



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de São José do Rio Preto

José Manoel de Moura Filho

**Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa L*): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado**

São José do Rio Preto

2017

José Manoel de Moura Filho

**Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa L*): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto.

Orientadora:

Profa. Dra. Ana Lúcia Barretto Penna

São José do Rio Preto  
2017

Moura Filho, José Manoel de.

Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa L*): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado / José Manoel de Moura Filho. -- São José do Rio Preto, 2017

124 f. : il., gráfs., tabs.

Orientador: Ana Lúcia Barretto Penna

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Leite fermentado - Indústria. 2. Buriti, 3. Compostos bioativos. I. Penna, Ana Lúcia Barretto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título. CDU –

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE  
UNESP - Campus de São José do Rio Preto

José Manoel de Moura Filho

**Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa L*): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Lúcia Barretto Penna  
UNESP- São José do Rio Preto, SP  
Orientadora

Profa. Dra. Neila Silvia Pereira dos Santos Richards  
UFSM – Santa Maria, RS

Profa. Dra. Patrícia Maria Onofre Colombo Silva  
Faculdade Dom Pedro – São José do Rio Preto, SP

Profa. Dra. Ellen Silva Lago Vanzela  
UNESP - São José do Rio Preto, SP

Profa. Dra. Ana Carolina Conti e Silva  
UNESP - São José do Rio Preto, SP

São José do Rio Preto, 29 de Maio de 2017.

*Dedico este trabalho à minha família: meus filhos, Davi Moura e Arthur Moura; a meus pais, José Moura e Francisca Moura, a meus irmãos, Sandro Moura, Edson Moura e Mayla Moura, por todo apoio, amor e carinho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca me abandonar, por iluminar meus passos, por me fazer acreditar, persistir, e me ajudar a vencer as barreiras ao longo do caminho.

Aos meus filhos, Davi Moura e Arthur Moura, minha maior motivação. Desde o início, tudo que busco e alcanço: faço por vocês!

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Lúcia Barretto Penna, por ser muito mais que orientadora: ótima leitora, crítica, comentarista e exigente em busca do melhor. Obrigado pelo apoio, pelo incentivo à pesquisa e por me abrir os caminhos da ciência.

Aos meus pais, José Moura e Francisca Moura, pela grande força que deram desde o início do doutorado, sempre em corrente de orações para tudo dar certo. A meus irmãos, tios, primos por torcerem por mim.

Às minhas amadas avós Antônio Carvalho (*In memoriam*) e Maria Moura e amados avós Joaquim Milanês (*In memoriam*) e Pedro Moura (*In memoriam*), pelos conselhos dados ao longo da minha vida.

À Lucélia Karla, pelo apoio e companheirismo durante sua vivência ao meu lado, cuidando dos nossos filhos enquanto me dedicava aos estudos. Ao casal Henrique e Concita pelo apoio durante as aulas em São Luís - Ma.

Aos professores do Dinter, pelo empenho e dedicação durante os momentos de aula. À CAPES, pela bolsa concedida durante o período de estágio. Ao IBILCE, por oferecer toda a infraestrutura para o desenvolvimento deste estudo. Ao IFMA, pela oportunidade deste Doutorado Interinstitucional.

À Banca Examinadora, pelos esclarecimentos, sugestões e contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos amigos do Dinter, em especial aos que estiveram ao meu lado no período do estágio, ajudando a diminuir a saudade de casa, fazendo deste lugar inesquecível: Liane, Pedro, Maron, Flávia, Adeval, Marcelo e Valdênia, Frank e Álvaro.

Às minhas colegas, e companheiras do Laboratório de Leites e Derivados, por todo ensinamento e ajuda nos experimentos. Obrigado: Sabrina, Taís, Vivian e Bruna. Obrigado, também, ao Walisson pela ajuda na realização das análises.

Obrigado à Profa. Dra. Maria Aparecida, Leticia, Liliane, Ana Maria, Ezequiel, Ana Phillipin e Lais por tudo, pela imensa ajuda na realização das análises. À Profa. Dra. Ellen Silva Lago Vanzela, que conseguiu me convencer a desenvolver um novo produto, Valeu a pena!. À Tuany e Gisele, pelo apoio durante minha estada em Rio Preto.

À Liane Caroline, pelo apoio incondicional. Obrigado pela grande ajuda nas análises, por estar sempre presente me ouvindo e me aconselhando. Você me conquistou, fez valer a pena!!! Valeu!!!

Às pessoas maravilhosas que conheci e que estavam sempre dispostas a me ajudar, os técnicos de laboratório: Luíz Camolezi e Ginaldo Santos da UNESP e Poliana Brito, Manoel de Jesus e Wenner Sousa do IFPI.

Obrigado a todos que me ajudaram de forma direta e indireta para que este trabalho fosse realizado, por me fazerem crescer como pessoa e como profissional.

## RESUMO GERAL

Os produtos lácteos, e principalmente os leites fermentados, têm se mostrado importantes veículos para os compostos bioativos. Os frutos do Cerrado e da Amazônia podem ser exploradas, pois contêm uma grande variedade de compostos bioativos, tais como vitaminas, carotenóides e compostos fenólicos. Nesse trabalho, o objetivo foi desenvolver um preparado à base de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para aplicação em leite fermentado. A produção de preparado de buriti é uma alternativa de aproveitamento dos frutos, possibilitando aumentar a oferta e a qualidade do produto durante a comercialização. Os frutos foram colhidos na região de Caxias, MA, caracterizados quanto ao tamanho e peso, lavados, embalados e estocados em câmaras de resfriamento. A polpa de buriti foi obtida de forma manual, congelada e armazenada. Para a obtenção do preparado de buriti foi utilizada a polpa integral, açúcar, estabilizante e água. A mistura foi agitada, pasteurizada, embalada e armazenada em BOD sob diferentes temperaturas (5 °C, 25 °C e 35 °C) por 30 dias. Na polpa e no preparado de buriti foram avaliados: a composição centesimal, pH, acidez, teor de sólidos solúveis (°Brix), atividade de água (*A<sub>w</sub>*), teor de carotenóides e compostos fenólicos. Durante a estocagem do preparado de buriti, com o aumento da temperatura, o valor de pH se manteve praticamente constante e houve leve aumento da acidez; também houve redução de sólidos solúveis, atividade de água, carotenóides e compostos fenólicos; esta redução foi mais acentuada nas temperaturas mais elevadas. Com o aumento do tempo de estocagem, houve leve aumento de acidez e redução de sólidos solúveis, atividade de água, assim como dos teores de carotenóides e compostos fenólicos. O preparado de buriti apresentou boas características físico-químicas e se manteve praticamente estável durante a vida de prateleira, demonstrando potencial para ser fonte de compostos bioativos para aplicações alimentícias. A fim de avaliar a aplicação do preparado de buriti, foi avaliado o efeito da adição do preparado de buriti nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de leite fermentado. Para a fermentação foi utilizado leite em pó desnatado reconstituído e cultura probiótica contendo *Lactobacillus acidophilus* (La-5) e *Bifidobacterium animalis* (BB-12), em co-cultura com *Streptococcus thermophilus* (ST). Ao leite fermentado, foram adicionados diferentes teores de preparado de buriti para obter 4 tratamentos: controle (sem adição) e adição de 10%, 20% e 30% (m/m). Nas amostras de leite fermentado foram determinados: viabilidade das culturas lácticas,

composição centesimal, carotenóides totais, compostos fenólicos totais e capacidade de sequestro de radicais livres. O leite em pó reconstituído apresentou  $12,60 \pm 0,17\%$  de sólidos não gordurosos,  $4,69 \pm 0,05\%$  de proteínas e  $0,23\%$  de acidez (% ácido láctico.mL<sup>-1</sup>). Os teores de carotenóides totais variaram de  $0,06 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado sem preparado de buriti - controle) a  $10,78 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado com 30 % de preparado de buriti), no decorrer da estocagem (1, 14 e 28 dias). Os teores de compostos fenólicos totais variaram de  $9,17 \text{ mg EAG. } 100 \text{ g}^{-1}$  (fermentado sem preparado de buriti - controle) a  $39,30 \text{ mg EAG. } 100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado com 30 % de preparado de buriti), no decorrer da estocagem. A viabilidade da cultura *starter* foi ligeiramente  $< 6 \text{ log UFC/mL}$  para *B. animalis* e *L. acidophilus*, e  $> 10 \text{ log UFC/mL}$  para *S. thermophilus*. Durante a estocagem do leite fermentado com preparado de buriti, a população de *S. thermophilus* se manteve  $> 8 \text{ log UFC/mL}$ , enquanto *B. animalis* e *L. acidophilus* se permaneceram próximas a  $6 \text{ log UFC/mL}$  e  $5 \text{ log UFC/mL}$ , respectivamente. A adição de diferentes teores de preparado de buriti não interferiu na viabilidade de *S. thermophilus*, porém a adição de 20 ou 30% de preparado de buriti resultou em leve aumento da viabilidade de *B. animalis*. Com o aumento no teor de preparado de buriti ao leite fermentado, houve um aumento no teor de lipídios e valor de pH, e redução nos teores de umidade, proteínas, cinzas, acidez e sinérese. O teor de carotenóides aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti e o composto se manteve estável durante a estocagem, enquanto o teor de compostos fenólicos aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti, assim como durante o período de estocagem. A análise sensorial mostrou que a aceitação das amostras variou com o atributo testado. Houve similaridade de aceitação para os atributos sensoriais das amostras de leite fermentado com adição de 20 e 30% de preparado de buriti. A adição de preparado de buriti ao leite fermentado resultou em alimento aceito sensorialmente e com potencial propriedade funcional, pela presença de compostos bioativos com capacidade antioxidante.

**Palavras chaves:** Alimentos funcionais, Compostos bioativos, Leite fermentado, Análise Sensorial.



## GENERAL ABSTRACT

Dairy products, mainly fermented milk, have been proved to be an important carrier for bioactive compounds. Fruit from the Brazilian Cerrado and Amazon regions can be explored, since they present a large variety of bioactive compounds, such as vitamins, carotenoids, and phenolic compounds. In this study, the objective was to develop a buriti-based formula (*Mauritia flexuosa* L.) for application in fermented milk. The production of such buriti-based formula is an alternative to make better use of the fruit, enabling its use, greater availability and higher product quality during commercialization. For this study, fruits were harvested in the region of Caxias, MA, characterized by size and weight, washed, packed and stored in cooling chambers. The pulp was manually removed, packed and frozen. For the preparation of the buriti-based formula, whole pulp, sugar, stabilizer, and water were used. The mixture was shaken, pasteurized, vacuum packed, and stored in incubator chambers at different temperatures (5 °C, 25 °C, and 35 °C) for 30 days. For both the pulp and the buriti-based formula, we evaluated gross composition, pH, acidity, soluble solids content (°Brix), water activity (Aw), carotenoids, and phenolic compounds contents. During the buriti-based formula storage, as the temperature increased, the pH value remained practically constant, and there was a light increase in the acidity level; there was also a decrease in soluble solids, water activity, carotenoids, and phenolic compounds; this decrease was higher in higher temperatures. As storage time increased, there was a light increase in acidity and a decrease in soluble solids, water activity, carotenoids, and phenolic compound contents. The buriti-based formula presented good physicochemical characteristics and it remained quite stable during its shelf life, thus showing a good potential for being used as a source of bioactive compounds in food applications. In order to evaluate the application of the buriti-based formula in fermented milk, the effect of its addition on the physicochemical, microbiological and sensory properties of the fermented milk was evaluated. For the fermentation, we used reconstituted skim milk powder and a probiotic culture containing *Lactobacillus acidophilus* (La-5) and *Bifidobacterium animalis* (BB-12), in co-culture with *Streptococcus thermophilus* (ST). Different contents of the buriti-based formula were added to the fermented milk in order to obtain 4 treatments: control (without addition), 10%, 20%, and 30% additions (w/w). In the fermented milk samples we determined: the viability of the starter cultures, gross composition, total carotenoids,

phenolic compounds, and free radical scavenging capacity. The reconstituted milk powder presented  $12.60 \pm 0.17\%$  solids non-fat,  $4.69 \pm 0.05\%$  proteins and  $0.23\%$  acidity. The total carotenoid contents ranged from  $0.06 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk without buriti-based formula - control) to  $10.78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk with 30 % added buriti-based formula), during storage (1, 14, and 28 days). The total phenolic compound contents ranged from  $9.17 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk without buriti-based formula - control) to  $39.30 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk with 30 % added buriti-based formula), during storage. The viability of the starter culture was slightly  $< 6 \text{ log CFU/mL}$  for *B. animalis* and *L. acidophilus*, and  $> 10 \text{ log CFU/mL}$  for *S. thermophilus*. During the fermented milk with buriti-based formula storage period, the population of *S. thermophilus* remained  $> 8 \text{ log CFU/mL}$ , while *B. animalis* and *L. acidophilus* were near  $6 \text{ log CFU/mL}$  and  $5 \text{ log CFU/mL}$ , respectively. The addition of different contents of the buriti-based formula did not affect the viability of *S. thermophilus*; however, the addition of 20 or 30% added buriti-based formula resulted in a small increase in the viability of *B. animalis*. As the content of the buriti-based formula in fermented milk increased, there was an increase in the lipids content and pH value, and a decrease in the contents of moisture, proteins, ashes, acidity, besides the syneresis value. The carotenoid content increased with the increase in the concentration of the buriti-based formula, and the compound remained stable during storage, while the phenolic compound content increased with the increase in the concentration of the buriti-based formula, as well as during the storage period. Sensory analyses demonstrated that the samples acceptance was function of the tested attribute. There was a similar acceptance for the sensory attributes of fermented milk with 20 and 30% added buriti-based formula samples. The addition of the buriti-based formula in fermented milk resulted in an accepted food product with a potentially functional property, due to the presence of bioactive compounds with antioxidant capacity.

**Keywords:** Functional food, Bioactive compounds, Fermented milk, Sensory analysis.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1: OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA

**Figura 1** – a) Palmeira do buriti, b) fruto do buriti, c) polpa de buriti. ....28

**Figura 2** - Localização geográfica da ocorrência de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Adaptado de Sampaio e Carrazza (2012). ....29

### CAPÍTULO II: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DA ESTOCAGEM DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.)

Figura 1: Comprimento polar do fruto (a) e largura equatorial (b) do fruto do buriti.....52

Figura 2: Fluxograma de produção do preparado da polpa de buriti. ....53

### CAPÍTULO III: APLICAÇÃO DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) EM LEITE FERMENTADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

**Figura 1:** Esquema de preparação do leite fermentado com adição de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). ....86

Figura 2: Carotenóides totais (mg.100 g<sup>-1</sup>) de leite fermentado controle e com adição de preparado de buriti durante a estocagem. Resultados expressam as médias e desvio padrão. <sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em tratamentos diferentes e <sup>a, b, c</sup> letras minúsculas diferentes para o mesmo tratamento, em tempos diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05)..... 99

Figura 3: Concentração de compostos fenólicos totais (mg.100 g<sup>-1</sup>) de leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti, durante a estocagem. Resultados expressam as médias e desvio padrão. <sup>A, B, C e D</sup> Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em diferentes tratamentos e <sup>a, b, c</sup> letras minúsculas, para o mesmo tratamento, em tempos diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05)..... 100

Figura 4: Capacidade de sequestro de radicais livres (% SRL) pelo método DPPH\* (2,2-difenil-1- picril-hidrazil); 0% - Leite fermentado controle (sem adição de preparado de buriti), 10% - Leite fermentado com adição de 10% de preparado de buriti, 20% - Leite fermentado com adição de 20% de preparado de buriti e 30% - Leite fermentado com adição de 30 % de preparado de buriti. <sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em diferentes tratamentos. <sup>a, b, c</sup> letras minúsculas para o mesmo tratamento, em tempos diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05). .... 103

Figura 5: Capacidade de sequestro de radicais livres (% SRL) pelo método ABTS<sup>+</sup> (2,2´azinobis, 3-etil benzotiazolino-6-ácido sulfônico); 0% - Leite fermentado sem adição de preparado de buriti; 10% - Leite fermentado com adição de 10 % de preparado de buriti; 20% - Leite fermentado com adição de 20 % de preparado de buriti; 30% - Leite fermentado com adição de 30 % de preparado de buriti. <sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em diferentes tratamentos <sup>a, b, c</sup> Letras minúsculas iguais para a mesma formulação em tempo diferentes, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ). ..... 104

**Figura 6:** Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a aparência das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti. .... 109

Figura 7: Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para o aroma das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti. .... 110

**Figura 8:** Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a viscosidade das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti. .... 110

Figura 9: Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para o sabor das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti. .... 110

Figura 10: Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a aceitação global das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti. .... 111

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DA ESTOCAGEM DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.)**

<b>Tabela 1:</b> Caracterização química da polpa e do preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias (%) seguidas de desvio padrão. ....	59
Tabela 2: Perfil de minerais da polpa e do preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam a média seguida do desvio padrão (mg.100 g <sup>-1</sup> ).....	60
Tabela 3: Teores de carotenóides e compostos fenólicos totais na polpa e no preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias seguidas do desvio padrão. ....	61
Tabela 4: Atividade de sequestro de radicais livres (SRL) (%) pelos métodos DPPH <sup>•</sup> e ABTS <sup>+</sup> da polpa e do preparado de buriti. Resultados expressam as médias seguidas dos desvios padrões.....	63
Tabela 5: Estudo da estocagem: caracterização físico-química do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas. Resultados expressam a média seguida de desvio padrão.....	65
Tabela 6: Retenção de carotenóides totais (%) do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas.....	66
Tabela 7: Retenção de compostos fenólicos totais (%) do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas.....	67

### **CAPÍTULO III: APLICAÇÃO DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) EM LEITE FERMENTADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL**

Tabela 1: Viabilidade de células da cultura láctica BioRich (Chr. Hansen). Resultados expressam as médias (log UFC.mL <sup>-1</sup> ) seguidas de desvio padrão. ....	92
Tabela 2: Viabilidade de <i>S. thermophilus</i> em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam médias (log UFC.mL <sup>-1</sup> ) seguidas de desvio padrão. ....	93
Tabela 3: Viabilidade de <i>B. animalis</i> em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam médias (log UFC.mL <sup>-1</sup> ) seguidas de desvio padrão. ....	93
Tabela 4: Viabilidade de <i>L. acidophilus</i> em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias (log UFC.mL <sup>-1</sup> ) seguidas de desvio padrão. ....	94

Tabela 5: Composição centesimal de leite fermentado controle e adicionado de preparado do buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão. ....	95
Tabela 6: Valores de pH do leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.....	96
Tabela 7: Teores de acidez (%) de leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão. ....	97
Tabela 8: Sinérese (%) em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.), durante o período de estocagem (28 dias). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.....	98
Tabela 9: Atributos sensoriais de leite fermentado adicionado de preparado de buriti. Resultados expressam médias seguidas dos desvios padrões.....	107
Tabela 10: Índice de aceitabilidade (IA) por atributo do leite fermentado controle e adicionado de preparado buriti. Resultados expressos em percentual (%). ....	107

## LISTA DE NOTAÇÃO E ABREVIATURAS

<b>° C</b>	Graus Celsius
<b>ABTS</b>	sal de amônio do ácido 2,2'-azinobis (3-etilbenzenotiazolina- 6-sulfônico)
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>B.</b>	<i>Bifidobacterium</i>
<b>BAL</b>	Bactéria ácido-lática
<b>BSH</b>	Bile salts hydrolase
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>D1</b>	1 dia após a fermentação com armazenamento a 4 °C
<b>D14</b>	14 dias após a fermentação com armazenamento a 4 °C
<b>D28</b>	28 dias após a fermentação com armazenamento a 4 °C
<b>DPPH</b>	1,1-difenil-2- picrihidrazila
<b>E.</b>	<i>Enterococcus</i>
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority
<b>FAO/WHO</b>	Food and Agriculture Organization/ World Health Organization
<b>h</b>	Horas
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Ácido sulfúrico
<b>HCl</b>	Ácido clorídrico
<b>La-5</b>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<b>LAB</b>	Lactic Acid Bacteria
<b>Lb.</b>	<i>Lactobacillus</i>
<b>M17</b>	Agar para a enumeração de <i>Streptococcus thermophilus</i>
<b>min</b>	Minutos
<b>mM</b>	Milimolar
<b>MRS</b>	de Man, Rogosa and Sharpe

<b>n</b>	Número de repetições do experimento
<b>NaCl</b>	Cloreto de Sódio
<b>PBS</b>	Solução tampão de fosfato
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>PIQ</b>	Padrões de Identidade e Qualidade
<i>St.</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<b>UFC</b>	Unidades formadoras de colônias
<b>µg</b>	Micrograma
<b>µL</b>	Microlitro



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	20
<b>APRESENTAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	23
<b>CAPITULO 1</b> .....	24
<b>OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	24
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	25
<b>1.1. Objetivo geral</b> .....	25
<b>1.2. Objetivos específicos</b> .....	25
<b>CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	26
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	27
<b>2.1. Caracterização do buriti</b> .....	27
<b>2.2. Descrição botânica</b> .....	27
<b>2.3. Localização geográfica da ocorrência de buriti</b> .....	29
<b>2.4. Composição química básica</b> .....	29
<b>2.4.1. Teor de umidade</b> .....	29
<b>2.4.2. Proteínas</b> .....	30
<b>2.4.3. Lipídios</b> .....	30
<b>2.4.4. Carboidratos</b> .....	31
<b>2.4.5. Minerais</b> .....	31
<b>2.5. Compostos bioativos do buriti e efeitos sobre a saúde</b> .....	31
<b>2.5.1. Carotenóides e compostos fenólicos</b> .....	32
<b>2.6. Potencialidade de uso do buriti</b> .....	36
<b>2.7. Considerações finais</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>CAPÍTULO II</b> .....	44
<b>PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DA ESTOCAGEM DO PREPARADO DE BURITI (<i>Mauritia flexuosa</i> L.)</b> .....	44
<b>RESUMO</b> .....	45

<b>ABSTRACT</b> .....	47
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	49
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	51
2.1. Coleta dos frutos de buriti e obtenção da polpa.....	51
2.2. Caracterização física do buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.).....	51
2.3. Produção do preparado à base de buriti.....	52
2.4. Caracterização da polpa e do preparado à base de buriti .....	53
2.5. Determinação dos minerais da polpa e do preparado à base de buriti.....	54
2.6. Avaliação das características físico-químicas do preparado à base de buriti durante a estocagem .....	54
2.7. Preparação das amostras e determinação de carotenóides.....	55
2.8. Preparação da amostra e determinação de compostos fenólicos totais	55
2.9. Capacidade de sequestro de radicais livres – SRL (DPPH <sup>•</sup> , ABTS <sup>+</sup> )	56
2.10. Análise estatística.....	57
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	57
3.1. Caracterização física do buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.).....	57
3.2. Caracterização química da polpa e do preparado à base de buriti .	57
3.3. Carotenóides e compostos fenólicos totais da polpa e do preparado de buriti .....	61
3.4. Capacidade de sequestro de radicais livres – SRL (DPPH <sup>•</sup> , ABTS <sup>+</sup> )	62
3.5. Estudo da estocagem do preparado de buriti .....	63
<b>CONCLUSÕES</b> .....	68
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>CAPÍTULO III</b> .....	76

<b>APLICAÇÃO DO PREPARADO DE BURITI (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) EM LEITE FERMENTADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL.....</b>	<b>76</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>77</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>79</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>83</b>
<b>2.1. Leite em pó .....</b>	<b>83</b>
<b>2.2. Cultura lática .....</b>	<b>84</b>
<b>2.3. Preparo do leite fermentado .....</b>	<b>84</b>
<b>2.3.1 Composição de macronutrientes do leite fermentado com adição de preparado de buriti .....</b>	<b>85</b>
<b>2.3.2 Avaliação do leite fermentado com adição de preparado de buriti durante a estocagem .....</b>	<b>85</b>
<b>2.4 Determinação de compostos bioativos (carotenóides e compostos fenólicos) e capacidade de sequestro de radicais livres .....</b>	<b>86</b>
<b>2.5 Análise sensorial de leite fermentado .....</b>	<b>88</b>
<b>2.6 Análise estatística .....</b>	<b>91</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>3.6 Caracterização do leite em pó .....</b>	<b>91</b>
<b>3.7 Viabilidade de células da cultura lática .....</b>	<b>92</b>
<b>3.8 Composição centesimal, pH, acidez e sinérese do leite fermentado adicionado de preparado de buriti .....</b>	<b>94</b>
<b>3.9 Compostos bioativos e capacidade de sequestro de radicais livres do leite fermentado durante a estocagem .....</b>	<b>98</b>
<b>3.10 Análise Sensorial.....</b>	<b>105</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>112</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>118</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
<b>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE.....</b>	<b>121</b>

## INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O leite é um produto de alto consumo nacional, sendo um alimento de importante valor nutritivo, uma vez que contém minerais, proteínas, lipídios, carboidratos (lactose) e vitaminas. Apresentando alta atividade de água ( $A_w$ ), pH próximo à neutralidade e é um excelente substrato para a multiplicação de micro-organismos (GERMANO; GERMANO, 2013).

Sendo um alimento de grande importância nutricional, o leite, também, é utilizado como matéria prima para fabricação de diversos outros alimentos que são considerados alimentos funcionais, tais como os leites fermentados. São considerados alimentos funcionais aqueles que, além de fornecer a nutrição básica, promovem a saúde. O objetivo primário dos alimentos funcionais é manter, melhorar e reforçar a saúde dos consumidores via alimentação (OLIVEIRA et al., 2002).

Além disso, a população demanda que os alimentos não sejam apenas não sazonais, não perecíveis, transportáveis e fáceis de preparar, mas que agreguem aspectos de segurança alimentar, sensoriais e nutricionais adequados. Além de atender a estas exigências, consideradas básicas, a população deseja que os alimentos evitem ou diminuam a possibilidade de aparecimento de doenças e prolonguem o aspecto de jovialidade (NITZKE, 2012).

Os alimentos funcionais possuem potencial para promover a saúde por meio de mecanismos não previstos pela nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito restringe-se à promoção da saúde e não à cura de doenças. Neste contexto, o leite e os derivados lácteos estão entre as principais matérias primas para desenvolvimento de alimentos funcionais, uma vez que são muito consumidos, apresentam elevado valor nutritivo, além de apresentarem uma série de benefícios para a saúde: são ricos em cálcio e podem prevenir a osteoporose, possuem proteínas ricas em aminoácidos essenciais e lipídios ricos em ácidos graxos essenciais, são fonte em vitaminas, entre outros benefícios.

O consumo de leites fermentados, em particular, por muito tempo esteve baseado no iogurte tradicionalmente produzido com culturas compostas por *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (bactérias iniciadoras tradicionais). Entretanto, o uso de bactérias probióticas no processo de fermentação dos leites fermentados, associados ou não às bactérias tradicionais, seja como agentes biotecnológicos, que melhoram as características do produto tradicional, como reduzir a

pós-acidificação do produto, pela ação de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* sp., seja como agentes terapêuticos, pelo uso de micro-organismos que promovam efeitos benéficos nos indivíduos que os ingerem.

Aliada ao consumo de leites fermentados, uma tendência observada é a adição de polpa de frutas, que conferem propriedades agradáveis aos produtos, como sabor, aroma e cor, diversificando a gama de produtos disponíveis no mercado. A adição de polpa de frutas também contribui para o aumento do apelo saudável e, ao mesmo tempo, aumenta o valor nutricional desses produtos. Além disso, muitas frutas contêm compostos bioativos, que auxiliam na redução da incidência de certas doenças (ALMEIDA et al., 2011). Neste contexto, o uso de matérias-primas não convencionais pode constituir uma boa oportunidade para a diferenciação dos fabricantes de leite fermentados aumentando o valor agregado e o papel funcional destes produtos nas regiões mais carentes.

Dentre os frutos nativos brasileiros, destaca-se o buriti (*Mauritia flexuosa* L.), que é a palmeira mais abundante no território brasileiro e está distribuída por toda a América do Sul, ocorrendo em diversos estados do Brasil. A polpa do buriti *in natura* e desidratada apresenta atividade antioxidante pela presença de compostos fenólicos. Em relação aos compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides), a polpa de buriti contém ácidos fenólicos, tais como os ácidos p-cumárico, ferúlico, cafeico, protocatecuico, clorogênico e quínico, e flavonóides, tais como catequina, epicatequina, apigenina, luteolina, miricetina, kaempferol e quercetina (BATAGLION et al., 2014). Sob o ponto de vista nutricional, estes compostos possuem papel na redução da incidência de doenças cardiovasculares e câncer, assim como nos processos de envelhecimento (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011a).

O buriti também possui altas concentrações de carotenóides (SOUSA et al., 2012), fitoesteróis e elevadas concentrações de compostos com atividade de vitamina E, mostrando grande potencial de cultivo e uma alternativa para compor a dieta dos brasileiros (COSTA et al., 2010). Os carotenóides, além de serem corantes naturais dos alimentos, apresentam efeitos benéficos à saúde humana, tais como atividade pró-vitamina A, aumento da resposta imune e redução do risco de doenças degenerativas e cardiovasculares. O buriti é considerado uma das principais fontes de pró-vitamina A encontradas na biodiversidade brasileira, em função dos altos teores de beta-caroteno, principal fonte de pró-vitamina (SILVA et al., 2009).

No Brasil, os compostos presentes no buriti têm sido explorados de diversas formas. O óleo das frutas do buriti é utilizado pelas populações rurais como medicamento

natural, vermífugo e analgésico (OLIVEIRA et al., 2013). Os compostos tri-terpenos, identificados nas raízes do buriti, apresentam efeito citotóxico contra células de câncer humano, e atividade antimicrobiana, com significativo efeito contra fungos e bactérias (KOOLEN et al., 2013b).

Atualmente a produção de buriti, a exemplo do restante do país, advém basicamente do extrativismo e as comunidades não realizam a extração desses frutos de forma adequada, devido principalmente a fatores financeiros e de conhecimento técnico. Assim, o estímulo para adição da polpa em outros alimentos poderia também fomentar o processamento e a conservação adequada da polpa, e conseqüentemente, aumentar o potencial de sustentabilidade dos produtores rurais da região.

Uma vez que a dieta da maior parte da população brasileira se baseia em alimentos calóricos, não suficientes para fornecer os outros macronutrientes e alguns micronutrientes essenciais às funções do organismo humano e à realização das atividades diárias, é importante desenvolver alimentos nutricionalmente balanceados (do ponto de vista calórico-proteico e mineral-vitamínico), sensorialmente agradáveis e com preço compatível com o nível de renda da população.

A adição de frutas regionais aos leites fermentados, tal como a polpa de buriti, pode atender a esta expectativa, com o potencial de acrescentar outras propriedades terapêuticas aos produtos obtidos, pelos elevados teores de compostos fenólicos, ácidos graxos e carotenóides. Além disso, os leites fermentados estão, cada vez mais, sendo utilizados pela população em geral, principalmente, em função de seu efeito como repositores da biota intestinal e melhoria do funcionamento do trato digestivo.

Desta forma, neste estudo, o objetivo foi produzir e caracterizar um preparado de buriti (*Mauritia lexuosa* L.) e aplicar em leite fermentado. Este trabalho pretende dar uma maior valorização às potencialidades dos produtos regionais, pelo estímulo na produção de polpa de buriti, além de desenvolver um leite fermentado com compostos bioativos.

## APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi organizado em quatro capítulos para a melhor distribuição e entendimento dos assuntos abordados. O Capítulo I consiste da Revisão Bibliográfica do tema abordado da tese. O capítulo II foi redigido na forma de um artigo científico a ser submetido à publicação em periódico internacional classificado pelo Qualis B1 e trata da “Produção, caracterização e estudo da estocagem do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.)”. O capítulo III foi redigido na forma de um artigo científico a ser submetido à publicação em periódico internacional classificado pelo Qualis B1 e trata da “Aplicação do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em leite fermentado: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial” e o capítulo IV trata das conclusões gerais. Será feita a versão dos capítulos para o inglês antes da submissão.



**CAPITULO 1**  
**OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA**

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo geral**

- Desenvolver um preparado de buriti, efetuar a caracterização físico-química e aplicar em leite fermentado.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Desenvolver um preparado de buriti, avaliar sua composição centesimal, compostos fenólicos totais, carotenóides totais e capacidade de sequestrar radicais livres, assim como efetuar estudo da estocagem durante 30 dias;
- Desenvolver leites fermentados com diferentes teores de preparado de buriti (controle – sem adição de preparado, e com adição de 10%, 20% e 30%) e efetuar a caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de leite fermentado adicionado de preparado de buriti.

## **CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Caracterização do buriti**

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é a palmeira mais abundante no território brasileiro, está distribuído por toda a América do Sul e tem um importante papel social para a população, principalmente para as comunidades extrativistas, como fonte de renda e de emprego.

A palmeira *Mauritia flexuosa* está associada a um ambiente pantanoso na Floresta Amazônica e áreas de Cerrado (savana neotropical), cujo bioma tem marcada sazonalidade climática (RIBEIRO et al., 2014). Esta palmeira é muito conhecida nestas regiões devido à sua importância regional, pois dela se aproveita desde os frutos até as raízes, sendo apelidada pelos nativos de “árvore da vida”.

As folhas são usadas como cobertura para casas, fornecendo ainda fibras para artesanato, empregadas na confecção de esteiras, redes, cordas, chapéus, etc. (FELFILI et al., 2004; MARTINS et al., 2010). O buriti também fornece palmito comestível. Do fruto do buriti se extrai o óleo, comestível e empregado na fritura de alimentos.

A polpa extraída do fruto do buriti é um produto amplamente comercializado e consumido pelas populações rurais e urbanas em grande parte do país. Na época de safra, a polpa é facilmente encontrada em feiras locais, movimentando uma economia importante, porém quase sempre informal e invisível às estatísticas oficiais (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012). A polpa é bastante apreciada e, após a fermentação, fornece o vinho de buriti, consumido com açúcar e farinha de mandioca. Também é empregada no preparo de doces, sorvetes, picolés, refrescos, etc. A amêndoa é espessa e duríssima, semelhante ao marfim vegetal, embora de qualidade inferior, e é utilizado em vários trabalhos, da confecção de botões a pequenas esculturas (FERREIRA, 2005).

Além de fornecer matéria-prima para remédios, alimentos, artesanato e abrigo, a árvore do buriti desempenha um papel importante para a manutenção de nascentes e cursos d'água no Cerrado, sendo assim, fundamental para o ecossistema e para as populações que nele vivem (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

### **2.2. Descrição botânica**

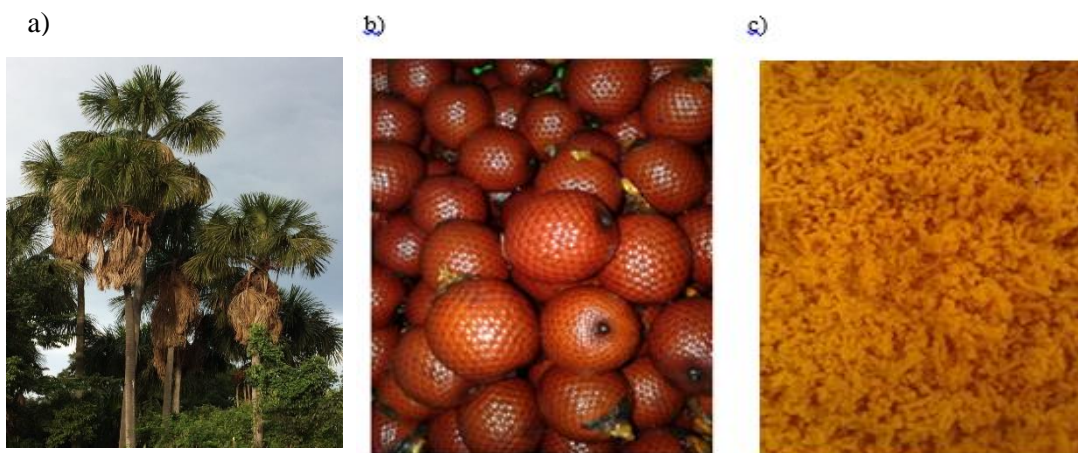
O buriti pertence ao reino vegetal, da classe Angiosperma, subclasse Monocotyledonae, da família Arecaceae, do gênero *Mauritia* e espécie: *Mauritia flexuosa* L. (GAZEL FILHO; LIMA, 2001).

Há uma variedade de nomes populares atribuídos ao buriti, principalmente em função da vasta extensão territorial onde é encontrado, tais como: miriti, moriti, muriti, muruti, miritizeiro, palmeira-do-brejo, buriti-do-brejo, carandá-guassú, moriche (Venezuela), Palmierbâche (Guiana), Aguaje, e Achual (Peru) (FERREIRA, 2005).

Cada palmeira (Figura 1a) produz em média entre 150 e 200 kg de frutos/ano e cada fruto pesa cerca de 50 g (Figura 1b), cuja polpa é macia, de coloração amarela escura, da qual se pode extrair o óleo (SHANLEY; MEDINA, 2005). É uma palmeira mono caule, dióica, com 28 a 35 m de altura e caule liso, medindo de 23 a 50 cm de diâmetro. Suas folhas são do tipo costa-palmadas, com bainha com 1 a 2,56 m de comprimento, pecíolo com 1,6 a 4 m de comprimento, tamanho da folha até 5,83 m de comprimento, com 120 a 236 segmentos. Esta palmeira apresenta inflorescência interfoliar, frutos medindo 5,0 x 4,2 cm de diâmetro (FERREIRA, 2005).

O fruto do buriti (Figura 1b) caracteriza-se como uma drupa de formato globoso-alongado, de coloração castanho-avermelhado típico, coberto por escamas rombóides, e sua polpa constitui uma massa espessa marcadamente alaranjada rica em óleo (LIMA et al., 2009). Cada fruto possui uma semente de formato oblongo com coloração esbranquiçada e bi-tegumentar, com endosperma homogêneo e duro; no entanto, há relatos de frutos com duas sementes (MIRANDA; RABELO, 2008).

O mesocarpo é a parte comestível do fruto e de grande importância econômica, pois dela é possível obter polpas (Figura 1c), sucos, doces, geleias e outros. A polpa é representada por uma camada espessa de massa amarelada ou alaranjada e representa cerca de 21% do fruto (ROSSI et al., 2014).



**Figura 1** – a) Palmeira do buriti, b) fruto do buriti, c) polpa de buriti.

### 2.3. Localização geográfica da ocorrência de buriti

No Brasil, o buriti ocorre nos biomas: Cerrado, oeste da Caatinga, Pantanal e Amazônia (Figura 2). Também ocorre na Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. O limite sul da distribuição é o Mato Grosso do Sul e a Cordilheira dos Andes a oeste (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

**Figura 2** - Localização geográfica da ocorrência de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Adaptado de Sampaio e Carrazza (2012).



### 2.4. Composição química básica

Diversas pesquisas mostram muita variação na composição centesimal do buriti, principalmente, em função da vasta região de abrangência da presença do buritizeiro, uma vez que estas regiões possuem características edafo-climáticas bem distintas.

#### 2.4.1. Teor de umidade

A polpa de buriti apresenta teores de umidade variando entre 50% e 80%. Carneiro e Carneiro (2011b) estudando os aspectos físicos, químicos e tecnológicos dos frutos e da polpa desidratada de buriti encontraram valores de umidade de 54,3%. Manhães e Sabaa-Srur (2011) obtiveram de 62,9% de umidade para frutos do buriti

coletados no Pará, enquanto Darnet et al. (2011) obtiveram 50,5% de umidade para polpa de frutas da região Amazônica e Gazel Filho e Lima (2001) detectaram 72,8% de umidade. Os teores de umidade reportados na Tabela de Alimentos Regionais Brasileiros indicam que o buriti apresenta em média 79,9% de umidade (BRASIL, 2015). As variações encontradas no teor de umidade do buriti podem estar relacionadas com a região de produção, estágio de maturação, método de coleta e despulpamento, entre outros fatores.

#### **2.4.2. Proteínas**

A polpa de buriti apresenta teores de proteínas de 1,4% a 3,7% (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011b; DARNET et al., 2011; GAZEL FILHO; LIMA, 2001; MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). A Tabela de Composição de Alimentos Regionais Brasileiros indica que o buriti apresenta média de 1,8% de proteínas (BRASIL, 2015).

O buriti, apesar de não ser considerado uma fonte de proteínas, apresenta polpa com elevados teores de aminoácidos sulfurados (metionina + cisteína), aromáticos (fenilalanina + tirosina) e triptofano quando comparados com a proteína padrão da *Food and Agriculture Organization* (FAO) (MANHÃES, 2007). Esses aminoácidos normalmente são limitantes em muitas proteínas de origem vegetal, principalmente os sulfurados e o triptofano.

#### **2.4.3. Lipídios**

A polpa de buriti apresenta teores de lipídios de 13,8 a 19% (BRASIL, 2015; CARNEIRO; CARNEIRO, 2011b; MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011; DARNET et al., 2011, GAZEL FILHO; LIMA 2001).

Os lipídios totais, segundo maior componente da composição centesimal em termos de quantidade na polpa de buriti (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011), representam todas as substâncias solúveis em solvente orgânico, sendo incluídos nessa categoria óleos e gorduras, carotenóides, clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas lipossolúveis, entre outros (IAL, 2005).

Dentre os lipídios, o buriti apresenta, aproximadamente, 18,29% de ácidos graxos saturados, 1,29% de ácido graxo monoinsaturado e 77,49% de ácidos graxos polinsaturados (COSTA et al., 2011). O óleo do buriti contém cerca de 0,6% de ácido caprílico (C8:0), 18-19% de ácido palmítico (C16:0), 2% de ácido esteárico (C18:0), do total de ácidos graxos monoinsaturados, 73-75% é de ácido oléico (C18:1c); do total de ácidos graxos polinsaturado, 2,7% é de ácido linoléico (C18:2c) e 2,2% de ácido

linolênico (C18:3c) (ALBUQUERQUE et al., 2005; MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011).

#### **2.4.4. Carboidratos**

Segundo a tabela de composição de alimentos, o buriti apresenta 10,20% de carboidratos (BRASIL, 2002). No entanto, Carneiro e Carneiro (2011b), estudando frutos e polpa desidratada de buriti, encontraram teores de 25,53% de carboidratos, enquanto, Sampaio e Carrazza (2012) obtiveram teores que variam de 8 a 46%. Esta diferença pode estar associada à época de colheita, à região de colheita, ao método de avaliação, se com base na matéria natural ou matéria seca, entre outros fatores.

#### **2.4.5. Minerais**

A análise de perfil de minerais da polpa do buriti revelou a presença de importantes macros e microminerais. Os principais minerais são: 74-113 mg.100g<sup>-1</sup> de cálcio, 202-240 mg.100g<sup>-1</sup> de potássio, 11-12 mg.100g<sup>-1</sup> de sódio, 38-40 mg.100g<sup>-1</sup> de magnésio, 1,8-3,5 mg 100g<sup>-1</sup> de ferro, 0,15 mg.100g<sup>-1</sup> de cobre, 0,6 mg.100g<sup>-1</sup> de zinco, 19,0 mg.100g<sup>-1</sup> de fósforo, além de traços de outros minerais (cromo, selênio, iodo, manganês, alumínio, etc.). Os teores de cinzas do buriti variam de 0,2 a 0,9% (BRASIL, 2015; DARNET et al., 2011; GAZEL FILHO; LIMA, 2001; MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011).

Destaque importante deve ser dado ao selênio (BRASIL, 2002) por apresentar capacidade antioxidante, participação na conversão do T4 (tiroxina) em T3 (triiodotironina), proteção contra a ação nociva de metais pesados e xenobióticos, redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis e o aumento da resistência do sistema imunológico (COMINETTI; COZZOLINO, 2009a).

Outro mineral que merece destaque é o zinco, pois participa na síntese de proteínas e membranas celulares, participa do sistema imunológico, melhora a imunidade, age na divisão celular, no desenvolvimento reprodutivo e no restabelecimento tecidual, além de atuar com o cobre como antioxidante (COMINETTI; COZZOLINO, 2009b). O zinco também está envolvido na expressão dos genes, na síntese de hormônios e na transmissão do impulso nervoso (FIORINI, 2008).

### **2.5. Compostos bioativos do buriti e efeitos sobre a saúde**

Os alimentos que contêm compostos bioativos, denominados funcionais, podem ser uma alternativa para contribuir beneficemente com a saúde da população, por



reduzirem o dano oxidativo dos radicais livres dos componentes celulares, pela presença de antioxidantes, por apresentarem efeitos anti-inflamatórios e pela prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009).

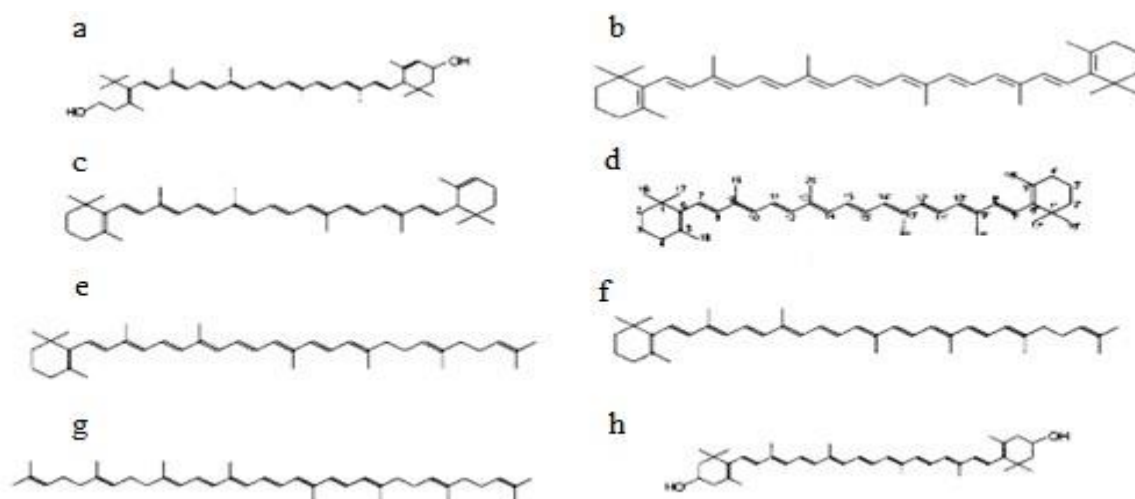
### **2.5.1. Carotenóides e compostos fenólicos**

Além dos macros componentes, o buriti também apresenta compostos bioativos. O fruto do buriti contém de 37,2 a 44,6 mg.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides totais (70% β-caroteno, 12% α-caroteno e 1,6% luteína) (LIMA et al., 2009) (Figura 3). Esses teores são extremamente significativos, uma vez que a cenoura crua, considerada fonte de carotenóides, apresenta 1,9 mg.100 g<sup>-1</sup> de α-caroteno, 2,9 mg.100 g<sup>-1</sup> de β-caroteno e 3,21 mg.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides equivalentes em vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008), podendo o óleo de buriti, após extraído, ser usado no combate à hipovitaminose A. Além disso, o buriti possui altas concentrações de fitoesteróis e elevadas concentrações de compostos com atividade de vitamina E, mostrando grande potencial de cultivo e uma alternativa para compor a dieta por possuir componentes bioativos. Possui aproximadamente 15 g.100 g<sup>-1</sup> de tocoferóis totais e 9-10 g.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides e cerca de 7,9 g.100 g<sup>-1</sup> de β-caroteno. O óleo e a polpa são considerados as principais fontes de pró-vitamina A, pelos altos teores de β-caroteno, encontradas na biodiversidade brasileira e entre todas as plantas do mundo (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999; SILVA et al., 2009; COSTA et al., 2010). O β-caroteno é reconhecido como o mais potente precursor de retinol, que pode ser convertido em retinol pela enzima 15,15'-dioxigenase. Essa transformação ocorre, principalmente, nas células absortivas do intestino. A vitamina A pré-formada é encontrada em fontes de origem animal (fígado, gema de ovo e produtos lácteos), enquanto os carotenóides são encontrados, primariamente, em fontes de origem vegetal como óleos, frutas e hortaliças. O fígado é o principal órgão responsável pelo armazenamento, metabolismo e distribuição da vitamina A para os tecidos periféricos (RAMALHO, 2010).

Além do buriti, as frutas da Amazônia em geral, tais como tucumã, bocaiúva, bacuri e umari (mari) são ricas fontes de β-caroteno, e por isso, algumas deficiências comuns na população brasileira, como a falta de vitamina A, podem ser supridas com as frutas amazônicas. Os carotenóides são compostos notáveis por possuírem ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. Embora sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), os carotenóides estão entre os constituintes alimentícios mais importantes. São pigmentos

naturais responsáveis pelas cores de amarelo a laranja ou vermelho de muitas frutas, hortaliças, gema de ovo, crustáceos cozidos e alguns peixes. (SHANLEY; MEDINA, 2005; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Esta vitamina exerce papel fundamental na visão, crescimento, desenvolvimento ósseo e manutenção do tecido epitelial. A atividade biológica dos carotenóides tem sido relacionada à propriedade antioxidante, isto é, a sua capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e de interagir com radicais livres (KOBORI et al., 2010).

**Figura 3** - Estrutura química dos principais carotenoides presentes no buriti (*Mauritia flexuosa* L.). a - luteína, b – all-trans- $\beta$ -caroteno, c -  $\alpha$ -caroteno, d -  $\beta$ -caroteno, e -  $\beta$ -zeacaroteno, f -  $\gamma$ -caroteno, g -  $\zeta$ -caroteno, h – zeaxantina. (Fonte: Adaptado de RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).



O buriti pode ser destacado entre os alimentos funcionais, uma vez que é uma excelente fonte de óleo vegetal, rico em  $\beta$ -caroteno e ácido oleico com elevada atividade antioxidante (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). Em estudo sobre a atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* de uma dieta suplementada com buriti para ratos jovens, foi observado que a polpa do buriti apresentava alto conteúdo de ácido graxos oleico (73,3%), compostos fenólicos ( $192 \pm 0,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) e carotenóides ( $23,9 \pm 0,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), bem como uma elevada atividade antioxidante *in vitro* (ROMERO et al., 2015).

Além dos carotenóides e vitaminas, citados anteriormente, os compostos fenólicos presentes no buriti possuem alto potencial antioxidante devido à capacidade de neutralizar e sequestrar radicais livres. Esses compostos, principalmente os ácidos

fenólicos, podem ser utilizados pela indústria na conservação de alimentos. O consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos, como chás, vinhos e frutos foi relacionado com a baixa incidência de doenças degenerativas (ACHKAR et al., 2013).

Dentre os compostos fenólicos, o buriti apresenta 96,12 mg.100 g<sup>-1</sup> de catequinas, 110,99 mg.100 g<sup>-1</sup> de epicatequinas, 106,09 mg.100 g<sup>-1</sup> de luteolina, 89,55 mg.100 g<sup>-1</sup> de ácido cafeico, 217,59 mg.100 g<sup>-1</sup> de ácido protocatecuico, 115,41 mg.100 g<sup>-1</sup> de ácido clorogênico (Figura 4), entre outros compostos em baixas concentrações (BATAGLION et al., 2014).

A concentração destes compostos também varia com a região; o buriti nativo da Amazônia apresentou 118 ± 2 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos totais (SANTOS et al., 2015), enquanto a polpa de buriti do Cerrado apresentou valores bem superiores de compostos fenólicos (435,08 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>), e elevada capacidade antioxidante (CANDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, 2015).

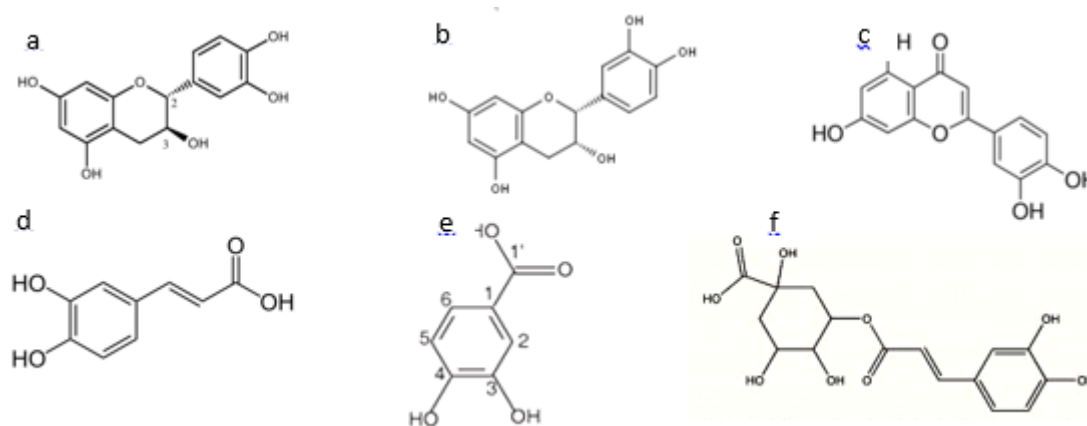
Os compostos fenólicos têm sido muito estudados devido ao potencial antioxidante (capacidade de sequestro de radicais livres) e influência na qualidade dos alimentos (SOARES, 2002), pois podem afetar positiva ou negativamente as características sensoriais dos alimentos com impactos na cor, sabor e adstringência. Este impacto precisa ser melhor avaliado, uma vez que é importante que os produtos de promoção da saúde possam também ser palatáveis e largamente consumidos (OLIVEIRA; CARVALHO; MELO, 2014).

Os radicais livres são substâncias formadas endogenamente no organismo humano e apesar de possuírem sua função fisiológica, podem causar lesões celulares e levar ao aparecimento de diversas doenças degenerativas, como aterosclerose, demência senil, câncer, catarata, disfunções cerebrais e cardiovasculares e neoplasias, além de estarem implicadas no processo de envelhecimento (GALIZIA; WAITZBERG, 2001).

Os radicais livres são instáveis e extremamente reativos, desencadeando reações de oxidação nos ácidos graxos presentes nas membranas biológicas e em alimentos, levando à rancidez e ao desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e à perda de valor nutricional (SOUSA et al., 2007).

A produção de radicais livres é controlada por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena, ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes (vitaminas E e C, compostos fenólicos e carotenóides) (SOUSA et al., 2007). Eles agem estabilizando ou desativando os radicais livres antes mesmo que eles ataquem os alvos biológicos nas células (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

**Figura 4** - Estrutura química dos principais compostos fenólicos presentes no buriti (*Mauritia flexuosa* L.) a – catequinas, b – epicatequinas, c – luteolina, d - ácido cafeico, e - ácido protocatecuico, f - ácido clorogênico. Fonte: Adaptado de <http://www.gluon.com.br/>(a, b), <http://www.extrasynthese.com/products-catalog.html> (c, f), <http://www.sigmaaldrich.com> (d, e).



A polpa de buriti na forma desidratada é uma alternativa que, tecnologicamente utilizada, desempenharia papel importante no desenvolvimento de muitos produtos, possibilitando opções a pequenos produtores e cooperativas rurais, pela presença dos compostos fenólicos e capacidade antioxidante (SOUSA et al., 2012).

Além dos compostos com atividade antioxidante, nas raízes da palmeira do buriti, foram identificados compostos tri-terpenos com estruturas similares, incluindo ácido maurítico, com efeito citotóxico em linhagens de células de câncer humano, e atividade antimicrobiana, com significativo efeito contra fungos e bactérias, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e *Candida tropicalis* (KOOLEN et al., 2013 b). Por outro lado, o extrato da folha e a polpa de buriti possuem efeito antimicrobiano contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Micrococcus luteus*, porém não apresentaram atividade contra *Echerichia coli* e *Bacillus cereus* (KOOLEN et al., 2013 a).

Batista et al. (2012) estudaram a atividade antibacteriana *in vitro* e cicatrizante de um creme contendo 10 % de óleo de buriti em feridas de ratos. Os resultados da

atividade antimicrobiana mostraram inibição de *Enterobacter aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Klebsiella pneumoniae*. Em relação ao efeito cicatrizante da ferida dos ratos, houve redução significativa da área da ferida após 14 dias e maior percentual de contração das feridas do grupo tratado em relação ao controle. Além disso, feridas tratadas com o creme contendo óleo do buriti apresentavam aumento significativo na contagem de fibroblastos e fibras colágenas, além de completo processo de re-epitelização.

Na medicina popular, o óleo do buriti também é utilizado pelas populações rurais como medicamento natural, vermífugo cicatrizante, energético natural, revitalizante da pele cansada e analgésico (OLIVEIRA et al., 2013).

Estes dados demonstram o potencial terapêutico atribuído ao buriti, e abrem possibilidades para utilizá-lo como fitoterápico. No entanto, estudos complementares são necessários para comprovar sua eficácia (BATISTA et al., 2012).

## **2.6. Potencialidade de uso do buriti**

O Brasil apresenta um grande potencial mercadológico na área de alimentos. Na atualidade, os alimentos funcionais com suas características e propriedades de preservação e promoção da saúde adquiriram um importante papel na área de novos produtos. Em 2013, o mercado internacional de alimentos movimentou cerca de US\$ 1,46 trilhão, com as exportações lideradas pela Europa (41,9%), seguidas por Ásia (21%), América do Norte (14,6%) e América do Sul e Central (13,6%) (SOUZA, 2015).

Considerando os efeitos benéficos e as características do buriti, existe um grande potencial para o desenvolvimento de produtos contendo compostos bioativos da biodiversidade brasileira, visando atender essa demanda por alimentos funcionais. Na literatura encontram-se muitos estudos de desenvolvimento de produtos à base de buriti. Celestino (2013) desenvolveu uma geleia e avaliou a vida de prateleira; a geleia de buriti manteve estabilidade nutricional e sensorial durante 90 dias, demonstrando ser uma alternativa para o aproveitamento do fruto.

Devido ao seu elevado potencial de uso como alimento funcional, bicomcombustível, uso em nanotecnologia e artesanato, a demanda por matéria-prima derivada do buriti deverá ser bastante incrementada (SILVA; MARTINS; AGOSTINI-COSTA, 2010). Além da área de alimentos, os derivados do buriti têm sido destacados na área de cosméticos. O óleo de buriti é comercializado para empresas cosméticas que o beneficiam, revendendo para outras empresas nacionais ou enviando para indústrias

fora do país, principalmente para a Europa. Destaca-se ainda, que atualmente a demanda por esse produto é maior do que o ofertado (AFONSO; ANGELO, 2016).

Na área farmacêutica e de cosméticos, o óleo de buriti tem sido incluído em formulações por conferir cor, aroma e qualidade a diversos produtos de beleza, tais como creme hidratante, shampoo, condicionador, filtro solar e sabonetes (ISPN – Instituto Sociedade, População de Natureza) (SEMMLER, 2011). Dentre os benefícios apontados pelas indústrias de cosméticos, o óleo de buriti aumenta a elasticidade e diminui o ressecamento da pele exposta à radiação solar; auxilia na regeneração dos lipídios da camada córnea e aumenta o Fator de Proteção Solar (FPS). É indicado para formulações cosméticas *anti-aging*, produtos solares e pós-solares, fortalecedores capilares, produtos para cabelos tingidos e danificados, sabonetes líquidos em barra ou *shower gel*, cremes, loções e emulsões para a pele numa concentração de apenas de 1 a 5 % do óleo (AFONSO; ANGELO, 2016).

O óleo de buriti, baru e pequi foram usados na elaboração de sabonete líquido. O produto apresentou boa qualidade físico-química, e atendeu os padrões estabelecidos pela legislação brasileira vigente. Ainda, o óleo de buriti obteve os melhores resultados para os parâmetros viscosidade, cor, índice de saponificação e de peróxidos. A atividade antimicrobiana dos sabonetes contendo óleos de buriti, baru e pequi foi testada na presença de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida krusei*, *Candida albican* e *Candida parapsilosis*. Os óleos foram efetivos contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Candida parapsilosis*, enquanto o sabonete contendo os óleos de buriti, baru e pequi apresentaram atividade antimicrobiana moderada. Dentre os produtos, o sabonete líquido, produzido com óleo de buriti, possui a maior atividade antimicrobiana frente aos micro-organismos estudados (SOARES, 2014).

Outra área em franco desenvolvimento é a utilização do óleo de buriti como fotoprotetor. Zanatta et al. (2010) pesquisaram o potencial fotoprotetor das emulsões formuladas com óleo de buriti contra a radiação UV em queratinócitos, que são células precursoras de queratina e fibroblastos, e formadoras de fibras musculares. As emulsões de óleo de buriti foram consideradas veículos potenciais para o transporte de moléculas precursoras de antioxidantes e também podem ser usadas como adjuvantes na proteção contra o sol, especialmente em formulações após exposição ao sol. No entanto, a eficácia do óleo como fotoprotetor contra radiação UVA/UVB deve ser avaliada em associação com filtros UV químicos, para investigar se os antioxidantes podem fornecer

aumento da fotoproteção quando comparada com o produto contendo apenas filtros químicos.

Além das aplicações farmacêuticas do óleo de buriti, a palha do buriti tem sido estudada para a produção de celulose. O rendimento máximo de 66,46% é considerado bastante alto, devido principalmente, aos altos teores de celulose (69,41%) e pentosanas (16,10%) presentes na palha (PEREIRA et al., 2003). Pelos bons resultados obtidos, esta espécie pode apresentar-se como fonte alternativa não arbórea de matéria-prima para a produção de celulose kraft (AFONSO; ÂNGELO, 2016).

O buriti, também, vem sendo estudado para produção de embalagens ativas. O óleo de buriti foi incorporado em filmes de quitosana. A maior concentração (31.30 g/m<sup>2</sup>) do óleo melhorou a barreira de vapor de água atuando como um plastificante, aumentando o alongamento à quebra (elasticidade) e diminuindo a resistência à tração de filmes de quitosana, com isso verificou-se que apresentaram barreira microbiana contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (SILVA et al., 2016).

## **2.7. Considerações finais**

As pesquisas mostram a enorme variedade e o potencial de utilização do buriti para diversas finalidades. Os resultados obtidos mostram a importância e a necessidade de explorar todas as potencialidades do buriti, seja na área de alimentos, na área da saúde, ou mesmo na área de embalagens ou de construção civil.

Os benefícios do buriti e de seus derivados para a saúde humana precisam ser melhor explorados, a fim de entender os mecanismos de ação nas diversas aplicações. Com novos conhecimentos será possível estimular e valorizar ainda mais o consumo e beneficiamento do buriti e de seus derivados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, p. 398-406, 2013.

AFONSO, S. R.; ÂNGELO, H. A Cadeia produtiva do buriti (*Mauritia* sp). Universidade de Brasília. Disponível em: [http://www.cnf.org.pe/secretaria\\_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Sandra%20Regina%20Afonso.pdf](http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Sandra%20Regina%20Afonso.pdf). Acesso em: 16 mar. 2016.

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; PETRUS JR., A.; MOREIRA, S. G. C.; BARBOSA NETO, N. M.; CORREA, D. S.; ZILIO, S. C. Characterization of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, p. 1113-1117, 2005.

ALMEIDA, M. M. B., SOUSA, P. H. M., ARRIAGA, A. M. C., PRADO, G. M., MAGALHÃES, C. E. C., MAIA, G. A. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from Northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155–2159, 2011.

BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M. A., EBERLIN, M. N., KOOLEN, H. H. F. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**, v. 66, p. 396–400, 2014.

BATISTA, J. S., OLINDA, O. G., MEDEIROS, V. B, RODRIGUES, C. M. F., OLIVEIRA, A. F., PAIVA, E. S., FREITAS, C. I. A., MEDEIROS, A. C. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **Ciência Rural**, v. 42, p. 136-141, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução n. 02, de 07 de janeiro de 2002. Alimentos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde na categoria de substâncias bioativas e probióticos isolados. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em 04 de Abril de 2017.

BRASIL. **Alimentos Regionais Brasileiros**. 2 ed. Eduardo Alves Melo (ed.). Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.

CANDIDO, T. L. N., SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, p. 313-319, 2015.

CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro das polpas do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) in natura e desidratada. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 38, 2011a. Suplemento disponível em: <http://www.revistanutrire.org.br/articles/view/id/4fce08a81ef1fafa2f000009>. Acesso em: 14 abr. 2014.



CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 105-111, 2011b.

CELESTINO, S. M. C. **Desenvolvimento e avaliação da vida de prateleira de geleia de buriti**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2013. 27p.

COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. **Funções plenamente reconhecidas de nutrientes selênio**. v. 8. ILSI Brasil. 2009a. Disponível em <http://www.ilsi.org/Brasil/Documents/08%20-%20Sel%20C3%AAnio.pdf>. Acesso em: 3 de abril de 2016.

COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. **Funções plenamente reconhecidas de nutrientes zinco**. v. 8. ILSI Brasil. 2009b. Disponível em <http://docplayer.com.br/12586636-Zinco-funcoes-plenamente-reconhecidas-de-nutrientes-volume-7-serie-de-publicacoes-ils-brasil.html>. Acesso em: 22 de Fevereiro de. 2017.

COSTA, P. A.; BALLUS, C. A.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Fatty acids profile of pulp and nuts of Brazilian fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 950-954, 2011.

COSTA, P. A.; BALLUS, C. A.; TEIXEIRA-FILHO, J.; GODOY, H. T. V. Phytosterols and tocopherols content of pulps and nuts of Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 43, p. 1603-1606, 2010.

DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M.; RODRIGUES, A. M. C.; LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Food Science and Technology**, v. 31, p. 488-491, 2011.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; BORGES FILHO, H. C. B.; VALE, A. T. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. (Eds.). **Cerrado Ecologia e Caracterização**. EMBRAPA Informação Tecnológica, p. 177-220, 2004.

FERREIRA, A. L. A. MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, p. 61-68, 1997.

FERREIRA, M. G. R. O buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Informação Técnica EMBRAPA Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, 2005. Disponível em: <http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Buriti%20folder%20embrapa.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2016.

FIORINI, L. S. Dossiê: os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**, v. 4, p. 48-65, 2008.

GALIZIA, M. S.; WAITZBERG, D. L. Mechanism of action of free radicals and antioxidants. **Brazilian Journal of Clinical Nutrition**, v. 16, p. 79-89, 2001.

GAZEL FILHO, A. B.; LIMA, J. A. S. O buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.) e seu potencial de utilização. EMBRAPA: Documentos 27. 2001. Disponível em <[http://www.bibliotecafloral.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7758/Documentos\\_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecafloral.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7758/Documentos_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 02 Abr. 2016.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Sistema de Gestão: Qualidade e Segurança dos Alimentos. Editora Manole. 1ª Ed. Pag. 6-7, 2013.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

KOBORI, C. N.; HUBER, L. S.; KIMURA, M; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid contents in Brazilian tomato products. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, p. 78-83, 2010.

KOOLEN, H. H. F, DA SILVA, F. M. A. GOZZO, F. C., DE SOUZA, A. Q. L., DE SOUZA, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) by UPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 467-473, 2013 a.

KOOLEN, H. H. F., SOARES, E. R., SILVA, F. M. A., OLIVEIRA, A. A., SOUZA, A. Q. L., MEDEIROS, L. S., RODRIGUES-FILHO, E., CAVALCANTI, B. C., PESSOA, C. O., MORAES, M. O., SALVADOR, M. J., SOUZA, A. D. L. Mauritic acid: a new dammarane triterpene from the roots of *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae). **Natural Product Research**, v. 27, p. 2118-2125, 2013 b.

LIMA, A. L. S.; LIMA, K. S. C.; COELHO, M. J.; SILVA, J. M.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. Avaliação dos efeitos da radiação gama nos teores de carotenóides, ácido ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). **Acta Amazônica**, v. 39, p. 649-654, 2009.

MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 856-863, 2011.

MANHÃES, R. L. T. **Caracterização da polpa do buriti (*Mauritia flexuosa* L.): um potente alimento funcional.** 2007. 78f. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MARTINS, R. C.; SANTELLI, P.; FILGUEIRAS, T. S. Buriti. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. (Eds.). **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil.** EMBRAPA Informação e Tecnológica, Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 109-126, 2010.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. Guia de Identificação das palmeiras de Porto Trombetas/PA. **Editora UFAM**, INPA, Manaus, 2008. 365 p. v. 1.

NITZKE, J. A. **Alimentos funcionais – uma análise histórica e conceitual. Capítulo publicado no livro** “Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de

alimentos certificados”. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curitiba, p. 11-23, 2012.

OLIVEIRA, D. M.; SIQUEIRA, E. P.; NUNES, Y. R. F., COTA, B. B. Flavonoids from leaves of *Mauritia flexuosa*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 23, p. 614-620, 2013.

OLIVEIRA, L. L.; CARVALHO, M. V.; MELO, L. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. **Revista Ceres**, v. 61, p. 764-779, 2014.

OLIVEIRA, M. N.; SIVIERI, K, ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, p. 1-21, 2002

PEREIRA, S. J.; MUÑIZ, G. I. B.; KAMINSKI, M.; KLOCK, U.; NISGOSKI, S.; FABROWSKI, F. J. Celulose de buriti (*Mauritia vinífera Martius*). **Scientia Forestalis**, v. 63, p. 202-213, 2003.

RAMALHO, A. **Vitamina A: funções plenamente reconhecidas de nutrientes**. Série de Publicações ILSI Brasil. 2010. Disponível em <<http://www.ilsi.org/Brasil/Documents/12%20-%20Vitamina%20A.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2016.

RIBEIRO, E. M. G.; BAPTISTEL, A. C.; LINS NETO, E. M. F.; MONTEIRO, J. M. Conhecimento etno-botânico sobre o buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) em comunidades rurais do município de Currais, Sul do Piauí, Brasil. **Gaia Scientia**. Volume especial Populações Tradicionais, p 28-35, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides**: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

ROMERO, A. B. R.; MARTINS, M. C. C.; NUNES, P. H. M.; FERREIRA, N. R. T.; BRITO, A. K. S.; CUNHA, P. F. M.; LIMA, A.; ASSIS, R. C.; ARAÚJO, E. M. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.). **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, p. 2153-2161, 2015.

ROSSI, A. A. B.; GOMES, A. D.; SILVEIRA, G. F.; RAMALHO, A. B.; BARBOSA, R. Caracterização morfológica de frutos e sementes de *Mauritia flexuosa* L. F. (*Arecaceae*) com ocorrência natural na Amazônia Matogrossense. **Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer**, v. 10, p. 852-862, 2014.

SAMPAIO, M. B.; CARRAZZA, L. R. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2012, 76 p.

SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. S. M.; BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, p. 591-602, 2015.

- SEMMLER, T. C. **Estudos de pré-formulação e desenvolvimento de preparações cosméticas**. 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdades de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300 p.
- SILVA, D. B.; MARTINS, R. C.; AGOSTINI-COSTA, T. S. **Buriti**. Série frutas nativas. Edição Comemorativa dos 40 anos da SBF. Jaboticabal: Funep. 2010. 52 p.
- SILVA, M. F.; LOPES, P. S.; SILVA, C. F.; YOSHIDA, C. M. P. Active packaging material based on buriti oil – *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) incorporated into chitosan films. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, p. 1-9, 2016.
- SILVA, S. M., SAMPAIO, K. A.; TAHAM, T., ROCCO, S. A., CERIANI, R., MEIRELLES, A. J. A. Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.) grown in the Brazilian Amazon region. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 86, p. 611-616, 2009.
- SOARES, N. R. **Avaliação da atividade antimicrobiana e caracterização físico-química de sabonete líquido à base de óleo de baru, buriti e pequi**. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.
- SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G. M.; AYRES, C. L. S. C.; ARAUJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAUJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.
- SOUSA, P. B.; SILVA, E. F. MONÇÃO, E. C.; SILVA, J. N.; SILVA, M. J. M.; SOUSA, M. M. Caracterização físico-química, fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **Revista CIENTEC**, v. 4, p. 75-83, 2012.
- SOUZA, R. R. C. O comércio internacional de alimentos e o desafio das barreiras não tarifárias. **International Centre for Trade and Sustainable Development**. Pontes, v. 11, n. 5, 2015. Disponível em <<http://www.ictsd.org/bridges-news/pontes/news/o-com%C3%A9rcio-internacional-de-alimentos-e-o-desafio-das-barreiras-n%C3%A3o>>. Acesso em: 3 abr. 2015.
- VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, p. 157-166, 2009.
- ZANATTA, C. F.; MITJANS, M.; URGATONDO, V.; ROCHA-FILHO, P. A.; VINARDELL, M. P. Photoprotective potential of emulsions formulated with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 70-75, 2010.

## **CAPÍTULO II**

### **PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DA ESTOCAGEM DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.)**

## RESUMO

Os preparados de fruta são misturas homogêneas obtidas a partir da mistura de frutas com outros ingredientes, com a finalidade de conferir cor, textura, sabor ou outros atributos a iogurtes, bebidas lácteas, chás, sucos, etc. A produção de preparado de polpa de buriti é uma alternativa de aproveitamento dos frutos, possibilitando sua utilização, maior oferta e qualidade na comercialização. Além disso, o buriti apresenta em sua composição  $\beta$ -caroteno e compostos fenólicos com alta capacidade antioxidante. Nesse trabalho, o objetivo foi desenvolver um preparado à base de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para utilização em alimentos, incluindo os produtos lácteos. Os frutos foram colhidos na região de Caxias, MA, caracterizados quanto ao tamanho e peso, lavados em água corrente, seguida de imersão em água clorada, secos naturalmente e armazenados em sacos escuros e estocados em câmaras de resfriamento, até o momento da retirada da polpa. A polpa foi retirada manualmente, embalada e congelada. Para elaboração do preparado de buriti, a polpa integral foi descongelada, passada em tamis de aço inoxidável, adicionada de açúcar, estabilizante e água. A mistura foi agitada, submetida à pasteurização, embalada a vácuo e armazenada. Para a caracterização físico-química da polpa e do preparado de buriti foram determinados: umidade, lipídios, proteína total e cinzas. O teor de carboidratos foi calculado por diferença e o valor energético foi calculado a partir dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos. O preparado de buriti foi armazenado em diferentes temperaturas (5 °C, 25 °C e 35 °C) por 30 dias e avaliados a cada 10 dias. Durante o período de estocagem foram determinados: pH, acidez, teor de sólidos solúveis (°Brix), atividade de água ( $A_w$ ), teor de carotenóides e compostos fenólicos. O buriti apresentou peso médio de  $32,28 \pm 0,04$ g,  $3,46 \pm 0,10$  cm de largura equatorial e  $3,78 \pm 0,13$  cm de comprimento polar dos frutos. A polpa do buriti apresentou  $67,24 \pm 0,22\%$  de umidade,  $13,12 \pm 0,29\%$  de lipídios,  $1,87\% \pm 0,17$  de proteínas,  $0,79\% \pm 0,02$  de cinzas,  $16,99\%$  de carboidratos,  $193,52$  kcal.100 g<sup>-1</sup>,  $3,37$  de valor de pH,  $1,30 \pm 0,10\%$  de acidez,  $12,8 \pm 0,35\%$  de Brix,  $0,979 \pm 0,07$  de atividade de água ( $A_w$ ),  $109,7$  mg.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides totais e  $103,87 \pm 4,21$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos. O preparado de buriti apresentou  $65,45 \pm 0,04\%$  de umidade,  $29,29\%$  de carboidratos,  $3,93 \pm 0,58\%$  de lipídios,  $1,06 \pm 0,12\%$  de proteínas,  $0,26 \pm 0,01\%$  de cinzas,  $156,77$  kcal.100 g<sup>-1</sup>,  $3,45$  de valor de pH,  $0,34 \pm 0,01\%$  de acidez,  $25,8 \pm 0,15\%$  de Brix,  $0,956 \pm 0,001$  de  $A_w$ ,  $50,96$  mg.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides e  $48,03$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos totais.

Durante a estocagem do preparado de buriti, com o aumento da temperatura, o valor de pH se manteve praticamente constante e houve leve aumento da acidez, além de redução de sólidos solúveis, atividade de água, carotenóides e compostos fenólicos, sendo esta redução mais acentuada nas temperaturas mais elevadas. Com o aumento do tempo de estocagem, houve leve aumento de acidez, redução de sólidos solúveis e atividade de água, assim como redução de carotenóides e compostos fenólicos. O preparado de buriti apresentou boas características físico-químicas e se manteve praticamente estável durante a estocagem, com potencial para fornecer os compostos bioativos em aplicações alimentícias.

**Palavras-chave:** Alimentos funcionais; Compostos bioativos, Estudo de estocagem.

## ABSTRACT

Fruit preparations are homogeneous mixtures obtained from mixing different fruit with other ingredients, in order to confer color, texture, flavor or other attributes on yogurts, dairy drinks, teas, juices, etc. The production of a buriti-based formula is a way to use the fruit and obtain a greater supply and higher quality of it in its commercialization. In addition, buriti has  $\beta$ -carotene and phenolic compounds with high antioxidant capacity in its composition. In this study, the objective was to develop a buriti-based formula (*Mauritia flexuosa* L.) for application in food products, including dairy products. The fruits were harvested in the region of Caxias, MA, characterized by size and weight, washed in running water, immersed in chlorinated water, dried naturally, stored in dark bags and kept in cooling chambers until depulping. The pulp was removed manually, packed in dark plastic bags and frozen. To elaborate the buriti based-formula, the whole pulp was thawed, passed through stainless steel tamales, added of sugar, stabilizer, and water. The mixture was agitated, pasteurized, vacuum packed, and stored. For the physicochemical characterization of both fruit pulp and the buriti-based formula, moisture, lipids, total protein, and ash contents were determined. The carbohydrate content was calculated by difference and the energy value was calculated based on the protein, lipid, and carbohydrate contents. The buriti-based formula was stored at different temperatures (5 ° C, 25 ° C, and 35 ° C) for 30 days and evaluated every 10 days. During the storage period, pH, acidity, soluble solids content (° Brix), water activity ( $A_w$ ), carotenoid and phenolic compound contents were determined. The buriti fruit presented a  $32.28 \pm 0.04$  g mean weight,  $3.46 \pm 0.10$  cm equatorial width, and  $3.78 \pm 0.13$  cm polar length. The buriti pulp presented  $67.24 \pm 0.22\%$  moisture,  $13.12 \pm 0.29\%$  lipids,  $1.87\% \pm 0.17$  proteins,  $0.79\% \pm 0.02$  ash,  $16.99\%$  carbohydrates,  $193.52 \text{ kcal.}100 \text{ g}^{-1}$ ,  $3.37$  pH value,  $1.30 \pm 0.10\%$  acidity,  $12.8 \pm 0.35\%$  Brix,  $0.979 \pm 0.07$  water activity ( $A_w$ ),  $109.7 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$  total carotenoids, and  $103.87 \pm 4.21 \text{ mg EAG.}100 \text{ g}^{-1}$  phenolic compounds. The buriti-based formula presented  $65.45 \pm 0.04\%$  moisture,  $29.29\%$  carbohydrates,  $3.93 \pm 0.58\%$  lipids,  $1.06 \pm 0.12\%$  protein,  $0.26 \pm 0.01\%$  ash,  $156.77 \text{ kcal.}100 \text{ g}^{-1}$ ,  $3.45$  pH value,  $0.34 \pm 0.01\%$  acidity,  $25.8 \pm 0.15\%$  Brix,  $0.956 \pm 0.001$   $A_w$ ,  $50.96 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$  carotenoids, and  $48.03 \text{ mg EAG.}100 \text{ g}^{-1}$  total phenolic compounds. During storage, as the temperature increased, the buriti-based formula kept a constant pH value and there was a small



increase in acidity, as well as a decrease in soluble solids, water activity, carotenoids, and phenolic compounds; the higher the temperatures, the higher the decrease. As storage time increased, there was a small increase in acidity, a decrease in soluble solids and water activity, as well as a decrease in carotenoids and phenolic compounds. The buriti-based formula showed good physicochemical characteristics and remained quite stable during the storage period, with a good potential to carry the bioactive compounds in food applications.

**Keywords:** Functional foods; Bioactive compounds; Storage study.

## 1. INTRODUÇÃO

A tendência mundial é o consumo de alimentos cada vez mais naturais, valorizando seus componentes originais. Neste contexto, o consumo de produtos derivados de frutas tem o potencial de contribuir beneficentemente com a saúde da população, por fornecer nutrientes essenciais e compostos bioativos, que podem reduzir a incidência de doenças (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

Em função de o Brasil apresentar elevado contingente de pessoas vivendo em situação de pobreza, é importante desenvolver alimentos nutricionalmente balanceados (do ponto de vista calórico-proteico e mineral-vitamínico), sensorialmente agradáveis e com preço compatível com o nível de renda da população. Nesse contexto, o Ministério da Saúde tem estimulado a implementação de programas de educação alimentar para incentivar o consumo de alimentos ricos em vitamina A. Dentre os alimentos recomendados, foi incluído o buriti, que apresentam custo acessível, mesmo para as populações mais carentes (VASCONCELLOS et al., 2007).

A polpa do fruto de buriti participa da dieta de muitas comunidades rurais nas regiões onde ocorre, sendo ingerida *in natura*, como farinha, ou na forma de doces e sorvetes (ALMEIDA et al., 1998). Nesse sentido, a produção do preparado da polpa é uma alternativa de aproveitamento dos frutos, possibilitando sua utilização, maior oferta de produtos e qualidade na comercialização. Além disso, o buriti apresenta em sua composição  $\beta$ -caroteno, sendo o produto alimentar detentor da maior concentração conhecida dentro da vasta gama de alimentos brasileiros (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Soma-se a isso, altos teores de compostos fenólicos e alta capacidade antioxidante (CARNEIRO, CARNEIRO, 2011). A atividade antioxidante dos frutos é considerada de interesse, principalmente do ponto de vista nutricional, pois os antioxidantes naturais desempenham um papel protetor de doenças cardiovasculares e degenerativas, assim como nos processos de envelhecimento.

Para aumentar a disponibilidade destes frutos, estimular seu consumo e minimizar a prevalência das carências nutricionais, é necessário estabelecer condições para seu beneficiamento, na forma de sucos, polpas, preparados ou néctares. Com isso, é possível aumentar vida de prateleira dos derivados, ampliar as possibilidades de utilização desses derivados como ingredientes em outros alimentos, além de garantir o acesso à alimentação adequada.

Dentre inúmeros produtos derivados, os preparados de frutas podem ser uma opção viável de processamento para o buriti. Estes produtos são misturas homogêneas obtidas a partir da mistura de frutas com outros ingredientes com a finalidade de conferir cor, textura, sabor ou outros atributos aos produtos nos quais são adicionados, tais como iogurtes de textura mais firme, iogurtes líquidos, bebidas lácteas, chás, sucos, etc. (SILVA, 2015). Esta aplicabilidade do preparado de buriti pode ser confirmada pelo crescente consumo de preparados de frutas pela indústria de alimentos, especialmente pela indústria de iogurtes.

Os preparados de frutas apresentam uma série de vantagens para o produtor de iogurtes e produtos lácteos, tais como a redução de riscos de contaminação, aumento da precisão e constância nas formulações e a redução dos erros da adição de ingredientes individualmente. Além disso, como os ingredientes já estão dosados na proporção adequada nos preparados, a manipulação dos ingredientes isoladamente é eliminada, reduzindo a mão-de-obra e controles, além de redução de estoques de materiais (RITTER, 2016).

Além das vantagens de utilização dos preparados de fruta, o desenvolvimento de novos produtos é uma tarefa cada vez mais necessária para empresas que buscam se consolidar ou se inserir em novos mercados (SANTOS et al., 2008). Até o momento, a produção de buriti, a exemplo do restante do país, advém basicamente do extrativismo e as comunidades não realizam a extração desses frutos de forma adequada, devido principalmente a fatores financeiros e de conhecimento técnico. Assim, o estímulo para a utilização da polpa de buriti poderia também fomentar seu processamento e conservação adequada, e conseqüentemente, aumentar o potencial de sustentabilidade dos produtores rurais da região.

O desenvolvimento e caracterização do preparado de buriti, assim como a avaliação do produto durante a estocagem, são essenciais para a conservação e estabilidade do produto. No caso do preparado de buriti, para avaliar seu potencial de aplicação em alimentos, é necessário avaliar a composição centesimal (umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibra alimentar total e valor calórico), assim como pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (CELESTINO, 2013), principalmente, em função da ausência de normas específicas regulamentares para o preparado de buriti.

Neste sentido, o presente trabalho pretendeu realizar a caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* L.), desenvolver um preparado à base de buriti e avaliar suas características físico-químicas, teores de carotenóides e de compostos fenólicos, e

capacidade de sequestro de radicais livres durante a estocagem, para ser utilizado como ingrediente de outros alimentos (iogurtes, leites fermentados, sorvetes, entre outros). Este conhecimento possibilitará diversificar a utilização do buriti e assim como oferecer alimentos contendo compostos bioativos que podem ser incluídos na dieta da população, principalmente nos produtos lácteos. Além disso, este conhecimento poderá também estimular a produção e o beneficiamento do buriti pelas comunidades produtoras, uma vez que esta população sobrevive às custas desse fruto, por meio de uma fonte complementar de renda.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

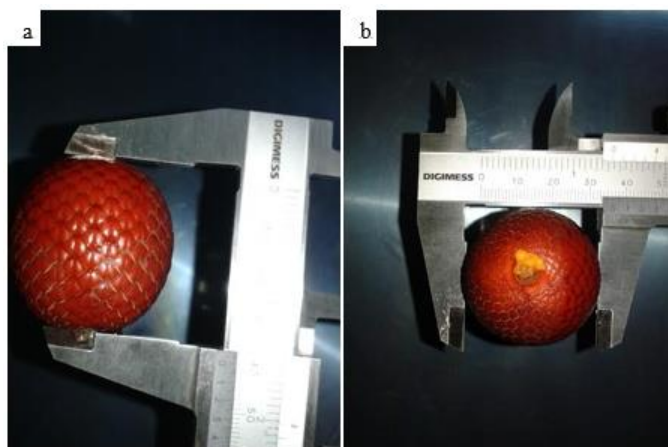
### **2.1. Coleta dos frutos de buriti e obtenção da polpa**

Os frutos foram coletados na comunidade Brejinho no município de Caxias, Maranhão, no período de outubro a novembro de 2014. Os frutos foram imersos em água por 24 horas, para facilitar a extração da polpa, conforme procedimento usual dos produtores. Em seguida, os frutos foram lavados em água corrente e submersos por 10 minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO) a 10%. Após a secagem natural em ambiente escuro em bandejas de inox, os frutos foram armazenados em sacos de polietileno escuro e levados a câmaras de resfriamento a  $5 \pm 2^\circ\text{C}$ , até o momento da retirada da polpa, que ocorreu no dia seguinte. Logo após, os frutos foram transferidos para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Central. Os frutos foram despulpados manualmente com faca inoxidável. A polpa foi dividida em embalagens de aproximadamente 1 Kg e armazenada congelada a  $-12^\circ\text{C}$  em freezer comum, até o momento da utilização.

### **2.2. Caracterização física do buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**

Para a avaliação das características físicas, 172 frutos foram pesados em uma balança semi-analítica e as dimensões dos frutos foram avaliadas com auxílio de um paquímetro analógico (Digimess®), sendo medido o comprimento polar do fruto (a) e a largura equatorial (b) (Figura 1).

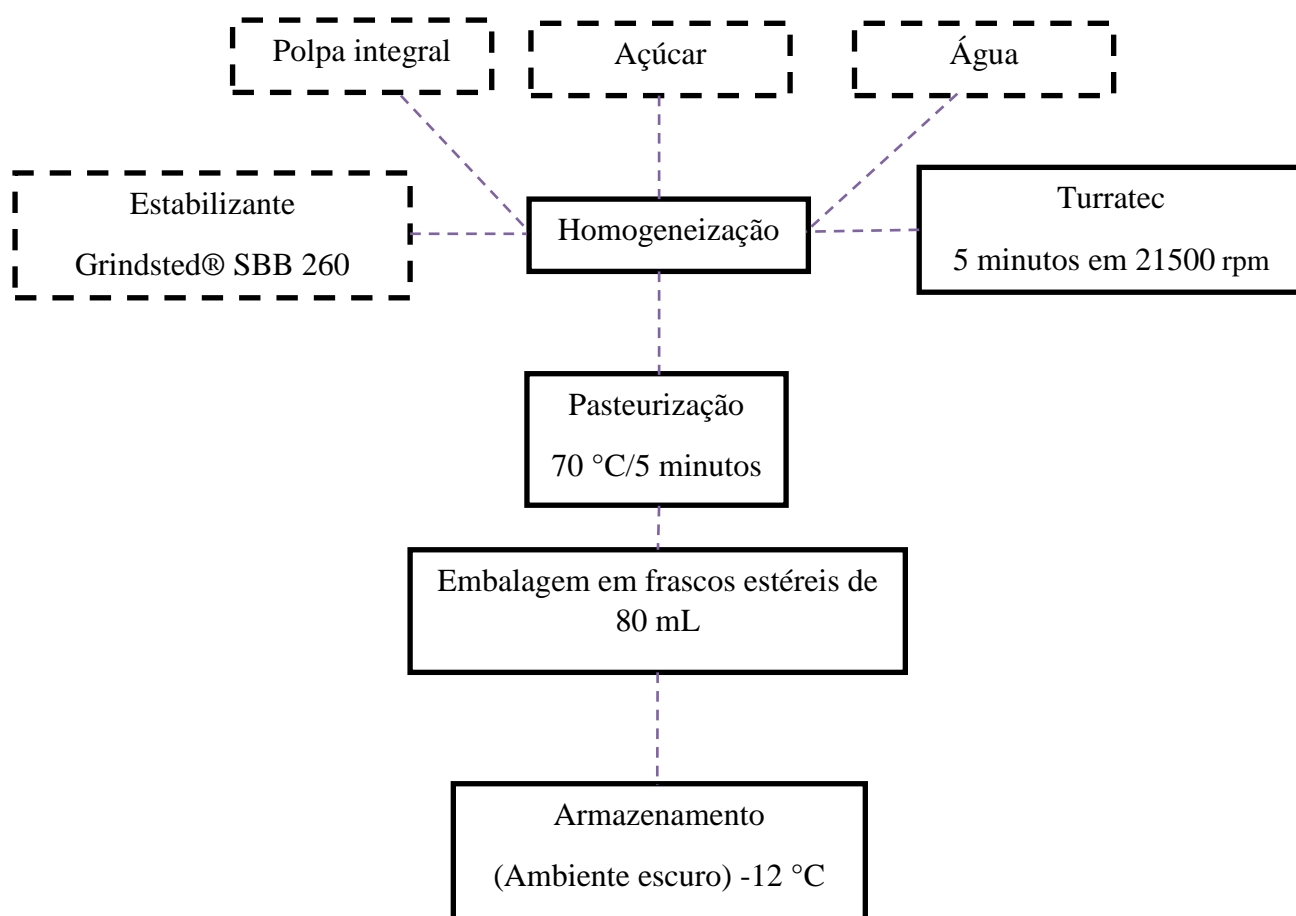
**Figura 1:** Comprimento polar do fruto (a) e largura equatorial (b) do fruto do buriti.



### **2.3. Produção do preparado à base de buriti**

Para elaboração do preparado à base de buriti utilizou-se a polpa integral congelada de buriti. Inicialmente, a polpa foi peneirada em tamis de inóx de 1,68 mm (ABNT 12), em seguida foi adicionada de açúcar refinado, estabilizante Grindsted® SBB 280, composto por açúcar, amido e gelatina (Danisco, São Paulo, Brasil) e água, em diferentes proporções, para estabelecer uma formulação com características semelhantes aos preparados comerciais de outras frutas, usualmente aplicados em leites e bebidas fermentadas. A mistura considerada adequada sensorialmente e utilizada nos experimentos, foi selecionada por testes preliminares e elaborada com as proporções: 30% de polpa, 20% de açúcar e 50% de água, acrescido de 0,15% de estabilizante, conforme Figura 2. Após a mistura dos ingredientes, o preparado à base de polpa de buriti foi submetido à homogeneização em equipamento Turrtec (TE – 102, Tecnal, Piracicaba, SP) por 5 minutos em 21.500 rpm. Em seguida, o preparado foi pasteurizado a 70 °C por 5 minutos em equipamento Thermomix TM 31 (Vorwerk, França) e embalado em frascos descartáveis estéreis com capacidade para 80 ml, e armazenado em temperatura de -12 °C em freezer, em ambiente escuro, para posterior utilização.

**Figura 2:** Fluxograma de produção do preparado da polpa de buriti.



#### 2.4. Caracterização da polpa e do preparado à base de buriti

Para a caracterização físico-química da polpa e do preparado de buriti foram determinados: composição centesimal e valor energético. Todas as análises foram realizadas em triplicata. O teor de umidade foi determinado pela secagem em estufa a vácuo por 24 horas a 70 °C, conforme recomendado pela *American Public Health Association* (APHA, 1985) e o teor de lipídios foi determinado utilizando-se o método de Soxhlet por extração direta (IAL, 2008). O teor de nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl (IAL, 2008) e o teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,08, considerando os valores de perfil de aminoácidos presentes no buriti (IAL, 2008, MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C (IAL, 2008) e carboidratos foram determinados por diferença, segundo Resolução RDC nº 360 (BRASIL, 2003). O valor de pH foi determinado em pHmetro digital (IAL, 2008), o teor de acidez foi determinado utilizando-se o método potenciométrico (CECCHI, 2003)

e o teor de sólidos solúveis totais foi determinado pela leitura direta em refratômetro Abbe de bancada (Q767B, Quimis, Diadema, SP, Brasil), previamente aferido com água destilada e os resultados foram expressos em °Brix. A atividade de água foi determinada em equipamento Novasina (TH500, Novasina Axair Ltd., Suíça), na temperatura de 25 °C. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O valor energético (VE, em kcal.100 g<sup>-1</sup>) foi calculado a partir dos teores de proteínas (P), lipídios (L) e carboidratos (C), considerando 4 kcal por grama para proteínas e carboidratos e 9 kcal por grama para lipídios (BRASIL, 2003).

## **2.5. Determinação dos minerais da polpa e do preparado à base de buriti**

Os minerais (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, e Zn) foram extraídos com ácidos nítrico e perclórico (2:1, v/v) em digestão orgânica, segundo método 984.27 da AOAC (2009) e quantificados em espectrofotômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (Varian, modelo 720-ES, Walnut Creek, CA, USA), utilizando uma curva de calibração para cada mineral. O teor de Na foi analisado com fotômetro de chama (Digimed, modelo DM-61, São Paulo, SP) e expressos em g.kg<sup>-1</sup>.

## **2.6. Avaliação das características físico-químicas do preparado à base de buriti durante a estocagem**

O preparado de buriti foi armazenado em câmaras climatizadas (BOD) com ausência de luz, em temperaturas de 5 °C (temperatura de refrigeração e acondicionamento para produtos perecíveis), 25 °C (simulação de temperaturas médias das regiões Sudeste e Sul) e 35 °C (simulação de temperaturas médias das regiões Norte e Nordeste), por 30 dias e avaliado a cada 10 dias. Durante o período de estocagem foram determinados: valor de pH, teor de acidez, teor de sólidos solúveis (°Brix) e atividade de água (Aw). O valor de pH foi determinado em pHmetro digital (IAL, 2008). O teor de acidez foi determinado utilizando-se o método potenciométrico (CECCHI, 2003) e o teor de sólidos solúveis totais foi determinado pela leitura direta em refratômetro Abbe de bancada (Q767B, Quimis, Diadema, SP, Brasil), previamente aferido com água destilada. Os resultados foram expressos em °Brix. A atividade de água foi determinada em equipamento Novasina (TH500, Novasina Axair Ltd., Suíça), na temperatura de 25 °C. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## **2.7. Preparação das amostras e determinação de carotenóides.**

Os carotenóides totais foram determinados por espectrofotometria segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). Inicialmente, foi preparado um extrato com 10 g de polpa de buriti, 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano. A mistura foi homogeneizada, em seguida, adicionou-se 85 mL de água e transferiu-se para o balão de decantação. Após 30 minutos de repouso, foi efetuada a filtração, seguida de mais duas lavagens com 85 mL de água destilada. Em seguida a mistura foi filtrada, sendo o filtrado recolhido em balão volumétrico de 50 mL contendo 5 mL de acetona, completando o volume com hexano. A leitura da absorbância foi efetuada a 450 nm ( $Abs_{450\text{ nm}}$ ) em espectrofotômetro (Shimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). A solução do branco foi preparada com acetona e hexano (1:9), e o resultado expresso em  $\text{mg.100 g}^{-1}$ . O cálculo do teor de carotenóides ( $\text{mg.100 g}^{-1}$ ) foi determinado pela Equação 1:

$$\text{Carotenóides} = (Abs_{450\text{ nm}} \times 100) \div (250 \times a \times b) \quad \text{Equação 1}$$

Em que 'a' é largura da cubeta (cm) e 'b' é o quociente entre a amostra inicial (10 g) e o volume final da diluição (50 mL).

O cálculo de retenção dos carotenoides, para cada tempo de estocagem e cada temperatura, foi realizado pela diferença entre os valores finais e iniciais, e expressos em percentuais (%).

## **2.8. Preparação da amostra e determinação de compostos fenólicos totais**

A extração de compostos fenólicos totais foi realizada conforme Vieira e colaboradores (2011), com modificações. Para a extração, em um frasco foi utilizada a proporção 1:3 de polpa de buriti e metanol 70% e para o preparado de buriti foi utilizada a proporção 1:2 de preparado de buriti e metanol 70%. O frasco foi tampado e vedado para evitar a incorporação de oxigênio, a mistura foi agitada por 60 min., em temperatura ambiente, em mesa agitadora orbital (modelo TE-141, Tecnal, Piracicaba, SP), e submetida à filtração a vácuo para a obtenção dos extratos.

Para a análise foi utilizado 0,25 mL do extrato, adicionados de 0,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2,5 mL de água miliQ e 0,25 mL de carbonato de sódio (10%), conforme metodologia de Singleton e Rossi (1965). Após 60 min. em



temperatura ambiente, foi realizada a leitura da absorvância a 725 nm ( $Ab_{S725\text{ nm}}$ ) em espectrofotômetro (Shimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g da amostra ( $\text{mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ).

O cálculo de retenção dos compostos fenólicos totais, para cada tempo de estocagem e cada temperatura, foi realizado pela diferença entre os valores finais e iniciais, e expressos em percentuais (%).

## **2.9. Capacidade de sequestro de radicais livres – SRL (DPPH•, ABTS<sup>+</sup>)**

A capacidade de sequestro de radicais livres DPPH• e ABTS<sup>+</sup> da polpa e do preparado de buriti foi determinada de acordo com método desenvolvido por Mensor et al. (2001), com adaptações. As amostras de polpa de buriti e preparado de buriti foram centrifugadas a 8000 g por 20 min. a 4 °C (BALAKRISHNAN; AGRAWAL, 2012). Após a centrifugação, o sobrenadante foi utilizado no preparo de soluções metanólicas e etanólicas nas concentrações de: 100, 200, 300, 400 e 500  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Para o radical DPPH• (2,2-difenil, 1-picril-hidrazil), alíquotas de 0,3 mL das soluções metanólicas foram adicionadas de 2,7 mL de solução metanólica de DPPH• ( $40\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ). Após 40 min. de reação na ausência de luz, foi feita a leitura da absorvância (Abs) em 517 nm em espectrofotômetro (Shimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). O cálculo do sequestro de radicais livres (%) foi realizado pela Equação (2).

$$\text{SRL (\%)} = 100 - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) * 100 / \text{Abs}_{\text{controle}} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:  $\text{Abs}_{\text{amostra}}$  é a absorvância da amostra (0,3 mL amostra + 2,7 mL de DPPH•),  $\text{Abs}_{\text{branco}}$  é a absorvância da amostra sem adição do DPPH• (0,3 mL amostra + 2,7 mL metanol) e  $\text{Abs}_{\text{controle}}$  é a absorvância da solução de DPPH• (0,3 mL metanol + 2,7 mL DPPH•).

Para o radical ABTS<sup>+</sup> (2, 2'azinobis 3 etil benzotiazolino 6 sulfônico), alíquotas de 30  $\mu\text{L}$  das soluções etanólicas foram adicionadas de 3,0 mL de solução etanólica de ABTS<sup>+</sup>. Após 6 min. de reação na ausência de luz, foi feita a leitura da absorvância em 734 nm em espectrofotômetro (Schimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). O cálculo de sequestro de radicais livres (%) foi realizado pela Equação (3).

$$\text{SRL (\%)} = 100 - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) * 100 / \text{Abs}_{\text{controle}} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que:  $\text{Abs}_{\text{amostra}}$  é a absorbância da amostra (30 $\mu$ L amostra + 3,0 mL de ABTS+),  $\text{Abs}_{\text{branco}}$  é a absorbância da amostra sem adição do ABTS+ (30  $\mu$ L amostra + 3,0 mL etanol) e  $\text{Abs}_{\text{controle}}$  é a absorbância da solução de DPPH $\cdot$  (30  $\mu$ L etanol + 3,0 mL ABTS $\cdot$ ).

### 2.10. Análise estatística

As análises de pH, acidez, carotenóides totais, fenólicos totais e capacidade de sequestro de radicais livres foram realizadas em triplicata com duas repetições, enquanto a análise microbiológica foi realizada em duplicata e com duas repetições, sendo os resultados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Para comparação das médias dos resultados das análises, realizou-se análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ou teste t de Student, considerado o nível de significância 5 % ( $p \leq 0,05$ ), com auxílio do software OriginPro $^{\text{®}}$  (Northampton, USAs), versão 8.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização física do buriti (*Mauritia flexuosa* L.)

A caracterização morfológica dos frutos mostra peso médio de  $32,28 \pm 0,04$ g, sendo considerado de tamanho mediano,  $3,46 \pm 0,10$  cm de largura equatorial e  $3,78 \pm 0,13$  cm de comprimento polar dos frutos. Os frutos apresentam semente única e dura protegida por uma camada esponjosa no seu interior. Estes valores são semelhantes aos observados por Carneiro e Carneiro (2011) e Barbosa, Lima e Mourão Júnior (2010).

### 3.2. Caracterização química da polpa e do preparado à base de buriti

Os teores de umidade e de carboidratos da polpa de buriti foram semelhantes aos teores da maioria das frutas, entretanto, o teor de lipídios foi superior (Tabela 1). A umidade da polpa dos frutos influencia em sua estabilidade, qualidade e composição. A polpa do buriti apresentou alta umidade, próximo ao observado por Manhães e Sabaa-Srur (2011) em frutos coletados no Pará ( $62,93\% \pm 0,12$ ). O segundo componente majoritário da polpa de buriti é o teor de carboidratos totais (16,99%). A polpa

apresentou teor de proteínas semelhante ao reportado por Mariath, Lima e Santos (1989), que encontraram 1,8% de proteínas, porém inferior ao valor relatado por Manhães e Sabaa-Srur (2011) e Tavares et al. (2003), que encontraram valores de  $2,10\% \pm 0,19$  e  $2,7\%$ , respectivamente. O fruto do buriti não apresenta quantidade proteica expressiva, quando comparado ao teor de outras espécies da Amazônia, como a castanha-do-Brasil, que apresenta média de  $15,6\%$ .

Foram encontrados valores relevantes de lipídios (Tabela 1), semelhante ao relatado por Manhães e Sabaa-Srur (2011), que encontraram  $13,85\% \pm 0,69$ , porém, inferiores ( $18,16\% \pm 1,52$ ) ao encontrado por Carneiro e Carneiro (2011), e muito superiores aos reportados por Tavares et al. (2003), de  $2,7$  a  $4,7\%$ . Pesquisas têm demonstrado que a fração oleosa deste fruto revela um significativo conteúdo de ácido oléico ( $72,6$  a  $74,6\%$  do total de ácidos graxos), semelhante ao azeite de oliva (SILVA et al., 2009).

O preparado de buriti, comparado à polpa, apresentou maior teor de carboidratos e brix e menor teor de lipídios e de cinzas, devido à adição de açúcar em sua formulação. O tratamento térmico do preparado também contribuiu para a redução da umidade e conseqüente aumento do teor de sólidos totais. West, Deng, Jensen (2011) sugeriram que durante o processamento da polpa pode ocorrer a redução dos minerais.

O valor energético (VE) é derivado principalmente dos lipídios e carboidratos, por isso a polpa de buriti apresentou maior quantidade de energia que o preparado de buriti, pois os lipídios e carboidratos foram as substâncias orgânicas majoritárias na polpa de buriti (Tabela 1).

Tanto a polpa quanto o preparado de buriti apresentaram pH ácido (Tabela 1) próximo ao observado por Sousa et al. (2012), cujo valor foi de  $3,86$ . O valor de pH do produto é importante por interferir na palatabilidade, no desenvolvimento de micro-organismos, na definição da temperatura do tratamento térmico a ser utilizado, na indicação da embalagem, na seleção do tipo de material de limpeza e desinfecção, na definição do equipamento com o qual a indústria vai trabalhar e na seleção de aditivos, além de outros (CIABOTTI; DUARTE; CAVALCANTI-MATA, 2000).

**Tabela 1:** Caracterização química da polpa e do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias (%) seguidas de desvio padrão.

Análises	Polpa de buriti	Preparado de buriti
Umidade (%)	67,24 ± 0,22 <sup>a</sup>	65,45 ± 0,04 <sup>b</sup>
Lipídios (%)	13,12 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,93 ± 0,58 <sup>b</sup>
Proteínas (%)	1,87 ± 0,17 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,12 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	0,79 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,01 <sup>b</sup>
Carboidratos* (%)	16,99	29,29
Brix (% Sólidos solúveis)	12,8 ± 0,3 <sup>b</sup>	25,8 ± 0,1 <sup>a</sup>
pH	3,37 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,45 ± 0,01 <sup>a</sup>
Acidez total (%)	1,30 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,34 ± 0,01 <sup>b</sup>
Atividade de água (Aw)	0,979 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,956 ± 0,01 <sup>b</sup>
Valor energético (VE) (kcal. 100 g <sup>-1</sup> )	193,52	156,77

\*Carboidratos totais = 100 - (Umidade + Lipídios Totais + Proteína + Cinzas). <sup>a, b</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste t de Student a 5% de significância (p<0,05).

A acidez da polpa do buriti foi muito superior à acidez do preparado de buriti. A acidez é importante não só para determinar a doçura do produto, mas também a sua conservação, o seu estado de maturidade e aspecto sensorial (GVAA, 2010). Elevados teores de ácidos e baixos teores de açúcares resultam em frutos com gosto ácido, como o observado na polpa de buriti, enquanto elevado teor de açúcares e baixo teor de ácidos proporcionam sabor suave, como no preparado à base de buriti. Quando ambos, açúcares e ácidos são reduzidos, o fruto se torna insípido (CALIMAN et al., 2003).

A atividade de água (Aw) foi 0,979 ± 0,07 e 0,956 ± 0,01 para a polpa e preparado de buriti, respectivamente. Essa elevada atividade indica a disponibilidade de água para o crescimento de micro-organismos e para a ocorrência de reações, tais como: escurecimento, oxidação, hidrólise, etc. (ORDONEZ et al., 2005). Durante o processamento e armazenamento de frutas e sub-produtos, essas reações são também influenciadas pela temperatura de armazenamento.

A polpa e o preparado de buriti apresentam importantes minerais para o organismo humano. Na polpa foram encontrados cálcio, fósforo, cobre e zinco (Tabela 2), considerados importantes, pois auxiliam na manutenção do estado de saúde do organismo. Porém, como o organismo não pode fabricá-los, deve-se utilizar fontes

externas, como os alimentos e os suplementos nutritivos para assegurar uma ingestão adequada (FIORINI, 2008).

**Tabela 2:** Perfil de minerais da polpa e do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam a média seguida do desvio padrão (mg.100 g<sup>-1</sup>).

Elemento	Polpa de buriti	Preparado de buriti
Ca	75,50 ± 0,06 <sup>a</sup>	23,83 ± 0,01 <sup>b</sup>
Cu	0,17 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,01 <sup>b</sup>
Fe	1,78 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>b</sup>
K	105,09 ± 0,01 <sup>a</sup>	23,83 ± 0,02 <sup>b</sup>
Mg	24,13 ± 0,01 <sup>a</sup>	6,40 ± 0,00 <sup>b</sup>
Mn	0,35 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>b</sup>
Na	12,09 ± 0,01 <sup>a</sup>	9,05 ± 0,02 <sup>b</sup>
P	10,87 ± 0,10 <sup>a</sup>	4,96 ± 0,01 <sup>b</sup>
Zn	0,27 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,01 <sup>b</sup>

Letras minúsculas (<sup>a,b</sup>) diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste t de Student a 5% de significância (p≤0,05).

Os teores de cálcio, sódio e cobre são próximos aos encontrados por Gazel Filho e Lima (2001) e Manhães e Sabaa-srur (2011), porém, os valores de magnésio, ferro e zinco são inferiores, e os teores de fósforo e potássio foram muito superiores aos descritos pelos autores. O cálcio e o fósforo são importantes para a mineralização óssea fetal e pós-natal. O cobre tem importantes funções, pois é componente de várias enzimas, tais como a citocromo oxidase, necessária para o transporte de elétrons durante a respiração aeróbica, lisil oxidase que catalisa a formação do colágeno e elastina, e a ceruloplasmina, que é essencial para absorção e transporte de ferro necessário para a síntese de hemoglobina. O zinco também tem função nos sistemas enzimáticos envolvidos no metabolismo dos ácidos nucleicos e de carboidratos, e na síntese de proteínas (MAFRA e COZZOLINO, 2004). Considerando que a necessidade de um indivíduo adulto é de 900 µg diária, se um indivíduo consumir 100 mg do preparado de buriti, para o cobre, esta ingestão atende a aproximadamente 10% da ingestão diária recomendada (IDR) para um adulto, de acordo com a RDC nº 269 (BRASIL, 2005); para o ferro atenderia com 6% da IDR, para o manganês esse valor representa 2% da IDR e para o Zinco esse valor representa 1% da IDR (Tabela 2).

### 3.3. Carotenóides e compostos fenólicos totais da polpa e do preparado de buriti

A polpa de buriti apresentou  $109,7 \pm 2,31$  mg.100 g<sup>-1</sup> de carotenóides totais (87,76 mg.100 g<sup>-1</sup> de  $\beta$ -carotenos ou 7,31 mg.100 g<sup>-1</sup> de vitamina A) (Tabela 3), considerando que 80% dos carotenóides presentes no buriti são constituídos de  $\beta$ -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999). A conversão de  $\beta$ -caroteno em vitamina A foi feita seguindo orientações da *International Vitamin A Consultive Group* (IVACG, 2002).

Estudos comparando os teores de carotenóides do buriti da Amazônia e do cerrado brasileiro, encontraram valores de  $52,86 \pm 10,71$  mg.100g<sup>-1</sup> e  $31,13 \pm 10,73$  mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os principais carotenóides encontrados no buriti foram: luteína, cis- $\gamma$ -caroteno, trans- $\gamma$ -caroteno, cis- $\delta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, all-trans- $\beta$ -caroteno, 13-cis- $\beta$ -caroteno, com destaque para o all-trans- $\beta$ -caroteno, que se converte em vitamina A (CÂNDIDO; SILVA; AGOSTINI-COSTA, 2015).

**Tabela 3:** Teores de carotenóides e compostos fenólicos totais na polpa e no preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias seguidas do desvio padrão.

Análises	Polpa de buriti	Preparado de buriti
Carotenóides totais (mg.100 g <sup>-1</sup> )	$109,7 \pm 2,31^a$	$50,69 \pm 0,16^b$
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100 g <sup>-1</sup> )	$103,87 \pm 4,21^a$	$48,03 \pm 0,00^b$

<sup>a, b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste t de Student a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Os valores observados na presente pesquisa são superiores aos relatados por Cândido, Silva e Agostini-Costa (2015) e muito superiores aos dados de buriti coletados no Pará por Manhães e Sabaa-Srur (2011), de  $23,36 \pm 0,98$  mg.100 g<sup>-1</sup>. Essas diferenças podem ser atribuídas às condições de produção, tais como região, clima, época do ano, grau de maturação, entre outras. Além disso, diferenças podem também estar relacionadas à metodologia utilizada, como a quantidade de reagentes, condições de reação e comprimento de onda de leitura. Outro fator importante na quantificação de carotenóides é o tempo e as condições de armazenamento, pois há uma perda de umidade do produto, com consequente concentração da polpa (AZEREDO; BRITO; FARIA, 2004).

A polpa de buriti apresentou  $103,87 \pm 4,21$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de polpa (Tabela 3), próximo ao observado ( $108,1 \pm 6,8$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de polpa) por Barreto, Benassi e Mercadante (2009), apesar de diferenças na origem dos frutos e na metodologia analítica. Por outro lado, o valor obtido é considerado baixo ao comparar os resultados obtidos por outros autores. Koolen et al. (2013) quantificaram os fenólicos totais após a extração dos compostos apolares com hexano, seguida da extração com uma solução aquosa de metanol 70% e encontraram  $378,07 \pm 3,12$  mg EAG.100g<sup>-1</sup> de polpa. Vale ressaltar ainda, que esta diferença pode ser atribuída às condições de produção, assim como da metodologia utilizada, como citado anteriormente. Valores maiores também foram encontrados por Cândido, Silva e Agostini-Costa (2015), que obtiveram  $435,08 \pm 6,97$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de polpa para os frutos originários do Cerrado e  $362,90 \pm 7,98$  mg EAG.100 g<sup>-1</sup> de polpa de frutos oriundos da Amazônia.

#### **3.4. Capacidade de sequestro de radicais livres – SRL (DPPH<sup>•</sup>, ABTS<sup>+</sup>)**

A atividade antioxidante do buriti se deve, principalmente, aos carotenóides e compostos fenólicos presente neste fruto (ROMERO et al., 2015), embora o zinco também atue como antioxidante (COMINETTI; COZZOLINO, 2009). O preparado de buriti apresenta alta atividade de sequestro de radicais livres, quantificado tanto pelo método DPPH<sup>•</sup>, quanto pelo método ABTS<sup>+</sup>. Para todas as concentrações testadas o método ABTS<sup>+</sup> apresentou valores de sequestro de radicais livres superiores ao DPPH<sup>•</sup> (Tabela 4).

Tem sido sugerido que os efeitos benéficos à saúde são decorrentes da propriedade antioxidante dos carotenóides (SMIDERLE, 2013). Esta capacidade antioxidante do buriti também foi avaliada por Santos et al. (2015), para frutos de palmeiras nativas da região Amazônica, onde foi constatado que o buriti possui elevada capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup> (65%), superiores aos encontrados nesta pesquisa (Tabela 4).

O conhecimento da atividade antioxidante dos vegetais é de grande importância, visto que eles têm eficácia na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (BARBOSA et al., 2015).

**Tabela 4:** Atividade de sequestro de radicais livres (SRL) (%) pelos métodos DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>+</sup> da polpa e do preparado de buriti. Resultados expressam as médias seguidas dos desvios padrões.

	Concentração de extrato (mg.mL <sup>-1</sup> )				
	100	200	300	400	500
Polpa					
DPPH <sup>•</sup>	12,09 ± 1,84 <sup>e</sup>	21,00 ± 1,99 <sup>d</sup>	30,95 ± 1,67 <sup>c</sup>	42,43 ± 1,66 <sup>b</sup>	46,13 ± 0,78 <sup>a</sup>
ABTS <sup>+</sup>	45,80 ± 1,81 <sup>d</sup>	79,26 ± 1,19 <sup>c</sup>	95,67 ± 0,97 <sup>b</sup>	98,07 ± 0,74 <sup>a</sup>	98,55 ± 3,21 <sup>a</sup>
Preparado					
DPPH <sup>•</sup>	6,20 ± 0,36 <sup>e</sup>	10,58 ± 1,48 <sup>d</sup>	15,30 ± 1,39 <sup>c</sup>	18,43 ± 0,62 <sup>b</sup>	24,81 ± 0,98 <sup>a</sup>
ABTS <sup>+</sup>	27,39 ± 0,42 <sup>e</sup>	43,71 ± 1,78 <sup>d</sup>	63,40 ± 2,32 <sup>c</sup>	75,12 ± 2,79 <sup>b</sup>	85,45 ± 2,52 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Letras minúsculas para diferentes concentrações e para o mesmo método e mesma amostra, na mesma linha são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student 95% de confiança (p<0,05).

### 3.5. Estudo da estocagem do preparado de buriti

O valor de pH variou de 3,40 ± 0,05 a 3,62 ± 0,05 (Tabela 5), considerado um produto muito ácido. Esses valores diferem dos observado por Sousa et al. (2012), cujo valor foi de 3,86. Esse é um aspecto importante, uma vez que os produtos ácidos possuem sabor agradável, além disso, a conservação do produto é favorecida sem ser necessária a adição de ácidos orgânicos para evitar a deterioração por micro-organismos.

A acidez, que é uma característica importante em relação ao sabor e aroma do fruto, juntamente com os teores de sólidos solúveis (MOREIRA et al., 2014). Neste estudo, a acidez variou entre 0,37% ± 0,01 até 0,49% ± 0,02 no início da estocagem, e a no final da estocagem (30 dias), variou entre 0,38% ± 0,00 para 5 °C, 0,41% ± 0,00 para 25 °C e 0,43% ± 0,02 para 35 °C (Tabela 5). Em geral, tanto a temperatura de estocagem quanto o tempo de armazenamento influenciaram levemente a acidez; quanto maior a temperatura e maior o tempo de estocagem, maior a acidez do produto. Resultados semelhantes foram obtidos por Loureiro et al. (2013); o tempo de armazenamento afetou o teor de umidade, sólidos solúveis totais, açúcares redutores e acidez total titulável.



O preparado de buriti apresentou baixa acidez nas diferentes temperaturas e períodos de armazenamento, uma vez que a acidez titulável de frutas varia 0,2 a 0,3%, sendo esses valores considerados normais para frutas de baixa acidez (CECCHI, 2003).

Durante a estocagem, houve uma redução no teor de sólidos solúveis (° Brix), em relação ao valor inicial (Tabela 5), representando uma diferença de até 12% para a temperatura de 5° C e de 7% para a temperatura de 35 °C. Os sólidos solúveis totais são usados como índice de maturidade para alguns frutos, e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares (CHAVES et al., 2004). A redução do teor de sólidos solúveis pode estar relacionada com mudanças físicas, químicas durante o armazenamento.

O alto valor da atividade de água do preparado de buriti armazenado em diferentes temperaturas demonstra elevada disponibilidade de água do alimento e conseqüentemente, a necessidade de aplicação de técnicas de conservação para minimizar a ação de micro-organismos deteriorantes e enzimas durante a estocagem do produto. Geralmente alimentos com atividade de água superior a 0,95 são classificados como alimentos frescos altamente perecíveis, por isso tendem a se deteriorar rapidamente (FELLOWS, 2006).

Houve redução do teor de carotenóides (Tabela 5) no preparado de buriti durante a estocagem, e esta redução foi maior nas temperaturas mais elevadas. Meléndez-Martínez, Vicario e Heredia (2004) e Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) afirmam que alguns fatores físicos e agentes químicos, tais como o calor, ácidos, luz, oxigênio e enzimas (lipoxigenase), provocam a alteração nos carotenóides, resultando em formação de isômeros cis, epóxidos, diminuição da cor, perda da atividade pró-vitamina A e quebra da cadeia com formação de apocarotenóides (carotenóides de menos de 40 átomos de carbono).

Apesar de ter havido redução do teor de carotenoides no preparado de buriti ao longo do tempo, os teores de carotenóides totais se mantiveram presentes em quantidades suficientes para produzirem benefícios quando consumidos. Considerando que 80% dos carotenóides presentes no buriti são constituídos de  $\beta$ -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999) e fazendo a conversão de  $\beta$ -caroteno em vitamina A conforme indicado pelo *International Vitamin A Consultive Group – IVACG* (IVACG, 2002), para a menor retenção de carotenoides ( $93,21\% \pm 0,13$ ), foram estimados altos teores de vitamina A ( $3,66 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), superior ao apresentado pela cenoura,

considerada uma fonte padrão de carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

**Tabela 5:** Estudo da estocagem: caracterização físico-química do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas. Resultados expressam a média seguida de desvio padrão.

Análise	Tempo (dias)	Temperatura (°C)		
		5	25	35
pH	0	3,45 ± 0,00 <sup>Ba</sup>	3,45 ± 0,00 <sup>Ba</sup>	3,45 ± 0,02 <sup>Ba</sup>
	10	3,41 ± 0,02 <sup>Ca</sup>	3,40 ± 0,05 <sup>Ca</sup>	3,40 ± 0,03 <sup>Ca</sup>
	20	3,42 ± 0,00 <sup>Bb</sup>	3,44 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	3,45 ± 0,02 <sup>Ba</sup>
	30	3,58 ± 0,02 <sup>Ab</sup>	3,62 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	3,61 ± 0,01 <sup>Aa</sup>
Acidez total titulável (%)	0	0,37 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>Ca</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>Ba</sup>
	10	0,49 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	0,45 ± 0,01 <sup>Aab</sup>	0,43 ± 0,00 <sup>Ab</sup>
	20	0,39 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	0,42 ± 0,02 <sup>Aab</sup>
Sólidos solúveis totais (°Brix)	30	0,38 ± 0,00 <sup>Bb</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>Bab</sup>	0,43 ± 0,02 <sup>Aa</sup>
	0	28,17 ± 0,05 <sup>Aa</sup>	28,17 ± 0,05 <sup>Aa</sup>	28,17 ± 0,05 <sup>Aa</sup>
	10	25,23 ± 0,05 <sup>Ca</sup>	25,23 ± 0,05 <sup>Ca</sup>	25,23 ± 0,05 <sup>Da</sup>
Atividade de água (Aw)	20	25,40 ± 0,00 <sup>Bc</sup>	25,80 ± 0,01 <sup>Ba</sup>	25,70 ± 0,01 <sup>Cb</sup>
	30	24,70 ± 0,00 <sup>Dc</sup>	25,20 ± 0,01 <sup>Cb</sup>	26,00 ± 0,01 <sup>Ba</sup>
	0	0,972 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,972 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,972 ± 0,01 <sup>Aa</sup>
Carotenóides totais (mg.100 g <sup>-1</sup> )	10	0,971 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,964 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	0,959 ± 0,01 <sup>Bc</sup>
	20	0,971 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,963 ± 0,01 <sup>BCb</sup>	0,959 ± 0,01 <sup>Bc</sup>
	30	0,970 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,961 ± 0,01 <sup>Cb</sup>	0,955 ± 0,01 <sup>Cc</sup>
	0	50,69 ± 0,16 <sup>Aa</sup>	50,69 ± 0,16 <sup>Aa</sup>	50,69 ± 0,16 <sup>Aa</sup>
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100 g <sup>-1</sup> )	10	48,19 ± 0,06 <sup>BCa</sup>	48,23 ± 0,06 <sup>Ba</sup>	48,25 ± 0,08 <sup>Ba</sup>
	20	47,49 ± 0,32 <sup>Da</sup>	47,34 ± 0,36 <sup>Cb</sup>	47,39 ± 0,33 <sup>Cb</sup>
	30	48,00 ± 0,17 <sup>Ca</sup>	43,91 ± 0,02 <sup>Db</sup>	43,88 ± 0,02 <sup>Db</sup>
	0	48,03 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	48,03 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	48,03 ± 0,00 <sup>Aa</sup>
	10	39,77 ± 0,70 <sup>Bb</sup>	41,65 ± 0,22 <sup>Ba</sup>	38,66 ± 1,36 <sup>Bb</sup>
	20	38,48 ± 0,88 <sup>Cb</sup>	40,49 ± 1,41 <sup>Ba</sup>	31,80 ± 0,72 <sup>Cc</sup>
	30	38,24 ± 1,34 <sup>Ca</sup>	39,77 ± 1,42 <sup>Ba</sup>	32,13 ± 0,11 <sup>Cb</sup>

A, B, C, D Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, para a mesma determinação e a, b, c letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05).

O estudo do efeito do binômio tempo/temperatura na cinética de degradação de  $\beta$ -caroteno e luteína em óleos revelou que em todos os tratamentos, a concentração de trans- $\beta$ -caroteno diminuiu em função do tempo de aquecimento (ACHIR et al., 2010; RODRIGUES et al., 2013). Ainda, qualquer que seja o método de processamento utilizado, a retenção de carotenoides é menor quanto maior for o tempo de processamento, maior a temperatura e a desintegração das partículas do alimento (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

**Tabela 6:** Retenção de carotenóides totais (%) do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)		
	5	25	35
0-10	97,50 ± 0,15 <sup>Aa</sup>	97,54 ± 0,19 <sup>Aa</sup>	97,56 ± 0,10 <sup>Aa</sup>
0-20	96,79 ± 0,45 <sup>Ba</sup>	96,65 ± 0,31 <sup>Ba</sup>	96,70 ± 0,52 <sup>Ba</sup>
0-30	97,30 ± 0,15 <sup>Ba</sup>	93,21 ± 0,17 <sup>Cb</sup>	93,19 ± 0,13 <sup>Cb</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Os teores de compostos fenólicos totais (Tabela 5) diminuíram no decorrer da estocagem do produto, sendo a redução maior nas temperaturas mais elevadas. Esta redução também foi observada por outros autores. Dutra et al. (2012) estudaram o efeito do tratamento térmico (90 °C/20 s até 100 °C/30 s) na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote, e verificaram a redução dos compostos fenólicos no decorrer do tempo de armazenamento.

Mesmo que tenha havido redução desses compostos no decorrer da estocagem do preparado de buriti, a retenção foi acima de 80% (Tabela 7), que é muito interessante, pois esses compostos são um dos maiores responsáveis pela atividade antioxidante (KOOLEN et al., 2013). Porém, o teor de compostos fenólicos pode ser influenciado por fatores, como espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de maturação, condições de colheita e armazenagem (SOUSA et al., 2012; VIEIRA et al., 2011), bem como a extração desses compostos para serem analisados.

Bataglion et al. (2014) usaram cromatografia líquida de ultra alta performance acoplada a espectrometria de massa (UHPLC-MS) para quantificar os principais

compostos fenólicos presentes no buriti e obtiveram 96,12 mg.100g<sup>-1</sup> de catequinas, 110,99 mg.100g<sup>-1</sup> de epicatequinas, 106,09 mg.100g<sup>-1</sup> de luteolina, 89,55 mg.100g<sup>-1</sup> de ácido cafeico, 217,59 mg.100g<sup>-1</sup> de ácido protocatecuico, 115,42 mg.100g<sup>-1</sup> de ácido clorogênico, entre outros compostos em baixas concentrações.

**Tabela 7:** Retenção de compostos fenólicos totais (%) do preparado de buriti durante a estocagem (30 dias) em diferentes temperaturas.

Tempo (dias)	Temperatura (°C)		
	5	25	35
0-10	91,74 ± 0,70 <sup>Ab</sup>	93,62 ± 0,22 <sup>Aa</sup>	90,63 ± 1,36 <sup>Ac</sup>
0-20	90,45 ± 0,88 <sup>Bb</sup>	92,46 ± 1,41 <sup>Ba</sup>	83,77 ± 0,72 <sup>Bc</sup>
0-30	90,21 ± 1,34 <sup>Bb</sup>	91,74 ± 1,42 <sup>Ba</sup>	84,10 ± 0,11 <sup>Bc</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05).

## CONCLUSÕES

- A polpa e o preparado de buriti apresentaram características físico-químicas próprias (composição centesimal, valor energético, pH, acidez, °Brix, Aw), e elevados teores de carotenóides e compostos fenólicos.
- Com o aumento da temperatura de estocagem do preparado de buriti, o valor de pH se manteve praticamente constante; houve leve tendência de aumento da acidez, redução dos sólidos solúveis, da atividade de água, e dos teores de carotenóides e de compostos fenólicos, sendo esta redução mais acentuada nas temperaturas mais elevadas.
- Com o aumento do tempo de estocagem do preparado de buriti, houve leve tendência de aumento na acidez, redução nos sólidos solúveis e da atividade de água, assim como retenção de 90 % carotenóides e 80 % dos compostos fenólicos.
- O preparado de buriti apresentou boas características físico-químicas (pH, acidez, °Brix e Aw) e se manteve praticamente estável durante a estocagem, com potencial para conduzir os compostos bioativos em aplicações alimentícias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHIR, N.; RANDRIANATOANDRO, V. A.; BOHUON, P.; LAFFARGUE, A.; AVALLONE, S. Kinetic study of  $\beta$ -carotene and lutein degradation in oils during heat treatment. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 112, p. 349-361, 2010.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Brasília: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p. v. 1.

AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. 6th ed. Champaign, 2009.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of dairy products**. 15 ed. Washington, 1985.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; FARIA, J. A. F. Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2004. p. 77-96.

BALAKRISHNAN, G.; AGRAWAL, R. Antioxidant activity and fatty acid profile of fermented milk prepared by *Pediococcus pentosaceus*. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51. p. 4138-4142, 2014.

BARBOSA, M. A.; FONSECA, J. C.; SILVA, I. C. A.; CASTRO, A. H. F.; LIMA, L. A. R. S. Avaliação da atividade antioxidante pela captura de radicais livres 1,1-difenil-2-picrilhidrazila pelo extrato etanólico em frações de folhas de *Smilax* sp. **Blucher Biochemistry Proceedings**, v. 1, p. 57-58, 2015.

BARBOSA, R. I.; LIMA, A. D.; MOURÃO JUNIOR, M. Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L. Arecaceae): Produção de polpa e óleo e uma área de Savana em Roraima. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, p. 71-85, 2010.

BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, p. 1856-1861, 2009.

BATAGLION, G. A.; DA SILVA, F. M. A.; EBERLIN, M. N.; KOOLEN, H. F. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**, v. 66, p. 396–400, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/pdf/instrucao-normativa-12.pdf>> Acesso em 24/03/2016.

BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC\\_269\\_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3) > Acesso em 05/06/2017.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 18, de 19 de junho de 2013. Estabelece em todo o território nacional a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas: I - xarope; II - preparado líquido para refresco; III - preparado líquido para refrigerante; IV - preparado líquido para bebida composta; e V - preparado líquido para chá. Disponível em <[http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/legislacao/INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_No\\_18\\_DE\\_19\\_DE\\_JUNHO\\_DE\\_2013\\_pic\\_bebidas\\_n\\_alcoolica.pdf](http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/legislacao/INSTRUCAO_NORMATIVA_No_18_DE_19_DE_JUNHO_DE_2013_pic_bebidas_n_alcoolica.pdf)> Acesso em: 22 mar.2016.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; MARTINS, C. J. L.; MOREIRA, G. R.; STRINGUETA, P. C.; MARIN, B.G. Acidez, Brix e sabor de diferentes genótipos de tomateiro produzidos em ambiente protegido e no campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 2003, Recife. Anais... Recife: ABH, 2003. Disponível em <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olfg4152c.pdf>>. Acesso em 15 abr. 2016.

CANDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, p. 313-319, 2015.

CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v. 6, p. 105–111, 2011.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CELESTINO, S. M. C. **Desenvolvimento e avaliação da vida de prateleira de geleia de buriti**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2013. 27p.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, 2004. Disponível em <<http://joaotavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/acerola-515653c8767a0.pdf>>, Acesso em: 15 abr. 2016.

CIABOTTI, E. D.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, p. 51-60, 2000.

COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. **Funções plenamente reconhecidas de nutrientes zinco**. v. 8. ILSI Brasil. 2009. Disponível em <http://docplayer.com.br/12586636-Zinco-funcoes-plenamente-reconhecidas-de-nutrientes-volume-7-serie-de-publicacoes-ils-brasil.html>. Acesso em 22 de Fevereiro de 2017.

DUTRA, A. S.; FURTADO, A. A. L.; PACHECO, S.; OIANO NETO, J. Efeito do tratamento térmico na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 198-207, 2012.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FIORINI, L. S. Dossiê: os minerais na alimentação. **Food ingredients Brasil**, v. 4, p. 48-65, 2008.



GAZEL FILHO, A. B.; LIMA, J. A. S. O buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.) e seu potencial de utilização. EMBRAPA: Documentos 27. 2001. Disponível em <[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7758/Documentos\\_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7758/Documentos_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 02 Abr. 2016.

GVAA. GRUPO VERDE DE AGRICULTURA ALTERNATIVA. Acidez em frutas e hortaliças. Nota Técnica. **Revista Verde**, v. 5, p. 1-4, 2010.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IVACG. International Vitamin A Consultive Group. **Conversion factors for vitamin A and carotenoids**. Washington: ILSI Research Foundation, 2002.

KOOLEN, H. H. F.; SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritiaflexuosa*L.) by UPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 467–473, 2013.

KROLOW, A. C. R. Beneficiamento de frutas vermelhas. **Informe Agropecuário: Pequenas frutas: Tecnologias de produção**, v. 33, p.96-103, 2012.

LOUREIRO, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1092-1100, 2013.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 79 – 87, 2004.

MANHÃES, L. R T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, p. 856-863, 2011.

MARIATH, J. G. R.; LIMA, M. C. C.; SANTOS, L. M. P. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 49, p. 849-853, 1989.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Estabilidad de los pigmentos carotenoides em los alimentos. **Archivos Latino Americanos de Nutrición**, v. 54, p. 209-215, 2004.

MOREIRA, I. S.; CASTRO, D. S.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; SILVA, W. P. Elaboração e avaliação das características físicas e físico-químicas de preparado misto de buriti e pupunha. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, p.77-80, 2014.

ORDONEZ, J. A.; RODRIGUES, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLON, G. G. F.; PERALES, L.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos**. v. 1, Porto Alegre: Artimed, 2005.

PIRILLO, C. P.; SABIO, R. P. 100% Suco: Nem tudo é suco nas bebidas de frutas. **Hortifruti Brasil**, v. 6, p. 6-13, 2009. Disponível em <[http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/81/mat\\_capa.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/81/mat_capa.pdf)> Acesso em: 22 mar. 2016.

RITTER. Preparados de frutas especiais para produtos lácteos. Disponível em <<http://www.ritter.com.br/site/content/industrial/?produto=preparados-de-frutas>> acesso em: 22 mar. 2016.

RODRIGUES, M. L.; SOUZA, A. R. M.; LIMA, J. C. R.; MOURA, C. J.; GERALDINE, R. M. Cinética da degradação de carotenóides e da alteração de cor do azeite de pequi submetido ao aquecimento em temperatura de fritura. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1509 -1515, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; FARFAN, J. A. **Fontes brasileiras de carotenóides**: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999. 65 p.

ROMERO, A. B. R.; CARVALHO E MARTINS, M. C.; NUNES, P. H. M.; FERREIRA, N. R. T.; BRITO, A. K. S; CUNHA, P. F. M.; DE LIMA, A.; ASSIS, R. C.; ARAÚJO, E. M. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of Buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.). **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, p. 2153-2161, 2015.

SANTOS, C. T.; COSTA, A. R.; FONTAN, G. C. R. FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentação e Nutrição**, v. 19, p. 55-60, 2008.

SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. S. M.; BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, p. 591-602, 2015.

SILVA, C. J. **Desenvolvimento de preparado de fruta com massa base de casca de maracujá e aplicação em iogurte**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2015.

SILVA, S. M.; SAMPAIO, K. A.; TAHAM, T.; ROCCO, S. A.; CERIANI, R.; MEIRELLES, A. J. A. Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.) grown in the Brazilian Amazon Region. **Journal American Chemical Society**, v. 86, p. 611–616, 2009.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR., J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SMIDERLE, L. A. S. M. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, carotenóides totais,  $\alpha$ - e  $\beta$ -carotenos e isômeros trans (e) e cis (z) em cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata*) cruas e cozidas**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

SOUSA, P. B. SILVA, E. F.; MONÇÃO, E. C.; SILVA, J. N.; SILVA, M. J. M.; SOUSA, M. M. Fenólicos totais, carotenóides e capacidade antioxidante de raspas de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **Revista CIENTEC**, v. 4, p. 75-83, 2012.

TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; LAMARDO, L. C. A.; CAMPOS, N. C.; JORGE, L. I. F.; GONZALEZ, E. Composição química e estudo anatômico dos frutos de buriti do município de Buritizal, Estado de São Paulo. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, p. 227-232, 2003.

TRINDADE, C. E. P. Importância dos minerais na alimentação do pré-termo extremo. **Jornal de Pediatria**, v. 81, p. 543-551, 2005.

VASCONCELLOS, A. B.; GENTIL, P.; GOULART, D.; PINHEIRO, M.; OLIVEIRA, T. P. **Estratégias de promoção da alimentação saudável para o nível local**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 18 p. I Seminário Sobre Política Nacional de Promoção da Saúde. 2007, Brasília. Disponível em [http://nutricao.saude.gov.br/docs/geral/doc\\_tecnico\\_pas\\_nivel\\_local.pdf](http://nutricao.saude.gov.br/docs/geral/doc_tecnico_pas_nivel_local.pdf). Acesso em: 6 abr. 2015.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 888-897, 2011.

VITALI, A. A.; QUAST, D. G. **Vida-de-prateleira de alimentos**. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. 3ª edição. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 49-57, 2004.

WEST, B. J.; DENG, S. JENSEN, J. Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. **Food Research International**, v. 44, p. 2295-2311, 2011.

### **CAPÍTULO III**

#### **APLICAÇÃO DO PREPARADO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.) EM LEITE FERMENTADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL**

## RESUMO

Os produtos lácteos, principalmente os leites fermentados, são importantes veículos para os compostos bioativos. As frutas do Cerrado e da Amazônia podem ser exploradas para enriquecer os produtos lácteos, pois apresentam uma grande variedade de compostos bioativos, tais como vitaminas, carotenóides e compostos fenólicos. Neste contexto, foi avaliado o efeito da adição do preparado de buriti nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de leite fermentado. O leite em pó desnatado usado para a fermentação foi reconstituído, homogeneizado e pasteurizado, e submetido às avaliações de acidez, lipídios, sólidos não gordurosos e proteínas. Para a fermentação, foi utilizada a cultura probiótica contendo *Lactobacillus acidophilus* (La-5) e *Bifidobacterium animalis* (BB-12), em co-cultura com *Streptococcus thermophilus* (ST). Ao leite fermentado, foram adicionados diferentes teores de preparado de buriti para obter 4 tratamentos (controle – sem adição, com adição de 10%, 20% e 30%). Para caracterização das amostras de leite fermentado controle e com preparado de buriti foram determinados: teores de umidade, lipídios, proteína total, cinzas e carboidratos totais (por diferença), sinérese, teores de carotenóides totais, compostos fenólicos totais, capacidade de sequestro de radicais livres, viabilidade das culturas lácticas e análise sensorial. O leite em pó reconstituído utilizado na fermentação apresentou  $12,60 \pm 0,17\%$  de sólidos não gordurosos,  $4,69 \pm 0,05\%$  de proteínas e  $0,23\%$  de acidez (% ácido láctico. $\text{mL}^{-1}$ ). Com o aumento no teor de preparado de buriti ao leite fermentado, houve um aumento no teor de lipídios e redução nos teores de umidade, proteínas, cinzas e sinérese. Os teores de carotenóides totais variaram de  $0,06 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado sem preparado de buriti - controle) a  $10,78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado com 30 % de preparado de buriti), no decorrer da estocagem (1, 14 e 28 dias). Os teores de compostos fenólicos totais variaram de  $9,17 \text{ mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (leite fermentado sem preparado de buriti - controle) a  $39,30 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (leite fermentado com 30 % de preparado de buriti), no decorrer da estocagem. O teor de carotenóides aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti e a concentração se manteve estável durante a estocagem, enquanto o teor de compostos fenólicos aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti, assim como com o período de estocagem. A capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup> variou de 7,89% a 9,60% no início da estocagem e de 57,77% a 65,66% no final da estocagem; para o radical ABTS<sup>+</sup> a variação foi de 0,88 a 1,62% no início da estocagem e de 15,61% a 35,19% no final da

estocagem, para as concentrações de 100 mg.mL<sup>-1</sup> e 500 mg.mL<sup>-1</sup> de extrato contendo os compostos bioativos, respectivamente. Houve redução na capacidade de sequestro de radicais livres durante a estocagem, tanto para DPPH<sup>•</sup> quanto para ABTS<sup>+</sup>. A viabilidade da cultura *starter* foi ligeiramente abaixo de 6 log UFC/mL para *B. animalis* e *L. acidophilus*, e acima 10 log UFC/mL para *S. thermophilus*. Durante a estocagem, a população de *S. thermophilus* se manteve acima de 8 log UFC/mL, enquanto *B. animalis* e *L. acidophilus* apresentaram-se próximas a 6 log UFC/mL e 5 log UFC/mL, respectivamente. A adição de diferentes teores de preparado de buriti não interferiu na viabilidade de *S. thermophilus*, porém a adição de 20 ou 30% de preparado de buriti resultou em leve aumento na população de *B. animalis*. Na avaliação sensorial, a aceitação variou com o atributo avaliado, sendo que o atributo aroma apresentou o maior índice de aceitabilidade (IA, 82,47%), enquanto IA para atributo viscosidade variou de 70,74% (leite fermentado com 20% de preparado de buriti) a 76,54% (leite fermentado controle). O leite fermentado se mostrou adequado para veicular os compostos bioativos do buriti.

Palavras chave: Leite fermentado, Compostos bioativos, Carotenoides, Compostos fenólicos.

## ABSTRACT

Dairy products, especially fermented milk, are important vehicles for bioactive compounds. Different fruit from the Cerrado and the Amazon regions in Brazil can be explored to enrich such dairy products, since they have a great variety of bioactive compounds, such as vitamins, carotenoids, and phenolic compounds. In this context, we evaluated the effect of adding a buriti-based formula to a fermented milk product to what its physicochemical, microbiological, and sensorial characteristics are concerned. We used a reconstituted, homogenized and pasteurized skim milk powder for the fermentation, and then evaluated its acidity, lipids, solids non-fat and protein contents. For the fermentation, we used a probiotic culture containing *Lactobacillus acidophilus* (La-5) and *Bifidobacterium animalis* (BB-12) in co-culture with *Streptococcus thermophilus* (ST). Different levels of buriti-based formula were added to the fermented milk, in order to obtain 4 treatments (control - without addition, 10%, 20%, and 30% added buriti-based formula). For the characterization of the control and the added buriti-based formula fermented milk samples, we evaluated moisture, lipids, total protein, ashes and total carbohydrate contents (by difference), syneresis value, total carotenoid and phenolic compound contents, as well as their free radical scavenging capacity, viability of starter cultures and sensory properties. The reconstituted milk powder used for fermentation showed  $12.60 \pm 0.17\%$  solids non-fat,  $4.69 \pm 0.05\%$  proteins and  $0.23\%$  acidity. By increasing the buriti-based formula concentration in the fermented milk, we observed an increase in the lipids content and a decrease in moisture, protein, ash contents and syneresis levels. The total carotenoid contents ranged from  $0.06 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk without buriti-based formula - control) to  $10.78 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk with 30% added buriti-based formula), during the storage period (1, 14, and 28 days). The contents of total phenolic compounds ranged from  $9.17 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk without buriti-based formula - control) to  $39.30 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (fermented milk with 30% added buriti-based formula), during storage. The carotenoid content increased with the concentration of the buriti-based formula, and the concentration remained stable during storage, while the phenolic compound content increased with the concentration of the buriti-based formula, as well as during the storage period. The scavenging capacity for DPPH• radical ranged from  $7.89\%$  to  $9.60\%$  at the beginning of storage, and from  $57.77\%$  to  $65.66\%$  at the end of storage,



and that for the ABTS+ radical ranged from 0.88 to 1.62% at the beginning of storage, and from 15.61% to 35.19% at the end of storage, for concentrations of 100 mg.mL<sup>-1</sup> and 500 mg.mL<sup>-1</sup> extract containing the bioactive compounds, respectively. There was a decrease in the free radical scavenging capacity during storage for both DPPH• and ABTS+ radicals. The viability of the starter culture was slightly below 6 log CFU/mL for *B. animalis* and *L. acidophilus*, and above 10 log CFU/mL for *S. thermophilus*. During storage, the *S. thermophilus* population remained above 8 log CFU/mL, while *B. animalis* and *L. acidophilus* were close to 6 log CFU/mL and 5 log CFU/mL, respectively. The addition of different concentrations of the buriti-based formula in fermented milk did not affect the *S. thermophilus* viability; however, the addition of the 20 or 30% added buriti-based formula resulted in a small increase in the population of *B. animalis*. In the sensory evaluation, the acceptance varied according to the evaluated attribute, and the aroma attribute had the highest acceptance rate (AR, 82.47%), whereas the AR for the viscosity attribute varied from 70.74% (fermented milk with 20% added buriti-based formula) to 76.54% (control fermented milk). Fermented milk has thus been proved to be suitable for carrying buriti's bioactive compounds.

**Key words:** Fermented milk, Bioactive compounds, Carotenoids, Phenolic compounds.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os consumidores passaram a se preocupar mais com as questões de saúde e, por isso, buscam alimentos que contribuam para uma vida mais saudável, provavelmente devido aos avanços da ciência e ao fácil acesso à informação (CASAROTTI, 2013). Neste sentido, os produtos lácteos representam um grande potencial de investimento para a indústria de alimentos, que pode ser explorado por meio do desenvolvimento de ingredientes, processos e produtos inovadores. Os produtos lácteos, e principalmente os leites fermentados, têm se mostrado importantes veículos para os probióticos.

Os leites fermentados são produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos, cuja fermentação se realiza com cultivos proto-simbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007). Além disso, os leites fermentados podem ser adicionados de polpas de frutas, açúcar e aditivos, que contribuem para aumentar a qualidade, aceitabilidade e valor nutricional do produto.

A combinação ou mistura de sucos pode ser usada para melhorar a qualidade nutricional e aceitação sensorial de determinados sucos, e o conteúdo de vitaminas e minerais na mistura de frutas e vegetais pode ser aumentado dependendo do tipo e qualidade de frutas e legumes utilizados (SOBRINHO et al., 2015). Por outro lado, as frutas, quando processadas, para a produção de derivados, podem ou não manter os níveis dos fitoquímicos, dependendo do processamento utilizado (XAVIER, 2008).

O uso de polpas de frutas contendo compostos bioativos tem despertado muito interesse dos pesquisadores, da indústria e dos consumidores, pois as frutas apresentam inúmeros compostos essenciais ao organismo humano, como os carotenoides, compostos fenólicos, vitaminas, antioxidantes, fibras, lipídeos, minerais, dentre outros (SOUZA et al., 2015). Além disso, as frutas estão associadas a uma série de benefícios para a saúde humana, como a redução do risco de doenças degenerativas, cardiovasculares e outros tipos de doenças (LEONG; SHUI, 2002). De acordo com o AICR (*American Institute of Cancer Research*) e ROSA et al. (2009), dietas contendo

quantidades variadas de hortaliças e frutas com atividade antioxidante previnem a incidência de câncer.

Os antioxidantes oriundos de frutas podem atuar no organismo de diversas maneiras: na proteção das células contra os radicais livres, impedindo sua formação, ou no reparo de células já danificadas por estes radicais (ANGELO; JORGE, 2007; DEL RÉ; JORGE, 2012). Estes antioxidantes são capazes de modular mecanismos envolvidos na manutenção de uma fisiologia saudável, com redução do início precoce de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (ARUOMA et al., 2012). São considerados antioxidantes os carotenoides, os compostos fenólicos e as vitaminas C e E.

Dentre as diversas frutas com potencial para aplicação em leites fermentados produzidas no Brasil, as frutas do Cerrado e da Amazônia, tais como: açaí (*Euterpe oleracea*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*), araticum (*Annona coriacea*), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), cagaita (*Eugenia dysenterica*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), murici (*Byrsonima crassifolia*), graviola (*Annona muricata*), pequi (*Caryocar brasiliense*), mangaba (*Hancornia speciosa*), entre outras, têm sido estudadas e caracterizadas. Pesquisas revelam a presença de uma grande variedade de compostos bioativos, tais como vitaminas, carotenóides e compostos fenólicos, que merecem estudos adicionais. Além do valor nutricional, o uso de matérias-primas não convencionais pode constituir uma boa oportunidade para a diferenciação dos fabricantes de leite fermentados, aumentando o valor agregado e o papel funcional destes produtos nas regiões mais carentes.

Os compostos fenólicos têm sido extensivamente estudados. A presença destes compostos em vários alimentos tem sido associada com as propriedades de saúde e sensoriais (OLIVEIRA; CARVALHO; MELO, 2014). O aumento de compostos fenólicos e flavonóides em processos fermentativos foi relatado por Hur et al. (2014), e é uma reação de hidrólise microbiana, aumentando a atividade antioxidante. Além disso, a fermentação induz a quebra estrutural das paredes celulares da planta, levando à libertação ou síntese de vários compostos antioxidantes. Estes compostos antioxidantes podem agir como sequestradores de radicais livres, quelantes de metais, supressores de oxigênio atômico, ou doadores de hidrogênio para os radicais. Ainda, os compostos fenólicos parecem ter potencial para alterar microbiota do intestino, afetar o número total de micro-organismos benéficos no intestino, e podem conferir benefícios positivos para a saúde gastrointestinal (PARKAR; STEVENSON; SKINNER, 2008). Este efeito

foi demonstrado por HERVERT-HEMÁNDEZ et al. (2009) usando compostos fenólicos de bagaço de uva como estimulador no crescimento de *Lactobacillus acidophilus*.

O estudo da influência dos compostos fenólicos (ácidos gálico e catequina) em propriedades probióticas de *Streptococcus thermophilus* CHCC 3534 foi realizado por Khalil (2010). Os autores relatam que a aplicação de *Streptococcus thermophilus* CHCC 3534 em produtos lácteos e formulações suplementadas com compostos fenólicos podem apresentar um benefício nutricional pelo potencial da cultura *starter* probiótica, bem como uma fonte potencial de antioxidantes para a dieta.

O conteúdo de fenólicos, atividade antioxidante e funções estimuladoras de frutas cítricas em algumas bactérias ácido-láticas (BAL) também foram estudados. Houve um aumento significativo de *Lactobacillus delbrueckii* NRRL B5448, *Lactobacillus casei* NRRL B1922 e *Lactobacillus acidophilus* NRRL B4495, quando se utilizou o suco de frutas e o extrato da casca da fruta. Este aumento na viabilidade das BAL foi provocado, principalmente, por ácido clorogênico, hesperidina, naringina e ácido cafeico (IRKIN et al., 2015), compostos que também estão presentes em elevados níveis no buriti.

Neste estudo, o objetivo foi avaliar o efeito da adição do preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de leite fermentado. Com o estudo pretende-se também dar uma maior valorização das potencialidades dos produtos regionais, pelo estímulo na produção de polpa de buriti, além de desenvolver um produto fermentado com maior valor nutricional pela presença dos compostos bioativos do buriti.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Leite em pó**

O leite em pó desnatado Molico (Nestlé, Araçatuba-SP, Brasil, Lote 5292046031 1123) foi reconstituído a 14 % de sólidos totais, agitado e tratado termicamente a 85°C por 15 min. em equipamento Thermomix TM 21 (Vorwerk, França). O leite reconstituído foi submetido à análise de acidez, por titulação com NaOH 0,1 mol/L e solução de fenolftaleína como indicador, sendo expressa em % de ácido láctico.mL<sup>-1</sup> (IAL, 2008). Os teores de lipídios, sólidos não gordurosos e proteínas foram determinados de forma indireta, por aplicação de ultra-som nas amostras em

equipamento Ekomilk – M (Bulteh 2000, Zagoza, Bulgária). Todas as análises foram realizadas em triplicata, em dois processos independentes.

## **2.2. Cultura lática**

Foi utilizada a cultura probiótica Biorich (Chr. Hansen Brasil, Valinhos, São Paulo), comercializada na forma sachê (400 mg) liofilizada, composta por *Lactobacillus acidophilus* (La-5) e *Bifidobacterium animalis* (BB-12), em co-cultura com *Streptococcus thermophilus* (ST).

Foi feita a contagem inicial de células viáveis da cultura lática e do produto fermentado após o preparo (1 dia) e durante o período de estocagem refrigerada (14 e 28 dias). Uma alíquota de 100 µL de cultura ou de leite fermentado foi utilizada para contagem dos micro-organismos e transferida para tubo de Ependorff estéril, contendo 900 µL de solução salina estéril 0,85%. A mistura foi agitada em vortex de forma padronizada para todas as amostras. A suspensão foi submetida a diluições seriadas, até  $10^{-8}$ , utilizando-se o mesmo diluente.

Para a contagem de *Streptococcus thermophilus*, 10 µL de cada diluição foram transferidos para placas contendo o meio M17, com incubação das placas a 37 °C por 48 horas em aerobiose (IDF, 1997). Para a contagem de *Lactobacillus acidophilus*, foram utilizados 10 µL de cada diluição e empregado o meio MRS-bile (MRS + bile), com incubação das placas a 37 °C por 72 horas em aerobiose (IDF, 1995) e para *Bifidobacterium animalis*, foram utilizados 10 µL de cada diluição e empregado o meio MRS-lítio (MRS ágar + cloreto de lítio 0,2% + propionato de sódio 0,3%), com incubação a 37 °C por 72 h em anaerobiose (VINDEROLA; REINHEIMER, 1999).

## **2.3. Preparo do leite fermentado**

Para a elaboração do leite fermentado adicionado de preparado de buriti, o leite em pó desnatado reconstituído, submetido ao tratamento térmico, conforme descrito anteriormente, foi resfriado até 42 °C para receber o inóculo (400 mg) da cultura lática probiótica (ST + La-5 + BB-12), conforme recomendação do fabricante. Foi feita agitação vigorosa para incorporação da cultura e distribuição em frascos de vidro, previamente esterilizados, com capacidade de armazenamento de 1000 mL. Para a fermentação, a mistura foi incubada em banho termostaticado com circulação de água até o produto atingir o pH 4,6.

Após o término da fermentação foi feito um resfriamento inicial do leite fermentado, em banho de água e gelo até 20 °C. Ao leite fermentado, foram adicionados diferentes teores de preparado de buriti para obter 4 tratamentos (controle – sem adição, e adição de 10 %, 20 % e 30 %), conforme Figura 1. Em seguida, a quebra do coágulo foi realizada por agitação manual durante 2 min., de forma padronizada para todos os tratamentos, seguido do resfriamento final até 5 °C. O leite fermentado foi distribuído em copos transparentes estéreis com tampas plásticas e armazenados à temperatura de 5 °C até o momento das análises. Foram realizados dois processos de fermentação em ocasiões diferentes para cada tratamento.

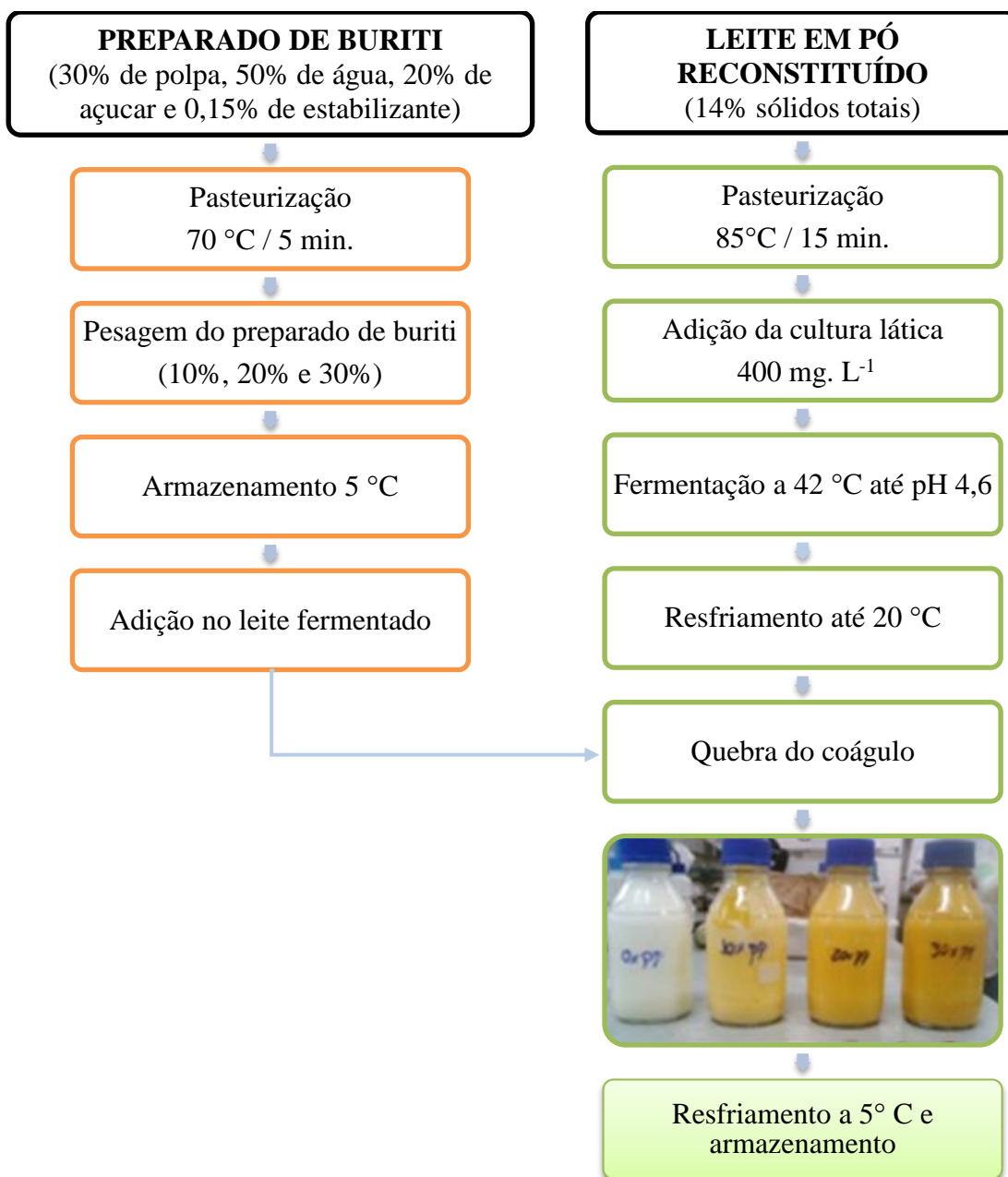
### **2.3.1 Composição de macronutrientes do leite fermentado com adição de preparado de buriti**

A composição centesimal de macronutrientes dos produtos foi determinada, em triplicata, após 1 dia de fabricação. Foram determinados: umidade por secagem em estufa a vácuo a 70 °C/24 h, conforme recomendado pela *American Public Health Association* (APHA, 1985); o teor de lipídios pelo método Soxhlet (IAL, 2008); nitrogênio total (NT) por método de Kjeldahl e o teor de proteína total (PT) foi calculado multiplicando-se o NT por 6,38, cinzas por incineração em mufla a 550°C (IAL, 2008) e carboidratos determinado por diferença.

### **2.3.2 Avaliação do leite fermentado com adição de preparado de buriti durante a estocagem**

Para avaliação do leite fermentado durante a estocagem refrigerada, análises de acidez titulável, sinérese e pH foram realizadas, em triplicata, após 1, 14 e 28 dias de fabricação. A acidez titulável foi quantificada utilizando o método potenciométrico para as amostras com preparado de buriti, e pelo método titulométrico para amostras sem adição de preparado do buriti; o valor de pH foi determinado em pHmetro digital (Modelo PG1800 da marca Gehaka) (IAL, 2008), e a sinérese determinada por drenagem da amostra sobre peneira de aço inox de 0,125 mm (ABNT 120), acoplada a um funil (CASAROTTI et al., 2014).

**Figura 1:** Esquema de preparação do leite fermentado com adição de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.).



#### **2.4 Determinação de compostos bioativos (carotenóides e compostos fenólicos) e capacidade de sequestro de radicais livres**

A determinação dos carotenóides foi realizada conforme Rodriguez-Amaya (1999). Resumidamente, foi preparado um extrato com 10 g de leite fermentado, 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano. A mistura foi agitada, em seguida, adicionada

de 85 mL de água e transferida para um balão de decantação. Após 30 min. de repouso e separação de fases, a parte inferior foi descartada e o sobrenadante foi retido, em seguida foram feitas de mais duas lavagens com 85 mL de água destilada. Após a separação de fases, o sobrenadante foi recolhido em balão volumétrico de 50 mL contendo 5 mL de acetona, posteriormente o volume foi completado com hexano. Foi feita a leitura da absorvância do extrato em espectrofotômetro (Schimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan) em 450 nm. A solução do branco foi preparada com acetona e hexano (1:9) O teor de carotenóides (mg.100 g<sup>-1</sup>) foi determinado conforme a Equação 1:

$$\text{Carotenóides} = (\text{Abs}_{450 \text{ nm}} \times 100) \div (250 \times a \times b) \quad \text{Equação 1}$$

Em que 'a' é largura da cubeta (cm) e 'b' é o quociente entre a amostra inicial (10 g) e o volume final da diluição (50 mL).

Para extração dos compostos fenólicos foi utilizada a proporção 1:1 de leite fermentado e metanol 70%. O frasco foi tampado e vedado para evitar a incorporação de oxigênio, a mistura foi agitada por 60 min., em temperatura ambiente, em mesa agitadora orbital (modelo TE-141, Tecnal, Brazil), e submetida à filtração a vácuo para a obtenção dos extratos.

Foi utilizado 0,25 mL do extrato, adicionados de 0,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2,5 mL de água miliQ e 0,25 mL de carbonato de sódio (10%), conforme metodologia de Singleton e Rossi (1965). Após 60 min. em temperatura ambiente, foi realizada a leitura da absorvância a 725 nm ( $\text{Abs}_{725 \text{ nm}}$ ) em espectrofotômetro (Schimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG).100 g<sup>-1</sup> da amostra.

A capacidade de sequestro de radicais livres DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>+</sup> do leite fermentado foi determinada de acordo com método desenvolvido por Mensor et al. (2001), com adaptações. As amostras de leite fermentado (60 mL) foram centrifugadas a 8000 g por 20 min. a 4 °C (BALAKRISHNAN; AGRAWAL, 2012). Após a centrifugação, o sobrenadante foi utilizado no preparo de soluções metanólicas e etanólicas nas concentrações de: 100, 200, 300, 400 e 500 mg.mL<sup>-1</sup>.

Para o radical DPPH<sup>•</sup> (2,2 – difenil, 1- picril-hidrazil), alíquotas de 0,3 mL das soluções metanólicas foram adicionadas de 2,7 mL de solução metanólica de DPPH<sup>•</sup> (40 mg.mL<sup>-1</sup>). Após 40 min. de reação na ausência de luz, foi feita a leitura da absorvância



(Abs) em 517 nm em espectrofotômetro (Schimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). O cálculo do sequestro de radicais livres (%) foi realizado pela Equação (2).

$$\text{SRL}_{\text{DPPH}^\bullet} (\%) = 100 - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) * 100 / \text{Abs}_{\text{controle}} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:  $\text{Abs}_{\text{amostra}}$  é a absorbância da amostra (0,3 mL amostra + 2,7 mL de  $\text{DPPH}^\bullet$ ),  $\text{Abs}_{\text{branco}}$  é a absorbância da amostra sem adição do  $\text{DPPH}^\bullet$  (0,3 mL amostra + 2,7 mL metanol) e  $\text{Abs}_{\text{controle}}$  é a absorbância da solução de  $\text{DPPH}^\bullet$  (0,3 mL metanol + 2,7 mL  $\text{DPPH}^\bullet$ ).

Para o radical  $\text{ABTS}^+$  (2,2'-azinobis, 3-etil benzotiazolino-6-ácido sulfônico), alíquotas de 30  $\mu\text{L}$  das soluções etanólicas foram adicionadas de 3,0 mL de solução etanólica de  $\text{ABTS}^+$ . Após 6 min. de reação na ausência de luz, foi feita a leitura da absorbância em 734 nm em espectrofotômetro (Schimadzu UV mini, 1240, Kyoto, Japan). A capacidade de sequestro de radicais livres (%) foi calculada pela Equação 3.

$$\text{SRL}_{\text{ABTS}^+} (\%) = 100 - (\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}) * 100 / \text{Abs}_{\text{controle}} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que:  $\text{Abs}_{\text{amostra}}$  é a absorbância da amostra (30  $\mu\text{L}$  amostra + 3,0 mL de  $\text{ABTS}^+$ ),  $\text{Abs}_{\text{branco}}$  é a absorbância da amostra sem adição do  $\text{ABTS}^+$  (30  $\mu\text{L}$  amostra + 3,0 mL etanol) e  $\text{Abs}_{\text{controle}}$  é a absorbância da solução de  $\text{ABTS}^+$  (30  $\mu\text{L}$  etanol + 3,0 mL  $\text{ABTS}^+$ ).

## 2.5 Análise sensorial de leite fermentado

Inicialmente, foi solicitado aos consumidores que indicassem a frequência de consumo de leite fermentado e a intenção de compra do produto caso o encontrassem à venda no mercado (Ficha 2). Para avaliação do leite fermentado (controle – sem adição e com adição de 10%, 20% e 30%) foi utilizado o método sensorial afetivo com teste de aceitação em escala hedônica (1 = desgostei extremamente, 5 = não gostei, nem desgostei, 9 = gostei extremamente) (Ficha 3). Foram avaliados os atributos sensoriais: aparência, aroma, viscosidade, sabor e aceitação global e intenção de compra, de acordo com Faria e Yotsuyanagi (2002). As amostras (30 mL) foram apresentadas monadicamente em copos plásticos descartáveis de 50 mL, codificados com três dígitos aleatórios, em temperatura de 7-10 °C, acompanhadas de um copo de água mineral e da ficha de avaliação. A equipe de consumidores foi composta por 90 membros de

diferentes idades e sexo, escolhidos ao acaso, entre alunos, docentes e funcionários do IBILCE – UNESP, que não estavam envolvidos com a pesquisa. As avaliações sensoriais foram realizadas nos períodos da manhã (entre 9 e 11 horas) e tarde (entre 15 e 17 horas) em cabines individuais, com iluminação artificial. A aplicação do teste sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da UNESP (CAAE nº: 51446715.7.0000.5466, Parecer nº 1.412.727). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Parecer consubstanciado do CEP para pesquisa envolvendo seres humanos e, encontram-se nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

**Ficha 2:** Ficha de frequência de consumo de leite fermentado.

Por favor, preencha o questionário com todas as informações solicitadas.

1) Nome: \_\_\_\_\_

2) Idade: \_\_\_\_\_ 3) Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

4) Fumante: ( ) Sim ( ) Não

5) Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta ou desgosta de leite fermentado:

- 9 - Gosto muitíssimo
- 8 - Gosto muito
- 7 - Gosto moderadamente
- 6 - Gosto ligeiramente
- 5 - Nem gosto / nem desgosto
- 4 - Desgosto ligeiramente
- 3 - Desgosto moderadamente
- 2 - Desgosto muito
- 1 - Desgosto muitíssimo

6) Com que frequência, em média, você consome leite fermentado:

- ( ) 4 vezes/semana ou mais
- ( ) 2 a 3 vezes/semana
- ( ) 1 vez/semana
- ( ) 1 vez/quintzena
- ( ) Não consumo

**Ficha 3:** Ficha de avaliação sensorial das amostras.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1) Você está recebendo uma amostra de leite fermentado. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo.

- 9 – gostei extremamente
- 8 – gostei muitíssimo
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei levemente
- 5 – não gostei nem desgostei
- 4 – desgostei levemente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muitíssimo
- 1 – desgostei extremamente

Código da amostra:

Item	Avaliação
Aparência	
Aroma	
Viscosidade	
Sabor	
Aceitação global	

2) Assinale para esta amostra, qual seria sua intenção de compra:

- ( ) Eu certamente compraria esta amostra.
- ( ) Eu provavelmente compraria esta amostra.
- ( ) Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra.
- ( ) Eu provavelmente não compraria esta amostra.
- ( ) Eu certamente não compraria esta amostra.

Comentários:

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado para cada atributo avaliado pela Equação 4 (OLIVEIRA, 2012).

$$IA (\%) = A \times 100/B \quad \text{Equação (4)}$$

Em que A é a nota média obtida para o produto e B é a nota máxima da escala dada para avaliar o produto.

## 2.6 Análise estatística

As análises de pH, acidez, sinérese, carotenóides e compostos fenólicos totais foram realizadas em triplicata com duas repetições, enquanto a análise microbiológica foi realizada em duplicata com duas repetições, sendo os resultados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Para comparação das médias dos resultados das análises, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, considerado o nível de significância 5 % ( $p < 0,05$ ), com auxílio do software OriginPro® (Northampton, USAs), versão 8.

Para a análise sensorial, no teste de aceitação, foram avaliados os atributos aparência, aroma, viscosidade, sabor e aceitação global, utilizando a ANOVA fator duplo, considerando as amostras e os consumidores fontes de variação com nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade,  $\alpha 0,05$ .

Os mapas de preferências internos foram elaborados utilizando as análises de *cluster* (Agrupamento) e escalonamento multidimensional, com intuito de verificar a aceitação individual das amostras de leite fermentado. Para a análise dos dados, as amostras de leite fermentado foram fixadas em colunas (variáveis) e as notas individuais de cada consumidor foram fixadas nas linhas. A análise de agrupamento das amostras foi realizada considerando a distância euclidiana como medida de distância entre as amostras e o método de *single linkage* como regra para separação dos grupos, onde foi utilizado o ponto médio do maior incremento para separação das amostras. Os dados foram submetidos à análise de escala multidimensional, e a matriz resultante da análise de agrupamento, representa o mapa de preferência interno, e apresenta a dispersão dos consumidores em função da maior ou menor aceitação pelas diferentes amostras para cada atributo. O *stress value* foi utilizado para aplicação da escala multidimensional, sendo que, valores menores que 0,05, indicam que o modelo obtido está bem ajustado aos dados (JOHNSON; WICHERN, 1992). As análises foram realizadas no programa Statistica 7.0 (StatSoft, Inc, Tulsa, USA).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.6 Caracterização do leite em pó

O leite em pó reconstituído apresentou  $12,60 \pm 0,17\%$  de sólidos não gordurosos (SNG),  $4,69 \pm 0,05\%$  de proteínas e  $0,23\%$  de acidez (% ácido láctico.mL<sup>-1</sup>),

de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2002) e adequado para o preparo dos produtos fermentados.

### 3.7 Viabilidade de células da cultura lática

A cultura lática apresentou baixa viabilidade dos micro-organismos probióticos *L. acidophilus* e *B. animalis* (Tabela 1), diferindo das informações do fabricante, declaradas no rótulo ( $10^6$  UFC.mL<sup>-1</sup>). A população de *S. thermophilus* foi muito superior aos demais micro-organismos e suficiente para produzir a fermentação desejada (Tabela 1).

Sendo uma cultura comercial, é possível que tenha ocorrido armazenamento inadequado e ter sofrido intempéries climáticas e com isso, prejudicando o crescimento dos micro-organismos durante a fermentação, tendo em vista que o produto estava com o prazo de validade adequado.

**Tabela 1:** Viabilidade de células da cultura lática BioRich (Chr. Hansen). Resultados expressam as médias (log UFC.mL<sup>-1</sup>) seguidas de desvio padrão.

Cultura	log UFC.mL <sup>-1</sup> de cultura
<i>Streptococcus thermophilus</i>	10,77 ± 0,04
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	5,96 ± 0,21
<i>Bifidobacterium animalis</i>	5,87 ± 0,12

*S. thermophilus* permaneceu viável durante todo o período de estocagem do produto (28 dias), em todos os tratamentos (Tabela 2). Além disso, a adição de diferentes teores de preparado de buriti não interferiu na viabilidade ( $p < 0,05$ ). Esta elevada viabilidade (10,77 log UFC.mL<sup>-1</sup> de cultura) também foi relatada por Khalil (2010), que observou manutenção da viabilidade de *S. thermophilus* na presença de compostos fenólicos (0,8 % de ácido gálico e 0,3 % de catequinas). O autor afirma que produtos fermentados contendo compostos fenólicos podem ser uma fonte promissora de compostos antioxidantes.

**Tabela 2:** Viabilidade de *S. thermophilus* em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam médias (log UFC.mL<sup>-1</sup>) seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado buriti (%)	Tempo (dias)		
	1	14	28
0	8,95 ± 0,12 <sup>Aa</sup>	9,25 ± 0,49 <sup>Aa</sup>	9,00 ± 0,13 <sup>Aa</sup>
10	9,07 ± 0,41 <sup>Aa</sup>	9,51 ± 0,41 <sup>Aa</sup>	9,18 ± 0,33 <sup>Aa</sup>
20	7,82 ± 1,85 <sup>Aa</sup>	8,97 ± 0,48 <sup>Aa</sup>	7,90 ± 0,47 <sup>Aa</sup>
30	8,25 ± 0,75 <sup>Aa</sup>	9,45 ± 0,38 <sup>Aa</sup>	9,15 ± 0,13 <sup>Aa</sup>

<sup>A</sup>Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a</sup>letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de significância (p<0,05).

Para o leite fermentado sem adição de preparado de buriti, houve redução significativa na população de *B. animalis* nos 14 dias iniciais, permanecendo estável no restante do período. Para os tratamentos de leite fermentado com adição de preparado de buriti (10%, 20% e 30%), a viabilidade de micro-organismos foi maior que o tratamento controle e permaneceu estável (p<0,05) durante o período de estocagem do produto (Tabela 3), demonstrando o efeito positivo da adição do preparado.

**Tabela 3:** Viabilidade de *B. animalis* em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam médias (log UFC.mL<sup>-1</sup>) seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado buriti (%)	Tempo (dias)		
	1	14	28
0	6,97 ± 0,07 <sup>Aa</sup>	4,48 ± 1,05 <sup>Bb</sup>	5,02 ± 0,64 <sup>Bb</sup>
10	6,69 ± 0,18 <sup>Ba</sup>	6,06 ± 0,62 <sup>Aa</sup>	5,98 ± 0,58 <sup>Aa</sup>
20	6,60 ± 0,03 <sup>Ba</sup>	6,30 ± 1,10 <sup>Aa</sup>	6,17 ± 0,68 <sup>Aa</sup>
30	6,45 ± 0,25 <sup>Ba</sup>	6,67 ± 0,47 <sup>Aa</sup>	6,16 ± 0,61 <sup>Aa</sup>

<sup>A, B</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de significância (p<0,05).

No leite fermentado sem adição de preparado de buriti, não houve redução na contagem de *L. acidophilus* durante a estocagem refrigerada (Tabela 4). Para os tratamentos de leite fermentado adicionados de preparado de buriti (10%, 20% e 30%),

não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na contagem de micro-organismos durante a estocagem; no entanto, a quantidade de preparado de buriti adicionado influenciou na viabilidade do micro-organismo (Tabela 4), quanto maior o teor de preparado de buriti, maior a população de *L. acidophilus*. A presença de biocompostos no preparado de buriti pode ter estimulado o seu desenvolvimento, apesar da viabilidade de *L. acidophilus* no leite fermentado ter sido baixa em todos os tratamentos ( $< 10^6$  UFC/mL).

Hervert-Hernández et al. (2009) também observaram aumento na viabilidade de *L. acidophilus* na presença de biocompostos (compostos fenólicos) em bagaço de uva e sugeriram que a ingestão de compostos fenólicos da dieta pode desempenhar um papel regulador da microflora intestinal, melhorando a saúde gastrointestinal.

A população de *L. acidophilus* em todos os tratamentos (exceto leite fermentado com adição de 30% de preparado de buriti aos 14 dias de estocagem) e *B. animalis* nos tratamentos sem adição e com adição de 10% de preparado de buriti estão ligeiramente abaixo dos requisitos estabelecidos para leite fermentado (mínimo de  $10^6$  UFC/mL ou g do produto) (BRASIL, 2007). Estes valores estão relacionados com a baixa viabilidade da cultura lática utilizada (Tabela 1).

**Tabela 4:** Viabilidade de *L. acidophilus* em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias (log UFC.mL<sup>-1</sup>) seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado buriti (%)	Tempo (dias)		
	1	14	28
0	4,44 ± 0,07 <sup>Ca</sup>	4,04 ± 0,43 <sup>Ba</sup>	4,81 ± 0,52 <sup>Aa</sup>
10	4,96 ± 0,41 <sup>Ba</sup>	5,61 ± 0,12 <sup>Aa</sup>	5,92 ± 0,27 <sup>Aa</sup>
20	5,75 ± 0,34 <sup>Aa</sup>	5,74 ± 0,10 <sup>Aa</sup>	5,70 ± 0,43 <sup>Aa</sup>
30	5,37 ± 0,23 <sup>Aa</sup>	6,27 ± 0,58 <sup>Ab</sup>	5,42 ± 0,53 <sup>Aa</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b e c</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

### 3.8 Composição centesimal, pH, acidez e sinérese do leite fermentado adicionado de preparado de buriti

Com o aumento da adição de preparado de buriti ao leite fermentado (Tabela 5), houve redução significativa da umidade e das cinzas ( $p < 0,05$ ) e aumento no teor de lipídios e de proteínas (Tabela 5). O teor de lipídios deve-se exclusivamente ao

preparado do buriti, uma vez que o leite em pó reconstituído utilizado na preparação do leite fermentado era desnatado. Esta adição de preparado de buriti eleva o valor nutricional do produto fermentado, pois a polpa de buriti apresenta ácidos graxos considerados benéficos para a saúde. Do total de ácidos graxos, a polpa de buriti apresenta elevada proporção de ácidos graxos cadeia média e longa, sendo aproximadamente 18,3% de ácidos graxos saturados (18% de ácido palmítico, 1,3% de ácido oleico), 1,29 % de ácidos graxos monoinsaturados (ácido oleico) e 77,7% de ácidos graxos polinsaturados (74,7 % de ácido linoleico e 2,8% de ácido linolênico), estes últimos são considerados ácidos graxos essenciais (COSTA et al., 2011).

**Tabela 5:** Composição centesimal de leite fermentado controle e adicionado de preparado do buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.

Análises	Teor de preparado (%)			
	0	10	20	30
Umidade (%)	88,10 <sup>a</sup> ± 0,08	86,37 <sup>b</sup> ± 0,01	84,63 <sup>c</sup> ± 0,09	83,03 <sup>d</sup> ± 0,06
Lipídios (%)	0,00	0,67 <sup>c</sup> ± 0,01	1,27 <sup>b</sup> ± 0,04	1,89 <sup>a</sup> ± 0,09
Proteínas (%)	4,90 <sup>a</sup> ± 0,48	3,08 <sup>d</sup> ± 0,17	3,39 <sup>c</sup> ± 0,16	3,87 <sup>b</sup> ± 0,16
Cinzas (%)	1,47 <sup>a</sup> ± 0,02	0,95 <sup>b</sup> ± 0,02	0,87 <sup>c</sup> ± 0,01	0,84 <sup>d</sup> ± 0,01
Carboidratos *(%)	5,53	8,93	9,84	10,37

\* Carboidratos obtidos por diferença. <sup>a, b, c, d</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05).

As proteínas do leite são consideradas de alto valor biológico, contemplando todos os aminoácidos essenciais em quantidades adequadas para suprir as necessidades humanas, além de apresentarem boa digestibilidade e biodisponibilidade (AMANCIO et al., 2015). Por outro lado, apesar de o buriti não ser considerado uma fonte de proteína, apresenta proteína de excelente qualidade, em função das elevadas concentrações de aminoácidos sulfurados (metionina + cisteína), aromáticos (fenilalanina + tirosina) e triptofano, quando comparados com a proteína padrão da FAO (MANHÃES, 2007). Esses aminoácidos sulfurados e o triptofano normalmente são limitados em muitas proteínas de origem vegetal.



Apesar do teor de cinzas ter reduzido com o aumento da adição de preparado de buriti no leite fermentado, o leite é amplamente reconhecido como fonte de cálcio, fósforo, magnésio, zinco e selênio (AMANCIO et al., 2015), enquanto o buriti contém, em boas quantidades, cálcio, fósforo, ferro, potássio, sódio, magnésio, cobre, zinco e quantidades traços de cromo, manganês, selênio, iodo, entre outros (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011).

No decorrer da estocagem do leite fermentado adicionado de preparado de buriti, houve redução do pH, para todos os tratamentos, entretanto, com o aumento no teor de preparado de buriti, houve aumento do valor de pH (Tabela 6). As diferenças observadas entre os ensaios devem-se aos diferentes percentuais de preparado adicionados. Os menores valores de pH encontrados durante a estocagem foram para as amostras de leite fermentado com as menores concentrações de preparado de buriti.

O pH é um dos parâmetros mais importantes e afetam a fermentação dos alimentos. O valor de pH está intimamente relacionado à liberação de íons hidrogênios para o meio, em função do crescimento microbiano e das alterações estruturais no fitoquímicos durante a fermentação (HUR, 2014).

**Tabela 6:** Valores de pH do leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado de buriti (%)	Tempo (dias)		
	1	14	28
0	4,82 ± 0,08 <sup>Ca</sup>	4,55 ± 0,02 <sup>Cb</sup>	4,35 ± 0,02 <sup>Cc</sup>
10	4,85 ± 0,00 <sup>Ba</sup>	4,67 ± 0,03 <sup>Bb</sup>	4,57 ± 0,01 <sup>Ac</sup>
20	4,84 ± 0,03 <sup>Ba</sup>	4,67 ± 0,04 <sup>Bb</sup>	4,58 ± 0,01 <sup>Ac</sup>
30	5,27 ± 0,06 <sup>Aa</sup>	4,84 ± 0,00 <sup>Ab</sup>	4,58 ± 0,00 <sup>Ac</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b, c</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05).

A acidez inicial do leite fermentado foi maior no tratamento controle e a taxa de acidificação diferiu entre os tratamentos durante a estocagem refrigerada (Tabela 7). Esta acidificação está relacionada à ação das BAL utilizadas para fermentação, pela capacidade de liberação de ácidos durante o processo de fermentação, conhecida como pós-acidificação. Os valores observados (Tabela 7) atendem ao estabelecido para leite

fermentado (0,6 a 2,0 g de ácido láctico/100 g) pelo Padrão Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados (BRASIL, 2000).

A acidez pode ser influenciada por vários fatores e pode ser indicativo do valor nutritivo do produto, da pureza e qualidade dos produtos fermentados, da deterioração por bactérias formando ácidos, da deterioração de óleos e gorduras pela presença de ácidos graxos livres provenientes de hidrólises de triglicerídeos, além de ser importante na estabilidade/deterioração, pois produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração (CECHI, 2003).

**Tabela 7:** Teores de acidez (%) de leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado de buriti (%)	Tempo (dias)		
	1	14	28
0	0,79 ± 0,03 <sup>Ac</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>Ab</sup>	0,93 ± 0,02 <sup>Ba</sup>
10	0,68 ± 0,00 <sup>Bc</sup>	0,79 ± 0,01 <sup>Bb</sup>	0,88 ± 0,01 <sup>Ca</sup>
20	0,65 ± 0,01 <sup>Cc</sup>	0,72 ± 0,04 <sup>Db</sup>	0,87 ± 0,02 <sup>Ca</sup>
30	0,65 ± 0,01 <sup>Cc</sup>	0,75 ± 0,01 <sup>Cb</sup>	0,98 ± 0,01 <sup>Aa</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b, c</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

A adição de preparado de buriti influenciou significativamente a sinérese (Tabela 8). Foi observada maior sinérese ao se comparar o tratamento controle (sem preparado de buriti) com os produtos fermentados com adição de preparado de buriti, pela alteração na estrutura da matriz alimentícia. Por outro lado, com o aumento da concentração de preparado de buriti, há simultaneamente um aumento no teor de sólidos, que resultaram em redução da sinérese. Além disso, durante a estocagem houve redução da sinérese (Tabela 8). A adição de 0,15 % estabilizante, composto por uma mistura de açúcar, amido e gelatina, na formulação do preparado de buriti, provavelmente, auxiliou na redução da sinérese nos produtos fermentados durante a estocagem.

A menor sinérese foi observada no leite fermentado com a maior concentração de preparado de buriti no final da estocagem (28 dias), semelhante ao observado por

Lima et al. (2011) ao estudar o efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme.

**Tabela 8:** Sinérese (%) em leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.), durante o período de estocagem (28 dias). Resultados expressam as médias seguidas de desvio padrão.

Teor de preparado (%)	Tempo (dias)		
	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
0	31,56 ± 0,44 <sup>Ba</sup>	27,81 ± 0,44 <sup>Bb</sup>	20,63 ± 0,88 <sup>Dc</sup>
10	37,19 ± 1,33 <sup>Aa</sup>	33,75 ± 0,44 <sup>Ab</sup>	26,88 ± 0,88 <sup>Bc</sup>
20	35,94 ± 1,33 <sup>Aa</sup>	32,19 ± 1,33 <sup>Ab</sup>	29,38 ± 0,88 <sup>Ac</sup>
30	29,06 ± 0,44 <sup>Ca</sup>	28,75 ± 0,88 <sup>Ba</sup>	24,38 ± 0,00 <sup>Cc</sup>

<sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e <sup>a, b</sup> letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

A diminuição da sinérese durante o armazenamento do leite fermentado pode ser devido à maior expulsão de soro na matriz formada nos primeiros dias de armazenamento e subsequente menor sinérese no final do armazenamento (CASAROTTI; CARNEIRO; PENNA, 2014).

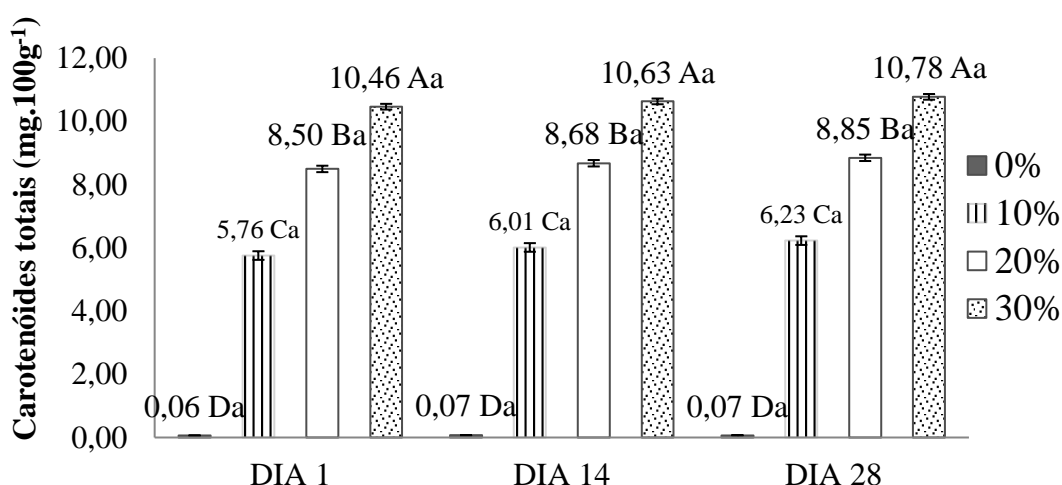
### **3.9 Compostos bioativos e capacidade de sequestro de radicais livres do leite fermentado durante a estocagem**

Em função de o buriti apresentar altos teores de carotenóides, com o aumento da adição de preparado de buriti, houve um aumento significativo no teor de carotenóides do produto fermentado. Além disso, no decorrer da estocagem do leite fermentado, o teor de carotenóides permaneceu estável (Figura 2). Este é um resultado importante, uma vez que mostra a estabilidade dos compostos bioativos durante a estocagem. Embora os carotenóides sejam micronutrientes, presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama), estes compostos estão entre os constituintes alimentícios mais importantes. Além disso, mostra que o leite fermentado é uma matriz adequada para veicular os compostos bioativos presentes no buriti e conseqüentemente, apresentar os efeitos benéficos do consumo de carotenóides.

Os carotenóides são compostos notáveis por possuírem ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas. São pigmentos naturais

responsáveis pelas cores de amarelo a laranja ou vermelho de muitas frutas, hortaliças, gema de ovo, crustáceos cozidos e alguns peixes. Entre os efeitos benéficos à saúde, alguns carotenóides apresentam atividade pro-vitamina A (RODRIGUEZ AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Esta vitamina exerce papel fundamental na visão, crescimento, desenvolvimento ósseo e manutenção do tecido epitelial. É também fator importante para a integridade do sistema imunológico, a reprodução e a lactação (YUYAMA, 1998; SENTANIN; RODRIGUEZ AMAYA, 2007).

**Figura 2:** Carotenóides totais (mg.100 g<sup>-1</sup>) de leite fermentado controle e com adição de preparado de buriti durante a estocagem. Resultados expressam as médias e desvio padrão. A, B, C Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em tratamentos diferentes e <sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup> letras minúsculas diferentes para o mesmo tratamento, em tempos diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância (p≤0,05).



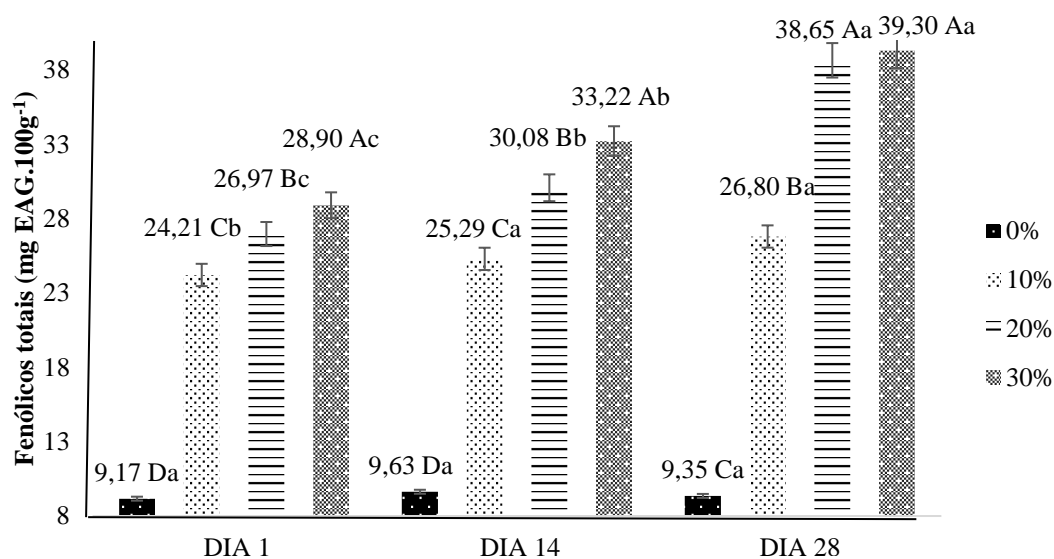
A vitamina A pré-formada é encontrada em fontes de origem animal (fígado, gema de ovo e produtos lácteos), enquanto os carotenóides são encontrados, primariamente, em fontes de origem vegetal como óleos, frutas e hortaliças. O fígado é o principal órgão responsável pelo armazenamento, metabolismo e distribuição da vitamina A para os tecidos periféricos (RAMALHO, 2010).

A atividade biológica dos carotenóides tem sido relacionada à sua propriedade antioxidante, isto é, a sua capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e de interagir com radicais livres (KOBORI et al., 2010), e sua eficácia na redução de riscos de certas

enfermidades no ser humano, como a aterosclerose e câncer, foi reportada por Meléndez-Martínez, Vicario e Heredia (2004).

Houve um incremento significativo de compostos fenólicos totais no decorrer da estocagem do leite fermentado adicionado de preparado de buriti, assim como o teor de compostos fenólicos foi maior com o aumento da adição de preparado adicionado (Figura 3).

**Figura 3:** Concentração de compostos fenólicos totais ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) de leite fermentado controle e adicionado de preparado de buriti, durante a estocagem. Resultados expressam as médias e desvio padrão. A, B, C e D Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em diferentes tratamentos e <sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup> letras minúsculas, para o mesmo tratamento, em tempos diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).



Esta interação entre compostos fenólicos e bactérias ácido-láticas foi relatada por Hur et al. (2014). Um aumento na quantidade de compostos fenólicos e flavonóides durante a fermentação é o resultado de uma reação de hidrólise microbiana, aumentando a atividade antioxidante. Além disso, a fermentação induz a quebra estrutural das paredes celulares da planta, levando à liberação de vários compostos antioxidantes. Estes compostos antioxidantes podem agir como sequestrantes de radicais livres, quelantes de metais, supressores de oxigênio atômico, ou doadores de hidrogênio para radicais.

Além disso, os compostos fenólicos parecem ter potencial para alterar microbiota do intestino e, por afetar o número total de micro-organismos benéficos no intestino, podem conferir benefícios positivos para a saúde intestinal. PARKAR, STEVENSON e SKINNER (2008) observaram uma redução dos micro-organismos patogênicos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium*, sendo que o *Lactobacillus rhamnosus*, que é um probiótico, foi o menos afetado pelos compostos fenólicos.

KHALIL (2010) relatou que o uso de *Streptococcus thermophilus* 3534 em produtos lácteos e formulações suplementadas com compostos fenólicos pode apresentar um benefício nutricional, como uma potencial cultura *starter* probiótica, bem como uma fonte potencial de antioxidantes na dieta. Os compostos fenólicos interagem com *S. thermophilus*, com ação no produto e na saúde do consumidor por fornecer uma fonte adicional de compostos antioxidantes. Desta forma, o tipo e a concentração adequada de compostos fenólicos utilizados na suplementação de produtos probióticos devem ser levados em consideração pelos produtores durante a fabricação de alimentos.

Em relação à capacidade antioxidante, a capacidade de sequestro de radicais livres no leite fermentado avaliada pelo método DPPH<sup>\*</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) foi elevada, com valores variando de 57,77% (leite fermentado com 30% de preparado de buriti) a 65,66% (leite fermentado controle) (Figura 4). No entanto, no decorrer da estocagem do produto, houve pequena redução da capacidade de sequestro de radicais livres.

A elevada capacidade de sequestro de radicais livres no leite fermentado controle pode estar associada à ação das bactérias lácticas utilizadas, pois para Mills et al. (2011) a atividade antioxidante em leites fermentados está associada à produção de metabólitos secundários por BAL, que promovem a saúde dos consumidores.

Geralmente, a atividade de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup> aumenta ao longo da estocagem devido à atividade proteolítica. No entanto, nem sempre isto é observado, pois independente do grau de hidrólise, a substância resultante ao final do processo pode atuar como doadora de elétrons reagindo com radicais livres, convertendo-os em moléculas mais estáveis, e assim termina a reação (CORREA et al., 2011). Este fato foi verificado no presente estudo, uma vez que aos 28 dias de estocagem a atividade de sequestro do radical DPPH<sup>\*</sup> apresentou menores taxas quando comparado ao período inicial.

A capacidade de sequestro de radicais livres no leite fermentado avaliada pelo método ABTS<sup>+</sup> apresentou tendência semelhante à observada na capacidade de sequestro do radical DPPH<sup>•</sup>, variando de 9,60% a 65,66% para o leite fermentado com 0% de preparado e de 7,89% a 57,77% para o leite fermentado com 30% de preparado, para a mesma concentração (100 mg.ml<sup>-1</sup>, 500 mg.ml<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 5). Também houve redução da capacidade de sequestro de radicais livres no decorrer da estocagem do produto.

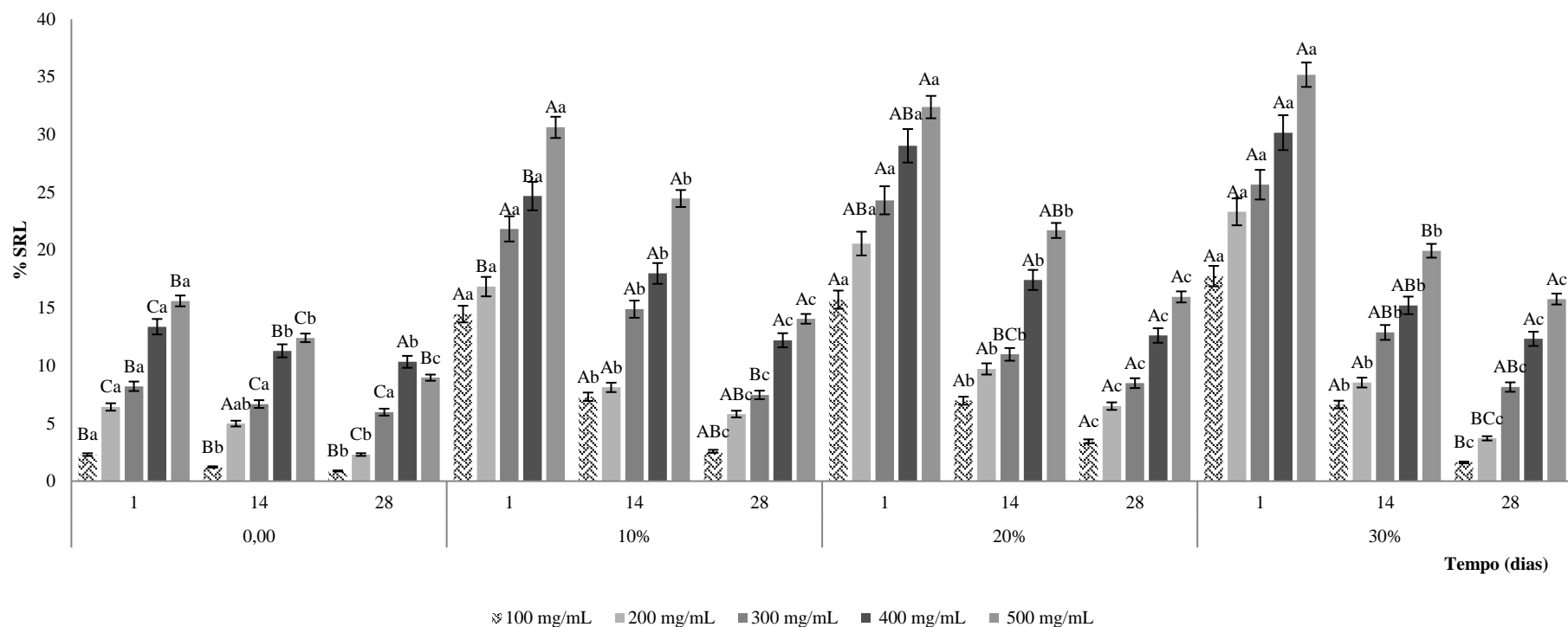
A diminuição da atividade antioxidante em relação à captura do radical ABTS<sup>+</sup>, pode estar relacionada à diminuição do pH ao longo da estocagem uma vez que Chen et al. (2004) relataram que a resposta da atividade antioxidante no método ABTS<sup>+</sup> é dependente do pH. Esta diminuição da atividade antioxidante, durante a estocagem, pode, também, estar relacionada à diminuição da atividade fermentativa, e consequentemente, diminuição da produção de metabólitos pelos micro-organismos presentes nas amostras (BORGONOVI et al., 2016).

Independentemente da quantidade de preparado de buriti adicionado, o leite fermentado de todos os tratamentos apresentou elevada capacidade de sequestro dos radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>+</sup> (Figuras 4 e 5), no entanto, os maiores valores foram observados no primeiro dia de estocagem para a maior concentração de extrato (500 mg.mL<sup>-1</sup>). Ainda, a capacidade de sequestro do radical ABTS<sup>+</sup> foi relativamente menor quando comparado ao DPPH<sup>•</sup>.

Além da atividade antioxidante, a associação de culturas probióticas em leites fermentados e polpa de fruta, como do buriti, poderia garantir um produto inovador, com características sensoriais agradáveis, propriedades funcionais e efeitos benéficos aos consumidores. Além do efeito no consumidor, os antioxidantes presentes nos frutos, inibem ou reduzem os processos oxidativos, e estão relacionados ao aumento da vida de prateleira dos produtos formulados (SANTOS, 2009).







**Figura 5:** Capacidade de sequestro de radicais livres (% SRL) pelo método ABTS<sup>+</sup> (2,2´azinobis, 3-etil benzotiazolino-6-ácido sulfônico); 0% - Leite fermentado sem adição de preparado de buriti; 10% - Leite fermentado com adição de 10 % de preparado de buriti; 20% - Leite fermentado com adição de 20 % de preparado de buriti; 30% - Leite fermentado com adição de 30 % de preparado de buriti. <sup>A, B, C</sup> Letras maiúsculas diferentes para o mesmo tempo, em diferentes tratamentos <sup>a, b, c</sup> Letras minúsculas iguais para a mesma formulação em tempo diferentes, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância (p ≤ 0,05).

Diversos trabalhos disponíveis na literatura relacionam os efeitos benéficos dos produtos fermentados adicionados de compostos bioativos. Najgebauer-Lejko et al. (2011) formularam iogurtes adicionados de chás (verde, preto) e usaram iogurte natural como controle. Além da atividade antioxidante, verificaram os teores de compostos fenólicos e o efeito dos chás na viabilidade bacteriana e na estabilidade dos produtos. A atividade antioxidante do iogurte natural foi muito baixa, enquanto os iogurtes com chás apresentaram alta atividade antioxidante e alto teor de compostos fenólicos. Os autores associaram à atividade antioxidante dos iogurtes ao tipo de compostos fenólicos presentes nos chás, bem como aos compostos bioativos presentes no leite, tal como os peptídeos bioativos.

Rutella, Tagliazucchi e Solieri (2016) afirmam que as proteínas presentes nos iogurtes podem ser hidrolisadas em peptídeos que possuem atividade antioxidante. Por outro lado, Gjorgievski et al. (2014), associaram a atividade antioxidante em leites fermentados às culturas lácticas utilizadas nas formulações. A capacidade de sequestro do radical DPPH\*, variou de 6,3% na formulação sem adição de cultura, para 47,42% (*L. bulgaricus*), 54% (*S. thermophilus*), 52,54% (*L. acidophilus*) e 45,31% (*Bifidubacterium*), após 15 dias de armazenamento.

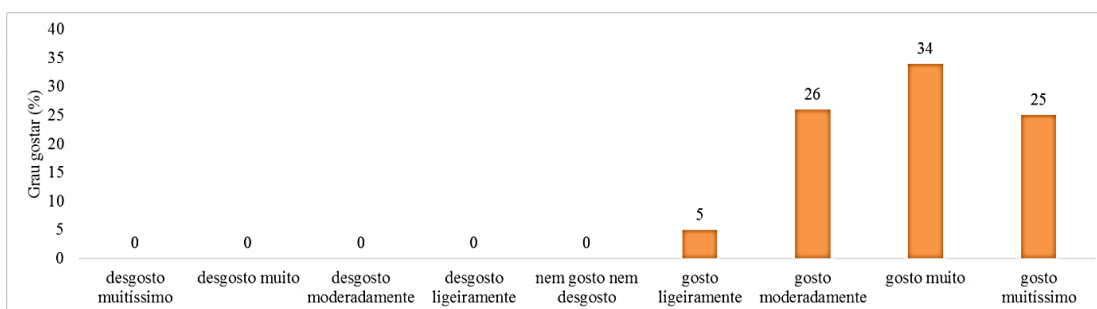
### **3.10 Análise Sensorial**

#### **3.10.1 Caracterização dos consumidores e aceitação sensorial**

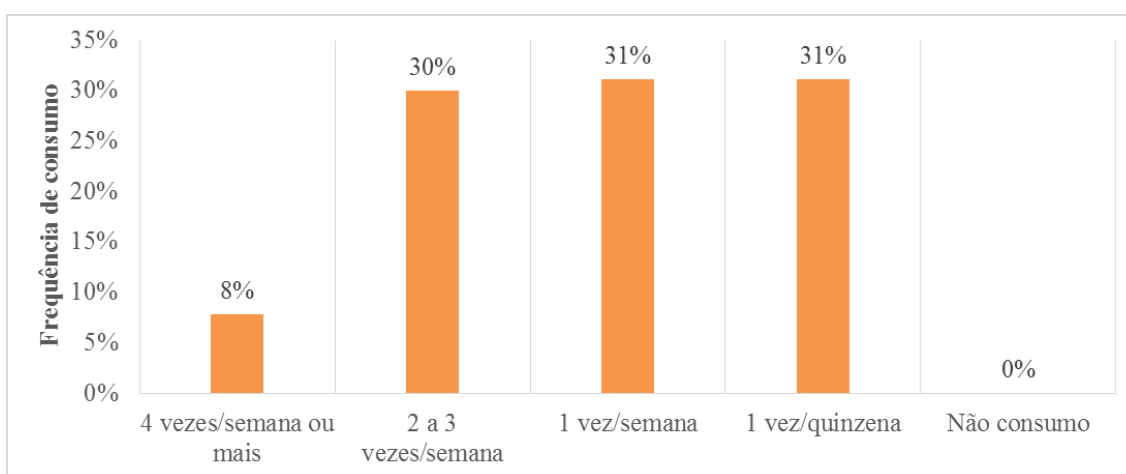
Participaram desta avaliação pessoas de ambos os sexos, onde 56,7% eram do sexo feminino, 43,3% do sexo masculino; 47% dos julgadores tinham idade entre 20 e 30 anos, 26% estavam abaixo de 20 anos, 10% tinham idade entre 31 e 40 anos e 7% tinham idade acima de 40 anos; 2,86% afirmaram ser fumantes. Em relação ao grau de gostar de leite fermentado, nenhum dos consumidores declarou “desgostar muitíssimo” a “nem gosto nem desgosto” de leite fermentado; 60% dos consumidores afirmaram gostar muito ou moderadamente de leite fermentado; 31% dos julgadores consomem leite fermentado apenas uma vez por quinzena e 8% consomem quatro vezes ou mais por semana (Figura 6).

**Figura 6:** Grau de gostar e desgostar de leite fermentado (A); frequência de consumo de leite fermentado (B).

A)



B)



Houve diferenças estatisticamente significativas entre as formulações para os atributos aparência, aroma, viscosidade e aceitação global (Tabela 9); para o atributo sabor os consumidores aceitaram igualmente o produto, com resultados nas categorias hedônicas entre “nem gostei e nem desgostei” e “gostei ligeiramente” do leite fermentado, independentemente da formulação. Isto é ponto importante, uma vez que os consumidores gostaram igualmente do sabor do produto, independentemente do teor de preparado de buriti adicionado.

**Tabela 9:** Atributos sensoriais de leite fermentado adicionado de preparado de buriti. Resultados expressam médias seguidas dos desvios padrões.

Teor de preparado %	Aparência	Aroma	Viscosidade	Sabor	Aceitação Global
0	7,23 ± 1,31 <sup>a</sup>	7,42 ± 1,43 <sup>a</sup>	6,78 ± 1,67 <sup>ab</sup>	5,51 ± 2,12 <sup>a</sup>	6,19 ± 1,73 <sup>a</sup>
10	6,79 ± 1,59 <sup>ab</sup>	5,58 ± 1,74 <sup>b</sup>	6,89 ± 1,47 <sup>a</sup>	5,14 ± 1,94 <sup>a</sup>	5,49 ± 1,76 <sup>b</sup>
20	6,39 ± 1,80 <sup>b</sup>	5,67 ± 1,84 <sup>b</sup>	6,37 ± 1,72 <sup>ab</sup>	5,50 ± 2,19 <sup>a</sup>	5,58 ± 1,91 <sup>ab</sup>
30	6,33 ± 1,64 <sup>b</sup>	5,81 ± 1,66 <sup>b</sup>	6,20 ± 1,75 <sup>b</sup>	5,57 ± 1,98 <sup>a</sup>	5,69 ± 1,69 <sup>ab</sup>

<sup>a, b</sup> Letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Avaliando cada atributo, a aparência e a viscosidade foram os atributos mais aceitos sensorialmente (Tabela 10). Apenas para os atributos sabor e aceitação global, o leite fermentado sem adição de preparado de buriti obteve índice inferior a 70 % de aceitabilidade. É provável que estes valores estejam relacionados ao açúcar das formulações, pois foi usado baixo teor de açúcar nas formulações com intuito de elaborar um produto saudável. Para o atributo viscosidade, os produtos fermentados contendo 10 e 20% de preparado de buriti tiveram índice de aceitação superiores a 70%. Valores de índice de aceitabilidade (IA) maiores que 70% têm sido considerados aceitáveis para a avaliação de um produto (TEIXEIRA, 2009).

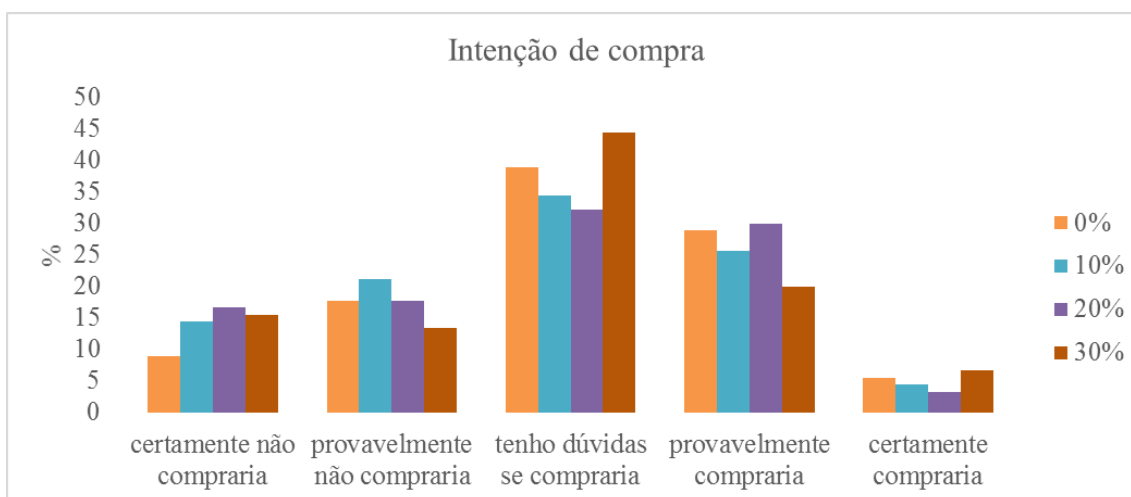
O baixo índice de aceitação das amostras, provavelmente, pode estar relacionado com o desconhecimento do fruto buriti e seus atributos na região pesquisada, uma vez que o buriti é popular e bem distribuído na Região Amazônica e no Cerrado (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

**Tabela 10:** Índice de aceitabilidade (IA) por atributo do leite fermentado controle e adicionado de preparado buriti. Resultados expressos em percentual (%).

Teor de preparado %	Aparência	Aroma	Viscosidade	Sabor	Aceitação global
0	80,37	82,47	75,31	61,23	68,77
10	75,43	61,98	76,54	57,16	60,99
20	70,99	62,96	70,74	61,11	61,98
30	70,37	64,57	68,89	61,85	63,21

Na avaliação da intenção de compra, a maior parte dos consumidores (41,9%) “tinha dúvidas se compraria” o leite fermentado com 30% de preparado de buriti, enquanto 20% responderam que “provavelmente comprariam” este produto e 27,62% “provavelmente comprariam” o leite fermentado com 20% de preparado de buriti (Figura 7).

**Figura 7:** Intenção de compra de leite fermentado controle e adicionado de polpa de buriti). 0% - Leite fermentado sem adição de preparado de buriti; 10% - Leite fermentado com adição de 10 % de preparado de buriti; 20% - Leite fermentado com adição de 20 % de preparado de buriti; 30% - Leite fermentado com adição de 30 % de preparado de buriti.



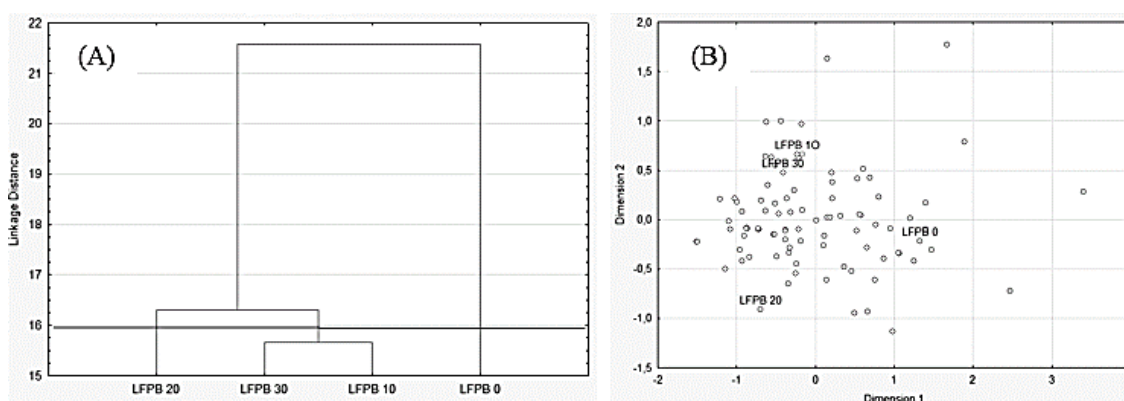
A análise de *cluster* para a aceitação sensorial, segundo os resultados da escala hedônica, formou três grupos de produtos para todos os atributos e aceitação global (Figuras 8A, 9A, 11A e 12A). Para os atributos aparência, aroma e sabor, foi formado um agrupamento com as amostras de leite fermentado contendo 10 e 30% de preparado de buriti, e grupos independentes das amostras de leite fermentado controle e com 20% de preparado de buriti, indicando a similaridade de aceitação para os produtos do mesmo agrupamento, e diferenças da aceitação para os produtos de agrupamentos independentes.

Para o atributo viscosidade (Figura 10A), houve a formação de três grupos: um contendo as amostras de leite fermentado controle e de leite fermentados adicionado de 10% de preparado de buriti e dois outros contendo as amostras de leite fermentado

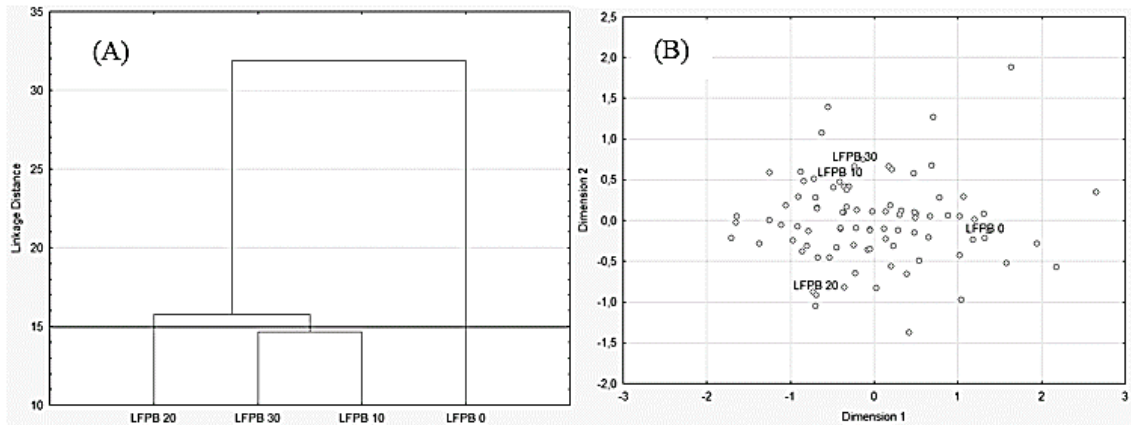
adicionado de 20 e 30% de preparado de buriti, indicando a similaridade de aceitação entre as amostras do grupo e diferindo das amostras do outro grupo. Esta diferença, provavelmente, está relacionada ao aumento de viscosidade proporcionado pela adição do preparado de buriti, que resultou em diferença significativa na aceitabilidade deste atributo.

Os mapas de preferência internos para todos os atributos e aceitação global (Figura 8B a 12B) apresentaram *stress value* menor que 0,05, indicando que os modelos obtidos estão bem ajustados aos dados. Os mapas de preferências mostram uma maior concentração de consumidores em torno das amostras de leite fermentado controle e adicionados de 10 e 30% de preparado de buriti, para os atributos aparência e aroma (Figuras 8B e 9B). Para o atributo viscosidade (Figura 10B), a maior concentração de consumidores foi para as amostras de leite fermentado controle e com adição de 10% de preparado de buriti. Em relação ao atributo sabor (Figura 11B), houve maior dispersão dos consumidores para as amostras 10%, 30% e o controle, e para a aceitação global (Figura 12B) houve maior concentração de consumidores para as amostras de leite fermentado com adição de 10 e 20% de preparado de buriti. Os pontos distantes das amostras de leite fermentado indicam a dispersão da aceitação das amostras pelos consumidores.

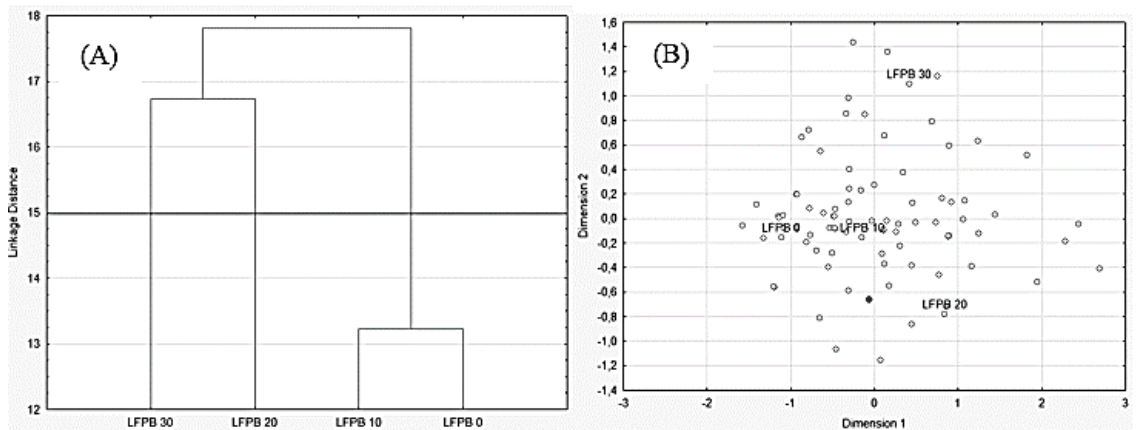
**Figura 6:** Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a aparência das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti.



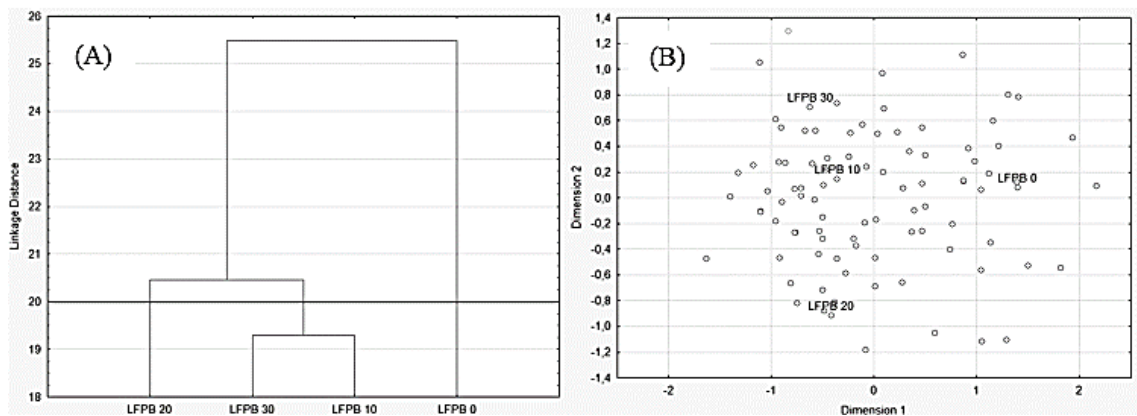
**Figura 7:** Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para o aroma das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti.



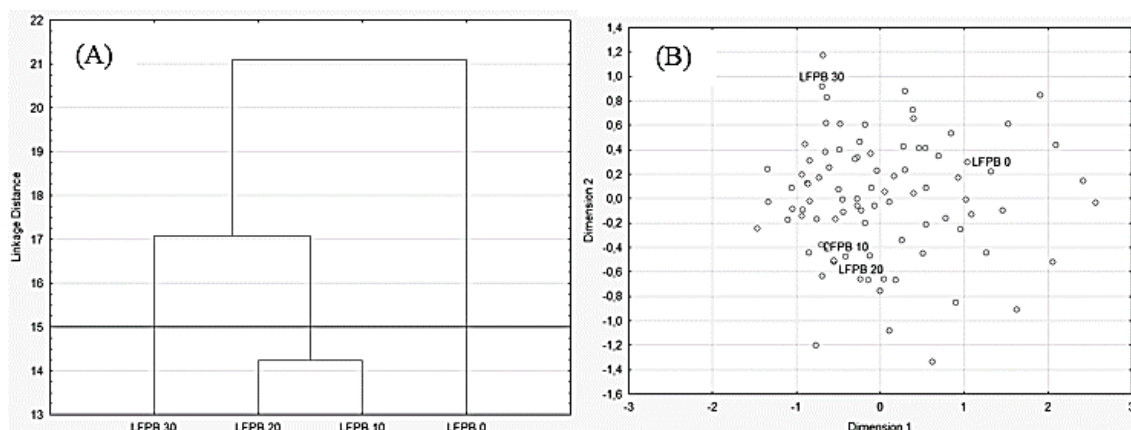
**Figura 8:** Dendograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a viscosidade das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti.



**Figura 9:** Dendrograma (A) e mapa de preferência interno (B) para o sabor das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti.



**Figura 10:** Dendrograma (A) e mapa de preferência interno (B) para a aceitação global das amostras de leite fermentado controle e adicionados de preparado de buriti.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

- A adição de diferentes teores de preparado de buriti não interferiu na viabilidade de *S. thermophilus*, porém a adição de 20 ou 30% de preparado de buriti contribuiu para um leve aumento na viabilidade de *B. animalis*.
- Com o aumento no teor de preparado de buriti ao leite fermentado, houve um aumento no teor de lipídios e redução nos teores de umidade, proteínas, cinzas e sinérese. O teor de carotenóides aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti e a concentração se manteve estável durante a estocagem, enquanto o teor de compostos fenólicos aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti, assim como com o período de estocagem.
- A capacidade de sequestro de radicais livres seguiu a mesma tendência para os dois radicais testados (DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>+</sup>), com redução da capacidade de sequestro de ambos os radicais livres ao longo do período de estocagem.
- A análise sensorial mostrou que a aceitação das amostras variou com o atributo testado, com valores na escala hedônica variando de 5,16 (nem gostei nem desgostei) a 7,37 (gostei moderadamente). Os dados demonstram similaridade de aceitação para os atributos sensoriais das amostras de leite fermentado com adição de 20 e 30% de preparado de buriti.



- A adição de preparado de buriti ao leite fermentado resultou em alimento medianamente aceito sensorialmente, com possível potencial funcional pela presença de compostos bioativos com capacidade antioxidante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMANCIO, O. M. S.; PAIVA, S. A. R.; DOMENE, S. M. A.; MARCHIONI, D. M. L.; ONG, T. P.; CASSANI, R. S. L.; ROGERO, M. M.; FOCK, R. A. A importância do consumo de leite no atual cenário nutricional brasileiro. **Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. 2015. Disponível em <[http://sban.cloudpainel.com.br/source/SBAN\\_Importancia-do-consumo-de-leite.pdf](http://sban.cloudpainel.com.br/source/SBAN_Importancia-do-consumo-de-leite.pdf)> Acesso em: 4 abr. 2016.

ANGELO, P. M.; JORGE, N.; Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, p. 1-9, 2007.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of dairy products**. 15 ed. Washington: APHA, 1985. p. 327-404.

ARUOMA, O. I.; COLES, L. S.; LANDES, B. REPINE, J. E. Functional benefits of ergothioneine and fruit- and vegetable-derived nutraceuticals: Overview of the supplemental issue contents. **Preventive Medicine**, v. 54, p. S4-S8, 2012.

BORGONOV, T. F.; CASAROTTI, S. N.; PENNA, A. L. B; POIATTI, M. L. Atividade antioxidante de leites fermentados probióticos adicionados de subprodutos de laranja e maracujá. 1º Encontro Internacional de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP – Dracena). 2016. Disponível em: <http://www.dracena.unesp.br/Home/Eventos/imast/005.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Poder Executivo, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegações>> Acesso em: 12 de fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 46, 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Fermentado. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instruÇÃO-normativa-nº-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>. Acesso em 11 de Maio de 2017

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Oficializar os "Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados". Resolução nº 5, de 13 de Novembro de 2000. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Seção 1, p. 9, 27 de novembro 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde. 2002. 140 p.

CASAROTTI, S. N. **Perfil tecnológico e funcional de cepas probióticas em leite fermentado**. 2013. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos.) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2013.

CASAROTTI, S. N.; CARNEIRO, B. M.; PENNA, A. L. B. Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 6027-6035, 2014.

CASAROTTI, S. N.; MONTEIRO, D. A.; MORETTI, M. M. S.; PENNA, A. L. B. Influence of the combination of probiotic cultures during fermentation and storage of fermented milk. **Food Research International**, v. 59, p. 67-75, 2014.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2ª Ed. Campinas; Editora da Unicamp. 2003.

CHEN, F, WU., A , CHEN, C.Y. The influence of different treatments on the free radical scavenging activity of burdock and variations of its active components. **Food Chemistry**. v.86, p. 479–484. 2004.

CORRÊA, A. P. F.; DAROIT, D. J.; COELHO, J.; MEIRA, S. M. M.; LOPES, F. C.; SEGALIN, J. RISSO, P. H.; BRANDELLI, A. Antioxidant, antihypertensive and antimicrobial properties of ovine milk caseinate hydrolyzed with a microbial protease. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 2247-2254, 2011.

COSTA, P. A.; BALLUS, C. A.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Fatty acids profile of pulp and nuts of Brazilian fruits. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 950-954, 2011.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicações na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 14, p. 389-399, 2012.

FARIA, E. V; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002.

GJORGIEVSKI, N.; TOMOVSKA, J.; DIMITROVSKA, G.; MAKARIJOSKL, B.; SHARIATI, M. A. Determination of the antioxidant activity in yogurt. **Journal Higienic Engineering and Design**, v. 8, p. 88-92, 2014.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D., PINTADO, C.; ROTGER, R.; GOÑI, I. Stimulatory role of grape pomace polyphenols on *Lactobacillus acidophilus* growth. **International Journal of Food Microbiology**, v. 136, p. 119–122, 2009.

HUR, S. J.; LEE, S. Y.; KIM, Y.; CHOI, I.; GEUN-BAE KIM, G. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. **Food Chemistry**, v. 160, p. 346–356, 2014.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IDF. International Dairy Federation. Detection and enumeration of *Lactobacillus acidophilus*. **Bulletin of the IDF**, n. 306, 1995.

IDF. International Dairy Federation. Yogurt: enumeration of characteristic microorganisms. **Bulletin of the IDF**, n. 117/B, 1997.

IRKIN, R., DOGAN, S.; NURCAN DEGIRMENIOGLU, N.; DIKEN, M. E.; GULDAS, M. Phenolic content, antioxidant activities and stimulatory roles of citrus fruits on some lactic acid bacteria. **Archives of Biological Science**, v. 67, p. 1313-1321, 2015.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis.** 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs, USA: Prentice Hall, 1992.

KHALIL, K. S. Influence of gallic acid and catechin polyphenols on probiotic properties of *Streptococcus thermophilus* CHCC 3534 strain. **World Journal Microbiology Biotechnology**, v. 66, p. 2069-2079, 2010.

KOBORI, C. N.; HUBER, L. S.; 1, KIMURA, M; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid contents in Brazilian tomato products. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, p. 78-83, 2010.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore Markets. **Food Chemistry**, v. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, S. C. G.; OLIVEIRA, P. D. O.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; RODRIGUES, L. S.; NERES, L. S. Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, p. 32-39, 2011.

MANGIA, N. P.; GARAU, G.; MURGIA, M. A.; BENNANI, A.; DEIANA, P. Influence of autochthonous lactic acid bacteria and enzymatic yeast extracts on the microbiological, biochemical and sensorial properties of Lben generic products. **Journal of Dairy Research**, v. 81, p. 193-201, 2014.

MANHÃES, L. R T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 856-863, 2011.

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa do buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 54, p. 3-7, 2004.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, p. 127-130, 2001.

MILLS, S.; ROSS, R. P.; HILL, C.; FITZGERALD, G. F.; STANTON, C. Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. **International Dairy Journal**, v. 21, p. 377-401, 2011.

NAJGEBAUER-LEJKO, D.; SADY, M.; GREGA, T.; WALCZYCKA, M. The impact of tea supplementation on microflora, pH and antioxidant capacity of yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 21, p. 568-574, 2011.

OLIVEIRA, L. L.; CARVALHO, M. V., MELO, L. Health promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. **Revista Ceres**, v. 61, p. 764-779, 2014.

OLIVEIRA, M. N.; SIVIERI, K., ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, p. 1-21, 2002.

OLIVEIRA, A. F. **Análise sensorial de alimentos**. Londrina: UFTPR. 2012. 65 p.

PARKAR, S. G.; STEVENSON, D. E.; SKINNER, M. A. The potential influence of fruit polyphenols on colonic microflora and human gut health. **International Journal of Food Microbiology**, v. 128, p. 295–298, 2008.

PENNA, A. L. B.; DE PAULA, A. T.; CASAROTTI, S. N.; SILVA, L. F.; DIAMANTINO, V. R.; TODOROV, S. D. Overview of the functional lactic acid bacteria in fermented milk products. In: Rai, R. and Bai, J. A. (Ed.). In: **Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods**. Boca Raton: CRC Press, 2015. p. 113-149.

RAMALHO, A. **Vitamina A: funções plenamente reconhecidas de nutrientes**. Série de Publicações ILSI Brasil. 2010. Disponível em <<http://www.ilsa.org/Brasil/Documents/12%20-%20Vitamina%20A.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2016.

RECCHIA, B. R. G. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada a base de soro lácteo ácido: caracterização físico-química e reológica**. 2014. 99 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenóides**: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 100 p.

ROSA, A. M.; CLAVISO, J.; PASSOS, L. M. L.; AGUIAR, C. L. Alimentos fermentados à base de soja (*Glycine max* (Merrill) L.): importância econômica, impacto

na saúde e efeitos associados às isoflavonas e seus açúcares. **Brazilian Journal of Biosciences**, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1113> Acesso em 29 de abril de 2017.

RUTELLA, G. S.; TAGLIAZUCCHI, D. T.; SOLIERI, L. Survival and bioactivities of selected probiotic lactobacilli in yogurt fermentation and cold storage: New insights for developing a bi-functional dairy food. **Food Microbiology**, v. 60, p. 54-61, 2016.

SACCARO, D. M. **Efeito da associação de culturas iniciadoras e probióticas na acidificação, textura e viabilidade do leite fermentado**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAMPAIO, M. B.; CARRAZZA, L. R. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2012, 76 p.

SANTOS, R. D. **Compostos fenólicos de ervas *Lamiaceae* na estabilidade oxidativa na manteiga e avaliação da toxicidade de extrato alecrim (*Rosemarinus officinalis* L.)**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2009.

SEGALIN, J.; RISSO, P.H.; BRANDELLI, A. Antioxidant, antihypertensive and antimicrobial properties of ovine milk caseinate hydrolyzed with a microbial protease. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 2247–2254, 2011.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ AMAYA, D. B. Teores de carotenóides em mamão e pêsego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 13-19, 2007.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR., J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOBRINHO, P. S. C.; SOUZA, G. H. B.; CUNHA, A. C.; GUIMARÃES, G. P. FONSECA, A. M. T. Estabilidade de características físico-químicas em sucos naturais de cenoura e laranja armazenados sob refrigeração. **Revista da Faculdade União Goyazes**, v. 9, p. 63-72, 2015.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, p. 327-338, 2015.

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

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 497-505, 1999.

XAVIER, A. A. O. **Desenvolvimento de geléia de café contendo ingredientes funcionais**. 2008. 65 f. Dissertação (Programa de Mestrado e doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2008.

YUYAMA, L. K.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; SOUSA, R. F. S. Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia flexuosa L*) em ratos. **Acta Amazônica**, v. 28, p. 409-415, 1998.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

## CONCLUSÕES GERAIS

- A polpa e o preparado de buriti apresentaram características físico-químicas próprias e elevados teores de carotenóides e compostos fenólicos, pois com o aumento do tempo de estocagem do preparado de buriti houve retenção de altos teores de carotenóides e compostos fenólicos. Além disso, o preparado de buriti apresentou boas características físico-químicas importantes com potencial para veicular os compostos bioativos em aplicações alimentícias.
- A adição de diferentes teores de preparado de buriti no leite fermentado não interferiu na viabilidade dos micro-organismos utilizados na fermentação. Além disso, o teor de carotenóides aumentou com o aumento da concentração de preparado de buriti e a capacidade de sequestro de radicais livres seguiu a mesma tendência para os dois radicais testados. Por outro lado, a análise sensorial mostrou que a aceitação das amostras variou com o atributo testado e houve similaridade de aceitação para alguns atributos sensoriais, de modo que a adição de preparado de buriti ao leite fermentado resultou em alimento aceito sensorialmente para alguns atributos e com potencial funcional pela presença de compostos bioativos com capacidade antioxidante.



## **ANEXOS**

## Anexo 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Efeito da polpa de Buriti (*Mauritia Flexuosa L.*) na qualidade de leite fermentado probiótico”, sob responsabilidade do pesquisador José Manoel de Moura Filho. O estudo será realizado através de análises sensoriais de leite fermentado com inclusão de polpa do Buriti para avaliar a aceitação e comparação dos produtos. Esta pesquisa também aborda a aplicação de um questionário para coleta de informações a respeito do consumo do leite fermentado. Este estudo é importante para o desenvolvimento de produtos, ou melhoria dos já existentes que busquem as potencialidades destes subprodutos do Buriti, contribuindo para o crescimento econômico de diversas comunidades nordestinas que tem, como principal fonte de sustento, a extração do Buriti. O risco físico à sua saúde é mínimo, visto que os produtos são de consumo comum e foram desenvolvidos seguindo as Boas Práticas de Fabricação e Manipulação. Você poderá consultar o pesquisador responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre, para a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos apenas serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado dos resultados obtidos, independente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar dessa pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado ao Serviço de Saúde do Ibilce – Unesp – São José do Rio Preto -SP, localizado na Rua Cristóvão Colombo, 2265, Bairro: Jardim Nazareth 15054-000 - São José do Rio Preto, SP. Telefone: (17) 32212200.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo, coloque sua assinatura e a seguir rubrique cada página deste termo.

Nome: \_\_\_\_\_

R.G. \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Caxias , \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Usuário ou responsável legal

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador.

Nome: José Manoel de Moura Filho	Cargo/Função: Professor/Pesquisador
Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA CAMPUS CAXIAS	
Endereço Rodovia MA 349, km 02 – S/N, Bairro: Gleba Buriti do Paraíso no Povoado Lamego / Zona Rural, 2.– Caxias/MA.	
Projeto Submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP São José do Rio Preto – fone 17 – 3221 2428/2563 e 3221 2482.	

## Anexo 2

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS  
LETRAS E CIÊNCIAS  
EXATAS/CAMPUS DE SÃO



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito da polpa de Buriti (*Mauritia Flexuosa* L.) na qualidade de leite fermentado probiótico.

**Pesquisador:** JOSÉ MANOEL DE MOURA FILHO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 51446715.7.0000.5466

**Instituição Proponente:** Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

**Patrocinador Principal:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.412.727

##### Apresentação do Projeto:

Trata o projeto a respeito da utilização de polpa de buriti em leites fermentados probióticos. O buriti é um fruto, cuja palmeira é abundante no território brasileiro, ocorrendo nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Ceará, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Distrito Federal. Tal palmeira tem importante papel social para a população local como fonte de renda e de emprego, principalmente para comunidades extrativistas.

##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo geral:** Estudar o efeito da adição de polpa de buriti em leites fermentados por probióticos, assim como avaliar as características do produto durante a estocagem refrigerada.

**Objetivos específicos:** 1) desenvolver leites fermentados com diferentes teores de polpa de buriti; 2) avaliar a composição físico-química e sensorial das amostras de leite fermentado desenvolvidos durante a estocagem refrigerada; 3) avaliar o efeito da polpa de buriti na viabilidade da cultura probiótica durante a estocagem refrigerada; e 4) determinar o perfil de ácidos graxos, fitoesteróis e carotenoides nas amostras de leite fermentado durante a estocagem refrigerada.

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador indica que os riscos serão mínimos, tendo em vista que as amostras passarão por

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265  
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000  
UF: SP Município: SAO JOSE DO RIO PRETO  
Telefone: (17)3221-2428 Fax: (17)3221-2500 E-mail: liliane@ibilce.unesp.br

Continuação do Parecer: 1.412.727

análises microbiológicas, como coliformes totais, coliformes fecais e bolores e leveduras, que constam como critérios microbiológicos para leites fermentados conforme normas vigentes. Quanto aos benefícios, o pesquisador pretende, com esse estudo, valorizar as potencialidades dos produtos regionais pelo estímulo na produção de polpa de buriti, além de promover a funcionalidade de probiótico dos leites fermentados e dos compostos bioativos presentes na polpa de buriti.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A avaliação sensorial será realizada após 28 dias de fabricação dos leites fermentados e, para garantir a condição higiênico-sanitária dos leites fermentados produzidos, serão realizadas análises microbiológicas para coliformes totais, coliformes fecais e bolores e leveduras, em período anterior às análises sensoriais dos produtos. A análise sensorial será realizada com 100 participantes de pesquisa do IBILCE/UNESP.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE é apresentado de forma correta e com linguagem clara aos participantes de pesquisa. No entanto, algumas informações menores ainda não estão adequadas, as quais podem ser sanadas no primeiro relatório parcial (ver item Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações).

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Solicito que o pesquisador adeque algumas informações no TCLE, sendo: 1) acrescentar o logotipo da Unesp; 2) no local e data, colocar "São José do Rio Preto" ao invés de "Caxias"; 3) e os dados da instituição, no rodapé do TCLE, devem ser os do IBILCE. Assim, o TCLE deverá ser corrigido antes da entrega aos participantes da pesquisa, e uma cópia deverá ser encaminhada ao CEP no primeiro relatório parcial, informando que as correções foram realizadas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE, em reunião de 15 de fevereiro de 2016, deliberou, por unanimidade, pela aprovação do presente projeto de pesquisa, com as seguintes recomendações: O pesquisador deve adequar algumas informações no TCLE: 1) acrescentar o logotipo da Unesp; 2) no local e data, colocar "São José do Rio Preto" ao invés de "Caxias"; 3) e os dados da instituição, no rodapé do TCLE, devem ser os do IBILCE. Assim, o TCLE deverá ser corrigido antes da entrega aos participantes da pesquisa, e uma cópia deverá ser encaminhada ao CEP no primeiro relatório parcial, informando que as correções foram realizadas.

Os relatórios parciais deverão ser encaminhados semestralmente, contando a partir desta data.

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265  
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000  
UF: SP Município: SAO JOSE DO RIO PRETO  
Telefone: (17)3221-2428 Fax: (17)3221-2500 E-mail: liliane@ibilce.unesp.br

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
LETRAS E CIÊNCIAS  
EXATAS/CAMPUS DE SÃO



Continuação do Parecer: 1.412.727

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_630439.pdf	28/01/2016 21:10:49		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetodoutoradofermantadoburiticomite deetica.doc	28/01/2016 21:09:50	JOSE MANOEL DE MOURA FILHO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreeEsclarecido.doc	28/01/2016 21:08:04	JOSE MANOEL DE MOURA FILHO	Aceito
Folha de Rosto	Termocomitedeetica01122015.pdf	01/12/2015 08:23:57	JOSE MANOEL DE MOURA FILHO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 17 de Fevereiro de 2016

---

Assinado por:  
Claudia Regina Bonini Domingos  
(Coordenador)

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265  
Bairro: JARDIM NAZARETH CEP: 15.054-000  
UF: SP Município: SAO JOSE DO RIO PRETO  
Telefone: (17)3221-2428 Fax: (17)3221-2500 E-mail: liliane@ibilce.unesp.br

Página 03 de 03



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José do Rio Preto

## TERMO DE REPRODUÇÃO XEROGRÁFICA

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes, para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 29/06/2017

---

Assinatura do autor