)	Ascorbic acid ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}\text{sample}$)
Peel + Pulp	50.7 \pm 1.5B	440.9 \pm 4.9 C	130.6 \pm 2.9 B	11.7 \pm 0.2 A	8.53 \pm 0 AB	4,426 \pm 90 A
Pulp	13.6 \pm 1,3 D	91.5 \pm 6.5 D	141.2 \pm 3.9 A	11.7 \pm 0.3 A	8.46 \pm 0 B	2,919 \pm 55 C
Peel	107.2 \pm 2.6 A	550.8 \pm 12.3 A	98.1 \pm 0.6 D	11.7 \pm 0 A	8.53 \pm 0 AB	3,068 \pm 135 BC
Whole fruit	29.9 \pm 0.6 C	517.6 \pm 21.0 B	117.7 \pm 5.9 C	11.5 \pm 0.4 A	8.59 \pm 0 A	3,204 \pm 61 B
Seed	n.d	49.6 \pm 2.8 E	n.d	8.4 \pm 0.2 B	2.45 \pm 0 C	551 \pm 31 D

* Means \pm standard deviation followed by the same letter in the column do not differ by the Tukey test at 5% probability. ** n.d = not detected.

In relation to the total flavonoids content, statistically significant difference was observed among all treatments. The highest values were: peel (550.80), whole fruit (517.65), peel+pulp (440.92), pulp (91.54), and seed (49.56 $\mu\text{g g}^{-1}\text{sample}$). The peel presented the highest concentration of these pigments, such as anthocyanins and flavonoids, which have antioxidant potential. Anthocyanins were responsible for the color of the peel, corroborating with other studies that evaluated the pulp, the peel and seed of camu-camu fruits (Solis et al., 2009).

Currently, camu-camu has been considered one of the richest foods, mainly due to its great amount of phenolic compounds, and consequently to its great antioxidant potential. The highest amount of phenolic compounds was observed in the pulp, followed by pulp+peel,

whole fruit, and peel, with mean values of 141.18, 130.57, 117.66 and 98.15 mg of gallic acid g^{-1} sample. Phenolic compounds were not observed in the seed. Similar results have reported the pulp with the greatest amount of phenolic compounds (Solis et al., 2009). In particular this fruit is known for its content of ellagic acid derivatives (Francassetti et al., 2013), which we assume are preserved in our dried powdered samples.

Several studies have been carried out in order to evaluate the amount of phenolic compounds present in the fruits, and a great difference on the mean values had been observed between different studies. This difference may be due to genetic diversity or even to conservation methods and maturation stage of the fruit, resulting in the divergent data found in the literature (Bataglioni et al., 2015; Fracassetti et al., 2013; Fujita et al., 2013; Neves et al., 2015; Solis et al., 2009; Rufino et al., 2010; Villanueva et al., 2010).

The FRAP method detected greater antioxidant activity than the DPPH method, and thus, the former is considered one of the most indicated to evaluate camu-camu fruits (Rufino et al., 2010). Higher antioxidant activity was observed in both methods when both pulp and peel were evaluated. However, antioxidant activity is very low in the seed. Much information is found regarding the antioxidant activity of camu-camu fruits, and several methods are being tested. However, all of them lead to the same result, proving that camu-camu is one of the fruits with the highest antioxidant activity, and with great potential for application and development as a functional food (Baldeon et al., 2015; Barreto et al., 2013; Bataglioni et al., 2015; Fracassetti et al., 2013; Fujita et al., 2013; Neves et al., 2015; Rufino et al., 2010; Solis et al., 2009; Villanueva et al., 2010).

The highest concentration of ascorbic acid was observed for the peel+pulp, with mean value of 4.426 mg acid 100 g^{-1} sample, followed by the whole fruit and the peel, which did not present statistical difference between them. On the other hand, the lowest values were also observed for the seed. The highest values were always observed in the treatments that contained the peel, which is in agreement with other results found in the literature (Zamudio, 2007; Imán-Correa et al., 2011). According to Fujita et al. (2013), the lyophilization process can generate losses of ascorbic acid and of other polyphenols. However, our study shows that the products can still retain considerable amounts of vitamin C, phenols, anthocyanins and antioxidants, even after being dried.

CONCLUSIONS

Results show that camu-camu fruit has good qualitative attributes. The pulp had the greatest amount of phenolic compounds and antioxidant activity.

Higher amounts of pigments (such as anthocyanins and flavonoids), and higher concentration of ascorbic acid were found in the peel, making it useful as a source of bioactive compounds as a food colorant with antioxidant qualities.

REFERENCES

- Aguiar, JPL, Souza FCA (2016). Camu-Camu super fruit *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) at different maturity stages. *African Journal of Agricultural Research* 11:2519-2523.
- Akter M, Oh S, Eun J, Ahmed M (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International* 44:1728-1732.
- Azevêdo JCS, Fujita A, Oliveira EL, Genovese MI, Correia RTP (2014). Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. *Food Research International* 62:934-940.
- Azevêdo JCS, Fujita A, Oliveira EL, Genovese MI, Correia RTP (2015). Neuroprotective effects of dried camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) residue in *C. elegans*. *Food Research International* 73:135-141.
- Baldeon EO, Alcaniz M, Masot R, Fuentes EM, Barat JM, Grau R (2015). Voltammetry pulse array developed to determine the antioxidant activity of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaug) and tumbo (*Passiflora mollissima* (Kunth) L.H. Bailey) juices employing voltammetric electronic tongues. *Food Control* 54:181-187.
- Barreto AG, Cabral LMC, Matta VM, Freitas SP (2013). Clarificação de polpa de camu-camu por microfiltração. *Brazilian Journal Food and Technology* 16:207-215.
- Bataglioni GA, Silva FMA, Eberlin MN, Koolen HHF (2015). Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC–MS/MS. *Food Chemistry* 180:280-287.
- Borges LL, Conceição EC, Silveira D (2014). Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. *Food Chemistry* 153:224-233.

- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology* 28:25-30.
- Carvalho-Silva LB, Dionísio AP, Pereira ACS, Wurlitzer NJ, Brito ES, Bataglion GA, Brasil IM, Eberlin MN, Liu RH (2014). Antiproliferative, antimutagenic and antioxidant activities of a Brazilian tropical fruit juice. *Food Science and Technology* 59:1319 -1324.
- Chagas EA, Lozano RMB, Chagas PC, Bacelar-Lima CG, Garcia MIR, Oliveira JV, Souza OM, Morais BS, Araújo MCR (2015). Intraspecific variability of camu-camu fruit in native populations of northern Amazonia. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 15:265-271.
- Couto MAL, Canniatti-Brazaca SG (2010). Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:15-19.
- Daiuto ER, Tremocoldi MA, Alencar SM, Vieites RL, Minarelli PH (2014). Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate ‘Hass’. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 417-424.
- Fracassetti D, Costa C, Moulay L, Tomás-Barberán FA (2013). Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry* 139:578-588.
- Fujita A, Borges K, Correia R, Franco B, Genovese M (2013). Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). *Food Research International* 54: 495-500.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35:1039-1042.
- Gonçalves AESS, Lellis-Santos C, Curi R, Lajolo FM, Genovese MI (2014). Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. *Food Research International* 64:1-8.
- Gonzales GF, Vasquez VB, Gasco M (2013). The transillumination technique as a method for the assessment of spermatogenesis using medicinal plants: the effect of extracts of black

- maca (*Lepidium meyenii*) and camu-camu (*Myrciaria dubia*) on stages of the spermatogenic cycle in male rats. *Toxicology Mechanisms and Methods* 23:559-565.
- Grigio ML, Chagas EC, Durigan MFB, Sousa AA, Mota-Filho AB, Chagas PC (2016). Determination of harvest time and quality of native camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) during storage. *Fruits* 71:373-378.
- Grigio ML, Durigan MFB, Chagas EA, Chagas PC, Nascimento CR, Almeida MS (2015). Post-harvest conservation of camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) using different temperatures and packages. *Food Science and Technology* 35: 652-658.
- Harrison FH, May JM (2009). Vitamin C function in the brain: Vital role of the ascorbate transporter (SVCT2). *Free Radical Biology and Medicine* 46: 719-730.
- Imán-Correa S, Zamudio LB, Sotero-Solís V, Cruz CO (2011). Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú, *Scientia Agropecuaria* 2:123-130.
- Instituto Adolfo Lutz (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p
- Langley P, Pergolizzi J, Taylor R, Ridgway C (2015). Antioxidant and associated capacities of camu-camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 21: 8-14.
- Lee DH, Francis FJ (1972). Standardization of pigment analyses in Cranberries. *HortScience* 7: 83-84.
- Liu TZ, Chin N, Kiser MD, Bigler WN (1982). Specific spectrophotometry of ascorbic acid in serum or plasma by use of ascorbate oxidase. *Clinical Chemistry* 28: 2225-2228.
- Maeda RN, Pantoja L, Yuyama LKO, Chaar JM (2006). Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26:70-74.
- Maeda RN, Pantoja L, Yuyama LKO, Chaar JM (2007). Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 27:313-316.

- Neves LC, Silva VX, Pontis JA, Flach A, Roberto SR (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae* 186:223-229.
- Pinto PM, Jacomino AP, Silva SR, Andrade CAW (2013). Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48:605-612.
- Ranganna S (1986). *Analysis and quality control for fruit and vegetable products*. Tata McGraw-Hill Publishing, 1112 p.
- Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Jiménez JP, Calixto FS, Filho JM (2010). Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121:996-1002.
- Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Silveira MRS, Moura CFH (2009). Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. *Fruits* 64:361-370.
- Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Jiménez JP, Saura-Calixto FD (2006). Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Comunicado Técnico, Embrapa Agroindústria Tropical. 4 p.
- Santos JC, Santos AP, Rocha CIL (2009). Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil. Relatório Final de projeto. Belém: CPATU:. 35p.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology* 299:152-178.
- Solis VS, Doza LS, Sotero DG, Correa SI (2009). Evaluacion de la actividad antioxidante de la pulpa, cascara y semilla del fruto del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.). *Revista Sociedad Química Perú*. 75:293-299.
- Sousa RCP, Chagas EA, Guimaraes PVP, Nascimento Filho WB, Melo Filho AA (2015). Sais minerais em extrato aquoso de coprodutos de *Myrciaria dubia* (Kunth.) McVaugh, Myrtaceae. *Revista Virtual de Quimica*. 7:1299-1305.

- Villanueva-Tiburcio JE, Condezo-Hoyos LA, Asquiere ER (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenolestotales y actividad antioxidante, em lacáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30:151-160.
- Zamudio LHB (2007). Caracterização de vitamina C em frutos de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.)) em diferentes estágios de maturação do banco ativo de germoplasma de Embrapa. 121f. Monografia (Especialização em Nutrição Humana). Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. 2007.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on Superoxide radicals, *Food Chemistry*. 64:555-559.

CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS E FUNCIONAIS DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*) E OUTROS DEZ FRUTOS COMERCIAIS

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com objetivo de avaliar atributos qualitativos e funcionais dos frutos de camu-camu, de consumo ainda restrito devido a peculiaridades de produção e distribuição, em comparação com outros dez frutos, considerados populares, de fácil acesso e consumo relativamente frequente e regular, com ênfase nos frutos de mirtilo e camu-camu. Os frutos de camu-camu foram coletados em área cultivada no Estado do Amazonas, Brasil e liofilizados para posterior avaliação. Os demais frutos utilizados neste trabalho (mirtilo, amora-preta, morango, framboesa, uva, goiaba branca, manga, mamão, kiwi e laranja) foram adquiridos no Estado da Flórida, EUA, no mercado local, produzidos sob cultivo tradicional. Os atributos qualitativos avaliados foram: ácidos orgânicos, pH, sólidos solúveis, e também os biocompostos: vitamina C, antocianinas, flavonóides, compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP. Com base nos valores médios observados podemos concluir que o camu-camu apresentou-se como fruto mais rico em ácidos orgânicos, vitamina C, compostos fenólicos e maior atividade antioxidante, sendo considerado, dentre os frutos analisados neste trabalho, como o mais rico em biocompostos. O mirtilo apresentou as maiores concentrações dos pigmentos antocianinas e flavonóides.

Palavras-chave: Alimento funcional, Amora-preta, Biocompostos, Caçari, Framboesa, Mirtilo.

CHAPTER II - EVALUATION OF QUALITATIVE AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*) AND TEN OTHER COMMERCIAL FRUITS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the qualitative and functional properties of camu-camu fruit. Its consumption is still restricted due to peculiarities of production and distribution, when compared with ten other fruits of relatively frequent consumption and availability in the market, with emphasis in blueberry and camu-camu fruits. Camu-camu fruits were collected in cultivated area in the state of Amazonas, Brazil, and lyophilized for further evaluation. The other fruits used in this work (blueberry, blackberry, strawberry, raspberry, grape, white guava, mango, papaya, kiwi and orange) were purchased in the state of Florida, USA, in the local market, produced under traditional cultivation. The following qualitative properties were evaluated: organic acids, pH, soluble solids, biocompounds (vitamin C, anthocyanins, flavonoids, phenolic compounds), and antioxidant activity by the DPPH and FRAP methods. Based on the mean values observed, camu-camu was the richest fruit in organic acids, vitamin C, phenolic compounds, and presented the greatest antioxidant activity, being considered the richest in biocompounds among the fruits analyzed in this work. Blueberry showed the highest concentrations of anthocyanin and flavonoid pigments.

Key words: Functional food, Blackberry, Biocompounds, Caçari, Raspberry, Blueberry.

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de fruteiras nativas da Amazônia com potencial reconhecidamente promissor, destacam-se as da família *Myrtaceae*, a qual engloba o camu-camu ou caçari (*Myrciaria dubia*), fruto de grande potencial nutricional, funcional e comercial. O crescente interesse pelos frutos de camu-camu é devido ao seu notável conteúdo de vitamina C, o qual vem sendo tratado como “O Rei da Vitamina C”, com valores médios desta de até 7.355 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca (CHAGAS et al., 2015). Além da vitamina C, estes frutos contêm outros compostos antioxidantes, como carotenóides, antocianinas e outros compostos fenólicos, interessantes a nutrição humana, fornecidos pela sua ingestão (SILVA, 2012). Esses compostos ajudam no combate e prevenção de radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural das células (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009).

Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, causados por oxigênio reativo, que incluem os radicais livres, ou seja, os antioxidantes possuem a capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir os efeitos maléficos ao organismo (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

A “blueberry”, que no Brasil é chamada de mirtilo (*Vaccinium* spp), é um fruto notoriamente conhecido pelo seu potencial antioxidante, sendo rico em antocianinas, poderosos antioxidantes reconhecidamente importantes no combate aos radicais livres (RODRIGUES et al., 2011). No entanto, como a jabuticaba e o camu-camu, o grande potencial antioxidante do mirtilo está concentrado na casca (LEITE-LEGATTI et al., 2012; INADA et al., 2015; KANESHIMA et al., 2016). Assim, a avaliação qualitativa de cada parte (epicarpo e mesocarpo) destas frutas, como é o caso do mirtilo e do camu-camu, assim como o fruto inteiro, torna-se de suma importância para sua utilização e aproveitamento, tanto *in natura* quanto processado.

As chamadas *berries* são consideradas frutos com altos índices de antioxidantes e ampla diversidade de compostos fenólicos (DUARTE-ALMEIDA, GENOVESE; LAJOLO 2006; FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE 2010; GASPEROTTI et al., 2013). Contempladas neste trabalho, a amora-preta (*Rubus* spp), o morango (*Fragaria* spp) e a framboesa (*Rubus idaeus* L.) estão entre as *berries* mais populares e são alvo de intensos estudos por se tratarem de alimentos com muitas propriedades benéficas a saúde humana, sendo tratados como “frutos pequenos de grandes benefícios” (MANGANARIS et al., 2014). Bem difundidas na dieta alimentar humana, seja *in natura*, processados ou industrializados,

reconhecidamente contam com grande potencial nutritivo e funcional (GUERRERO et al., 2010; QUINATO, DEGÁSPARI e VILELA, 2007).

Integrando esta pesquisa, a laranja (*Citrus spp*), o kiwi (*Actinidia deliciosa*), e a goiaba (*Psidium guajava*), apresentam consideráveis teores de vitamina C, e são considerados frutos com bom potencial antioxidante. Além de serem importantes fontes de vitaminas, minerais, proteínas e fibras, os frutos cítricos vêm sendo reconhecidos por conterem metabólitos secundários, incluindo antioxidantes como ácido ascórbico, compostos fenólicos, flavonóides, dentre outros, que são importantes para a nutrição e saúde humana (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; GOMES et al., 2012).

Diversos outros frutos já estão comumente difundidos na alimentação humana e já fazem parte da nossa dieta alimentar de forma significativa, como por exemplo, a uva (*Vitis vinífera*), mamão (*Carica papaya*) e manga (*Mangifera indica*). Estes vêm sendo cada vez mais consumidos, devido à preocupação mundial relacionada a ter uma alimentação e vida mais saudável, melhorando assim a qualidade de vida devido ao seu grande valor nutricional que contribui para a diminuição dos riscos de diversas doenças crônicas como diabetes, doenças cardiovasculares e até mesmo o câncer (JAIME et al., 2007).

Os frutos selecionados para o presente estudo desempenham importante papel econômico, além do nutricional, pois estão bastante difundidos na alimentação cotidiana, em toda a América. Foram escolhidas espécies de climas diversos, juntamente com o camu-camu, por este ser relativamente pouco conhecido e valorizado. Nativo da região amazônica e de consumo restrito as populações locais, este apresenta grande potencial qualitativo e funcional. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os atributos qualitativos e funcionais dos frutos de camu-camu em comparação com demais frutos considerados populares, já conhecidos e consumidos de maneira mais frequente e regular. Além disso, objetivou-se também a avaliação do epicarpo e mesocarpo dos frutos separadamente, focados no mirtilo e no camu-camu por suas considerações e quantidades expressivas em compostos bioativos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de camu-camu utilizados neste experimento foram cultivados e coletados em propriedade privada no município de Rio Preto da Eva-AM, Brasil. Os frutos foram colhidos de acordo com o estágio de maturação semi-maturo, já pré-estabelecidos em estudos anteriores, com base na manutenção dos atributos qualitativos dos frutos de camu-camu (GRIGIO et al., 2016).

Os frutos foram cuidadosamente transportados ao Laboratório de pós-colheita da Embrapa Roraima, onde foram limpos e selecionados pela ausência de danos, lavados em água corrente e higienizados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 30 minutos, seguindo as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Após higienização dos frutos, foram separados em amostras contendo frutos inteiros e outras contendo, separadamente, casca e polpa, para posterior liofilização. Estas amostras foram armazenadas em sacos aluminizados e transportadas até a Universidade da Flórida, Gainesville-FL, EUA, para serem analisadas.

Os demais frutos utilizados no estudo foram amora-preta, morango, framboesa, uva Thompson, goiaba branca, manga, mamão, kiwi e laranja, obtidos no mercado local de Gainesville-FL e levados ao departamento de horticultura para serem analisados *in natura*.

Os frutos foram adquiridos em ponto de colheita considerados maduros, prontos para o consumo. Além destes, camu-camu e mirtilos foram analisados como fruto inteiro, como polpa e como casca, separadamente. Para avaliar os frutos de mamão, manga e laranja retirou-se a casca e as sementes dos frutos. Enquanto que no fruto de kiwi somente a casca foi removida. Os demais frutos foram avaliados inteiros ou na forma que normalmente são consumidos.

O experimento contou com um total de 15 tratamentos: camu-camu inteiro, casca de camu-camu, polpa de camu-camu, mirtilo inteiro, polpa de mirtilo, casca de mirtilo, amora-preta, morango, framboesa, uva Thompson, goiaba branca, manga, mamão, kiwi e laranja. Sendo cada tratamento composto por três repetições, contendo quantidade variada de frutos por repetição, em função do tamanho e peso dos mesmos.

Para extração utilizou-se o equivalente a 10 g de amostra. O camu-camu liofilizado foi reidratado, de acordo com o teor de umidade previamente calculado, até a quantia equivalente a 10 gramas de amostra fresca. Para as amostras *in natura* pesou-se 10 g de amostra. As amostras foram centrifugadas em aparelho refrigerado a 4°C, 12.000 rpm por 20 minutos, e o sobrenadante retirado para realização das seguintes análises:

Acidez titulável: uma alíquota de 5 mL de amostra foi levada para leitura no 814 USB sample processor, e os resultados expressos em mg de ácido cítrico 100 g^{-1} de amostra.

pH: uma alíquota de 5 mL de amostra foi levada para leitura no 814 USB sample processor.

Sólidos solúveis: a leitura foi realizada por refratometria, com o emprego de refratômetro portátil, marca SOLOESTE, modelo RT-30ATC, com compensação de temperatura automática (10 a 30 °C), e resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Atividade antioxidante (FRAP): A capacidade antioxidante de cada amostra foi estimada pelo método redução do ferro (FRAP), seguindo o procedimento adaptado por Rufino et al. (2006). Utilizou-se cerca de 1 g de amostra adicionada de 40 mL de metanol a 50%, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após esse período as amostras foram centrifugadas (15.000 rpm) durante 15 minutos e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo da primeira extração foram adicionados 40 mL de acetona a 70%, que foram homogeneizados e ficaram em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente. Após uma hora as amostras foram novamente centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos, e o sobrenadante transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume completado com água destilada. O extrato obtido, juntamente com o reagente FRAP foram levados a banho-maria a 37 °C. A leitura da absorbância foi realizada a 595 nm, e os resultados expressos em mg de sulfato ferroso g⁻¹ de fruto.

Vitamina C: a leitura foi realizada com a aplicação da enzima Ascorbato Oxidase, que degrada a Vitamina C, e o resultado foi obtido por diferença entre a leitura pelo método FRAP e a leitura da amostra com Ascorbato Oxidase, seguindo a metodologia de Liu et al. (1982), com resultados expressos em mg 100 g⁻¹ de amostra.

Atividade antioxidante (DPPH): a determinação da atividade antioxidante foi dada em termos de potencial de inibição da oxidação utilizando-se o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) como referencial (BRAND-WILLIAMS, CUVELIER e BERSET, 1995). Pesou-se 1 grama da amostra, que foi adicionada de 10 mL do álcool etílico e homogeneizado, e levado para centrifugar a 6000 rpm, por 50 minutos. Após esse período separou-se o sobrenadante com auxílio de pipeta e acondicionou-se a solução em frasco escuro em banho com gelo, que foi adicionada de 3 mL de etanol. Em espectrofotômetro a 517 nm foi realizada a leitura da absorbância em 500 µL do extrato da amostra adicionada de 300 µL da solução de DPPH. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido ascórbico g⁻¹ de amostra.

Total fenólicos: esta determinação foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). Uma alíquota de 20 µL de amostra foi diluída para leitura de 1,58 mL de água, e depois adicionou-se 100 µL do reagente Folin-Ciocalteu e misturou-se bem. Aguardou-se entre 30 seg e 8 min, e adicionamos 300 µL da solução de carbonato de sódio e agitados para misturar. As soluções foram deixadas a 20 ° C durante 2 horas e a absorbância de cada solução determinada a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico g⁻¹ da amostra.

Teor de flavonóides totais: determinado pelo ensaio colorimétrico de cloreto de alumínio (ZHISHEN, MENGCHENG e JIANMING, 1999), utilizando quercetina como padrão. Para extrair foram adicionados solução de metanol e cloreto de alumínio a 5%. Após 30 minutos, foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 441 nm. Para cada amostra foi feita um branco contendo apenas amostra e metanol. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de quercetina g^{-1} de amostra.

Teor de antocianinas totais: realizado de acordo com o método descrito por Lee e Francis (1972), utilizando a cianidina como padrão. Foram adicionados as amostras uma solução acidificada de metanol: HCl (85:15), e após homogeneizadas, as amostras foram armazenadas no escuro. Após o armazenamento de 24 h, as amostras foram lidas em espectrofotômetro a 520 nm. E os resultados foram expressos em μg de equivalente de cianidina g^{-1} de amostra.

As análises foram realizadas em triplicado para cada amostra e os resultados foram expressos como valores médios \pm desvio padrão (SD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, para a variável acidez titulável os maiores valores foram observados quando avaliamos a polpa dos frutos de camu-camu (Tabela 1). Este resultado indica uma grande quantidade de ácidos na polpa desses frutos, corroborando com a literatura que relata o fruto de camu-camu como extremamente ácido (MAEDA et al., 2006; RUFINO et al., 2009; GRIGIO et al., 2015).

Tabela 1: Acidez titulável, pH, sólidos solúveis e vitamina C em camu-camu e outros frutos de consumo rotineiro.

	Acidez titulável (mg de ácido cítrico 100 g^{-1} de amostra)	pH	Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix)	Vitamin C (mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de amostra)
Amora Preta	0,33 \pm 0,01	3,68 \pm 0,015	10,56 \pm 0,057	125,75 \pm 0,36
Fruto de mirtilo	1,039 \pm 0,001	3,25 \pm 0,005	10,23 \pm 0,057	481,73 \pm 22,61
Casca de mirtilo	0,249 \pm 0,001	4,67 \pm 0,015	14,23 \pm 0,057	984,37 \pm 14,02
Polpa de mirtilo	0,323 \pm 0,005	3,93 \pm 0,011	12,16 \pm 0,057	67,89 \pm 2,81
Fruto de camu-camu	3,63 \pm 0,005	2,99 \pm 0,005	6,9 \pm 0,1	1472,79 \pm 13,86
Casca de camu-camu	2,44 \pm 0,004	3,12 \pm 0,005	7,03 \pm 0,057	1242,98 \pm 9,09
Polpa de camu-camu	6,49 \pm 0,007	3,93 \pm 0,011	5,56 \pm 0,057	1259,30 \pm 4,30
Uva	0,811 \pm 0,001	3,84 \pm 0,005	19,56 \pm 0,057	92,98 \pm 3,65
Goiaba	0,379 \pm 0,001	4,47 \pm 0,005	7,9 \pm 0,1	140,14 \pm 3,70
Kiwi	1,49 \pm 0,004	3,31 \pm 0,011	15 \pm 0,1	117,76 \pm 2,21
Manga	0,527 \pm 0,002	3,66 \pm 0,011	15,9 \pm 0,1	53,10 \pm 1,29
Laranja	0,738 \pm 0,002	3,93 \pm 0,05	11,47 \pm 0,057	84,56 \pm 3,43
Mamão	0,14 \pm 0,002	5,55 \pm 0,01	11,43 \pm 0,057	55,30 \pm 3,42
Framboesa	1,50 \pm 0,346	3,37 \pm 0,005	10,56 \pm 0,057	127,12 \pm 0,73
Morango	0,826 \pm 0,003	3,66 \pm 0,017	7,27 \pm 0,057	126,21 \pm 0,91

Valores médios \pm desvio padrão;

De maneira geral, em ordem decrescente, a quantificação dos ácidos nos frutos foi classificada da seguinte forma: polpa de camu-camu > fruto de camu-camu > casca de camu-camu > framboesa > kiwi > fruto de mirtilo > amora preta > morango > uva > laranja > manga > goiaba > polpa de mirtilo > casca de mirtilo > mamão. A avaliação da acidez é importante, pois são também largamente utilizados como acidulantes na fabricação de bebidas à base de frutas e vegetais (SCHERER; RYBKA; GODOY, 2008).

Com relação à variável pH dos frutos, o fruto inteiro de camu-camu apresentou-se como fruto mais ácido, com valor médio de 2,99, seguido da casca do camu-camu e do fruto inteiro de mirtilo. Possivelmente, a presença da semente nos frutos tenha influenciado de forma significativa para obtenção de um menor pH e conseqüentemente uma maior acidez desses frutos. Em contrapartida, o mamão foi o menos ácido, com valores de pH mais próximos a neutralidade, como já esperado, devido a sua baixa quantidade de ácidos orgânicos. Valores superiores de pH para os frutos de camu-camu foram observados no presente estudo, quando confrontados com a literatura (RUFINO et al., 2009; AKTER et al., 2011).

Ao quantificarmos os de sólidos solúveis observamos os maiores valores médios para os frutos de uva (19,5 °Brix), manga (15,9 °Brix), kiwi (15 °Brix), casca (14,2 °Brix) e polpa do mirtilo (12,2 °Brix), corroborando com os padrões médios observados na literatura (MORAES et al., 2007; BENEVIDES et al., 2008; GOMES et al., 2012). Observou-se também uma maior concentração de açúcares na casca, do que na polpa do mirtilo, assim como do camu-camu, quando comparados os frutos inteiros com suas respectivas partes. Em contrapartida, o material de camu-camu foi o que apresentou menor concentração de açúcares, casca (7 °Brix), fruto inteiro (6,9 °Brix) e polpa de camu-camu (5,56 °Brix), valores bem semelhantes aos encontrados em outros trabalhos com camu-camu (AKTER et al., 2011; PINTO et al., 2013). O teor de sólidos solúveis é de suma importância, pois tem sido usado como indicador de qualidade, tanto para frutos utilizados para industrialização, como para frutos a serem consumidos *in natura*, sendo que para este mercado são preferidos os frutos mais doces e menos ácidos (CAVICHOLI et al., 2011; KRAUSE et al., 2012). Este fator justifica o consumo restrito do camu-camu.

Ao avaliarmos a quantidade de ácido ascórbico, notou-se que a maior concentração desse ácido foi verificada quando avaliamos o fruto inteiro de camu-camu, com valor médio de 1.472 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra. Resultado bem semelhante foi observado por Aguiar e Souza (2016) e inferior a outros relatos de estudos feitos com frutos provenientes de vegetações nativas encontradas na região Amazônica, especificamente para o Estado de Roraima (CHAGAS et al., 2015; GRIGIO et al., 2015; GRIGIO et al., 2016).

De acordo com Rufino et al. (2010) ao trabalhar com frutos não tradicionais, constatou uma grande quantidade de compostos bioativos nestes frutos, denotando assim a subutilização de um grande potencial funcional.

A quantidade de ácido ascórbico observada nos frutos apresentou a seguinte ordem decrescente fruto de camu-camu > polpa de camu-camu> casca de camu-camu> casca do mirtilo> fruto de mirtilo> goiaba> amora> morango> amora-preta> kiwi > uva> laranja> polpa de mirtilo >mamão > manga. É notório a grande concentração de vitamina C em frutos de camu-camu, que mesmo em outros ensaios onde apresentando-se sempre superior aos demais frutos avaliados (RUFINO et al., 2010).

Foi possível observar uma grande presença de ácido ascórbico na casca dos frutos de camu-camu, assim como do mirtilo, pois os maiores valores foram sempre observados quando existia a presença da casca nos tratamentos. Corroborando com outros resultados encontrados na literatura ao avaliar polpa e casca de camu-camu (ZAMUDIO, 2007).

As antocianinas totais dos frutos estudados apresentaram-se na seguinte e decrescente ordem: casca de mirtilo> casca de camu-camu>fruto de mirtilo> amora-preta> fruto de camu-camu> framboesa> morango> polpa de camu-camu> uva> goiaba> laranja> polpa de mirtilo > kiwi= mamão (Tabela 2). Ao avaliar as mangas, não foi possível detectar teores de antocianinas. Como esperado e observado na literatura os frutos das chamadas *berries* apresentaram-se como ótimas fontes de antocianinas (FERREIRA; ROSSO; MERCADANTE 2010; GUERRERO et al., 2010; STAJCIC et al., 2012; VIZZOTTO et al., 2012; MANGANARIS et al., 2014; SKROVANKOVA et al., 2014), corroborando também com as indicações visuais de frutos da coloração roxa/púrpura, característica do pigmento.

Tabela 2: Antocianinas totais (AT), Flavonoides totais (FT), Compostos fenólicos (CF) Atividade antioxidante (FRAP e DPPH) em camu-camu e outros frutos de consumo rotineiro.

	Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra)	Flavonoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra)	Compostos Fenólicos (mg g^{-1} de amostra)	Atividade Antioxidante (DPPH) (mg g^{-1} de amostra)	Atividade Antioxidante (FRAP) (mg g^{-1} de amostra)
Amora Preta	266,92±1,17	148,33±1,76	17,61±0,04	0,72±0,003	1,51±0,005
Fruto de mirtilo	728,78±0,84	777,93±74,60	12,87±0,21	3,56±0,33	6,46±0,22
Casca de mirtilo	2576,39±31,71	2551,20±32,2	76,27±0,91	6,38±0,13	14,35±0,13
Polpa de mirtilo	8,53±1,72	13,14±4,89	2,90±0,08	1,30±0,017	0,68±0,03
Fruto de camu-camu	262,56±6,08	583,08±26,27	179,91±0,48	8,61±0	17,54±0,14
Casca de camu-camu	1183,8±18,40	625,49±7,48	146,57±1,36	8,43±0,09	14,67±0,12
Polpa de camu-camu	24,52±1,00	269,32±7,71	183,00±1,73	8,65±0,041	14,75±0,05
Uva	20,17±1,46	ND	7,33±0,54	0,33±0,013	1,02±0,04
Goiaba	16,25±1,07	508,20±65,50	8,98±0,49	0,73±0,004	1,65±0,04
Kiwi	0,26±0,10	458,80±38,54	2,18±1,88	0,44±0,01	1,28±0,03

Manga	ND	8,82±3,85	0,15±0,10	0,26±0,012	0,42±0,01
Laranja	12,56±0,84	82,28±9,50	5,17±0,25	0,18±0,002	0,91±0,04
Mamão	0,26±0,10	13,14±1,85	0,73±0,18	0,14±0,033	0,47±0,02
Framboesa	123,86±1,16	58,82±7,01	11,75±0,05	0,74±0,009	1,53±0,007
Morango	70,84±1,77	90,30±5,65	11,57±0,10	0,72±0,002	1,51±0,014

Valores médios ± desvio padrão; ND= não detectado

Quando organizados em ordem decrescente os flavonóides totais mensurados, apresentaram-se na seguinte ordem: casca de mirtilo> fruto de mirtilo> casca do camu-camu> fruto de camu-camu> goiaba> kiwi> polpa de camu-camu> amora-preta>morango> laranja> framboesa> polpa de mirtilo= mamão> manga. Na uva não foi detectado nenhum vestígio de flavonóides pela metodologia testada. O mirtilo se sobressaiu ao ser comparado com os demais frutos, denotando assim um grande potencial para extração de pigmentos como antocianinas e flavonóides. Assim como já reportado em estudos anteriores, podemos dizer que as chamadas *berries* servem como fonte natural de compostos bioativos, sendo que os valores médios observados no presente estudo são compatíveis a literatura consultada (STAJCIC et al., 2012; MANGANARIS et al., 2014; SKROVANKOVA et al., 2014).

Ao quantificar os compostos fenólicos presentes nos frutos, o ranking decrescente se apresentou da seguinte forma: polpa de camu-camu> fruto de camu-camu> casca de camu-camu> casca do mirtilo> amora-preta> fruto de mirtilo> framboesa> morango> goiaba> uva> laranja> polpa de mirtilo> kiwi> mamão> manga. Demonstrando mais uma vez o grande potencial funcional do camu-camu, é considerado um alimento funcional rico e fornecedor de compostos fenólicos que ajudam e previnem o estresse oxidativo e envelhecimento celular (RUFINO et al., 2010; COSTA et al., 2013; LANGLEY et al., 2015). Assim como as demais *berries*, também se apresentam como boas fontes de compostos fenólicos e compostos bioativos (RIBERA et al., 2010; GUERRERO et al., 2010).

Organizados por ordem decrescente de capacidade antioxidante, pelo método DPPH, o ranking foi: polpa de camu-camu> fruto de camu-camu> casca de camu-camu> casca de mirtilo> fruto de mirtilo> framboesa> goiaba> morango> amora-preta> kiwi> uva> manga> laranja> mamão> polpa de mirtilo. Os maiores valores para atividade antioxidante no camu-camu estão presentes na polpa do fruto. Quando presente denotam maiores valores, contradizendo relatos encontrados na literatura que também usaram o método DPPH (SOLIS et al., 2009). No mirtilo, a maior atividade antioxidante está evidentemente concentrada na casca, uma vez que quando a polpa é avaliada separadamente, estes valores foram extremamente baixos. Assim, o camu-camu e mirtilo são considerados alimentos ricos em compostos fenólicos e com propriedades antioxidantes (RODRIGUES et al., 2011; NEVES et al., 2015).

Quando organizados por ordem decrescente de capacidade antioxidante, pelo método FRAP, o ranking apresentou-se da seguinte forma: fruto de camu-camu> polpa de camu-camu> casca de camu-camu> casca de mirtilo> fruto de mirtilo> goiaba> framboesa> morango= amora-preta> kiwi> uva> laranja> polpa de mirtilo> mamão> manga. Foi possível verificar que dentre os frutos avaliados, o camu-camu foi o que apresentou maior atividade antioxidante, seguido do mirtilo. Resultados semelhantes foram observados por Rufino et al. (2010) ao estudarem 18 frutos brasileiros de consumo não comum, onde o camu-camu sempre apresentou valores bem mais elevados de atividade antioxidante que os demais frutos testados, possivelmente devido ao elevado teor de vitamina C e antocianinas encontrados nesses frutos.

CONCLUSÕES

Dentre os frutos testados, o camu-camu é o fruto que apresentou os maiores níveis de vitamina C, maior potencial funcional, compostos fenólicos e capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP, sendo o mais rico em compostos bioativos e funcionais deste trabalho.

No presente estudo o mirtilo apresentou os maiores níveis médios de antocianinas e flavonóides, sendo considerado um alimento rico em compostos bioativos. A maior concentração desses pigmentos foi sempre observada na presença da casca do fruto, com quantidades praticamente irrelevantes quando avaliada somente a polpa do mirtilo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, F.C.A. Camu-camu super fruit *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) at different maturity stages. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, n. 28, p. 2519-2523, 2016.

AKTER, M.; OH, S.; EUN, J.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, p. 1728–1732, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p.25-30, 1995.

BENEVIDES, S.D.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.C.; CASTRO V.C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

CAVICHIOLO, J.C.; CORRÊA, L.S.; BOLIANI, A.C.; SANTOS, P.C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.558-566, 2011.

CHAGAS, E.A.; LOZANO, R.M.B.; CHAGAS, P.C.; BACELAR-LIMA, C.G.; GARCIA, M.I.R.; OLIVEIRA, J.V.; SOUZA, O.M.; MORAIS, B.S.; ARAÚJO, M.C.R. Intraspecific variability of camu-camu fruit in native populations of northern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.15, p. 265-271, 2015.

COSTA, A.G.V.; GARCIA-DIAZ, D.F.; JIMENEZ, P; SILVA, P.I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 539–549, 2013.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 15-19, 2010.

DUARTE-ALMEIDA, J.M.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-52, 2006.

FERREIRA, D.S.; ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Compostos bioativos presentes em amorapreta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.664-674, 2010.

GASPEROTTI, M.; MASUERO, D.; GUELLA, G.; PALMIERI, L.; MARTINATTI, P.; POJER, E.; MATTIVI, F.; VRHOVSEK, U. Evolution of Ellagitannin Content and Profile during Fruit Ripening in *Fragaria* spp. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 61, p. 8597-8607, 2013.

GOMES, A. P. E.; SILVA, K. E. DA; RADEKE, S. M.; OSHIRO, A. M. Caracterização física e química de kiwi *in natura* e polpa provenientes da comercialização de Dourados – MS. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2012.

GRIGIO, M. L.; CHAGAS, E.C.; DURIGAN, M.F.B.; SOUSA, A. A.; MOTA-FILHO, A. B.; CHAGAS, P.C. Determination of harvest time and quality of native camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) during storage. **Fruits**, v. 71, p. 373-378, 2016.

GRIGIO, M.L.; DURIGAN, M.F.B.; CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; NASCIMENTO, C.R.; ALMEIDA, M.S. Post-harvest conservation of camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) using different temperatures and packages. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 4, p. 652-658, 2015.

GUERRERO, C.J.L.; CIAMPI, P.A.; CASTILLA, C.F.; MEDEL, S.H.; SCHALCHLI, S.E.; HORMAZABAL, U.E.; BENSCH, T.; ALBERDI M.L. Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, p. 537-544, 2010.

INADA, K.O.P.; OLIVEIRA, A.A.; REVORÊDO, T.B.; MARTINS, A.B.N.; LACERDA, E.C.Q.; FREIRE, A.S.; BRAZ, B.F.; SANTELLI, R.E.; TORRES, A.G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. C. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, n. 17, p. 422-433, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ [2008]. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Intituto Adolfo Lutz, 1020p, 2008.

JAIME, P. C.; MACHADO, F. M. S.; WESTPHAL, M.F.; MONTEIRO, C.A. Educação nutricional e consumo de frutas e hortaliças: ensaio comunitário controlado. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 1, p. 154-7, 2007.

KANESHIMA, T., MYODA, T., NAKATA, M., FUJIMORI, T., TOEDA, K., NISHIZAWA, M. Antioxidant activity of C-Glycosidicellagitannins from the seeds and peel of camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Science and Technology**, v. 69, p.76-81, 2016.

KRAUSE, W.; SOUZA, R.S.; NEVES, L.G.; CARVALHO, M.L.S.; VIANA, A.P.; FALEIRO, F.G. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 51-57, 2012.

LANGLEY, P.; PERGOLIZZI, J.; TAYLOR, R.; RIDGWAY, C. Antioxidant and associated capacities of camu-camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 21, n. 1, p. 8-14, 2015.

LEE, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LEITE-LEGATTI, A.V.; BATISTA, A.G.; DRAGANO, N.R.V.; MARQUES, A.C.; MALTA, L.G.; RICCIO, M.F.; EBERLIN, M.N.; MACHADO, A.R.T.; CARVALHO-SILVA, L.B.; RUIZ, A.L.T.G.; CARVALHO, J.E.; PASTORE, G.M.; MARÓSTICA JÚNIOR, M.R. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, v. 49, p. 596-603, 2012.

LIU T.Z; CHIN, N.; KISER, M.D.; BIGLER, W.N. Specific spectrophotometry of ascorbic acid in serum or plasma by use of ascorbate oxidase. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2225-2228, 1982.

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**, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006.

MANGANARIS, G.A.; GOULAS, V.; VICENTE, A.R.; TERRY, L.A. Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 825-833, 2014.

MORAES, J.O. de; PERTUZATTI, P.B.; CORRÊA, F.V.; SALAS-MELLADO, M. de Las M. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p. 18-22, 2007.

NEVES, L.C.; SILVA, V.X.; PONTIS, J.A.; FLACH, A.; ROBERTO, S. R. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvestcamu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 223-229, 2015.

PINTO, P.M.; JACOMINO, A.P.; SILVA, S.R.; ANDRADE, C.A.W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 605-612, 2013.

QUINATO, E.E.; DEGÁSPARI, C. H.; VILELA, R. M. Aspectos nutricionais e funcionais do morango. **Visão Acadêmica**, v.8, p.11-17, 2007.

RIBERA, A.E.; REYES-DIAZ, M.; ALBERDI, M.; ZUÑIGA, G.E.; MORA, M.L. Antioxidant compounds in skin and pulp of fruit change among genotypes and maturity stages

in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) growing in southern Chile. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 10, p. 509-536, 2010.

RODRIGUES, E.; POERNER, N.; ROCKENBACH, I.I.; GONZAGA, L.V.; MENDES, C.R.; FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 911-917, 2011.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; JIMÉNEZ, J.P.; CALIXTO, F.S.; FILHO, J.M. Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121. p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVEIRA, M.R.S. da; MOURA, C.F.H. Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. **Fruits**, v. 64, p. 361–370, 2009.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M. de; SAMPAIO, C. de G.; JIMÉNEZ, J.P.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Comunicado Técnico, Embrapa Agroindústria Tropical**. 2006. 4 p.

SANTOS, J.C. dos.; SANTOS, A.P.dos.; ROCHA, C.I.L. da. Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil. **Relatório Final de projeto**. Belém: CPATU:. 35p. 2009.

SCHERER, R.; RYBKA, A.C.P.; GODOY, H.T. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1137-1140, 2008.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SILVA, V.X. da. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais**. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; JURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 24673–24706, 2015.

SOLIS, V.S.; DOZA, L.S.; SOTERO, D.G.; CORREA, S.I. Evaluacion de la actividad antioxidante de la pulpa, cascara y semilla del fruto del camucamu (*Myrciaria dubia* H.B.K.). **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 75, n. 3, p. 293-299, 2009.

STAJČIĆ, S.M.; TEPIĆ, A.N.; DJILAS, S.M.; ŠUMIĆ, Z.M.; ČANADANOVIĆ-BRUNET, J.M.; ČETKOVIĆ, G.S.; VULIĆ, J.J.; TUMBAS, V.T. Chemical composition and antioxidant activity of berry fruits. **Acta Periodica Technologica**. v. 43, p. 94-105, 2012.

VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. do C.B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. da R. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 853-858, 2012.

ZAMUDIO, L.H.B. **Caracterização de vitamina C em frutos de camucamu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do banco ativo de germoplasma de Embrapa**. 2007. 121f. Monografia (Especialização em Nutrição Humana). Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. 2007.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on Superoxide radicals, **Food chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.

CAPÍTULO III- AVALIAÇÃO SENSORIAL, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE GELEIA DE CAMU-CAMU E MISTAS COM OUTROS FRUTOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi formular e caracterizar química e físico-quimicamente as diferentes formulações de geleias de camu-camu com ou sem mistura de outros frutos, de geleias consideradas populares no Brasil. Avaliou-se sua aceitação sensorial, verificando as formulações com maior aceitabilidade e manutenção do seu potencial nutracêutico. O experimento consistiu nos seguintes tratamentos: (T1): Geleia de camu-camu, (T2): Geleia de camu-camu com jaboticaba, (T3): Geleia de camu-camu com goiaba, (T4): Geleia de camu-camu com acerola, (T5): Geleia de camu-camu com maracujá e (T6): Geleia de camu-camu com mamão. As geleias foram avaliadas sensorialmente por provadores não treinados, por meio de aplicação de questionário contendo escala hedônica avaliando aparência, cor, sabor e textura com notas de 9 a 1 (9- Gostei extremamente a 1- Desgostei extremamente). Em uma segunda escala foi avaliada a intenção de compra. As seguintes variáveis também foram analisadas: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* (SS/AT), ácido ascórbico, vitamina C, antocianinas e flavonóides totais, compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP. Os resultados obtidos permitiram concluir que a geleia de camu-camu sem misturas não obteve boa aceitação no teste sensorial, quando comparada as demais. A geleia mista de camu-camu com goiaba foi a que obteve maior aceitação e maior intenção de compra. Ao avaliarmos os compostos bioativos, a geleia de camu-camu pura apresentou-se a mais eficiente no fornecimento de biocompostos e com maior atividade antioxidante, sendo considerado um alimento rico em compostos funcionais.

Palavras-chave: Amazônia, Antioxidantes, Acerola, Caçari, Jaboticaba, *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Processamento.

CHAPTER III- SENSORY EVALUATION, CHARACTERIZATION AND NUTRACEUTICAL POTENTIAL OF CAMU-CAMU JAM AND MIXED WITH OTHER FRUITS

ABSTRACT

This work aimed to formulate and to chemically and physico-chemically characterize the different camu-camu jams mixed or not with jam made made of fruits frequently consumed in Brazil. The sensory acceptance of the products was evaluated, by verifying the formulations with greater acceptability. The maintenance of the nutraceutical potential was also analyzed. The experiment consisted of the following treatments: (T1): Camu-camu jam alone; (T2): Camu-camu jam with jabuticaba; (T3): Camu-camu jam with guava; (T4): Camu-camu jam with acerola; (T5): Camu-camujam with passion fruit; and (T6): Camu-camu jam with papaya. The jam was evaluated sensorially by untrained tasters, using a questionnaire containing hedonic scale, which evaluated appearance, color, taste and texture with scores from 9 to 1 (9- I really liked the product; 1- I really disliked the product). On a second score scale, the intention to purchase was evaluated. The following variables were also analyzed: pH, soluble solids, titratable acidity, ratio (SS/AT), ascorbic acid, vitamin C, anthocyanins and total flavonoids, phenolic compounds and antioxidant activity by the DPPH and FRAP methods. Results show that camu-camu jam alone did not have good acceptance in the sensorial test. Camu-camu jam with guava had the greatest acceptance and greatest intention to purchase. In relation to the bioactive compounds, pure camu-camu jam was the most efficient in biocompound, with greater antioxidant activity, being considered a food rich in functional compounds.

Keywords: Amazon, Antioxidants, Acerola, Caçari, Jabuticaba, *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Processing.

INTRODUÇÃO

No Brasil diversas espécies não-tradicionais vêm sendo utilizadas pelas populações locais, em decorrência do grande potencial de exploração no mercado para consumo *in natura* e/ou industrializado (RUFINO, 2008). O incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas está sendo atribuído à crescente preocupação do consumidor com uma dieta saudável (YAHIA, 2010).

Dentre as espécies de fruteira nativa da Amazônia com potencial promissor destacam-se as da família Myrtaceae, a qual pertence o camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), devido ao seu grande potencial científico, biotecnológico, econômico, nutricional e funcional.

O crescente interesse pelos frutos de camu-camu é principalmente em função do seu notável conteúdo de vitamina C. Chagas et al. (2015), desenvolvendo estudos com frutos oriundos de Roraima, Brasil, detectaram valores médios de vitamina C de até 7.355 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca, o que os tornam os frutos com maior potencial em ácido ascórbico da atualidade. Além da vitamina C, os frutos de camu-camu contêm outros compostos antioxidantes como carotenóides, antocianinas e outros compostos fenólicos fornecidos pela sua ingestão (SILVA, 2012) com elevada atividade antioxidante.

Segundo Chirinos et al. (2010), a capacidade antioxidante de frutos de camu-camu se deve principalmente a vitamina C, seguida da atividade de compostos fenólicos como catequinas e seus derivados, antocianinas, flavanóis e flavononas.

Em razão da produção concentrada nos meses de janeiro a março e a rápida perda de qualidade pós-colheita, há uma grande limitação quanto ao fornecimento dos frutos ao mercado *in natura*. Uma alternativa viável para o aproveitamento econômico desses frutos é a industrialização. Assim, o desenvolvimento de tecnologias para processamento do camu-camu é uma alternativa para aumentar sua vida útil e, em alguns casos, reduzir os custos de transporte e armazenagem, além de proporcionar agregação de valor, valorização da agricultura familiar e segurança alimentar. Entretanto, o processamento afeta a composição dos frutos e, conseqüentemente, suas propriedades benéficas à saúde, como perdas elevadas de vitamina C na pasteurização térmica e na concentração por evaporação, por exemplo (BARRETO, 2008; MOTA, 2006).

As geleias são produtos que podem ser processados com ingredientes de fácil acesso, usando polpa de frutos nativos da região amazônica, possibilitando a agregação de valor e melhorando o potencial exploratório do camu-camu. Porém devido à variabilidade de formulações e interações entre os ingredientes utilizados, além da avaliação tecnológica, faz-

se necessário a avaliação sensorial para se obter maiores informações sobre o potencial dos produtos resultantes.

As Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas, constantes da Resolução nº 12 de 24 de julho de 1978, estabelece que geleia de fruto é o produto obtido pela cocção de frutos, inteiros ou em pedaços, polpa ou suco de fruto, com açúcar e água e concentrado até a consistência gelatinosa, podendo sofrer a adição de glicose ou açúcar invertido. Ela não pode ser colorida nem aromatizada artificialmente, sendo tolerada a adição de acidulantes e de pectina, caso necessário, para compensar qualquer deficiência do conteúdo natural de acidez da fruta e/ou de pectina (BRASIL, 1978).

As geleias mistas associam características de duas ou mais frutas, permitindo a obtenção de produtos com maior valor nutricional e propriedades sensoriais agradáveis, agregando valor e criando possibilidades de conquistar maior espaço junto ao mercado consumidor (VIANA et al., 2012). Alguns trabalhos científicos já vêm sendo desenvolvidos nesse sentido, misturando duas ou mais frutas para obter um maior valor nutricional (FERREIRA et al., 2011; ARAÚJO et al., 2014).

Maia et al. (2014), trabalhando com geleia de tamarindo, fruto considerado muito ácido, observou que os parâmetros acidez e doçura foram os itens com as menores notas, justamente pelo sabor azedo característico do tamarindo. No presente trabalho, por estarmos estudando um fruto conhecido por sua elevada acidez, optou-se pelo preparo das formulações mistas, a fim de minimizar a acidez excessiva.

Desse modo, com a enorme variedade de frutas produzidas no Brasil, surge a possibilidade de associação de sabores, para confecção de geleias mistas, com a utilização de frutos já cultivados, como o mamão (*Carica papaya*), maracujá (*Passiflora edulis*), acerola (*Malpighia emarginata*), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) a goiaba (*Psidium guajava* L), e frutas potenciais, mas ainda pouco conhecidas, como é o caso do camu-camu. Neste caso, a mistura de materiais na confecção de geleias, tem por finalidade a exploração de biocompostos presentes no camu-camu, misturando-o com outros frutos que já possuem boa aceitabilidade. No intuito de acrescentar mais sabor e aceitabilidade as geleias.

Assim, o objetivo deste trabalho foi formular e caracterizar química e físico-quimicamente as diferentes formulações de geleias de camu-camu com e sem a mistura com outros frutos (mistas), avaliando sua aceitação por meio de testes sensoriais, e manutenção do potencial nutracêutico pós-processamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do experimento foram coletados frutos de camu-camu em estádio maturo durante a safra de 2015, mês de março, em área de vegetação nativa, as margens do Rio Cachorro, no município do Cantá-Roraima, Brasil.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Pós-colheita da Embrapa-RR, onde foram limpos e selecionados pela ausência de danos, lavados em água corrente e higienizados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 30 minutos, seguindo as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Após a higienização os frutos foram devidamente despulpados em despulpadora industrial, sem adição de água, onde a polpa foi separada da casca e das sementes. Para confecção dos tratamentos foram utilizados polpa de camu-camu, e polpa de outros frutos, como jabuticaba, mamão, goiaba, acerola e maracujá, cujas polpas foram adquiridas no mercado local de Boa Vista- RR, Brasil.

O ensaio experimental foi conduzido com os seguintes tratamentos:

T1: Geleia de camu-camu pura (51 % de polpa de camu-camu; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

T2: Geleia de camu-camu com jabuticaba (38,5 % de polpa de camu-camu; 12,5 % de polpa de jabuticaba; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

T3: Geleia de camu-camu com goiaba (38,5 % de polpa de camu-camu; 12,5 % de polpa de goiaba; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

T4: Geleia de camu-camu com acerola (38,5 % de polpa de camu-camu; 12,5 % de polpa de acerola; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

T5: Geleia de camu-camu com maracujá (38,5 % de polpa de camu-camu; 12,5 % de polpa de maracujá; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

T6: Geleia de camu-camu com mamão (38,5 % de polpa de camu-camu; 12,5 % de polpa de mamão; 49 % de açúcar e 0,005 de pectina);

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com tratamentos constituídos de seis diferentes formulações de geleia de camu-camu, pura ou mistas com outros frutos, e cada tratamento composto por quatro repetições.

Para confecção das geleias, seguiu-se a composição de acordo com cada tratamento. Onde o material foi levado ao fogo médio de 100 °C, para cocção até atingir o ponto de geleia. A geleia obtida foi colocada em frascos esterilizados de vidro, ainda quente. Estes frascos foram imediatamente lacrados e armazenados a temperatura ambiente, aproximadamente 25 °C.

As amostras foram avaliadas no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa-RR, 01 dia após o processamento. Devido a limitações locais, as análises de biocompostos foram realizadas junto a Universidade da Florida-FL, EUA.

Análise sensorial: O presente estudo foi devidamente registrado e aprovado junto ao comitê de ética em pesquisa, sob o número 39610114.0.0000.5302, e as análises sensoriais realizadas na Embrapa Roraima-RR, com a participação de 40 provadores não treinados. As amostras foram colocadas em copinhos descartáveis e codificadas com números aleatórios. Cada avaliador recebeu as seis formulações de geleia e uma folha contendo um questionário e uma escala hedônica para avaliar aparência, cor, sabor e textura variando de 9 a 1 (9- Gostei extremamente, 8- Gostei muito, 7- Gostei regularmente, 6- Gostei ligeiramente, 5- Indiferente, não gostei nem desgoste, 4- Desgostei ligeiramente, 3- Desgostei regularmente, 2- Desgostei moderadamente e 1- Desgostei extremamente), e outra escala para avaliar a intenção de compra (1- Decididamente compraria, 2- Provavelmente compraria, 3- Talvez sim/ talvez não, 4- Provavelmente não compraria, 5- Decididamente não compraria) (APÊNDICE 1). Entre uma avaliação e outra, os avaliadores bebiam água para que não houvesse interferências entre as formulações analisadas.

Para calcular o Índice de Aceitabilidade do produto, utilizou-se a expressão $IA (\%) = A \times 100 / B$, onde, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto. Normalmente o índice de aceitabilidade é considerado de boa repercussão quando $\geq 70\%$ (DUTCOSKY, 1996).

Foram também avaliadas as seguintes variáveis:

pH (potencial hidrogênico): realizado segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), para determinação do pH, quantificados imergindo-se o phmetro diretamente nas formulações.

Sólidos Solúveis (SS): determinado por refratometria, com refratômetro portátil, marca SOLOESTE, modelo RT-30ATC, com compensação de temperatura automática (10 a 30 °C) e resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Acidez titulável (AT): utilizando-se metodologia descrita pelo IAL (2008), pensando-se 10 g de cada uma das formulações, que foram diluídas em água destilada para 100 mL. Para leitura, após adição do indicador fenolftaleína, a solução foi titulada com solução de NaOH a 0,1 M. Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico por 100 g⁻¹ de amostra.

Ratio: calculado pela relação entre os teores de SS e de AT.

Ácido ascórbico: realizado por meio da extração com ácido oxálico a 0,5% e titulação com 2,6-diclorofenolindofenol (RANGANNA, 1986).

Atividade antioxidante (FRAP): A capacidade antioxidante de cada amostra foi estimada pelo método redução do ferro (FRAP), seguindo procedimento adaptado por Rufino et al. (2006). Utilizou-se cerca de 1 g de amostra adicionada de 40 mL de metanol a 50%, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após esse período as amostras foram centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo da primeira extração foram adicionados 40 mL de acetona a 70%, homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente. Após uma hora as amostras foram novamente centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos, e o sobrenadante transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume completado com água destilada. O extrato obtido, adicionado do reagente FRAP, foi levado a banho-maria a 37 °C. A leitura da absorbância das amostras foi realizada a 595 nm, e os resultados expressos em mg de sulfato ferroso g⁻¹ de amostra.

Vitamina C: realizada com a aplicação da enzima ascorbato oxidase, que degrada a vitamina C, e o resultado foi obtido por diferença entre a leitura pelo método FRAP e a leitura da amostra com Ascorbato Oxidase, seguindo a metodologia de Liu et al. (1982). Os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de amostra.

Atividade antioxidante (DPPH): A determinação da atividade antioxidante pode se dar em termos de potencial de inibição da oxidação utilizando-se o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) como referencial (BRAND-WILLIANS et al., 1995). Pesou-se 1 grama da amostra, que foi adicionada de 10 mL do álcool etílico, homogeneizado e centrifugado (6000 rpm) por 50 minutos. Após esse período separou-se o sobrenadante com auxílio de pipeta e acondicionou-se a solução em frasco escuro em banho com gelo, que foi adicionada de 3 mL de etanol. Em espectrofotômetro a 517 nm foi realizada a leitura da absorbância em 500 µL do extrato da amostra adicionada de 300 µL da solução de DPPH. Os resultados foram expressos em µg de equivalente de ácido ascórbico g⁻¹ de amostra.

Total fenólicos: A determinação do teor de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999). Uma alíquota de 20 µl de amostra foi diluída para leitura de 1,58 mL de água, adicionando-se em seguida 100 mL do reagente Folin-Ciocalteu e homogeneizado. Entre 30 seg e 8 min foi adicionado 300 µL da solução de carbonato de sódio e homogeneizado mais uma vez. As soluções foram deixadas a 20 °C durante 2 horas e a absorbância de cada solução determinada a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico g⁻¹ da amostra.

Teor de flavonóides totais: determinado pelo ensaio colorimétrico de cloreto de alumínio (ZHISHEN, MENGCHENG e JIANMING, 1999), utilizando quercetina como

padrão. Para extrair foram adicionados solução de metanol e cloreto de alumínio a 5%. Após 30 minutos, foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 441 nm. Para cada amostra foi feita um branco contendo amostra adicionada de metanol. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de quercetina g^{-1} de amostra.

Teor de antocianinas totais: realizada de acordo com o método descrito por Lee e Francis (1972), utilizando a cianidina como padrão. Foram adicionadas as amostras uma solução acidificada de metanol (HCl (85:15)) e, após serem homogeneizadas, as amostras foram armazenadas no escuro. Após armazenamento por 24 h, as amostras foram lidas em espectrofotômetro a 520 nm. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de cianidina g^{-1} de amostra.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias testadas por teste de Tukey a 5 % de probabilidade estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos sabor, exceto pela a geleia pura de camu-camu, todos atributos sensoriais de qualidade, em todas as geleias testadas, apresentaram valores superiores ao recomendado por Baú et al. (2010), que é de 70% (Figura 1).

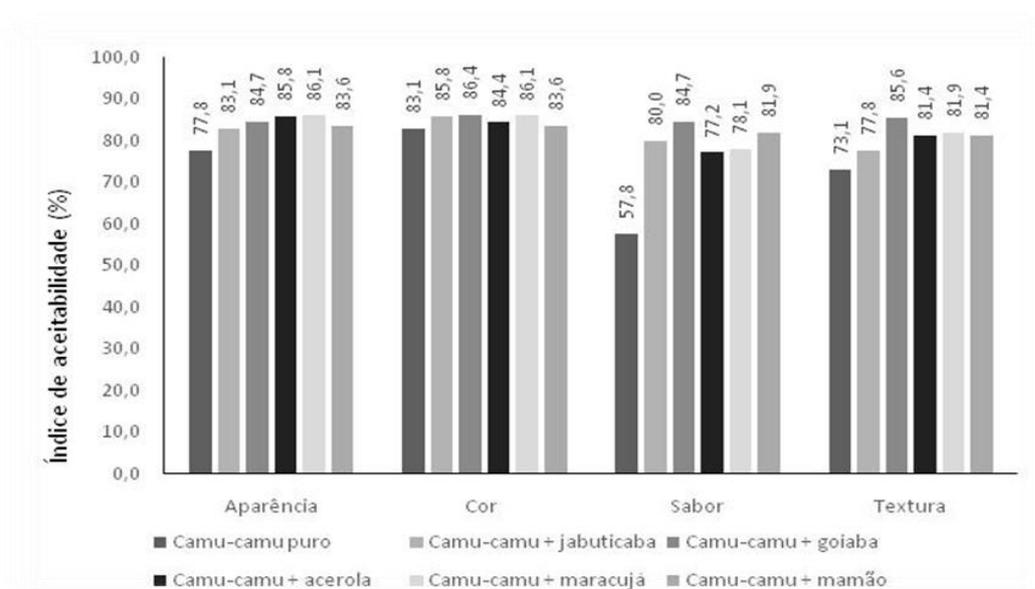


Figura 1: Índice de aceitabilidade das geleias de camu-camu pura e mistas com outros frutos.

Ao observarmos o quesito aparência, nota-se que a geleia de camu-camu apresentou menor aceitabilidade quando comparada as demais. Maior aceitabilidade foi

observada no quesito aparência quando esta apresentava-se mista com outros frutos, onde o índice de aceitabilidade apresentou valores médios próximos a 85 %.

Quanto a cor, todas as formulações apresentaram boa aceitabilidade, com valores próximos a 85 %. Nos atributos sensoriais sabor e textura, a geleia de camu-camu pura apresentou os menores índices de aceitabilidade. Esses resultados possivelmente são devido ao sabor acentuado do camu-camu (PEUCKERT et al., 2010), os quais denotam uma maior preferência por geleias utilizadas nas formulações com outros frutos, melhorando o sabor do produto, aumentando sua aceitabilidade. Estes fatores provavelmente foram afetados pela elevada acidez presente na polpa de camu-camu (AKTER et al., 2011; BARRETO et al., 2013; GRIGIO et al., 2016) assim como, conseqüentemente, os produtos desenvolvidos a partir desta.

Embora o material utilizado para confecção das geleias é pouco conhecido e subutilizado na alimentação humana, foi obtido índice de aceitabilidade superior a 70% para praticamente todas as formulações e atributos testados sugerindo a possibilidade de inserção comercial dos produtos formulados.

Segundo Carvalho et al. (2006), a análise sensorial é de suma importância e reconhecidamente eficaz para melhor conhecer a opinião dos consumidores e sua intenção de compra em relação a um determinado produto. É considerado fator importantíssimo a verificação junto aos avaliadores da real intenção de compra do novo produto testado, para uma possível inserção deste no mercado.

Ao avaliarmos a intenção de compra das geleias de camu-camu, observa-se uma maior aceitação pelas formulações mistas com outros frutos, sendo a formulação 3 a de maior preferência dentre as demais, onde mais de 50% dos provadores disseram que decididamente comprariam o produto (Figura 2). Araujo et al. (2012) ao avaliar a combinação da geleia de pimenta com acerola, observou que as mesmas obtiveram uma boa aceitação e intenção de compra.

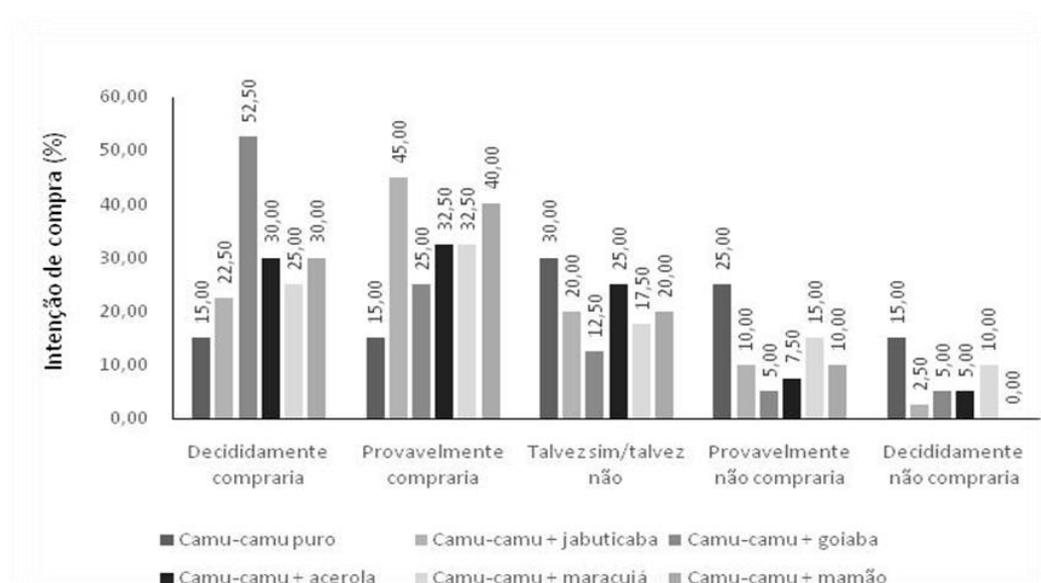


Figura 2: Intenção de compra das geleias de camu-camu pura e mistas com outros frutos.

Ao avaliarmos o pH médio das geleias observamos que os maiores valores foram encontrados nas geleias mistas contendo jabuticaba, goiaba e mamão. Os menores valores foram observados na geleia de camu-camu pura e mista com outros frutos considerados ácidos, como o maracujá e acerola que, devido a maior acidez dos seus componentes, resultou em geleias com menores valores de pH (Tabela 1). O pH das geleias no presente estudo manteve-se abaixo dos dados encontrados na literatura (MACIEL et al., 2009; CAETANO et al., 2012; LEÃO et al., 2012), provavelmente devido a grande quantidade de ácidos presente na polpa de camu-camu.

Tabela 1: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e ácido ascórbico das diferentes formulações de geleias de camu-camu e mistas com outros frutos.

	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (mg de ácido cítrico 100 g ⁻¹ de amostra)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Ácido Ascórbico (mg de ácido ascórbico 100 g ⁻¹ de amostra)
Geleia pura de camu-camu	3,03 C	67,16 D	2,16 B	30,97 C	1784,52 A
Geleia de camu-camu+jabuticaba	3,15 A	69,30 C	1,92 CD	35,92 AB	1565,84 AB
Geleia de camu-camu+goiaba	3,13 AB	69,96 B	1,85 D	37,68 A	1335,15 B
Geleia de camu-camu+acerola	3,07 BC	69,76 B	2,07 BC	33,71 B	1521,00 AB
Geleia de camu-camu+maracujá	3,06 BC	71,10 A	2,58 A	27,53 D	1334,09 B
Geleia de camu-camu+mamão	3,15 A	66,96 D	1,82 D	36,78 A	1424,64 B

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A variável sólidos solúveis apresentou diferença estatisticamente significativa, sendo a maior média verificada na geleia de camu-camu com maracujá. Os menores valores de sólidos solúveis foram observados na geleia de camu-camu pura e na mistura com mamão. De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1978), as geleias confeccionadas no presente estudo são classificadas como geleias extras, por terem sido preparadas praticamente na mesma proporção de fruto e açúcar. Resultados semelhantes foram detectados por Maia et al. (2014) ao trabalhar com geleias extras de tamarindo.

A acidez titulável foi maior na geleia de camu-camu com maracujá, seguida da geleia de camu-camu pura, fato já esperado, devido à grande quantidade de ácidos orgânicos presentes estes frutos. As geleias contendo mamão, jabuticaba e goiaba foram as que demonstraram perfis menos ácidos. No entanto, os valores médios de acidez das geleias testadas no presente estudo, ainda são superiores aos relatos da literatura (SANTOS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014a; OLIVEIRA et al., 2014b; VIANA et al., 2015).

Com relação à variável *ratio*, os maiores valores foram observados nas geleias contendo frutos menos ácidos, como é o caso da jabuticaba, goiaba e mamão. Os menores valores para a relação SS/AT foram observados nas geleias de camu-camu pura e com maracujá, as quais diferiram estaticamente entre si. Este menor valor observado está intimamente ligado ao maior teor de acidez destas geleias, denominador da equação utilizada como referência de sabor para frutas e geleias. Os valores médios observados no presente estudo são superiores aos relatos para geleias de jambo (CARDOSO, 2008), provavelmente devido a elevada acidez presente no camu-camu.

O ácido ascórbico está entre os compostos que são considerados importantes a saúde humana, porém é extremamente sensível ao processamento (PEREIRA et al., 2014). O teor de ácido ascórbico foi superior nas geleias de camu-camu pura e nas geleias confeccionadas com jabuticaba e acerola, fato que nos leva a inferir que a associação do camu-camu com a acerola e a jabuticaba para a confecção de geleias, não gera perdas significativas no teor de ácido ascórbico, melhorando assim a aceitabilidade do produto. Valores superiores aos relatados na literatura para geleia de acerola, foram verificados no presente estudo (MACIEL et al., 2009), denotando assim a importância da adição da polpa de camu-camu para confecção de geleias, de forma a manter nas geleias, mesmo após o processamento térmico, características desejáveis como a quantidade de ácido ascórbico.

Ao avaliarmos o teor de antocianinas totais das geleias de camu-camu, observou-se que as geleias de camu-camu+jabuticaba, camu-camu+acerola e camu-camu+maracujá foram as que apresentaram maiores quantidades deste pigmento. Enquanto que a geleia pura de camu-camu foi a que apresentou menor valor de antocianinas, denotando que as

antocianinas presentes no camu-camu são bastante instáveis quando utilizamos o tratamento térmico. O processamento e fabricação de produtos favorecem a deterioração das antocianinas e da sua cor, sendo afetadas principalmente pelo pH, solventes, temperatura, concentração e estrutura das antocianinas, bem como pela presença de oxigênio, luz, enzimas, e outras substâncias contidas na planta (SCHIOZER; BARATA, 2007). Bebidas funcionais vêm sendo desenvolvidas com camu-camu e outros frutos como acerola, onde também são relatados a instabilidade das antocianinas nestes produtos (MAEDA et al., 2007; DIONISIO et al., 2016).

Tabela 2: Antocianinas totais, flavonóides totais, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP das diferentes formulações de geleias de camu-camu e mistas com outros frutos.

	Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra)	Flavonoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$ de amostra)	Compostos Fenólicos (mg g^{-1} de amostra)	Atividade Antioxidante (DPPH) (mg g^{-1} de amostra)	Atividade Antioxidante (FRAP) (mg g^{-1} de amostra)	Vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de amostra)
Geleia pura de camu-camu	10,10 D	204,07 A	91,24 A	4,29 A	6,78 A	529,16 A
Geleia de camu-camu+jabuticaba	23,07 A	79,19 B	84,75 B	2,42 C	6,35 B	479,33 B
Geleia de camu-camu+goiaba	18,82 B	54,50 C	72,65 C	2,38 C	6,28 B	492,82 B
Geleia de camu-camu+acerola	23,07 A	90,92 B	88,36 AB	3,72 B	6,33 B	477,19 B
Geleia de camu-camu+maracujá	20,72 AB	88,45 B	74,67 C	2,38 C	5,89 C	435,79 C
Geleia de camu-camu+mamão	15,69 C	76,73 B	72,15 C	2,68 C	5,54 D	407,48 D

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Com relação aos flavonóides, a geleia pura de camu-camu apresentou valor médio estatisticamente superior as demais. Valor este, quase quatro vezes superior a geleia de camu-camu com goiaba, que foi a formulação que apresentou menor teor de flavonóides. Trabalhos vêm sendo desenvolvidos utilizando-se a casca da jabuticaba, considerada rica em flavonóides, para fabricação de geleia como fonte alternativa deste composto fenólico (DESSIMONI-PINTO et al., 2011). Porém, ao compararmos os valores médios, foi possível observar que a geleia de camu-camu fornece cerca de duas vezes mais flavonóides que a geleia de casca de jabuticaba.

Ao quantificarmos os compostos fenólicos observamos valores médios maiores para a geleia de camu-camu pura e adicionada de acerola. Os menores valores foram detectados nas geleias com maracujá, goiaba e mamão. As geleias são produtos ricos em açúcar e, normalmente, espera-se que o sabor amargo causado pelos compostos fenólicos seja suprimido pela grande quantidade de açúcares (PINELI et al., 2015). Entretanto, no presente

estudo nota-se o efeito negativo da grande quantidade de fenóis no sabor da geleia de camu-camu pura, causando assim uma menor aceitação deste produto.

A atividade antioxidante de frutas e geleias está diretamente relacionada ao conteúdo de compostos fenólicos (FALCÃO et al., 2007; DESSIMONI-PINTO et al., 2011). Ao verificarmos a atividade antioxidante das geleias tanto pelo método DPPH como pelo FRAP, observamos mais uma vez uma maior atividade antioxidante na geleia de camu-camu pura, apresentando diferença estatisticamente significativa de todas as demais. Este dado destaca a maior capacidade antioxidante para a geleia de camu-camu pura, podendo ser considerada como boa fonte destes compostos.

Assim como a atividade antioxidante, a quantidade de vitamina C foi maior na geleia de camu-camu pura, diferindo estaticamente de todas as demais. A geleia de camu-camu com mamão foi a que apresentou os menores conteúdos de vitamina C. O camu-camu é considerado um fruto rico em vitamina C e compostos fenólicos com alta capacidade antioxidante (CHIRINOS et al., 2010; RUFINO et al., 2010; NEVES et al., 2015; AGUIAR; SOUSA, 2016) e, com base nas análises de biocompostos, podemos comprovar a eficácia da geleia de camu-camu em fornecer vitamina C e outros compostos fenólicos com capacidade antioxidante de forma a enriquecer a dieta alimentar com estes compostos bioativos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a geleia de camu-camu pura não obteve boa aceitação no teste sensorial quando comparada as demais. A geleia de camu-camu com goiaba foi a que obteve a maior aceitação e maior intenção de compra.

A geleia de camu-camu pura mostrou-se a mais rica em biocompostos e com maior atividade antioxidante, podendo ser considerada um alimento rico em compostos funcionais.

Com base na análise sensorial e nas avaliações físico-químicas e funcionais, nota-se uma discordância, o que nos leva a concluir que mais estudos devem ser desenvolvidos no intuito de buscar uma formulação que agrade tanto no sabor quanto no maior conteúdo de biocompostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, F.C.A. Camu-Camu super fruit *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) at different maturity stages. **African Journal and Agricultural Research**, v. 11, n. 28, p. 2519-2523, 2016.

AKTER, M.; OH, S.; EUN, J.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, p. 1728-1732, 2011.

ARAÚJO, E.R.; SILVA, P.K.; NASCIMENTO, M.F.; NASCIMENTO, N.F.F.; BAIRRAL, M.A.A.; RÊGO, M.M; RÊGO, E.R. Desenvolvimento de geleia de pimenta com acerola: Análise sensorial e aceitação comercial. **Revista AGROTEC**, v. 35, n. 1, p 81-88, 2014.

BARRETO, A.G.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V.M.; FREITAS, S.P. Clarificação de polpa de camu-camu por microfiltração. **Brazilian Journal Food Science and Technology**, v. 16, n. 3, p. 207-215, 2013.

BARRETO, A.G. **Clarificação e concentração do suco de camu-camu por processos de separação com membranas**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

BAÚ, T.R.; CUNHA, M.A.A.; CELLA, S.M.; OLIVEIRA, A.L.J.; ANDRADE, J.T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v. 04, n. 01, p. 42-51, 2010.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER M.E.; BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL, resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Aprova normas técnicas especiais, relativas a alimentos (e bebidas) Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 jul. 1978.

CAETANO, P.K.; DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal Food Science and Technology**, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.

CARDOSO, R.L. Estabilidade da cor de geleia de jambo (*Eugenia malaccensis*, L.) sem casca armazenada aos 25 °C e 35 °C na presença e ausência de luz. **Ciência agrotécnica**, v. 32, n. 5, p. 1563-1567, 2008.

CARVALHO, E.A.; NETO, B.A.M.; AGUIAR, J.C.; CALDAS, M.C.; CAVALCANTI, M.T.; MIYAJI, M. Desenvolvimento e Análise Sensorial de Sorvete de Massa Sabor Café. I Jornada Nacional Da Agroindústria. **Anais**, 2006.

CHAGAS, E.A.; LOZANO, R.M.B.; CHAGAS, P.C.; BACELAR-LIMA, C.G.; GARCIA, M.I.R.; OLIVEIRA, J.V.; SOUZA, O.M.; MORAIS, B.S.; ARAÚJO, M.C.R. Intraspecific variability of camu-camu fruit in native populations of northern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 265-271, 2015.

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

DESSIMONI-PINTO, N.A.V.; MOREIRA, W.A.; CARDOSO, L.M.; PANTOJA, L.A. Jaboticaba peel for jelly preparation: an alternative technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 864-869, 2011.

DIONISIO, A.P.; WURLITZER, N.J.; GOES, T.S.; BORGES, M.F.; GARRUTI, D.; ARAÚJO, I.M.S. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. **Archivos latinoamericanos de nutrición**. v. 66, n. 2, p. 148-155, 2016.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996. 123p.

FALCÃO, A.P.; CHAVES, E.S.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R.; FALCÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 637-642, 2007.

FERREIRA, R.M. de A.; AROUCHA, E.M.M.; GÓIS, V.A de; SILVA, D.K. da; SOUSA, C.M.G. de. Qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 202-206, 2011.

GRIGIO, M.L.; CHAGAS, E.C.; DURIGAN, M.F.B.; SOUSA, A.A.; MOTA-FILHO, A.B.; CHAGAS, P.C. Determination of harvest time and quality of native camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) during storage. **Fruits**, v. 71, p. 373-378, 2016.

I.A.L. - INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: ZENEBON, O; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P.. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020. 2008.

LEÃO, K.M.M.; BOUDOU, F.S.T.; CASTRO, A.A.; FIGUEIREDO, A.V.D. Formulação e avaliação físico-química de geleia de mamão (*Carica papaya* L.). **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, 031503, 2012.

LEE, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LIU, T.Z.; CHIN, N.; KISER, M.D.; BIGLER, W.N. Specific spectrophotometry of ascorbic acid in serum or plasma by use of ascorbate oxidase. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2225-2228, 1982.

MACIEL, M.I.S.; MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; SILVA, W.S.; MARANHÃO, C.M.C.; SOUZA, K.A. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. **Boletim CEPPA**, v. 27, n. 2, p. 247-256, 2009.

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**, n. 27, v. 2, p. 313-316, 2007.

MAIA, J.D.; TRAVÁLIA, B.M.; ANDRADE, T.A.; SILVA, G.K.C.; ANDRADE, J.K.S.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A.M.; MOREIRA, J.J.S. Desenvolvimento, avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de geleia de tamarindo. **Revista GEINTEC**, v. 4, n. 1, p. 632-641, 2014.

MOTA, R.V. da. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006.

NEVES, L.C.; SILVA, V.X.; PONTIS, J.A.; FLACH, A.; ROBERTO, S.R. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 223-229, 2015.

OLIVEIRA, E.A.A.; SANTOS, D.C.; ROCHA, A.P.T.; GOMES, J.P. Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 640- 651, 2014a.

OLIVEIRA, E.A.A.; SANTOS, D.C.; ROCHA, A.P.T.; GOMES, J.P.; SILVA, W.P. Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 329-337, 2014b.

PEREIRA, H.L.; SILVA, S.P.; SANTOS, T.A.; OLIVEIRA, L.F.; OLIVEIRA, I.P. Produção de geléia mista “geleado”. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v. 7, n. 1, p. 130-153, 2014.

PEUCKERT, Y.P.; VIEIRA, V. D.; HECKTHEUER, L. H. R.; MARQUES, C. T.; ROSA, C. S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p.147-152, 2010.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; CHIARELLO, M.; MELO, L. Influence of strawberry jam color and phenolic compounds on acceptance during storage. **Revista Ceres**, v. 62, n.3, p. 233-240, 2015.

RANGANNA, S. 1986. **Analysis and quality control for fruit and vegetable products**. Tata McGraw-Hill Publishing, New Delhi, 1112 p.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M. de; SAMPAIO, C. de G.; JIMÉNEZ, J.P.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Comunicado Técnico**, Embrapa Agroindústria Tropical. 2006. 4 p.

RUFINO, M. do S. M. **Propriedades funcionais de frutos brasileiros tropicais não tradicionais**. 2008. 263 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; JIMÉNEZ, J.P.; CALIXTO, F.S.; FILHO, J.M. Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, P.R.G.; CARDOSO, L.M.; BEDETTI, S.F.; HAMACEK, F.R.; MOREIRA, A.V.B.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 2, p. 281-90, 2012.

SCHIOZER, A.L.; BARATA, L.E.S. Estabilidade de Corantes e Pigmentos de Origem Vegetal. **Revista Fitos**, v. 3, n. 02, p. 6-24, 2007.

SILVA, V.X. da. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais**. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

TEIXEIRA, L.V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

VIANA, E. de S.; JESUS, J.L. de; REIS, R.C.; FONSECA, M.D.; SACRAMENTO, C.K. do. Caracterização físico-química e sensorial de geleia de mamão com araçá-boi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1154-1164, 2012.

VIANA, E. de S.; MAMEDE, M.E.O.; REIS, R.C.; CARVALHO, L.D.; FONSECA, M.D. Desenvolvimento de geleia de umbu-cajá convencional e dietética. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 708-717, 2015.

YAHIA, E.M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA; G.A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on Superoxide radicals, **Food chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.

CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO SENSORIAL, QUALITATIVA E FUNCIONAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE PICOLÉS DE CAMU-CAMU

RESUMO

Atualmente o camu-camu é visto como uma importante alternativa para o desenvolvimento social e econômico, sendo cada vez mais valorizado no mercado nacional e mundial, devido à grande quantidade de vitamina C e biocompostos presentes em seus frutos. Seu sabor ácido e adstringente ainda restringe o consumo, sendo o processamento do fruto, de suma importância para o desenvolvimento pleno de seu mercado em todos os níveis. O objetivo deste trabalho foi formular e caracterizar química e físico-quimicamente picolés de camu-camu e avaliar sua aceitação, por meio de testes sensoriais e manutenção de seu potencial nutracêutico. Foram testadas seis diferentes formulações de picolé que diferiam quanto a adição ou não de leite, cobertura de chocolate e casca de camu-camu liofilizada. Os picolés passaram por avaliação sensorial com provadores não treinados, por meio de aplicação de questionário com escala hedônica para avaliar aparência, cor, sabor e textura variando de 9 a 1 (9- Gostei extremamente a 1- Desgostei extremamente), e outra escala para avaliar a intenção de compra. Foram avaliadas também as variáveis: pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* (SS/AT). Determinando-se também os teores de ácido ascórbico, vitamina C, antocianinas e flavonóides totais, compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP. Conclui-se que, apesar de todas as formulações terem sido bem aceitas pelos consumidores, as formulações contendo leite em sua composição foram as de melhor aceitação. A adição da casca de camu-camu liofilizada às formulações aumentou os teores de biocompostos, aumentando o potencial funcional das formulações, mantendo de forma eficiente seus atributos qualitativos e funcionais.

Palavras-chave: Amazônia, Antioxidantes, Caçari, *Myrciaria dubia*, Processamento, Sorvete.

CHAPTER IV - SENSORY, QUALITATIVE AND FUNCTIONAL EVALUATION OF DIFFERENT FORMULATIONS OF CAMU-CAMU POPSICLES

ABSTRACT

Currently, camu-camu has been considered as an important alternative for social and economic development, being increasingly valued in the domestic and international market due to the large amount of vitamin C and biocompounds present in its fruits. Its acid and astringent taste is still impairment to its consumption. Thus, the processing of the fruit is of extreme importance for the full development of its market at all levels. The objective of this work was to formulate and chemically and physico-chemically characterize camu-camu popsicles and to evaluate their acceptance by means of sensorial tests and maintenance of their nutraceutical potential. Six different popsicle formulations were tested: with and without milk, with and without chocolate coating, and with and without lyophilized peel of camu-camu. Popsicles underwent sensory evaluation with untrained tasters, using a hedonic scale questionnaire to evaluate appearance, color, taste and texture, ranging from 9 to 1 (9- I really liked the product 1- I really disliked the product), and another score scale to evaluate the intention to purchase. The following variables were also evaluated: pH, soluble solids content, titratable acidity, and ratio (SS/AT). Also, the following qualitative properties were evaluated: ascorbic acid, vitamin C, anthocyanins and total flavonoids, phenolic compounds, and antioxidant activity by DPPH and FRAP methods. Results showed that despite all the formulations being well accepted by the consumers, the formulation with milk had better acceptance. The addition of lyophilized camu-camu peel increased biocompounds content, which consequently increased the functional potential of the formulation, and efficiently maintained its qualitative and functional properties.

Key words: Amazon, Antioxidants, Caçari, *Myrciaria dubia*, Processing, Ice cream.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é um importante centro de origem e diversificação de espécies frutíferas, que produzem frutos de características únicas em sabor e aroma. Algumas destas espécies atualmente apresentam importância mundial e são cultivadas em diversas zonas tropicais do mundo, como o açaí, cupuaçu, maracujá entre outros. No entanto, a maioria destas fruteiras são conhecidas apenas localmente, sendo praticamente desconhecidos fora de sua região (IMÁN-CORREA; FREYRE; ALDANA, 2011). Assim era com o camu-camu, atualmente mais conhecido devido ao seu grande potencial nutricional.

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, ou sarão, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, nativa das várzeas e lagos da Amazônia (MAEDA et al., 2007). Sua distribuição geográfica é limitada aos cursos dos rios estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru, comumente encontrado na Amazônia Central (Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e Setentrional, onde em Roraima a ocorrência de populações nativas de camu-camu é abundante, distribuídas em diversas áreas do estado (CHAGAS et al. 2015; SMIDERLE e SOUSA, 2008).

Este fruto amazônico recebe cada vez mais atenção, por suas características nutricionais peculiares e sua introdução no mercado mundial, especialmente no Japão, França, Alemanha e Estados Unidos. Esta importância é dada principalmente por seus altos índices de vitamina C, que ultrapassam 30 a 40 vezes essa quantidade em outros frutos como laranja, limão e tangerina, e ainda é rico em compostos fenólicos e antioxidantes (IMÁN-CORREA; FREYRE; ALDANA, 2011).

Atualmente o camu-camu é visto como uma importante alternativa para o desenvolvimento social e econômico local. No Peru é considerado como um dos propulsores do crescimento econômico no país, sendo considerada boa fonte de renda para seus produtores (CORREA- MELÉNDEZ, 2013).

O aumento na demanda por produtos e alimentos saudáveis é crescente, espaço onde o camu-camu se enquadra como alimentos nutracêutico e funcional, assim como suplementos naturais de vitamina C. Na região amazônica é chamado de “tesouro amazônico” (IMÁN-CORREA et al., 2011).

Os principais atributos qualitativos do marketing comercial são em função do elevado teor de ácido ascórbico, que combate e previne os radicais livres, aumentando a resistência imunológica e retardando o envelhecimento precoce ou natural (SANTOS; SANTOS; ROCHA, 2009). Entretanto, um dos fatores que contribuem para a restrição do seu

consumo são o sabor muito ácido da polpa e o amargor e a adstringência da casca, levando à necessidade de pesquisas para o melhor aproveitamento e processamento do fruto.

Algumas das alternativas de processamento do camu-camu são: na forma de néctar, uma bebida natural, nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento (MAEDA et al., 2006), tabletes de vitamina C, muito utilizados pelas indústrias farmacêuticas nos Estados Unidos, Japão e França, cosméticos, principalmente no Brasil, e no preparo de produtos agroindustriais na Amazônia de maneira geral, especialmente refrescos, sorvetes, geleias, doces e licores (VIEGAS et al., 2004).

O processamento é uma alternativa para utilização de frutos não adequados para a venda ou consumo *in natura*, bem como pela limitação imposta pela curta vida de prateleira dos mesmos.

Entretanto, o camu-camu é considerado um fruto que ainda demanda pesquisas, dentre as quais se destacam a adequação de tecnologias convencionais e o desenvolvimento de novas alternativas para o processamento, promovendo aproveitamento mais rentável e melhor agregação de valor. Atualmente, parte dos compostos bioativos e vitamina C se perdem no processo de industrialização, de onde surgem alternativas como a incorporação da casca desidratada ou liofilizada aos produtos, visando aumentar as concentrações de compostos bioativos nos produtos processados, uma vez que na casca esses compostos estão mais concentrados (SOLIS et al., 2009).

Inúmeros estudos e intensa investigação científica vêm sendo desenvolvida com os resíduos industriais de camu-camu, no intuito de demonstrar o grande potencial destes resíduos, de forma a utilizá-los de maneira racional na alimentação humana, como fonte de antioxidantes que auxiliam na prevenção e tratamento de doenças, minimizando esse desperdício funcional (MYODA et al., 2010; VILLANUEVA-TIBURCIO; CONDEZO-HOYOS; ASQUIERI, 2010; FRACASSETTI et al., 2013; AZEVÊDO et al., 2014; AZEVÊDO et al., 2015; LANGLEY et al., 2015; KANESHIMA et al., 2016).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), resolução RDC nº. 266 de 2005, sorvete ou gelado comestível é “um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo”. O picolé, ainda segundo a legislação brasileira (ANVISA), portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, é caracterizado por porções individuais de gelados comestíveis de várias composições, geralmente suportadas por uma haste, obtida por resfriamento até o

congelamento da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento.

O picolé é um exemplo de produto que utiliza ingredientes de fácil acesso na região amazônica, tanto para pequenas agroindústrias familiares, como para grandes indústrias. Utilizando polpa de frutos nativos, de forma a valorizar e agregar valor, melhorando o aproveitamento e exploração destes frutos, como é o caso do camu-camu.

Devido à variabilidade de formulações e interações entre os ingredientes utilizados, além da avaliação tecnológica, faz-se necessário a avaliação sensorial, obtendo-se maiores informações sobre o potencial dos produtos finalísticos. No setor de alimentos, a análise sensorial é de grande importância para avaliar a aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto, sendo parte inerente ao plano de controle de qualidade de qualquer produto alimentício (TEIXEIRA et al., 2009).

Assim objetivou-se com o presente trabalho formular e caracterizar química e físico-quimicamente as diferentes formulações de picolés de camu-camu e avaliar sua aceitação por meio de testes sensoriais, identificando as formulações com maior aceitabilidade e manutenção do potencial nutricional.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de camu-camu utilizados na realização do experimento foram coletados em estágio maduro, em área onde ele se encontra como vegetação nativa, nas margens do Rio Cachorro, no município do Cantá-Roraima, Brasil.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Pós-colheita da Embrapa-RR, onde foram limpos e selecionados, pela ausência de danos, lavados em água corrente e higienizados com hipoclorito de sódio (NaClO) a 0,02%, por 30 minutos, seguindo as recomendações da ANVISA. Após a higienização os frutos foram devidamente despulpados em despulpadora industrial, sem adição de água, onde a polpa foi separada da casca e das sementes. As polpas foram armazenadas em sacos plásticos para serem refrigeradas. Enquanto isso se procedeu com a separação manual das sementes e das cascas. Após a separação as cascas foram embaladas em sacos plásticos e levadas ao congelamento para uma posterior liofilização, as quais foram usadas nas formulações de picolé, a fim de enriquecer esse material com maior teor de vitamina C.

Após o congelamento as cascas foram liofilizadas por 48 horas em liofilizador L101 da Liotop®.

O experimento foi realizado no período de maio de 2015, em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 (sem leite; com leite e com leite+cobertura de chocolate x com ou sem casca de camu-camu liofilizada) resultando em seis diferentes formulações de picolé, onde cada tratamento era composto por quatro repetições, sendo cada picolé considerado uma repetição.

Os picolés foram formulados utilizando os seguintes ingredientes, e porcentagens:

Tabela 1: Diferentes formulações testadas para picolés de camu-camu (*Myrciaria dubia*). Boa Vista, Roraima, 2015.

Tratamentos ou formulações	Polpa de camu-camu (%)	Água (%)	Açúcar (%)	Leite (%)	Casca liofilizada (%)	Liga neutra (%)	Emulsificante (%)	Cobertura de chocolate (%)
Picolé sem leite	20	60	20	0	0	0	0	Não
Picolé sem leite + casca liofilizada	20	60	20	0	0,08	0	0	Não
Picolé com leite	25,9	44	25,9	2,5	0	0,21	1,55	Não
Picolé com leite + casca liofilizada	25,9	44	25,9	2,5	0,08	0,21	1,55	Não
Picolé com leite + cobertura de chocolate	25,9	44	25,9	2,5	0	0,21	1,55	Sim
Picolé com leite + casca liofilizada+ cobertura de chocolate	25,9	44	25,9	2,5	0,08	0,21	1,55	Sim

De acordo com cada tratamento, as formulações foram processadas, colocadas em formas próprias para picolés e congeladas, mantidas entre -12 e -15 °C. As formulações que receberam cobertura de chocolate ao leite foram passadas em calda derretida logo após o congelamento total da mistura e mantidas congeladas. As amostras foram avaliadas no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa-RR, 2 dias após o processamento. Devido a limitações locais, as análises de biocompostos foram realizadas junto a Universidade da Florida-FL, EUA. Para transportar o material foi necessário o congelamento a -80 °C e liofilização por 48 horas em liofilizador L101 da Liotop®. Após a secagem os materiais foram armazenados em sacos aluminizados e mantidos em refrigerador -80 °C para serem analisados.

Análise sensorial: O presente estudo foi devidamente registrado e aprovado junto ao comitê de ética em pesquisa, sob o número 39610314.3.0000.5302, e as análises sensoriais

realizadas na Embrapa Roraima-RR, com a participação de 40 provadores não treinados. As amostras foram colocadas em copinhos descartáveis e codificadas com números aleatórios. Cada avaliador recebeu as seis formulações de picolé e uma folha contendo um questionário e uma escala hedônica para avaliar aparência, cor, sabor e textura variando de 9 a 1 (9- Gostei extremamente, 8- Gostei muito, 7- Gostei regularmente, 6- Gostei ligeiramente, 5- Indiferente, não gostei nem desgoste, 4- Desgostei ligeiramente, 3- Desgostei regularmente, 2- Desgostei moderadamente e 1- Desgostei extremamente), e outra escala para avaliar a intenção de compra (1- Decididamente compraria, 2- Provavelmente compraria, 3- Talvez sim/ talvez não, 4- Provavelmente não compraria, 5- Decididamente não compraria) (APÊNDICE 2). Entre uma avaliação e outra, os avaliadores bebiam água para que não houvesse interferências entre as formulações analisadas.

Para calcular o Índice de Aceitabilidade do produto, utilizou-se a expressão $IA (\%) = A \times 100 / B$, onde, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto. Normalmente o índice de aceitabilidade é considerado de boa repercussão quando $\geq 70\%$ (DUTCOSKY, 1996).

pH (potencial hidrogeniônico): realizado segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), para determinação do pH, quantificados imergindo-se o phmetro diretamente nas formulações.

Sólidos Solúveis (SS): determinado por refratometria, com refratômetro portátil, marca SOLOESTE, modelo RT-30ATC, com compensação de temperatura automática (10 a 30 °C), e resultados expressos em °Brix (IAL, 2008).

Acidez titulável (AT): utilizando-se metodologia descrita pelo IAL (2008), pesou-se 10 g de cada uma das formulações, que foram diluídas em água destilada para 100 mL. Para leitura; após adição do indicador fenolftaleína, a solução foi titulada com solução de NaOH a 0,1 M. Resultados foram expressos em mg de ácido 100 g⁻¹ de amostra.

Ratio: calculado pela relação entre os teores de SS e AT.

Ácido ascórbico: realizado por meio da extração com ácido oxálico a 0,5% e titulação com 2,6-diclorofenolindofenol (RANGANNA, 1986). Resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra.

Atividade antioxidante (FRAP): A capacidade antioxidante de cada amostra foi estimada pelo método redução do ferro (FRAP), seguindo procedimento adaptado por Rufino et al. (2006). Utilizou-se cerca de 1 g de amostra adicionada de 40 mL de metanol a 50%, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após esse período as amostras foram centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 100 mL. Ao resíduo da primeira extração foram

adicionados 40 mL de acetona a 70%, homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente. Após uma hora as amostras foram novamente centrifugadas (15.000 rpm) por 15 minutos, e o sobrenadante transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume completado com água destilada. O extrato obtido, adicionado do reagente FRAP, foi levado a banho-maria a 37 °C. A leitura da absorbância das amostras foi realizada a 595 nm, e os resultados expressos em mg de sulfato ferroso $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Vitamina C: realizada com a aplicação da enzima Ascorbato Oxidase, que degrada a Vitamina C, e o resultado foi obtido por diferença entre a leitura pelo método FRAP e a leitura da amostra com Ascorbato Oxidase, seguindo a metodologia de Liu et al. (1982). Os resultados foram expressos em mg $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Atividade antioxidante (DPPH): A determinação da atividade antioxidante pode se dar em termos de potencial de inibição da oxidação utilizando-se o radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) como referencial (BRAND-WILLIANS; CUVELIER; BERSET, 1995). Pesou-se 1 grama da amostra, que foi adicionada de 10 mL do álcool etílico, homogeneizado, e centrifugado (6000 rpm) por 50 minutos. Após esse período separou-se o sobrenadante com auxílio de pipeta e acondicionou-se a solução em frasco escuro em banho com gelo, que foi adicionada de 3 mL de etanol. Em espectrofotômetro a 517 nm foi realizada a leitura da absorbância em 500 μL do extrato da amostra adicionada de 300 μL da solução de DPPH. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de ácido ascórbico $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Total fenólicos: A determinação do teor de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocateau descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). Uma alíquota de 20 μl de amostra foi diluída para leitura de 1,58 mL de água, adicionando-se em seguida 100 mL do reagente Folin-Ciocalteu e homogeneizado. Entre 30 seg e 8 min foi adicionado 300 μL da solução de carbonato de sódio e homogeneizado mais uma vez. As soluções foram deixadas a 20 ° C durante 2 horas e a absorbância de cada solução determinada a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Teor de flavonóides totais: determinado pelo ensaio colorimétrico de cloreto de alumínio (ZHISHEN; MENGCHENG; JIANMING, 1999), utilizando quercetina como padrão. Para extrair foram adicionados solução de metanol e cloreto de alumínio a 5%. Após 30 minutos, foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 441 nm. Para cada amostra foi feita um branco contendo amostra adicionada de metanol. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de quercetina $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Teor de antocianinas totais: realizada de acordo com o método descrito por Lee e Francis (1972), utilizando a cianidina como padrão. Foram adicionadas as amostras uma solução acidificada de metanol (HCl (85:15)) e, após serem homogeneizadas, as amostras foram armazenadas no escuro. Após armazenamento por 24 h, as amostras foram lidas em espectrofotômetro a 520 nm. Os resultados foram expressos em μg de equivalente de cianidina $0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias testadas por teste de Tukey a 5 % de probabilidade estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observarmos as diferentes formulações de picolé testadas (Figura 1) pela análise sensorial, nota-se que as formulações 1 e 2, feitas com polpa, água e açúcar, não obtiveram boa aceitabilidade geral, principalmente com relação a textura, com valores abaixo de 70%. Segundo Baú et al. (2010), valores abaixo desta porcentagem são considerados de baixa aceitabilidade.

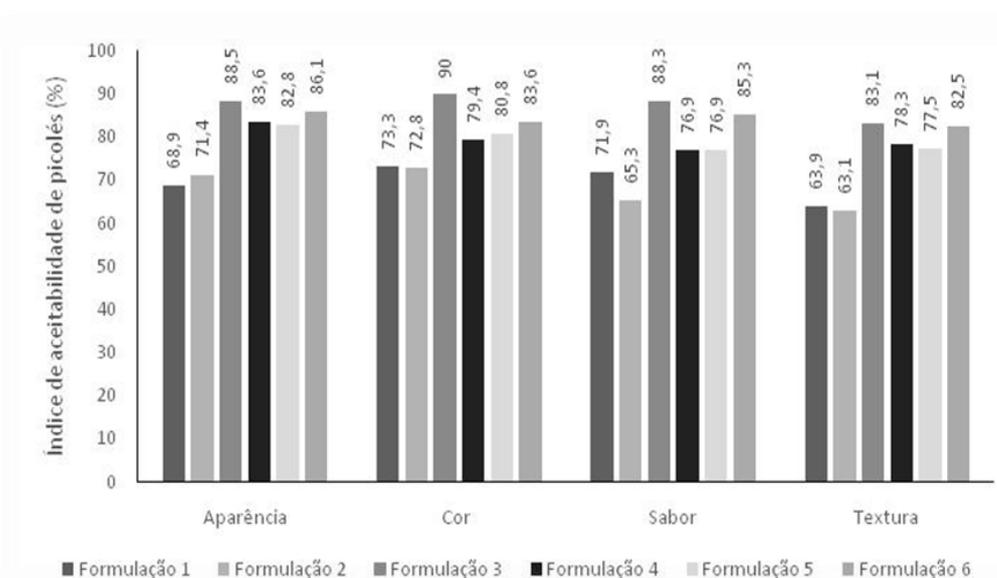


Figura 1: Índice de aceitabilidade das diferentes formulações de picolé de camu-camu testadas. **Formulação 1:** picolé sem leite; **formulação 2:** picolé sem leite + casca liofilizada; **formulação 3:** picolé com leite; **formulação 4:** picolé com leite + casca liofilizada; **formulação 5:** picolé com leite +cobertura de chocolate; **formulação 6:** picolé com leite + casca liofilizada + cobertura de chocolate.

Assim como o parâmetro supracitado, a aparência das mesmas formulações, 1 e 2, apresentaram menor aceitabilidade quando comparada as demais formulações, inferindo

assim uma maior aceitabilidade no quesito aparência quando as formulações continham leite, onde em média o índice de aceitabilidade apresentou valores médios entre 82 e 88 %.

Com relação ao parâmetro cor, todas as formulações apresentaram boa aceitabilidade, com destaque para a formulação 3, com as maiores notas.

Nos atributos sensoriais de sabor e textura, as formulações feitas somente com polpa, água e açúcar (tratamentos 1 e 2) apresentaram os menores índices de aceitabilidade. Esses resultados foram relacionados ao sabor acentuado do camu-camu (PEUCKERT et al., 2010), e a maior rigidez dos picolés, visto que nestas formulações não foram aplicadas emulsificante nem leite, deixando-as relativamente mais rígidas. A maior preferência dos provadores foi por produtos que utilizaram leite e emulsificante em sua formulação, prováveis responsáveis pela redução da acidez e da rigidez dos produtos, deixando a textura mais macia, leve e aerada, aumentando assim a aceitabilidade nestes parâmetros. O uso do leite nas formulações possivelmente reduziu a acidez presente nos frutos de camu-camu e conseqüentemente na polpa utilizada (AKTER et al., 2011; BARRETO et al., 2013; GRIGIO et al., 2016), melhorando assim o sabor destes picolés.

Levando em consideração que o material utilizado para produção dos picolés é pouco conhecido e subutilizado na alimentação humana, foi obtido índice de aceitabilidade superior a 70%, em média, para todas as formulações e atributos testados. Este fato sugere boas possibilidades para inserção comercial dos produtos, com aceitação considerada ótima, variando pouco e de acordo com preferências pessoais de cada consumidor.

Segundo Carvalho et al. (2006), a análise sensorial é de suma importância e eficácia para conhecer a opinião dos consumidores e sua intenção de compra em relação a um determinado produto. É considerado fator importantíssimo a verificação junto aos provadores a real intenção de compra de novos produtos testados, para uma possível inserção e aceitação no mercado.

Ao avaliarmos a intenção de compra dos picolés de camu-camu, observa-se uma maior aceitação pelas formulações que possuem leite e emulsificante, sendo a formulação 3 a de maior preferência dentre as demais, onde mais de 50% dos provadores disseram que decididamente comprariam o produto (Figura 2).

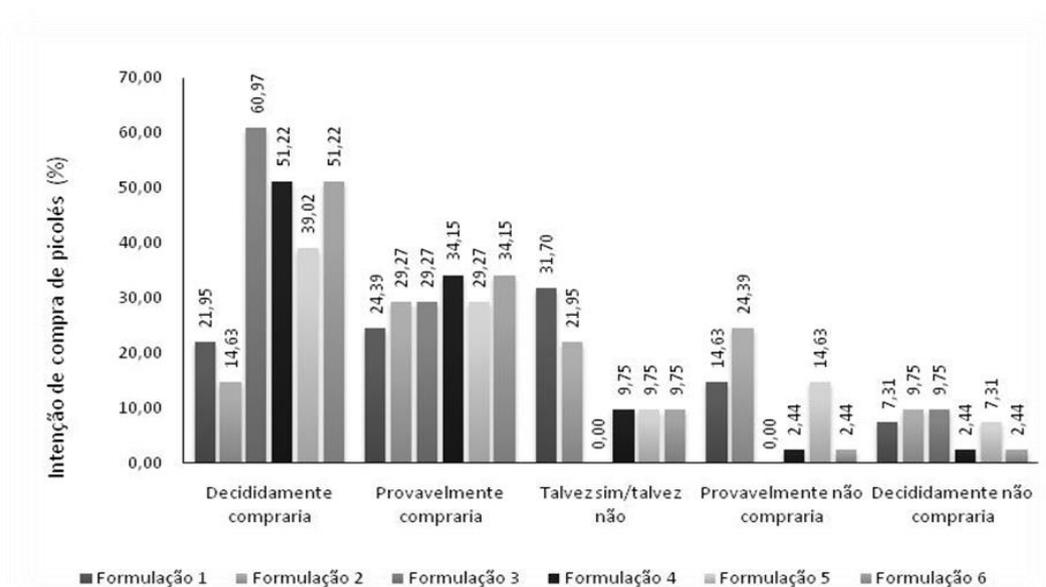


Figura 2: Intenção de compra das diferentes formulações de picolé de camu-camu testadas. **Formulação 1:** picolé sem leite; **formulação 2:** picolé sem leite + casca liofilizada; **formulação 3:** picolé com leite; **formulação 4:** picolé com leite + casca liofilizada; **formulação 5:** picolé com leite +cobertura de chocolate; **formulação 6:** picolé com leite + casca liofilizada + cobertura de chocolate.

Ao aferirmos o pH das diferentes formulações de picolé de camu-camu, observou-se maiores médias nas formulações 5 e 6, que continham a presença de cobertura de chocolate, que possivelmente influenciou nas maiores médias observadas (Tabela 2). Os valores médios de pH para chocolate são próximos a neutralidade com valores próximos de 7 (RICHTER; LANNES, 2007). As formulações que não continham leite e chocolate apresentaram os menores valores de pH, ou seja, apresentaram uma maior acidez, proveniente da polpa de camu-camu que é conhecida pela sua elevada acidez (RUFINO et al., 2009; PINTO et al., 2013).

Tabela 2: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e ácido ascórbico das diferentes formulações de picolé de camu-camu.

	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (mg de ácido 100 g ⁻¹ de amostra)	<i>Ratio</i> (SS/AT)	Ácido Ascórbico (mg 100 g ⁻¹ de amostra)
Formulação 1	3,26 D	20,16 E	0,77 C	25,97 BC	140,58 CD
Formulação 2	3,31 D	22,20 D	0,69 D	32,05 A	162,18 AB
Formulação 3	3,53 BC	25,70 C	0,76 CD	33,60 A	124,66 D
Formulação 4	3,51 C	25,26 C	1,02 B	24,68 C	157,83 ABC
Formulação 5	3,57 AB	27,16 B	0,97 B	27,91 B	145,13 BC
Formulação 6	3,60 A	28,66 A	1,14 A	25,05 C	170,73 A

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

****Formulação 1:** picolé sem leite; **formulação 2:** picolé sem leite + casca liofilizada; **formulação 3:** picolé com leite; **formulação 4:** picolé com leite + casca liofilizada; **formulação 5:** picolé com leite +cobertura de chocolate; **formulação 6:** picolé com leite + casca liofilizada + cobertura de chocolate.

Os maiores teores de sólidos solúveis (SS) foram observados para formulações 6 e 5, com diferença estatisticamente significativa entre eles, relacionados a adição da cobertura de chocolate. Estas foram seguidas das formulações 3 e 4, que continham leite e emulsificante, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Como esperado, as formulações 1 e 2, com menores percentuais de açúcares nas fórmulas, foram as que apresentaram os menores teores de SS, diferindo estatisticamente entre si. Nota-se que nos tratamentos 2 e 6, onde há presença da casca de camu-camu liofilizada, houve um incremento nos teores de SS que quando comparados as mesmas formulações sem a presença deste. Relacionou-se este fator aos teores de açúcar presente nas cascas dos frutos de camu-camu. Fato que não foi observado ao compararmos a formulação 3 e 4. Segundo Silva-Júnior e Lannes (2011), os açúcares são os principais responsáveis pelo sabor do sorvete, afetando também o desempenho de congelamento e a viscosidade das misturas, de forma a influenciar toda a aceitabilidade do produto, resultados que corroboram com as análises sensoriais, onde os tratamentos com maiores teores de açúcares obtiveram boa aceitabilidade.

A acidez titulável (AT) dos picolés de camu-camu apresentou-se maior na formulação 6, onde há presença da casca de camu-camu liofilizada e cobertura de chocolate. Os menores índices foram observados nas formulações 2 e 3, os quais correspondem as formulações com os maiores valores observados para a relação SS/AT, indicativo do índice de aceitabilidade. Este fato está diretamente ligado a análise sensorial destas formulações, que receberam notas superiores a recomendação de 70% (BAÚ et al., 2010).

Com relação ao teor de ácido ascórbico presente nos picolés de camu-camu, pode-se observar que as formulações enriquecidas com casca de camu-camu liofilizada (formulações 2, 4 e 6) apresentaram maiores valores médios de ácido ascórbico, diferindo estatisticamente das formulações que não foram enriquecidas com a casca do fruto. Este fator evidencia que a casca de camu-camu liofilizada é capaz de enriquecer nutricional e funcionalmente os alimentos, sem alterações significativas de sabor e aceitabilidade. De acordo com Neves e colaboradores (2015) a maior quantidade de ácido ascórbico nos frutos de camu-camu está presente na casca. Assim, este aditivo, geralmente descartado no processamento, pode ser importante ingrediente no enriquecimento de alimentos.

A polpa de camu-camu é considerada como boa fonte de antocianinas, sendo que a maior parte destes compostos está visivelmente presente na casca, aumentando estes valores de acordo com a sua coloração avermelhada (SOLIS et al., 2009; CHIRINOS et al., 2010; VILLANUEVA-TIBURCIO; CONDEZO-HOYOS; ASQUIERI, 2010). Desse modo, pode-se observar que o teor de antocianinas foi estatisticamente mais elevado nas formulações que foram acrescidas a casca de camu-camu liofilizada (Tabela 3). Nota-se que a formulação 6

apresentou os maiores teores de antocianinas, com presença da casca de camu-camu, enquanto o menor valor médio observado para este pigmento foi na formulação 1, onde foi empregado somente a polpa de camu-camu. Estes resultados denotam mais uma vez a importância de se utilizar a casca do camu-camu, de forma a enriquecer os alimentos com compostos funcionais.

Tabela 3: Antocianinas totais, flavonóides totais, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP das diferentes formulações de picolé de camu-camu.

	Antocianinas ($\mu\text{g } 0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca)	Flavonóides ($\mu\text{g } 0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca)	Compostos fenólicos ($\text{mg } 0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca)	Atividade antioxidante (DPPH) ($\mu\text{g } 0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca)	Atividade antioxidante (FRAP) ($\text{mg } 0,1 \text{ g}^{-1}$ de amostra seca)	Vitamina C ($\text{mg } \text{g}^{-1}$ de amostra seca)
Formulação 1	1,55 C	7,61 D	19,54 A	269,48 B	1,48 E	1,44 D
Formulação 2	4,00 B	19,34 C	20,32 A	361,03 A	1,84 D	1,57 D
Formulação 3	4,23 B	9,46 D	19,68 A	281,22 B	3,78 B	3,19 B
Formulação 4	4,79 B	46,50 A	14,07 B	249,92 B	4,31 A	3,86 A
Formulação 5	3,78 B	22,42 C	11,56 C	235,05 B	2,20 C	1,88 C
Formulação 6	6,47 A	28,60 B	9,59 D	270,26 B	2,28 C	2,02 C

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

****Formulação 1:** picolé sem leite; **formulação 2:** picolé sem leite + casca liofilizada; **formulação 3:** picolé com leite; **formulação 4:** picolé com leite + casca liofilizada; **formulação 5:** picolé com leite + cobertura de chocolate; **formulação 6:** picolé com leite + casca liofilizada + cobertura de chocolate.

A quantidade de flavonóides totais foi mais expressiva na formulação 4, seguida da formulação 6 e 2. Mais uma vez observou-se que a adição da casca de camu-camu liofilizada a estas formulações aumentou significativamente a quantidade destes biocompostos nos picolés. Estes dados corroboram com Solis et al. (2009), que relatam maior quantidade de flavonóides na casca do que na polpa de camu-camu. Deste modo, nota-se o grande potencial do fruto de camu-camu no fornecimento de biocompostos a alimentos, e no presente estudo pode-se observar que mesmo com o processamento e a diluição deste material, é possível obter alimentos com quantidades relativamente altas de compostos bioativos.

Ao avaliarmos as diferentes formulações de picolé de camu-camu, observamos que as formulações 1, 2 e 3 foram as que apresentaram maiores quantidades de compostos fenólicos, diferindo estatisticamente das demais formulações de picolé testadas. As formulações 4, 5 e 6 apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. Possivelmente, a presença de outros compostos nestas formulações possa ter afetado negativamente a quantidade de compostos fenólicos nos picolés de camu-camu, de forma a gerar reações que degradaram parte dos compostos fenólicos abundantes tanto na polpa

quanto na casca dos frutos de camu-camu (FUJITA et al., 2013; BORGES; CONCEIÇÃO; SILVEIRA, 2014; BATAGLION et al., 2015; FUJITA et al., 2015).

A atividade antioxidante pelo método DPPH dos picolés de camu-camu demonstrou-se estatisticamente superior as demais na formulação 2, sem diferenças significativas entre as demais. Enquanto pelo método FRAP, a maior atividade antioxidante foi observada na formulação 4 e a menor na formulação 1. Esta diferença entre os resultados dos diferentes métodos de avaliação da capacidade antioxidante (FRAP e DPPH) é devido aos diversos tipos de radicais e aos diferentes sítios de ação de cada método, dificilmente haverá um único método capaz de representar de forma segura e precisa a verdadeira atividade antioxidante de uma substância, por isso é recomendado o uso de mais de um método (SUCUPIRA et al., 2012). Possivelmente o método FRAP não seja recomendado para avaliações de produtos, como é o caso do picolé.

Mais uma vez, ao compararmos as formulações que receberam ou não a casca de camu-camu liofilizada, nota-se uma atividade antioxidante numericamente mais expressiva nos picolés que receberam estas cascas. Este fator é considerado o potencializador da então expressiva quantidade de antioxidantes determinada pelo método FRAP, também relatado por Pereira et al. (2014) em estudos com potencial antioxidante de frutos tropicais e por Rufino et al. (2010), em frutos tropicais não-tradicionais.

Quanto à vitamina C dos picolés feitos com camu-camu, averiguamos que a formulação 4 foi a que apresentou os maiores teores deste composto. Ressaltamos que esta formulação recebeu a adição da casca de camu-camu liofilizada, corroborando para os maiores teores de biocompostos, incluindo a vitamina C. Este fator está diretamente relacionado as maiores quantidades de vitamina C na casca de camu-camu, sendo que os teores variam de acordo com o grau de maturação dos frutos (CHIRINOS et al., 2010; IMÁN-CORREA et al., 2011; AGUIAR; SOUSA, 2016).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, mesmo todas as formulações tendo sido consideradas bem aceitas, pode-se concluir que as formulações de picolé que continham leite e emulsificante em sua composição, foram as de melhor aceitação pelos consumidores.

A adição de casca de camu-camu liofilizada junto às formulações provou ser fonte eficiente de biocompostos, aumentando o potencial funcional das formulações que receberam este aditivo, principalmente quanto à vitamina C, antioxidantes, flavonóides e antocianinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, F.C.A. Camu-Camu super fruit *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) at different maturity stages. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 28, p. 2519-2523, 2016.

AKTER, M.; OH, S.; EUN, J.; AHMED, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, p. 1728–1732, 2011.

AZEVÊDO, J.C.S.; FUJITA, A.; OLIVEIRA, E.L.; GENOVESE, M.I.; CORREIA, R.T.P. Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. **Food Research International**, v. 62, p. 934-940, 2014.

AZEVÊDO, J.C.S.; FUJITA, A.; OLIVEIRA, E.L.; GENOVESE, M.I.; CORREIA, R.T.P. Neuroprotective effects of dried camu-camu (*Myrciaria dubia* HBK McVaugh) residue in *C. elegans*. **Food Research International**, v. 73, p. 135-141, 2015.

BARRETO, A.G.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V.M.; FREITAS, S.P. Clarificação de polpa de camu-camu por microfiltração. **Brazilian Journal and Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 207-215, 2013.

BATAGLION, G.A.; SILVA, F.M.A.; EBERLIN, M.N.; KOOLEN, H.H.F. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC–MS/MS. **Food Chemistry**, v. 180, p. 280-287, 2015.

BAÚ, T.R.; CUNHA, M.A.A.; CELLA, S.M.; OLIVEIRA, A.L.J.; ANDRADE, J.T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v. 04, n. 01, p. 42-51, 2010.

BORGES, L.L.; CONCEIÇÃO, E.C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. **Food Chemistry**, v. 153, p. 224-233, 2014.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER M.E.; BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science e Technology**, v. 28, p.25-30, 1995.

BRASIL.Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis". Brasília, 2005.

CARVALHO, E.A.; NETO, B.A.M.; AGUIAR, J.C.; CALDAS, M.C.; CAVALCANTI, M.T.; MIYAJI, M. Desenvolvimento e Análise Sensorial de Sorvete de Massa Sabor Café. I Jornada Nacional Da Agroindústria. **Anais**, 2006.

CHAGAS, E.A.; LOZANO, R.M.B.; CHAGAS, P.C.; BACELAR-LIMA, C.G.; GARCIA, M.I.R.; OLIVEIRA, J.V.; SOUZA, O.M.; MORAIS, B.S.; ARAÚJO, M.C.R. Intraspecific variability of camu-camu fruit in native populations of northern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.15, p.265-271, 2015.

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

CORREA-MELÉNDEZ, F.M.; COBOS-RUIZ, M.; RAMIREZ-SAAVEDRA, R.; IMÁN-CORREA, S.A.; CASTRO-GÓMEZ, J.C. Fluctuación diurna del contenido de vitamina C en hojas de *Myrciaria dubia* "camucamu". **Ciencia amazónica**, v. 3, n. 2, p. 60-66, 2013.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996. 123p.

FRACASSETTI, D.; COSTA, C.; MOULAY, L.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v. 139, p. 578-588, 2013.

FUJITA, A.; BORGES, K.; CORREIA, R.; FRANCO, B.; GENOVESE, M. Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). **Food Research International**, v. 54, p. 495-500, 2013.

FUJITA, A.; SARKAR, D.; WU, S.; KENNELLY, E.; SHETTY, K.; GENOVESE, M. I. Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. **Food Research International**, xxx, xxx–xxx, 2015.

I.A.L. - INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordinadores: ZENEBO, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P.. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020. 2008.

IMÁN-CORREA, S.; FREYRE, S.P.; ALDANA, M.M. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camucamu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, del INIA Loreto-Perú. **Scientia Agropecuaria**, v. 2, p. 189 - 201, 2011.

IMÁN-CORREA, S.; ZAMUDIO, L.B.; SOLÍS, V.S.; CRUZ, C.O. Contenido de vitamina C en frutos de camucamu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. **Scientia Agropecuaria**, v. 2, p. 123-130, 2011.

GRIGIO, M.L.; CHAGAS, E.C.; DURIGAN, M.F.B.; SOUSA, A.A.; MOTA-FILHO, A.B.; CHAGAS, P.C. Determination of harvest time and quality of native camu-camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) during storage. **Fruits**, v. 71, p. 373–378, 2016.

KANESHIMA, T.; MYODA, T.; NAKATA, M.; FUJIMORI, T.; TOEDA, K.; NISHIZAWA, M. Antioxidant activity of C-Glycosidic ellagitannins from the seeds and peel of camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Science and Technology**, v. 69, p. 76-81, 2016.

LANGLEY, P.; PERGOLIZZI, J.; TAYLOR, R.; RIDGWAY, C. Antioxidant and associated capacities of camu-camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 21, n. 1, p. 8-14, 2015.

LEE, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

LIU, T.Z.; CHIN, N.; KISER, M.D.; BIGLER, W.N. Specific spectrophotometry of ascorbic acid in serum or plasma by use of ascorbate oxidase. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2225-2228, 1982.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O.; CHAAR, J.M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 26, v. 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**, n. 27, v. 2, p. 313-316, 2007.

MYODA, T.; FUJIMURA, S.; PARK, B.; NAGASHIMA, T.; NAKAGAWA, J.; NISHIZAWA, M. Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 8, n. 2, p. 304-307, 2010.

NEVES, L.C.; SILVA, V.X.; PONTIS, J.A.; FLACH, A.; ROBERTO, S.R. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 223-229, 2015.

PEREIRA, A.C.S.; DIONÍSIO, A.P.; WURLITZER, N.J.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVA, A M.O.; BRASIL, I.M.; MANCINI-FILHO, J. Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**, v. 157, p. 179–185, 2014.

PEUCKERT, Y.P.; VIEIRA, V. D.; HECKTHEUER, L. H. R.; MARQUES, C. T.; ROSA, C. S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p.147-152, 2010.

PINTO, P.M.; JACOMINO, A.P.; DA SILVA, S.R.; ANDRADE, C.A.W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 605-612, 2013.

RANGANNA, S. 1986. **Analysis and quality control for fruit and vegetable products**. Tata McGraw-Hill Publishing, New Delhi, 1112 p.

RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. Bombom para dietas especiais: avaliação química e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 193-200, 2007.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; JIMÉNEZ, J.P.; CALIXTO, F.S.; FILHO, J.M. Bioactive compounds and oxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVEIRA, M.R.S. da; MOURA, C.F.H. Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. **Fruits**, v. 64, p. 361–370, 2009.

RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E., BRITO, E.S., MORAIS, S.M. de; SAMPAIO, C. de G.; JIMÉNEZ, J.P.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Comunicado Técnico**, Embrapa Agroindústria Tropical. 2006. 4 p.

SANTOS, J.C. dos.; SANTOS, A.P.dos.; ROCHA, C.I.L. da. **Estrutura da cadeia produtiva de camu-camu no Brasil**. Relatório Final de projeto. Belém: CPATU:. 35p. 2009.

SILVA JUNIOR, E.D.; LANNES, S.C.D.S. Effect of different sweetener blends and fat types on ice cream properties. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 217-220, 2011.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: **Methods in Enzymology: Oxidants and Antioxidants Part A**. (PACKER, L. ed.), New York: Academic Press, v. 299, p. 152-178, 1999.

SMIDERLE, O.J.; SOUSA, R.C.P. de. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agro@mbiente**, v. 2, n. 2, p. 61-63, 2008.

SOLIS, V.S.; DOZA, L.S.; SOTERO, D.G.; CORREA, S.I. Evaluacion de la actividad antioxidante de la pulpa, cascara y semilla del fruto del camucamu (*Myrciaria dúbia* H.B.K.). **Revista de la Sociedad Química del Perú**. v. 75, n. 3, p. 293-299, 2009.

SUCUPIRA, N.R.; SILVA, A.B. da; PEREIRA, G.; COSTA, J.N. da. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciência Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 64, p. 12-21, 2009.

VIEGAS, I.J.M.; THOMAZ, M.A.A.; SILVA, J.F.; CONCEIÇÃO, E.O.; NAIFF, A.P.M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VILLANUEVA-TIBURCIO, J.E.; CONDEZO-HOYOS, L.A.; ASQUIERI, E.R. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenolestotales y actividad antioxidante, em lacáscara de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 151-160, 2010.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on Superoxide radicals, **Food chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O camu-camu é uma ótima fonte de ácidos orgânicos e compostos fenólicos com grande potencial antioxidante, sendo a polpa a maior fonte destes. Os pigmentos como antocianinas e flavonóides estão mais concentrados na casca dos frutos, assim como maior concentração de ácido ascórbico. Podendo a casca ser utilizada como fonte de compostos bioativos e para exploração industrial.

Ao compararmos o camu-camu com outros frutos, nota-se neste, maiores níveis de vitamina C, maior potencial funcional, compostos fenólicos e capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP. Somente o mirtilo apresentou os maiores níveis de antocianinas e flavonóides, principalmente na casca.

A geléia de camu-camu pura não teve uma boa aceitação no teste sensorial quando comparada as demais. No entanto, ao avaliarmos os compostos bioativos a mesma demonstrou ser mais eficiente no fornecimento de biocompostos e com maior atividade antioxidante.

O picolé de camu-camu com adição de leite apresentou melhor aceitação. A adição de casca de camu-camu liofilizada junto às formulações provou ser fonte eficiente de biocompostos, aumentando o potencial funcional das formulações que receberam este aditivo, principalmente quanto à vitamina C, antioxidantes, flavonóides e antocianinas.

APÊNDICE 1**TESTE DE ACEITAÇÃO DE PICOLÉ DE CAMU-CAMU/ CAÇARI**

Nome do provador _____ Data ___/___/_____

A) Indique de acordo com a escala abaixo descrita o quanto você gostou da **APARÊNCIA**, da **COR**, do **SABOR** e da **TEXTURA** dos picolés de camu-camu:

- 9- Gostei extremamente
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei regularmente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Indiferente. Não gostei nem desgostei.
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei regularmente
- 2- Desgostei moderadamente
- 1- Desgostei extremamente

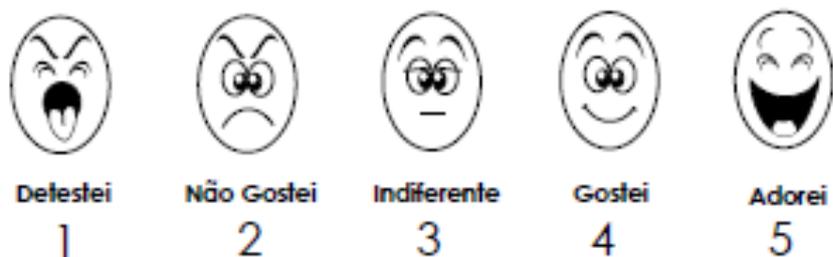
Código da amostra	Aparência	Cor	Sabor	Textura
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()

B) Você **COMPRARIA** este produto?

- 1- Decididamente eu compraria
- 2- Provavelmente eu compraria
- 3- Talvez sim/ talvez não
- 4- Provavelmente eu não compraria
- 5- Decididamente eu não compraria

Código da amostra	Nota
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()

C) Marque a carinha ou o número que melhor represente a sua opinião sobre o **picolé de camu-camu/caçarino âmbito geral**:



D) Diga o que você **mais** gostou no produto: _____

E) Diga o que você **menos** gostou no produto: _____

F) Você conhece o camu-camu/caçari? () SIM () NÃO

G) Você já provou o camu-camu/caçari? () SIM () NÃO

Muito obrigado por participar da nossa pesquisa com picolé!

APÊNDICE 2**TESTE DE ACEITAÇÃO DE GELEIA DE CAMU-CAMU/CAÇARI E MISTA**

Nome do provador _____ Data ___/___/_____

A) Indique de acordo com a escala abaixo descrita o quanto você gostou da **APARÊNCIA**, da **COR**, do **SABOR** e da **TEXTURA** das geleias e geleizadas de camu-camu:

- 9- Gostei extremamente
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei regularmente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Indiferente. Não gostei nem desgostei.
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei regularmente
- 2- Desgostei moderadamente
- 1- Desgostei extremamente

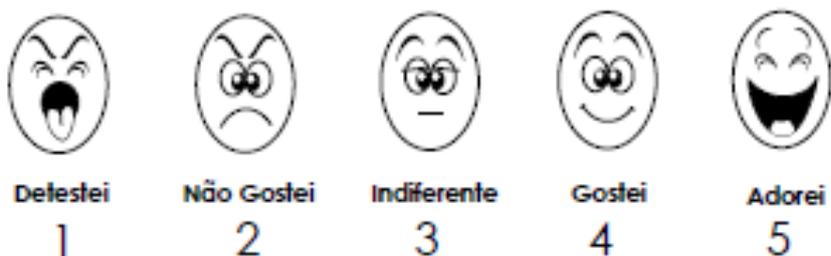
Código da amostra	Aparência	Cor	Sabor	Textura
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()
_____	()	()	()	()

B) Você **COMPRARIA** este produto?

- 1- Decididamente eu compraria
- 2- Provavelmente eu compraria
- 3- Talvez sim/ talvez não
- 4- Provavelmente eu não compraria
- 5- Decididamente eu não compraria

Código da amostra	Nota
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()
_____	()

C) Marque a carinha ou o número que melhor represente a sua opinião sobre a geleia e geleiadapicolé de camu-camu/caçarino âmbito geral:



D) Diga o que você **mais** gostou no produto: _____

E) Diga o que você **menos** gostou no produto: _____

F) Você conhece o camu-camu/caçari? () SIM () NÃO

G) Você já provou o camu-camu/caçari? () SIM () NÃO

Muito obrigado por participar da nossa pesquisa!