

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - UTFPR

COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

FABIELLE CHEUCZUK

LUANA APARECIDA ROCHA

**PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE BEBIDA LÁCTEA  
FERMENTADA PREBIÓTICA INCORPORADA DE POLPA DE CAJÁ-  
MANGA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2014

FABIELLE CHEUCZUK  
LUANA APARECIDA ROCHA

**PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE BEBIDA LÁCTEA  
FERMENTADA PREBIÓTICA INCORPORADA DE POLPA DE CAJÁ-  
MANGA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Francisco Beltrão, como requisito parcial para obtenção de título de “Tecnólogo em Alimentos”.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Machado-Lunkes  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabiane Picinin de Castro Cislighi

FRANCISCO BELTRÃO

2014

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PREBIÓTICA INCORPORADA DE POLPA DE CAJÁ-MANGA**

Por

**FABIELLE CHEUCZUK  
LUANA APARECIDA ROCHA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

#### **BANCA AVALIADORA**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Ellen Porto Pinto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Fabiane Picinin de Castro Cislighi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Machado-Lunkes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

(Orientadora)

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Cleusa Ines Weber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

(Coordenadora do curso)

Francisco Beltrão, fevereiro, 2014.

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

Dedicamos este trabalho aos nossos pais  
pelo apoio em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus que nos possibilitou realizar este trabalho e atingir todos os objetivos esperados, nos dando força, fé e coragem para enfrentar os momentos.

Às pessoas essenciais em nossas vidas, nossos pais Basilio Cheuczuk Primo e Petrolina Valux Cheuczuk (Fabielle Cheuczuk) pelo apoio, incentivo, confiança, amor e palavras positivas. Especialmente a Celso Rocha (*in memória*) que me ensinou a dar valor para as coisas mais simples da vida e a Luverci Inez Viecilli, pela paciência e amor incondicional (Luana A. Rocha).

Agradeço a minha irmã Francielle Cheuczuk (Fabielle) pela força e ao meu namorado pela compreensão e carinho. Agradeço as minhas tias Celita Rocha e Marli Teresa Viecilli (Luana) pela motivação e amparo que me deram ao longo desta caminhada.

Agradecemos especialmente a nossa orientadora professora Dr<sup>a</sup>. Alessandra Machado-Lunkes e nossa Co-orientadora Dr<sup>a</sup>. Fabiane Picinin de Castro Cislighi, pelos ensinamentos e orientações que contribuíram para que este trabalho fosse desenvolvido. Além do professor Luciano Lucchetta presente em nossa banca, agradecemos pelas sugestões e críticas construtivas, para aperfeiçoar este trabalho.

Agradecemos a Neide da Silva pela doação da fruta cajá-manga, somos gratas. Aos laboratoristas pela ajuda, ensinamentos, materiais.

Aos nossos colegas da graduação pelo companheirismo e amizade que conquistamos ao longo do curso e agradecemos aos amigos pelo auxílio durante as análises do TCC.

Descobri como é bom chegar quando se tem paciência. E para se chegar, onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer.

Autor: Amyr Klink

## RESUMO

CHEUCZUK, Fabielle; ROCHA, Luana A. **Propriedades Antioxidantes de Bebida Láctea Fermentada Prebiótica Incorporada de Polpa de Cajá-manga**. 2014. Xxf.Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

A cajá-manga é uma fruta exótica com sabor e aroma agradáveis, de boa aparência, qualidade nutritiva e rica em carotenóides. Geralmente, é cultivada no Norte e Nordeste do Brasil, pois é uma fruta que se adapta bem ao clima seco, mas ela é pouco pesquisada dentro de sua família e gênero. Apresenta compostos bioativos dentre os quais compostos fenólicos e estes são reconhecidos por suas ações benéficas à saúde. Assim, a polpa da cajá-manga foi utilizada na preparação da bebida láctea fermentada com soro de leite e prebiótico, a fim de incrementar o valor nutricional desta bebida, e também como uma alternativa para o aproveitamento do soro gerado nas indústrias lácteas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antioxidante da bebida láctea incorporada da polpa de cajá-manga. Na polpa de cajá-manga e na bebida láctea foi analisado o teor de fenólicos totais usando o método Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH. A polpa de cajá-manga apresentou valor de compostos fenólicos totais de 47,86 mg de ácido gálico/100g de polpa e atividade antioxidante pelos três métodos aplicados. Na análise de fenólicos das bebidas sem polpa e com 25% e 30% de polpa de cajá-manga, foi constatado que as bebidas com polpa apresentaram maior teor de fenólicos que a bebida sem adição. No entanto, pelo método DPPH não foi possível observar capacidade da bebida sem polpa em sequestrar o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila o que indica a inexistência de atividade antioxidante. As bebidas com 25% e 30% da polpa de cajá-manga apresentaram atividade antioxidante pelo método do DPPH sem diferença significativa entre si a  $p < 0,05$  de probabilidade pelo teste de Tukey. Entretanto, os métodos ABTS e FRAP não foram capazes de demonstrar atividade antioxidante para estas bebidas. Neste trabalho, a bebida láctea fermentada prebiótica apresentou atividade antioxidante decorrente dos compostos bioativos presentes na polpa de cajá-manga o que contribui para a alegação de funcionalidade deste alimento.

**Palavras-chave:** *Spondias dulcis*. Fenólicos totais. DPPH. FRAP. ABTS.

## ABSTRACT

CHEUCZUK, Fabielle; ROCHA, Luana A.. **Antioxidant Properties of Prebiotic Fermented Milk Beverages Incorporated Pulp Caja-manga**. 2014. Xxf Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

The Caja-manga is an exotic fruit with flavor and pleasant aroma, good-looking, nutritious and rich in carotenoids quality. Generally, it is grown in the North and Northeast of Brazil, it is a fruit that is well suited to the dry climate, but it is little researched within your family and gender. Presents bioactive compounds among which phenolic compounds and these are recognized for their beneficial health actions. Thus, the pulp of caja-manga was used in the preparation of fermented dairy drink with whey and prebiotic in order to increase the nutritional value of this drink, and also as an alternative to the use of whey in milk industries generated. The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity of incorporated kefir pulp caja-manga. In pulp caja-manga and milk beverage was analyzed for total phenolic content using the Folin-Ciocalteu method and antioxidant activity by ABTS, FRAP and DPPH methods. The pulp of caja-manga showed value of total phenolic compounds 47,86 mg gálico/100g acid pulp and antioxidant activity by the three methods applied. In the analysis of phenolic drinks without pulp and 25% and 30% pulp of caja-manga, it was found that beverages with pulp had higher phenolic content than the drink without added. However, by the DPPH method was not observed capacity drink without pulp to kidnap the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical which indicates the lack of antioxidant activity. Beverages containing 25% and 30% of the pulp caja-manga showed antioxidant activity by the DPPH method without significant difference between them at  $p < 0,05$  probability by Tukey test. However, the FRAP and ABTS methods have been unable to demonstrate antioxidant activity for these beverages. In this study, the probiotic fermented milk beverage showed antioxidant activity due to the bioactive compounds present in the pulp of caja-manga which contributes to the allegation functionality of this food.

**Keywords:** *Spondias dulcis*. Phenolics. DPPH. FRAP. ABTS.

## LISTA DE SIGLAS

ABTS	<i>2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)</i> (Ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico))
AF	Alimentos funcionais
AGE	Ácido gálico equivalente
ARP	Poder anti-radical
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BSA	Albumina do soro bovino
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DPPH	<i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i> (2,2-difenil-1-picril-hidrazila)
EC <sub>50%</sub>	<i>Effective concentration</i> (Concentração efetiva a 50%)
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FT	Fenólicos Totais
FOSHU	<i>Food for specified health use</i> (alimentos para uso específico em saúde)
FRAP	<i>Ferric reducing antioxidant Power</i> (Poder antioxidante de redução do ferro)
GAE	Ácido gálico equivalente
Ig	Imunoglobulinas
LDL	<i>Low density lipoproteins</i> (Colesterol - Lipoproteínas de baixa densidade)
SLP	Soro líquido pasteurizado a 72°C/15 s
SLSP	Soro líquido
SPP	Soro em pó pasteurizado a 72°C/15 s
SPSP	Soro em pó
TEAC	<i>Trolox Equivalent Antioxidant Capacity</i> (Atividade antioxidante equivalente ao Trolox)
UFC	Unidade formadora de colônias
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Fruta cajá-manga .....	18
FIGURA 2. Fluxograma para a elaboração da polpa .....	32
FIGURA 3. Cajá-manga durante a etapa de descascamento e preparo no multiprocessador .....	33
FIGURA 4. Bebida láctea fermentada prebiótica de 25 % e 30 % de polpa .....	35

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Valores nutricionais da cajá-manga (100 g) .....	19
TABELA 2. Principais classes de compostos fenólicos de plantas .....	22
TABELA 3. Composição do soro e das proteínas do soro .....	28
TABELA 4. Atividade antioxidante na polpa da cajá-manga através de diferentes métodos .....	42
TABELA 5. Resultados de compostos fenólicos e atividade antioxidante para o gênero <i>Spondias</i> .....	44
TABELA 6. Resultados de compostos fenólicos para a bebida láctea .....	44
TABELA 7. Atividade antioxidante na bebida láctea pelo método DPPH .....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
3.1 Cajá-manga	17
3.1.1 Botânica	17
3.1.2 Composição química	19
3.1.3 Cajá-manga e seus produtos	21
3.2 Compostos fenólicos	22
3.3 Atividade antioxidante	24
3.3.1 Métodos de análise da capacidade antioxidante- DPPH, FRAP e ABTS	26
3.4 Alimentos Funcionais	27
3.5 Soro de leite e Bebidas lácteas	29
3.6 Atividade antioxidante de lácteos	31
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>33</b>
4.1 Obtenção da polpa de cajá-manga	33
4.1.1 Preparação da polpa para as análises	34
4.2 Obtenção do soro e elaboração da Bebida Láctea fermentada prebiótica	35
4.2.1 Obtenção do soro de leite	35
4.2.2 Elaboração da bebida láctea fermentada	35
4.2.3 Preparação da bebida láctea para as análises	36
4.3 Determinação de compostos fenólicos na polpa	36
4.4 Atividade antioxidante na polpa	37
4.4.1 ABTS	37
4.4.2 FRAP	37
4.4.3 DPPH	38
4.5 Determinação dos compostos fenólicos na bebida láctea	38
4.6 Atividade antioxidante na bebida láctea	39
4.6.1 DPPH	39

<b>4.6.2 ABTS</b> .....	<b>39</b>
<b>4.6.3 FRAP</b> .....	<b>40</b>
<b>4.7 Análise estatística</b> .....	<b>40</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>41</b>
<b>5.1 Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante na polpa da cajá-manga</b> .....	<b>41</b>
<b>5.2 Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante na bebida láctea</b> ..	<b>44</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação da população mundial com a alimentação vem aumentando e o interesse por alimentos saudáveis e nutritivos estimula a inovação e desenvolvimento de novos produtos. Este crescente interesse está ligado à busca por uma dieta saudável, alimentos que proporcionem uma diminuição do desenvolvimento de doenças, mas que ao mesmo tempo sejam saborosos e gostosos (IKEDA, 2010). Assim, o mercado mundial vem acompanhando esta tendência, fornecendo alimentos com propriedades funcionais.

Com a crescente demanda por produtos mais saudáveis, a indústria de alimentos, nos últimos anos, vem investindo cada vez mais na fabricação de bebidas lácteas, utilizando em sua formulação uma mistura de soro de leite e outros ingredientes. A bebida láctea possui grande aceitação pelo público por se tratar de um excelente alimento que fornece benefícios à saúde (ANTUNES, et al., 2004).

O soro de leite é um importante ingrediente na elaboração de bebidas lácteas, encontrado na forma fluida ou em pó, possui elevado valor nutricional, sendo rico em cálcio, fósforo e proteínas que são absorvidas pelo organismo conferindo alto valor biológico (HARAGUCHI, et al., 2006).

Na formulação de algumas bebidas lácteas, são adicionadas polpas de frutas que lhe conferem propriedades sensoriais agradáveis. Estas frutas contêm em sua composição compostos bioativos, que auxiliam na prevenção de certas doenças (LEONG, SHUI, 2002), e se processadas adequadamente quando transformadas em produtos como sucos e geléias, mantêm os níveis de fitoquímicos (XAVIER, 2008). Estes fitoquímicos são produtos secundários do metabolismo vegetal e constituem um amplo e complexo grupo com mais de 8000 estruturas conhecidas (MARTINEZ-VALVERDE, PERIAGO, ROS, 2000). São encontrados e divididos em várias classes, de acordo com o seu esqueleto carbônico. Dentre eles, se destacam os compostos fenólicos, conhecidos por exibirem, atividade antioxidante, devido às suas propriedades redutoras. Acredita-se que a intensidade da ação redutora exercida por estes compostos, se diferencia pelo número e posição de hidroxilas presentes na molécula (RICE EVANS, MILLER, PAGANGA, 1997).

Os alimentos que apresentam atividade antioxidante em sua composição inibem ou reduzem os processos oxidativos, que estão relacionados com o aumento de vida de prateleira do produto (SANTOS, 2009).

As frutas consideradas ainda exóticas estão ganhando espaço cada vez maior no mercado despertando um grande interesse por novos estudos, o que permite sua aplicação em novos produtos, tendo grande importância para a economia e a população.

Neste contexto, decidiu-se utilizar a polpa de uma fruta exótica, a cajá-manga (*Spondias dulcis*) cultivada no Norte e Nordeste do Brasil, que possui aroma e sabor agradáveis, vitaminas e minerais (LORENZI, et al., 2006), como ingrediente para o desenvolvimento de uma bebida láctea funcional. Ainda, este trabalho pretende analisar a atividade antioxidante da polpa já que na literatura não há relatos desta propriedade estudados empregando os métodos FRAP e ABTS de avaliação. Adicionalmente, aproveitar o soro de leite que é descartado incorretamente na fabricação desta bebida e assim, determinar a atividade antioxidante da bebida usando o método FRAP, DPPH e ABTS contribuído para o entendimento destas atividades para este tipo de produto ainda pouco estudado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- Avaliar as propriedades antioxidantes da bebida láctea fermentada prebiótica incorporada de polpa de cajá-manga.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Quantificar os fenólicos totais na polpa de cajá-manga pelo método Folin-Ciocalteu;
- Avaliar a atividade antioxidante da polpa pelo métodos ABTS, FRAP, DPPH;
- Determinar os fenólicos totais e as propriedades antioxidantes da bebida láctea fermentada com diferentes concentrações (25% e 30%) de cajá-manga.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Cajá-manga

##### 3.1.1 Botânica

A cajá-manga (*Spondias dulcis*), também conhecida popularmente como cajarana, taperebá-do-sertão e cajá anã, pertence ao gênero *Spondias*, à família *Anacardiaceae*, a qual abrange dezoito espécies sendo elas: *Spondias acuminata*, *Spondias aurantiaca*, *Spondias axillare*, *Spondia scironuella*, *Spondia scripula*, *Spondias cytherea*, *Spondias dubia*, *Spondias dulcis*, *Spondias lutea*, *Spondias macrocarpa*, *Spondias mangifera*, *Spondias monbin*, *Spondias myrobalanus*, *Spondias pinnat*, *Spondias purpurea*, *Spondias tuberosa*, *Spondias venulosa* (LORENZI, et al, 2006).

A cajá-manga é uma fruta exótica, originária das Ilhas da Polinésia e cultivada no Norte e Nordeste do Brasil (LORENZI, et al, 2006). No Brasil, o gênero *Spondias* tem seis espécies de maior exploração, sendo duas para fins comerciais: a Cajazeira (*Spondias monbin*L.), com núcleo de diversidade na Amazônia Ocidental e Mata Atlântica e o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) nativo do Semi-Árido do nordeste. Deste grupo, a cirigueleira (*Spondias purpúrea* L.), a cajá-manga (*Spondias dulcis*), a umbu-cajazeira e a umbuguela (*Spondias* spp.), são espécies cultivadas em pomares domésticos (SOUZA, 1998). O interesse por estas espécies tem aumentado devido ao seu grande valor econômico e social, fato comprovado pelo aumento da comercialização de seus frutos e produtos industrializados (BRITO, 2010). Esta crescente busca por produtos das *Spondias* comprova seu potencial agro-sócio-econômico promovendo a exploração destas espécies, o que desencadeia a geração de futuras vagas de emprego no plantio e nas agroindústrias (SOUZA, 1998).

Como a maioria das árvores frutíferas tropicais, a forma de propagação das *Spondias* ocorre pelos métodos sexuais e assexuais. O endocarpo, geralmente chamado de “caroço”, é utilizado como semente na propagação sexual das *Spondias* (SOUZA, 1998).

A cirigueleira, a umbuguela, o umbu-cajá, a cajazeira e a cajá-mangueira, tradicionalmente, são propagados pelo método vegetativo, através de estacas grandes (estacões) plantadas diretamente no campo, as quais demoram a enraizar e a formar a copa da

nova planta. As estacas, na maioria das vezes, emitem brotações, mas não enraízam. Por estas espécies serem cultivadas em pequenas áreas vem sendo desenvolvido soluções tecnológicas para uma maior propagação destas espécies, possibilitando pomares mais produtivos, com maior qualidade dos frutos (SOUZA, 1998).

Por se tratar de uma árvore frutífera selvagem ou semidomesticada, a cajá-manga é desconhecida do grande público, e geralmente é comercializada em feiras livres, às margens de rodovias próximas às unidades de produção e nas indústrias de processamento. A cajá-manga apresenta boas características para a industrialização, devido ao sabor e aroma típicos podendo ser utilizada tanto *in natura* quanto na forma processada. A sua polpa é utilizada na fabricação de sucos, sorvetes, geleias, polpa congelada, sendo uma ótima fonte de vitaminas (AROUCHA, et al., 2005).

A árvore cajá-mangueira tem de 8 – 18 m de altura, as folhas são concentradas no alto dos ramos com 11 – 13 folíolos aromáticos, que adquirem ótima coloração amarela antes de caírem no outono. As flores são formadas na primavera junto com o aparecimento das novas folhas (LORENZI, et al., 2006). É uma planta que se adapta em regiões de clima seco pela sua reprodução assexuada, que contém seu período de reprodução entre setembro e dezembro. A fruta tem um crescimento rápido, pois não necessita de suprimento hídrico para se produzir, predominando em vários tipos de solo (LIMA, 2010). Trata-se de uma fruta pequena (Figura 1), com casca fina, que apresenta forma elipsoidal do tipo drupa, contém uma semente com fibras rígidas e sua polpa quando madura é aromática, suculenta, agridoce, fibrosa, ácida e espinescente (LORENZI, et al., 2006).

O grau de maturação da fruta é um dos fatores decisivos na composição química e no valor nutricional, sendo responsável no desenvolvimento do “flavor” (CHITARRA, CHITARRA 2005). As frutas da cajá-mangueira amadurecem rapidamente e quando colhidas maduras têm sua vida pós-colheita limitada. Para poder reduzir as perdas pós-colheita e aumentar sua vida útil, utiliza-se a refrigeração, para prolongar o período de conservação dos frutos (PFAFFENBACHI et al., 2003).



**Figura 1. Fruta cajá-manga (*Spondias dulcis*)**

Fonte: [www.líderagronomia.com.br](http://www.líderagronomia.com.br)

### **3.1.2 Composição química**

A cajá-manga apresenta em sua composição química alguns sais minerais, tais como, magnésio, fósforo, ferro, zinco e algumas vitaminas (Tabela 1) (LORENZI et al., 2006). Especificamente, Ishak et al., (2005) constataram que o teor de fósforo (P) foi o mais elevado que os outros minerais presentes na fruta (Ca, Mg, Zn, Na) independentemente do estado de maturação (verde, semi-maduro e maduro) (Ishak et al., 2005).

Em estudo feito por Damiani et al., (2011), tal qual por Lorenzi et al. (2006), também avaliou a composição química da cajá-manga, que apresentou para o teor de cinzas um valor de (0,45%), proteínas (0,78%), lipídios (0,03%), carboidratos (15,18%). Adicionalmente, outras análises foram realizadas sendo que os teores de açúcares redutores e totais encontrados foram em média de 5,35% e 3,63%, respectivamente. E neste trabalho, os valores encontrados foram de 1,11%, 3,17%, 1,30% de fibras totais, fibras insolúveis e as fibras solúveis, respectivamente.

Kohatsu et al., (2011), avaliaram a cajá-manga durante o seu armazenamento por 0, 3, 6, 9 e 12 dias, em diferentes temperaturas (4, 8 e 25°C), e em cada período foram avaliadas as textura, acidez titulável, sólidos solúveis, teor de ácido ascórbico, cor e atividade respiratória. Os teores de ácido ascórbico durante o armazenamento apresentaram redução a partir do terceiro dia sendo que as frutas mantidas a 4°C apresentaram teores de 54,2 a 35,3 mg 100mL<sup>-1</sup> de ácido ascórbico à 8°C, 54,2 a 35,9 mg 100mL<sup>-1</sup> de ácido ascórbico à 25°C teores de 54,2 a 20,5 mg 100mL<sup>-1</sup> de ácido ascórbico. Para todas as condições estudadas ao

final do seu armazenamento houve redução do teor de ácido ascórbico a metade da concentração inicial para as frutas mantidas a temperatura á 25°C.

Os frutos armazenados a 4°C e 25°C apresentaram taxa respiratória elevada durante o período de armazenamento, observando-se, que foi maior que nos frutos mantidos a 8°C. Segundo esse estudo, a temperatura mais adequada para o seu armazenamento, garantindo a qualidade da fruta é de 8°C, pois a temperatura tem influência nas características físico-químicas.

**Tabela 1. Composição proximal da cajá-manga (100 g)**

<b>Água</b>	72,5 g
<b>Proteína</b>	0,72 g
<b>Gordura</b>	1,00 g
<b>Carboidrato</b>	8,46 g
<b>Cinza</b>	0,545 g
<b>Cálcio</b>	56,0 mg
<b>Fósforo</b>	67,0 mg
<b>Ferro</b>	0,30 mg
<b>Potássio</b>	133 mg
<b>Vitamina A</b>	0,06 mg
<b>Vitamina B1</b>	0,05 mg
<b>Vitamina B2</b>	0,04 mg
<b>Vitamina C</b>	35,9 mg
<b>Niacina</b>	0,26 mg

Fonte: adaptado de Lorenzi et al., (2006).

Mecenas et al., (2010), avaliou as características físico-químicas de frutos de cajá-manga em dois estádios de maturação (verde e maduro) sendo determinados os teores de vitamina C por método titulométrico e de carotenóides totais por espectrofotometria. No estádio de maturação verde foram encontrados 137,45 µg/100g de carotenóides totais e 13,1 mg/100 g de vitamina C. Com a maturação do fruto foi observado um aumento dos teores destes compostos bioativos (246,1 µg/100g de carotenoides totais e 23,1 mg/100g de vitamina C).

Quanto ao teor de compostos fenólicos outro importante composto bioativo, em estudo realizado por Ishak et al., (2005) a cajá-manga quando analisada no estado verde continha

686,5 mg de catecol/100g de fruta de compostos fenólicos e o valor decaiu para 338 mg de catecol/100g de fruta no estado maduro. O conteúdo de compostos fenólicos além de ser influenciado pela maturação é também influenciado pela forma de cultivo.

Até o presente momento, não existem trabalhos na literatura sobre as classes de compostos fenólicos presentes na *Spondias dulcis*. Entretanto, em trabalho realizado para espécie *Spondias purpurea* L. foram identificados usando cromatografia líquida ácidos fenólicos sendo eles os ácido gálico, ácido clorogénico, ácido di-hidroxibenzóico e também flavonoides tais como, a quercetina, ramnetina e o kampeferol.

Nexte contexto a cajá-manga por apresentar boas propriedades sensoriais e nutricionais, tem despertado o interesse das indústrias de processamento e dos pesquisadores, em estudos que buscam desenvolver produtos mais saudáveis (SCHIEBER, 2001)

### **3.1.3 Cajá-manga e seus produtos**

Pelo fato da casca do cajá-manga ser rica em fibras, Lago-Vanzela et al., (2011) elaboraram geléias a partir da polpa e casca e avaliaram as características físico-químicas e sensoriais do produto. As cascas apresentaram teores mais elevados de proteína, cinzas, lipídeos, fibra alimentar e carboidratos totais em relação a polpa da fruta. E assim, a geléia produzida a partir da casca da cajá-manga apresentou gosto e aroma característicos do fruto e melhores propriedades nutricionais. Na análise sensorial, para os atributos aparência, cor, odor e textura, não houve diferença entre as duas formulações. Somente no atributo gosto a geléia produzida da casca da cajá-manga teve maior aceitação.

Damiani et al., (2011) desenvolveram um néctar misto de cajá-manga com hortelã de boa aceitabilidade sensorial, conseguindo preservar o valor nutritivo, sabor e aroma da fruta *in natura*, e as características refrescantes da hortelã foram mantidas. A farinha do néctar de cajá-manga com hortelã apresentou boa capacidade antioxidante produzindo 19,21% de descoloração do DPPH, enquanto que o fruto apresentou um total de 10,2%, sendo essa diferença atribuída pelos autores, devido os diferentes compostos oxidantes presentes na hortelã, tais como, os linalol, mentol, mentona e acetato de linolina.

Bartoo e Badrie (2005) avaliaram a qualidade físico-química, nutricional e sensorial de iogurte com a adição de diferentes proporções de polpa de cajá-manga. O trabalho mostrou

que a adição de polpa de 15% e 20% contribuiu para a aceitação do iogurte para todos os atributos sensoriais estudados. Os parâmetros físico-químicos (pH, acidez, consistência, cor) e microbiológicos sofreram alterações em função do tempo de armazenamento. Quanto à qualidade nutricional, o iogurte apresentou-se como ótima fonte de fósforo e proteína.

### 3.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos possuem uma estrutura química com um ou mais grupos hidroxilas ligados a um anel aromático (benzênico). Sua estrutura é bastante variável sendo multifuncional. Grande parte dos compostos fenólicos é solúvel em compostos orgânicos e em água (BARBOSA, 2007). Os compostos fenólicos podem atuar como antioxidantes por diferentes mecanismos, ou seja, complexando com metais para prevenir a formação de radicais hidroxila ou capturando espécies radicalares (ARAÚJO, 2008).

Os compostos fenólicos no geral tem papel importante nas características organolépticas de frutas e legumes, podem intervir na cor natural e sabor dos alimentos de origem vegetal, sejam eles frescos ou processados. Contribuindo para o sabor amargo e adstringente dos alimentos e bebidas (DREWNOSKI, GOMES 2000; CASARIN, 2012).

Estes compostos são encontrados na forma ligada ésteres ou heterosídeos sendo originados de metabolismos secundários de plantas e contribuem para o seu crescimento e reprodução. Sua produção nas plantas pode ser intensificada em condições de estresse, como ferimentos, infecções e radiação UV (ultravioleta) (NACZK, SHAHIDI, 2004).

Estes antioxidantes naturais podem ser divididos em dois grandes grupos, os flavonoides e os não flavonoides. Nos alimentos existem na forma de cumarinas, flavonoides e taninos (DUBICK, OMAYE, 2001).

As cumarinas são derivadas do ácido cinâmico, um agente natural que pode ser encontrado em diversas plantas e frutas como canela, guaco, chicória, cereja, morango, damasco e framboesa. E na indústria de alimentos são usadas como corantes e essências em bebidas alcoólicas (SANTOS, et al., 2013). As cumarinas são inibidores da peroxidação lipídica, além de eliminarem o ânion radical superóxido e quelarem íons ferro. Essas características torna-a interessante para a aplicação como antioxidante, na prevenção de doenças causadas por radicais livres (COSTA, 1994).

Os flavonoides são conhecidos também como polifenólicos, geralmente ocorrem em plantas e englobam uma classe muito importante de pigmentos naturais. Neste grupo encontram-se as isoflavonas, flavanonas, flavonóis, flavonas e antocianinas que ocorrem em gêneros alimentícios (DEGÁSPARI, WASCZYNSKYJ, 2004). Os pigmentos antocianínicos são responsáveis pela pigmentação rosa, vermelho, lilás, azul e violeta e estão presentes na forma de glicosídeos em vegetais, sucos de frutas e vinho. Os flavonóis, flavonas, flavanonas e isoflavononas podem apresentar a coloração amarelo marfim. Estes compostos polifenólicos podem quelar metais modificando a cor natural, que os quelatos de alumínio proporcionam coloração amarelo claro a castanho, enquanto quelatos de ferro são responsáveis pela coloração azul ao preto (MARTINEZ-VALVERDE, PERIAGO, ROS 2000).

Os taninos fazem parte do grupo dos compostos fenólicos sendo identificados na grande maioria das plantas. São classificados em dois grupos principais de acordo com suas diferenças estruturais como hidrolisáveis e condensados. Os hidrolisáveis podem estar presentes em elevadas concentrações em cascas de árvores, folhas e galhos (MONTEIRO, ALBUQUERQUE, ARAUJO, 2005). Já os taninos condensados se caracterizam por apresentarem uma estrutura semelhante ao dos flavonoides e estando presentes em diversos produtos de origem vegetal, como as frutas, hortaliças. Eles conferem a estes produtos características sensoriais, devido à propriedade que os taninos apresentam em precipitar proteínas, um alto valor nutritivo e a capacidade de sequestrar radicais livres (BERNARDES, et al., 2011).

As diferentes classes de compostos fenólicos estão detalhadas na Tabela 2 (CONSTANTINO, 2008).

**Tabela 2. Principais classes de compostos fenólicos de plantas.**

Números de carbono	Esqueleto	Classe
6	C <sub>6</sub>	Fenóis simples / Benzoquinonas
7	C <sub>6</sub> - C <sub>1</sub>	Ácidos fenólicos
8	C <sub>6</sub> - C <sub>2</sub>	Acetofenonas / Ácido fenilacéticos
		Fenilpropanóides
9	C <sub>6</sub> - C <sub>3</sub>	Ácidos hidroxicinâmicos / Cumarinas Isocumarinas / Cromonas
10	C <sub>6</sub> - C <sub>4</sub>	Naftoquinonas
13	C <sub>6</sub> - C <sub>1</sub> - C <sub>6</sub>	Xantonas
14	C <sub>6</sub> - C <sub>2</sub> - C <sub>6</sub>	Estilbenos / Antraquinonas
15	C <sub>6</sub> - C <sub>3</sub> - C <sub>6</sub>	Flavonoides / Isoflavonóides
18	(C <sub>6</sub> - C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Lignanais
N	(C <sub>6</sub> - C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	Ligninas
	(C <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	Melaninas de catecol
	(C <sub>6</sub> - C <sub>3</sub> - C <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	Flavolonas

Fonte: Constantino (2008).

Para determinar os compostos fenólicos um método simples, o Folin-Ciocalteu mede os compostos fenólicos totais e pode ser útil na padronização e caracterização de amostras naturais (KIM, et al, 2003). Mas este método sofre interferência de várias substâncias como os ácidos orgânicos, açúcares, enxofre, ácido ascórbico, e amins aromáticas. Assim, a eliminação destes interferentes deve ser feita previamente à análise (PRIOR, SCHAICH, 2005).

### 3.3 Atividade antioxidante

Os antioxidantes apresentam vários mecanismos de ação. Podendo ser qualquer substancia que quando comparada ao seu substrato oxidável, esteja presente em baixas concentrações, inibindo ou atrasando a oxidação deste substrato oxidável de maneira eficaz (SIES, STAHL, 1995).

Os antioxidantes podem atuar no organismo de diversas maneiras, como na proteção da célula contra os radicais livres, impedindo sua formação e reparo já causados pelos radicais. Sendo que podem ser classificados em: Antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos. Os antioxidantes enzimáticos bloqueiam a iniciação da oxidação, as enzimas são responsáveis pela remoção de espécies reativas ao oxigênio. Os não enzimáticos interagem com as espécies radicalares e durante a reação são consumidos. Incluindo os compostos fenólicos sintéticos e naturais e outros (ANGELO, JORGE, 2007).

Os compostos fenólicos são uma classe de compostos químicos naturais que mais se destacam pela sua ação antioxidante, estão extensamente distribuídos no reino vegetal. Presentes principalmente em frutas e vegetais que são boas fontes dietéticas, apresentam em sua composição quantidade e qualidade variada destes constituintes, tendo grande importância no auxílio da diminuição do risco de certas doenças relacionadas a grande presença de radicais livres (POMPELA, 1997).

A concentração dos compostos fenólicos é relacionada com a capacidade antioxidante, podendo ser utilizada para acompanhar a perda de qualidade do produto no período pós-colheita (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

Através de uma dieta mais saudável podemos consumir alimentos ricos em propriedades antioxidantes, alguns destes antioxidantes presentes nestes alimentos podem ser os flavonóides e carotenoides, assim e algumas vitaminas como a E e a C, sendo extremamente importantes na intercepção dos radicais livres (BIANCHI, ANTUNES, 1999). A vitamina E é o principal antioxidante da membrana celular, capaz de inibir a ação dos radicais livres, prevenindo a propagação de peroxidação lipídica (COZZOLINO, 2009). Pela ação antioxidante dessa vitamina, juntamente com a glutatona, a vitamina C e os carotenóides, constituem um dos principais mecanismos de defesa endógena do organismo, inibindo os danos oxidativos (BIANCHI, ANTUNES, 1999). A vitamina C tem a característica de doar e receber elétrons, que lhe garante papel indispensável como antioxidante.

Os carotenoides promovem a pigmentação amarela, laranja ou vermelha nos alimentos (tomate, abóbora, pimentão, laranja) (MORAIS, COLLA, 2006). O  $\beta$ -caroteno está amplamente distribuído nos alimentos e possui ação antioxidante (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

### **3.3.1 Métodos de análise da capacidade antioxidante- DPPH, FRAP e ABTS**

Os métodos mais utilizados para avaliar a capacidade antioxidante são: o ABTS - captura do radical orgânico ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico), o DPPH captura do radical orgânico 2,2-difenil-1-picril-hidrazila e o FRAP (poder antioxidante de redução do ferro) (PÉREZ-JIMÉNEZ, SAURA-CALIXTO, 2006).

Um dos métodos utilizado em frutas, para avaliar a capacidade antioxidante, é o do sequestro do radical livre do ABTS, por ser mais estável e sensível na avaliação das frutas (OZGEN et al., 2006). A captura do radical  $ABTS^{*+}$  pelo antioxidante quando este tem um potencial redox menor que 0,68V pode ser estudada em uma grande faixa de pH. O ensaio pode ser utilizado para medir a capacidade antioxidante de amostras de natureza hidrofílica e lipofílica (AWIKA et al., 2003; KUSKOSKI et al., 2005). O fundamento deste método é monitorar a queda do radical produzido pela oxidação do ABTS, provocado pela adição da amostra que contém fenólicos. O ABTS absorve na faixa de 750 nm, podendo ser determinado por espectrofotometria. Na ausência dos fenólicos, o ABTS é estável. Por isto que a quantidade de ABTS consumida está relacionada com os fenólicos presentes na amostra, sendo expressa como capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) (RIBEIRO, 2007).

Um método simples é o ensaio de DPPH que está baseado na redução do radical  $DPPH^*$ ; este radical é estável apresentando coloração violeta e não precisa ser gerado previamente como o  $ABTS^{*+}$  (BONDET, BRAND-WILLIAMS, BERSET, 1997). O DPPH tem um declínio na absorbância alternando a sua cor para amarelo indicando que a perda da cor é decorrente da atividade sequestradora dos compostos antioxidantes da amostra (CHANDRASEKAR et al., 2006).

O ensaio FRAP determina a capacidade do antioxidante medindo a redução férrica de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) para um produto colorido ( $Fe^{2+}$ -TPTZ) (BENZIE, STRAIN, 1996). O método FRAP foi desenvolvido para medir o poder redutor do íon férrico em fluidos biológicos e soluções de compostos puros e tem se apresentado como um ensaio rápido, barato e robusto quando comparado com as outras metodologias (PULIDO, BRAVO, SAURA-CALIXTO, 2000). Este ensaio mede os mecanismos de transferência de elétrons e não detecta os compostos que atuam bloqueando radicais pela transferência de hidrogênio, tais como, tióis e proteínas (PRIOR, WU, SCHAICH, 2005).

### 3.4 Alimentos Funcionais

Em meados da década de 1980 e 90, foi proposto no Japão o conceito de alimentos funcionais (AF), que recebeu a denominação em inglês de FOSHU (*Food for Specified Health Use*, alimentos para uso específico em saúde), referindo-se aos alimentos usados na dieta, que além de apresentarem funções nutricionais, demonstram auxiliar na redução de doenças crônicas e ter benefícios fisiológicos (STRINGHETA et al., 2007 apud COSTA, 2010 a). No Brasil, iniciou a partir de 1990 e representa 15% do mercado de alimentos e tem um crescimento anual de 20% (COSTA, 2010 a), onde já estão registrados 130 alimentos funcionais (IKEDA, 2010).

De acordo com a Resolução nº 18/1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), foram definidos os seguintes conceitos (BRASIL, 1999):

- **Alegação de propriedade funcional:** “refere-se ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente desempenha no crescimento, desenvolvimento, na manutenção e em outras funções normais do organismo”.
- **Alegação de propriedade de saúde:** “sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente e a doença ou condição relacionadas à saúde”.

Os alimentos funcionais estão na forma de alimentos comuns, mas apresentam propriedades benéficas além das nutricionais básicas (DAHMER, SIEBENEICHLER, 2011). No Brasil, o mercado de alimentos funcionais está representando 15% do mercado de alimentos e tem um crescimento anual de 20% (COSTA, 2010).

Os maiores mercados de alimentos funcionais se concentram no Japão, nos Estados Unidos e na Europa com 85% do mercado mundial em 2006 (BRANDÃO, 2008). Segundo os dados de Madureira (2012), o mercado mundial de alimento funcional deve crescer 38% até o ano 2017, para US\$ 207 bilhões.

Segundo De Angelis (2005), o conceito de alimentos funcionais está crescendo e podem ser descritos como:

Alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da dieta usual, capaz de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa

saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas.

Na produção de alimentos funcionais é permitido mudar o conteúdo do componente e produzir um produto com função específica, podendo-se adicionar compostos benéficos que não estão presentes, ou retirar compostos que são prejudiciais ao alimento (DE ANGELIS, 2005).

Os alimentos funcionais podem trazer muitos benefícios à saúde pelo seu alto valor nutricional, de modo que são classificados em duas formas: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em cinco áreas do organismo: no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento; (SOUZA, et al., 2003). Tem sido caracterizada uma grande variedade de produtos, a FDA (*Food and Drug Administration*) classificou os alimentos funcionais em cinco categorias: alimento, suplementos alimentares, alimento para usos dietéticos especiais, alimento-medicamento ou droga (NOONAN, NOONAN, 2004). Segundo Arabi (2001), tem destaque os componentes como: fibra dietética, açúcares alcoólicos ou açúcares de baixa energia, aminoácidos, ácidos graxos insaturados, fitoesteróis, vitaminas e minerais, antioxidantes, bactérias ácido-lácticas e outras substâncias excitantes ou tranquilizantes.

As frutas, legumes e verduras são ricas em minerais, fibras e diferentes tipos de vitaminas. Estes alimentos apresentam características nutricionais ou funcionais, contribuindo para a prevenção contra as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como diabetes, hipertensão, doenças cardíacas e alguns tipos de câncer (BRASIL, 2006). Por essas funções, o uso desses alimentos vem sendo discutido frequentemente em eventos na área de nutrição e alimentação (DE ANGELIS, 2005).

Os prebióticos são alimentos não digeríveis que afetam o organismo hospedeiro de maneira benéfica, estimulando o crescimento/atividade de bactérias do cólon e inibindo a multiplicação de patógenos, assim contribuindo beneficentemente para a microbiota intestinal do hospedeiro (DE ANGELIS, 2005). Apresentam outros efeitos à saúde como aumento da absorção de cálcio, o metabolismo lipídico, diminuição do risco de câncer de cólon, efeito bifidogênico, diminuição da translocação bacteriana e efeito fibra (ROBERFROID, 2002). Elas podem ser classificadas como solúveis, insolúveis ou mistas, podendo ser fermentáveis ou não fermentáveis. As substâncias prebióticas são a inulina, a lactulose, o lactitol, o xilitol e alguns oligossacarídeos não digeríveis, por exemplo, os frutooligossacarídeos (SAAD, 2006).

Os prebióticos apresentam características: não sofrem hidrólise ou absorção no intestino delgado; e alteram a microflora colônica para uma microflora bacteriana saudável, induzindo efeitos favoráveis à saúde (FOODS INGREDIENTS, 2011).

### 3.5 Soro de leite e Bebidas lácteas

Segundo a Instrução Normativa Nº 16/2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por Soro de Leite “o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína” (BRASIL, 2005).

As proteínas do soro contêm excelentes propriedades funcionais, sendo consideradas de alta qualidade nutricional. Essas proteínas apresentam funcionalidades distintas. As principais proteínas do soro são:  $\beta$  – lactoglobulina ( $\beta$ -Lg),  $\alpha$  – lactalbumina ( $\alpha$ -La), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig), lactoferrina, lisozima e peptídeos derivados da caseína (ANTUNES, 2003). A Tabela 3 apresenta a composição do soro e das proteínas do soro.

**Tabela 3. Composição do soro e das proteínas do soro**

<b>Composição do soro</b>	<b>(%)</b>	<b>Proteínas do soro</b>	<b>(%)</b>
Sólidos totais	6,5	$\beta$ - lactoglobulina	0,29
Proteína	0,8	$\alpha$ - lactalbumina	0,13
Gordura	0,5	Caseína do soro	0,21
Lactose	4,5	Imunoglobulina	0,06
Cinza	0,5	Lipoproteínas	0,06
Ácido Láctico	0,05	Albumina do soro bovino	0,06
		Lactoferrina	0,02
		Lactoperoxidase	0,04

**Fonte: Antunes (2003).**

O soro de leite é um líquido resultante da separação das caseínas e da gordura do leite do processo da elaboração do queijo. Sendo que o soro de leite pode ser classificado em dois tipos: Ácido, proveniente da coagulação ácida do leite (pH em torno de 4,5) e o soro

doce, procedente da coagulação enzimática de leite (pH aproximado de 6,4) (ORDÓÑEZ, et al., 2007).

Segundo Antunes (2003), após a obtenção do queijo, não se utilizava o soro gerado no processo, não tinha valor comercial. O soro era utilizado na alimentação animal, ou simplesmente descartado em rios e seus mananciais, sem tratamento adequado para este tipo de resíduos, causando um intenso impacto ambiental, pois o soro tem um grande poder poluidor (ANTUNES, 2003). O aproveitamento do soro de leite tem aumentado nos últimos anos, mas grande parte do soro produzido ainda não é devidamente aproveitada.

O soro, por ser uma matéria-prima de baixo valor, vem sendo utilizado para a produção de bebidas lácteas, que possuem grande valor nutricional, contendo proteínas de alto valor biológico, boa fonte de cálcio e bactérias lácteas com ação benéfica para a saúde. Estas bactérias concedem benefícios tecnológicos ao produto e melhoram seu sabor, impedindo o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes (JARDIM, et al., 2009; PAIVA, et al., 2012).

Segundo a Instrução Normativa Nº 16 de agosto de 2005, do MAPA, entende-se por bebida láctea:

O produto lácteo resultante da mistura do leite (in natura, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) alimentício(s) ou substância alimentícia, gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005).

De acordo com a IN Nº16/2005 entende-se por bebida láctea fermentada:

O produto fermentado mediante a ação de cultivo de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite fermentado e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser no mínimo de  $10^6$  UFC/g, no produto final, para o cultivo lácteo específico empregado durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2005).

A fermentação do leite acontece através da adição de culturas lácticas, o que modifica as características sensoriais e prolonga a vida útil do leite *in natura*. Este fato está correlacionado à formação de ácido lático, ácido propiônico, diacetil e substâncias antagonistas que exercem efeitos inibidores das bactérias gram-negativas responsáveis pela deterioração do leite (GABIATTI et al., 2010 apud DAHMER, SIEBENEICHLER, 2011).

A elaboração da bebida láctea fermentada com culturas probióticas e ingredientes nutritivos, além do apelo de funcionalidade nutricional, é uma alternativa para o

aproveitamento do soro gerado nas indústrias lácteas (BARROSO, RUBERT, 2011). A adição de polpas ou sucos de frutas às bebidas lácteas fermentadas é essencial para a sua boa aceitação. Além de agregar valor nutricional é um dos fatores que gera um produto com sabor agradável (OLIVEIRA, 2009).

Uma avaliação realizada pela empresa GFK, sobre o consumo das bebidas lácteas em algumas regiões metropolitanas no Brasil demonstrou que, em média, o brasileiro consome dois litros de bebidas por dia, valor que é maior no verão (2,113 mL) do que no inverno (1,951 mL). No que diz respeito ao consumo diário de líquidos, as bebidas lácteas assumem a quarta posição e este consumo dá-se preferencialmente no café da manhã. Segundo a pesquisa, as razões que explicam o consumo das bebidas lácteas estão relacionadas aos cuidados com a saúde, boa associação às refeições pelo seu ótimo sabor e aroma e auxílio na digestão de alimentos (FOOD INGREDIENTS, 2011 b).

### **3.6 Atividade antioxidante de lácteos**

Pereira e colaboradores (2012) avaliaram a informação “antioxidante” no rótulo de três iogurtes de amora (iogurte de amora, iogurte de amora “antioxidante” e iogurte de amora, framboesa e morango “antioxidante”). Foram realizadas análises de DPPH, poder redutor e inibição da peroxidação lipídica, bem como a determinação da concentração de fenóis, tocoferóis, açúcares e flavonóides. Os iogurtes “antioxidantes” apresentaram as melhores capacidade sequestradoras do DPPH e poder redutor com valores de  $EC_{50}$  de 19 a 28 mg/mL. Portanto, os autores puderam concluir que a informação “antioxidante” no rótulo pode ser uma indicação de benefícios antioxidantes.

Em estudo realizado por Freire (2012), a atividade antioxidante de iogurte com polpa de maracujá foi avaliada através do método DPPH. A adição das polpas de maracujá e farinha de albedo de maracujá não interferiu na atividade antioxidante do iogurte se comparado aos iogurtes sem adição de polpa e farinha do albedo de maracujá e assim, não houve diferença significativa na atividade antioxidante entre eles.

Najgebauer-Lejko e colaboradores (2011) elaboraram iogurtes a partir do leite de vaca com diferentes proporções de chá (chá verde, chá preto “Pu-erh”) e usaram como controle nos ensaios químicos o iogurte natural. Eles avaliaram o teor de fenólicos totais, a

atividade antioxidante pelo método DPPH e FRAP e o efeito da adição destes chás nas características microbiológicas e estabilidade do produto. O iogurte natural demonstrou atividade antioxidante muito baixa, sendo que os iogurtes com chá verde e “Pu-erh” apresentaram alto teor de fenólicos totais e conseqüentemente suplementaram ação antioxidante do iogurte. Os autores discutem que a atividade antioxidante do iogurte suplementado é decorrente do tipo de compostos polifenólicos presentes no chá bem como, a razão entre polifenólicos do chá e compostos bioativos presentes no leite (proteínas e polifenóis).

Zainoldin e Baba (2009) investigaram o conteúdo de fenólicos totais e potencial antioxidante através do método DPPH, do iogurte com a adição de *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus* (fruta do dragão branca e vermelha). A atividade antioxidante do iogurte natural foi de 19,16%, enquanto no iogurte com adição da polpa *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus* a atividade aumentou para 24,97 e 45,74%, respectivamente. Em relação ao iogurte enriquecido pela adição da polpa de fruta aos compostos fenólicos totais foram maiores (36,44 a 64,43mg/ml) quando comparados ao iogurte natural com 20,25mg/ml.

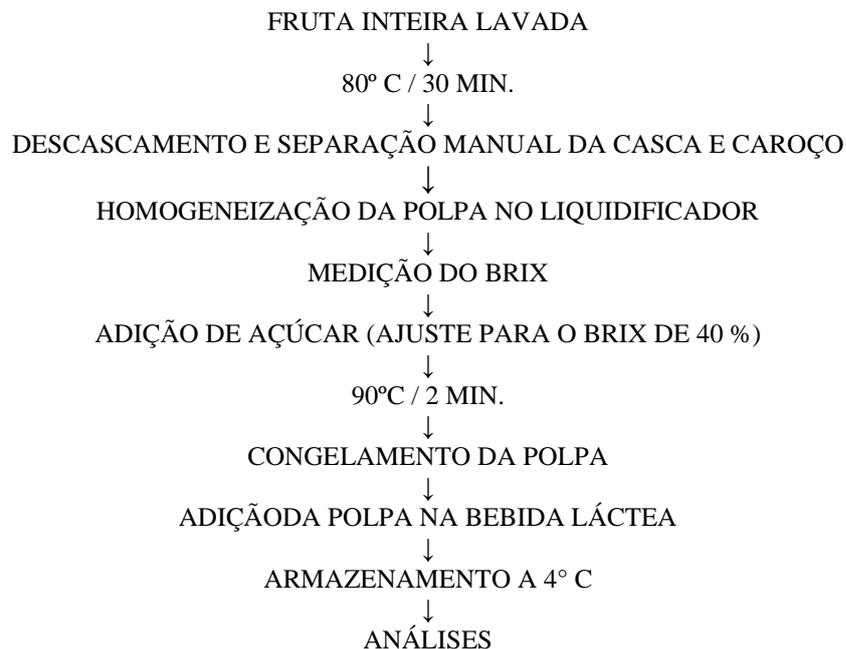
Ruggeri et al., (2008) elaboraram três tipos de iogurte com extrato de picnogenol (extrato da casca de pinheiro bravo) cujas concentrações eram de 10, 20 e 40 mg de picnogenol/125g de iogurte. A amostra com maior teor de extrato foi avaliada em relação ao seu conteúdo de polifenóis totais no tempo zero e após 30 dias obtendo valores 27,01 e 26,9 mg de AGE/100g de iogurte, respectivamente mostrando que iogurte manteve o seu valor de fenólicos durante a estocagem. Mesmo comportamento foi observado pelos principais compostos fenólicos presentes no extrato (catequina, epicatequina, ácido clorogênico e caféico) que não tiveram suas concentrações afetadas nos 30 dias de vida útil do produto.

Boroski et AL., (2012) elaboraram duas bebidas lácteas enriquecidos com ácidos graxos  $\omega$ -3 e aplicaram extrato de orégano e óleo essencial de orégano em diferentes concentrações com vistas a controlar a oxidação lipídica do alimento e aumentar a atividade antioxidante da bebida. Neste trabalho o teor de fenólicos totais foi superior para as bebidas que continham extrato de orégano (269,0 mg AGE/g) e a mesma expressou maior capacidade antioxidante ( $EC_{50}$  26,7 mg/mL). Os autores observaram que o extrato de orégano foi mais eficiente do que o óleo em reduzir a oxidação induzida por luz ou aquecimento do óleo de linhaça e que a estabilidade física da bebida não foi afetada durante o armazenamento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Obtenção da polpa de cajá-manga

Os frutos maduros, embalados, foram adquiridos no comércio local de Ribeirão Preto – SP e foram transportados para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Francisco Beltrão entre março e abril de 2013. Os mesmos foram armazenados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$ . A polpa da cajá-manga foi processada no Laboratório de Tecnologia de leite e derivados, sendo obtida de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2, segundo a metodologia de Bartoo e Bradrie (2005), com modificações.



**Figura 2: Fluxograma para a elaboração da polpa.**

**Fonte: Bartoo e Bradrie (2005) com modificações.**

Os frutos de cajá-manga foram imersos em 10 L de solução de hipoclorito de sódio 50 ppm por 15 minutos. Após, foi realizado o tratamento térmico dos frutos inteiros a  $80^{\circ}\text{C}$

por 30 minutos. Os frutos foram descascados e as cascas raspadas e a massa obtida foram peneiradas para retenção do caroço e fibras. Após, a polpa foi homogeneizada em multiprocessador e os sólidos solúveis totais da polpa foram determinados no refratômetro BioBrix (Figura 3). Foi adicionado açúcar até atingir 40° Brix, em seguida, a polpa foi pasteurizada a 90° C por 2 minutos, 300 g de polpa pronta foi embalada em sacos plásticos.



**Figura 3: Cajá-manga durante a etapa de descascamento e preparo no multiprocessador.**

#### ***4.1.1 Preparação da polpa para as análises químicas***

Para a extração dos compostos fenólicos, análises de antioxidante usando o método ABTS, FRAP e DPPH, seguiu-se o trabalho de Canuto et al., (2010), com algumas modificações. Resumidamente, foram adicionados 75 mL de solução metanol: água (8:2) (v/v) a 50 g de polpa, seguido de agitação por 20 minutos. A mistura foi filtrada e lavada com 20 mL de metanol, filtrado foi transferido para um balão de 100 mL sendo o volume completado com solução metanol:água (8:2). Após 1 hora em freezer (- 20°C), a solução foi centrifugada a 6.000 rpm durante 20 minutos e o sobrenadante foi retirado e acondicionado em freezer.

## **4.2 Obtenção do soro e elaboração da bebida láctea fermentada prebiótica**

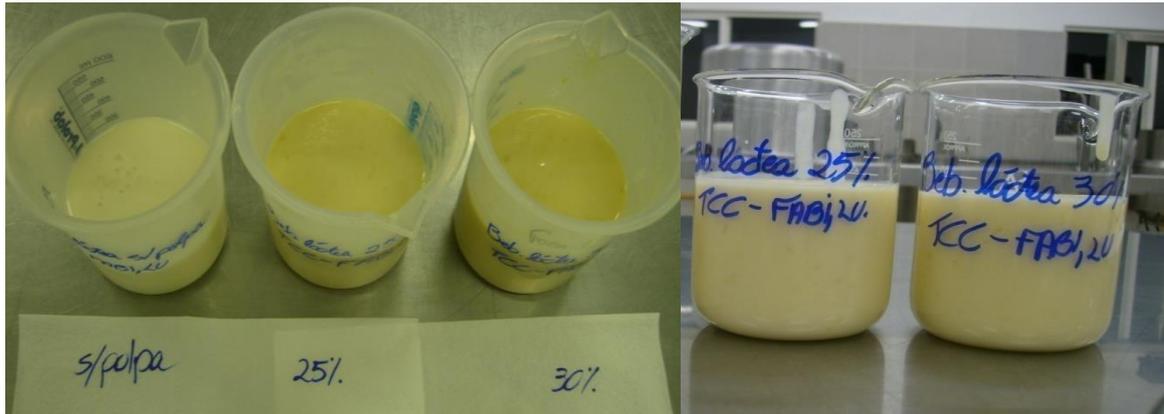
### ***4.2.1 Obtenção do soro de leite***

A obtenção do soro e elaboração da bebida láctea fermentada prebiótica ocorreu no laboratório de Tecnologia de leite e derivados, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

O soro de leite foi obtido a partir da coagulaçãoenzimática do leite pasteurizado, através da adição de 0,9 mL/L de coalho (Chr. Hansen<sup>®</sup>, Valinhos, SP, Brasil), e 0,4 mL/L de uma solução de cloreto de cálcio 40%, e posterior incubação a 37°C durante 40 min. O soro foi coletado após aruptura e drenagem da coalhada (FURTADO, NETO 1994 apud CASTRO et al. 2008).

### ***4.2.2 Elaboração da bebida láctea fermentada***

Foram elaboradas duas bebidas lácteas com diferentes proporções de polpa de cajá-manga (amostra A com 25% e amostra B 30%) de acordo com os procedimentos de Castro et al., (2008), com modificações. A bebida láctea sem adição de polpa foi utilizada como controle. O leite pasteurizado e o soro de leite foram misturados em uma proporção de 70/30% (v/v), respectivamente. Os ingredientes sacarose (8%, m/v), leite em pó (1%, m/v), oligofrutose (10% m/v) e espessante (0,5%, m/v) foram adicionados à mistura de leite/soro. Foi realizado tratamento térmico a 65°C durante 30 minutos. A temperatura da mistura foi reduzida a 37°C e então a cultura láctica Bio Rich (Chr. Hansen<sup>®</sup>, *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Bifidobacterium* Bb-12 e *Streptococcus thermophilus*) foi adicionada na mistura. Em seguida, foi incubado a 37°C até atingir o pH 4,6. Após a fermentação, as bebidas lácteas foram resfriadas a 20°C e a quebra do gel realizada. Em seguida, a polpa foi adicionada (25% e 30%) sendo reservada uma parte para a bebida sem polpa para as análises (Figura 4). As bebidas foram armazenadas a 4° C até a realização das análises.



**Figura 4:** Bebida láctea fermentada prebiótica sem polpa (controle) e 25%, 30% de polpa.

#### **4.2.3 Preparação da bebida láctea para as análises químicas**

Para determinar os compostos fenólicos e a atividade antioxidante na bebida láctea, foram pesados 50g de cada bebida láctea, adicionados de 40 mL de metanol 50%, e a mistura foi homogenizada por 20 minutos. Após, foi mantido em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. A mistura foi centrifugada a 6000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante foi transferido para o balão de 100 mL. Ao resíduo da primeira extração foram adicionados 40mL de acetona 70% homogeneizados por 20 minutos e mantidos à temperatura ambiente por 60 minutos. O sobrenadante foi centrifugado novamente a 6000rpm por 15 minutos e transferido para o balão contendo o primeiro sobrenadante. Quando necessário o volume total do balão foi completado com água ultra-pura (LARRAURI et al., 1997).

#### **4.3 Determinação de compostos fenólicos na polpa**

As análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante na polpa foram realizadas nos laboratórios de Águas e Química Orgânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

Para a determinação do teor de compostos fenólicos, uma alíquota de 100 $\mu$ L de amostra ou padrão foi colocada em tubo de ensaio, com 7,5 mL de água ultrapura e 0,30 mL de reagente de Folin-Ciocalteu 0,9 mol.L<sup>-1</sup>. Após agitação, foram adicionados 1,0 mL de

solução de carbonato de sódio a 20% (m/v) e 1,1 mL de água destilada. Os reagentes foram misturados, e os tubos foram deixados em repouso a 25 °C por 1 hora. Foi construído a curva de calibração com diferentes concentrações de ácido gálico (0,01; 0,02; 0,03; 0,035; 0,04; 0,045 mmol.L<sup>-1</sup>). A medida de absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 765 nm (KIM et al., 2003) e os ensaios realizados em triplicata.

#### **4.4 Atividade antioxidante na polpa**

##### **4.4.1 ABTS**

O radical ABTS foi preparado de acordo com a metodologia de Rufino (2007). Após o preparo, a mistura foi mantida no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, foi diluído 1mL desta mistura em tampão fosfato (pH 7,4) até obter uma absorvância de 0,70 nm ± 0,01nm a 734 nm. A curva de calibração foi feita utilizando soluções metanólicas de Trolox nas seguintes concentrações: 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 e 8,0 mmol.L<sup>-1</sup>. Em triplicata, foram adicionados nos tubos 10µL do padrão Trolox e 4mL da solução ABTS diluída. Após seis minutos de reação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 730 nm, utilizando água ultrapura como branco (SÁNCHEZ-GONZÁLES et al., 2005). Para a determinação de atividade antioxidante na polpa foram adicionados 10µL de cada amostra diluída a 4 mL da solução ABTS diluída. Após seis minutos de reação foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 734 nm e os ensaios feitos em triplicata. As respostas foram expressas em µM trolox /100g de polpa.

##### **4.4.2 FRAP**

Foi transferida uma alíquota de 147µL do padrão Trolox ou amostra para tubo e acrescentado de 441µL de água e 4,40mL do reagente FRAP. A mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria a 37° C por 30 minutos. Após realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 595nm, utilizando o reagente FRAP com água para calibrar o

espectrofotômetro. Solução padrão de Trolox com diferentes concentrações (100; 250; 500; 750; 1000 mM) foram utilizadas para calibração. Para a determinação de atividade antioxidante na polpa foram ensaiadas diferentes concentrações (2000; 3000; 4000; 5000 mg/L e os ensaios foram realizados em triplicata. Os resultados foram expressos como  $\mu\text{M}$  trolox/100g de polpa (RUFINO, 2007).

#### **4.4.3 DPPH**

A análise antioxidante DPPH foi realizada de acordo com a metodologia de Rufino (2007). Para determinar a curva de calibração foram utilizadas as seguintes concentrações de Trolox: 10; 20; 30; 40; 50; 60  $\mu\text{M}$ . Foi utilizado álcool metílico como branco, para calibrar o espectrofotômetro. Em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 3 mL de cada solução de DPPH e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm, utilizando o álcool metílico como branco. Para a determinação da atividade antioxidante na polpa foram usadas diferentes concentrações de metanol:água (8:2) (0, 1, 2, 3 mL) para dissolver a polpa. Após, transferiu-se para tubos 0,1 mL de cada amostra diluída e 3,9 mL da solução DPPH, homogeneizou-se. Foi preparado uma solução chamada de controle a partir de 0,1 mL da solução (álcool metílico, acetona e água) com 3,9 mL do radical DPPH. As leituras em espectrofotômetro a 515 nm das amostras foram monitoradas a cada minuto, onde é observada a redução da absorbância até sua estabilização. Os cálculos foram realizados com a expressão do resultado em concentração eficiente ( $\text{EC}_{50}$ ), ou seja, quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50%. Quanto menor o valor de  $\text{EC}_{50}$  maior é a atividade antioxidante na amostra.

#### **4.5 Determinação dos compostos fenólicos na bebida láctea**

As análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante na bebida láctea foram realizadas nos laboratórios de Físico-Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

Para a determinação do teor de compostos fenólicos, uma alíquota de 100µL de amostra ou padrão foi colocada em tubo de ensaio, com 7,5 mL de água ultrapura e 0,30 mL de reagente de Folin-Ciocalteu 0,9 mol.L<sup>-1</sup>. Após agitação, foram adicionados 1,0 mL de solução de carbonato de sódio a 20 % (m/v) e 1,1 mL de água destilada. Os reagentes foram misturados, e os tubos foram deixados em repouso a 25 °C por 1 hora. Construiu-se a curva de calibração com 6 concentrações (0,01; 0,02; 0,03; 0,035; 0,04; 0,045 mmol.L<sup>-1</sup>) de ácido gálico, em triplicata. A medida de absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 765 nm (RUFINO, 2007).

## **4.6 Atividade antioxidante na bebida láctea**

### **4.6.1 DPPH**

A análise antioxidante DPPH foi realizada de acordo com a metodologia de Rufino (2007). Foi utilizado álcool metílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. Para determinar a curva de calibração foram utilizadas as seguintes concentrações de Trolox: 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60 µM. Em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 3 mL de cada solução de DPPH e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm.

Para determinar o DPPH na bebida, do balão realizou-se outras diluições, transferiu-se em triplicata nos tubos 0,1 mL de cada amostra diluída e 3,9 mL da solução DPPH, homogeneizou-se. Utilizou-se 0,1 mL da solução controle (álcool metílico, acetona e água) com 3,9 mL do radical DPPH e homogeneizou-se. Os cálculos foram realizados com expressão do resultado em efeito da concentração em 50% (EC<sub>50</sub>) indica que quanto menor o valor de EC<sub>50</sub> maior é a atividade antioxidante na amostra.

### **4.6.2 ABTS**

O radical ABTS foi preparado de acordo com a metodologia de Rufino (2007). Após o preparo, a mistura foi mantida no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida,

foi diluído 1mL em metanol até obter uma absorvância de  $0,70 \text{ nm} \pm 0,01\text{nm}$  a 734 nm. A curva de calibração foi feita utilizando soluções metanólicas de Trolox nas seguintes concentrações: 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 e 8,0  $\text{mmol.L}^{-1}$ . Em triplicata, foram adicionados nos tubos 10 $\mu\text{L}$  do padrão Trolox e 4mL da solução ABTS diluída. Após seis minutos de reação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 730 nm, utilizando água ultrapura como branco (SÁNCHEZ-GONZÁLES et al., 2005). Para determinar a atividade antioxidante na bebida, do balão realizou-se outras diluições, transferiu-se em triplicata foram adicionados 10 $\mu\text{L}$  de cada amostra diluída a 4 mL da solução ABTS diluída. Após seis minutos de reação foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 734 nm e os ensaios feitos em triplicata. As respostas foram expressas em  $\mu\text{M}$  trolox /100g de polpa.

#### **4.6.3 FRAP**

Foi transferida uma alíquota de 147 $\mu\text{L}$  do padrão Trolox ou amostra para tubo e acrescentado de 441 $\mu\text{L}$  de água e 4,40mL do reagente FRAP. A mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria a 37° C por 30 minutos. Após realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 595nm, utilizando o reagente FRAP com água para calibrar o espectrofotômetro. Solução padrão de Trolox com diferentes concentrações (100; 250; 500; 750; 1000 mM) foram utilizadas para calibração. Para determinar o FRAP na bebida, do balão realizou-se outras diluições, transferiu-se em triplicata nos tubos 400 $\mu\text{L}$  de cada amostra diluída e 3,6 mL da solução FRAP, homogeneizou-se. e os ensaios foram realizados em triplicata. Os resultados foram expressos como  $\mu\text{M}$  trolox/100g de bebida (RUFINO, 2007).

#### **4.7 Análise estatística**

As análises foram realizadas em triplicatas, com uma repetição. Os cálculos foram realizados conforme cada análise, os resultados das bebidas lácteas foram submetidas à análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o *software* Statistica versão 7.0 (2004) (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante na polpa da cajá-manga

Os compostos fenólicos na alimentação humana vêm sendo estudados, a fim de avaliar se os efeitos detectados *in vitro* podem acontecer em sistemas biológicos (GONÇALVES, 2007), onde o principal efeito dos compostos fenólicos é concedido à sua ação antioxidante (BALASUNDRAM, et al., 2006).

O resultado obtido na determinação dos compostos fenólicos totais (FT) na polpa de cajá-manga foi de 47,86 ( $\pm 1,44$ ) mg de AGE/100g de polpa. Na pesquisa de Costa (2010 b) ao determinar a concentração de fenóis totais na cajá-manga obteve 13,91  $\mu\text{g/ml}$  de ácido gálico/75  $\mu\text{g}$  da amostra.

Provavelmente, estas diferenças ocorreram, pois as condições climáticas, formas de cultivo, período de coleta entre outros, são fatores que afetaram as concentrações dos compostos bioativos (FALCÃO et al., 2007).

A literatura apresenta resultados em diferentes unidades de concentração, bem como diferentes técnicas e solventes na extração dos compostos ativos, tudo isso dificulta a comparação direta. Semelhantemente, Vieira (2010) descreveu as mesmas dificuldades em comparar os seus resultados com aqueles da literatura em estudos que determinaram a atividade antioxidante de maçã.

Em estudo realizado por Melo et al., (2008), a análise de polpas de frutas mostrou que cajá e manga apresentaram os seguintes resultados para os compostos fenólicos 35,48 e 19,68 mg de catequina/100g de polpa, respectivamente. Rockenbach (2008) avaliou os compostos fenólicos em *Physalis* e obteve 57,9 mg de AGE/100 g, sendo assim, os resultados encontrados para a cajá-manga neste trabalho estão próximos aos de frutas amarelas. Como esperado, os compostos fenólicos em frutas amarelas são inferiores às frutas vermelhas.

Melo et al., (2008) também estudou as frutas vermelhas para entender melhor o comportamento. A acerola e goiaba obtiveram 788,39 e 140,98 mg de catequina/100g de polpa, respectivamente, valores maiores que as frutas amarelas. Isso se deve ao fato de que as frutas vermelhas são conhecidas por apresentarem alto teor e diferentes classes de compostos

fenólicos, principalmente devido à presença de pigmentos antocianínicos que são responsáveis pela coloração vermelha, purpúrea e violeta nas espécies.

Diversos estudos que tratam da capacidade antioxidante de frutas, focados em entender como os compostos bioativos a expressam, pretendem correlacionar o consumo de alimentos vegetais ricos em antioxidante naturais e os efeitos benéficos para a saúde (SOUTINHO, 2012). A vasta gama de métodos empregados difere segundo as condições experimentais e a forma de quantificar a atividade antioxidante. Como não há um método padrão que forneça informações confiáveis e válidas, utiliza-se um conjunto de métodos (WOJDYLO et al. 2008).

A capacidade antioxidante na polpa da cajá-manga foi avaliada usando diferentes métodos: capacidade em reagir com o radical ABTS<sup>•+</sup>, pelo poder redutor medido pelo método FRAP e sequestro dos radicais livres DPPH<sup>•</sup>. Utilizou-se mais de um método para as análises de atividade antioxidante, para ampliar o conhecimento acerca da atividade antioxidante da polpa. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4. Atividade antioxidante na polpa da cajá-manga através de diferentes métodos.**

Ensaio	Resposta
ABTS ( $\mu\text{M}$ trolox /100g de polpa)	169,72 $\pm$ 10,88
FRAP ( $\mu\text{M}$ trolox/100g de polpa)	943,40 $\pm$ 49,09
DPPH (EC <sub>50</sub> $\mu\text{g/ml}$ )	15,62 $\pm$ 2,13

\*resultados expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Em relação à análise de atividade antioxidante pelo método de ABTS, Costa (2010 b) ao estudar o ensaio padrão com o ABTS obteve valor em diferente unidade de expressão, em concentração de inibição de 50%, EC<sub>50</sub> 17,92%.

Para a análise de atividade antioxidante pelo sequestro dos radicais livres DPPH, Costa (2010 b) foi o único trabalho encontrado para a cajá-manga, o qual encontrou índice de 50%, IC<sub>50</sub> 42,53%.

Vasco et al. (2008) ao avaliar os compostos fenólicos e atividade antioxidante nas principais frutas do Equador, pode separar as frutas em três grupos, o primeiro era as frutas com maior teor de fenólicos (2167 a 1100 mg AGE/100g), por exemplo a Andean blackberry com 2167,0 mg AGE/100g de amostra, no segundo grupo era com teores médios de fenólicos (250-462 mg AGE/100g) neste se enquadrava a goiaba com 462,0 mg AGE/100g de amostra, e

no terceiro grupo as frutas com baixo teor de fenólicos (<100 mg AGE/100 g) como exemplo o physalis com 87,0 mg AGE/100g de amostra. O autor relatou que conforme ocorre aumento na concentração de fenólicos também aumenta a atividade antioxidante pelo método DPPH.

Quanto à análise antioxidante pelo método de poder redutor FRAP, este é o primeiro trabalho sobre a análise do FRAP para a cajá-manga. Como não há outros trabalhos, não é possível comparar, mas se tomar como base uma fruta amarela como a physalis, Stangeland e colaboradores (2009) encontraram atividade antioxidante pelo método FRAP de 0,39 mM Fe<sup>2+</sup>/100g de fruto.

Observa-se que não há como fazer uma comparação direta com a literatura, pois há diferenças nas unidades de expressão dos resultados, como também em técnicas e solventes utilizados, similar ao trabalho de Vieira (2010), que também utilizou as três técnicas de análise antioxidante ABTS, DPPH e FRAP para diversas cultivares de maçã e também relatou esta dificuldade. Assim, não podemos confirmar que os resultados do estudo da cajá-manga são superiores ou inferiores ao encontrado na literatura devido a esses argumentos.

Segundo Alonso et al. (2002), alguns métodos antioxidantes geram resultados diferentes, havendo dificuldade em compará-los, devido à diversidade e conceitos diferentes de reações. Falcão et al. (2007), ao estudarem sobre produtos elaborados com uva, notou que o conteúdo de compostos fenólicos é dependente de vários fatores: condições de armazenamento, a variedade da uva e o método aplicado na extração destes compostos. Além disso, pode-se observar que as discordâncias encontradas entre os diversos estudos, podem ser atribuídas às diferenças entre os frutos da cajá-manga.

A Tabela 5 apresenta resultados encontrados para outras espécies do gênero *Spondias*.

**Tabela 5. Resultados de compostos fenólicos e atividade antioxidante para o gênero *Spondias*.**

<b>Espécie</b>	<b>Compostos Fenólicos totais</b>	<b>ABTS</b>	<b>DPPH</b>	<b>FRAP</b>	<b>Referencia</b>
<i>Spondias lútea</i> linn	0,6 mmol.L <sup>-1</sup> de AGE/100g	1,8 µmol.L <sup>-1</sup> de Trolox			Canuto et al. (2010)
<i>Spondias tuberosa</i>	4,0 mg de catequina/g 38,03 mg de catequina/100 g 52,76 mg de AGE /100 g 52,37 mg/100g	1,53 a 3,89 µmol de Trolox/g	21,0 µmol de Trolox/g 60% 265,52 µg/ml		Gonçalves (2008) Melo (2010) Rezende (2010) Almeida (2009)
<i>Spondias monbin</i> L.	72,0 mg de AGE/100 g 35,48 mg de catequina/100 g	7,88 µmol de Trolox/g	9397,3 g/g de DPPH 60 – 70%	11,8 µmol Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /g	Rufino (2008) Melo et al., (2008)

## 5.2 Determinação de compostos fenólicos e atividade antioxidante na bebida láctea

Os resultados de compostos fenólicos para a bebida láctea fermentada sem polpa, com 25% e 30% de polpa estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6. Resultados de compostos fenólicos para a bebida láctea.**

<b>Ensaio</b>	<b>Compostos fenólicos (mg ácido gálico/100g de bebida)</b>
<b>Bebida láctea sem polpa</b>	2252,94 <sup>b</sup> ± 120,23
<b>Bebida láctea com 25% de polpa</b>	3174,21 <sup>a</sup> ± 49,73
<b>Bebida láctea com 30% de polpa</b>	3262,52 <sup>a</sup> ± 75,15

\* letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p < 0,05).

As bebidas com diferentes concentrações de polpa (25% e 30%) não apresentaram diferença entre si quanto ao teor de compostos fenólicos. As bebidas lácteas com polpa de cajá-manga apresentaram maior teor de compostos fenólicos do que a bebida sem polpa, devido a agregação de compostos fenólicos da polpa.

Observa-se que a bebida láctea sem polpa apresenta compostos fenólicos, o que pode ser explicado pela presença de compostos fenólicos no leite, sendo que esta ocorrência já foi descrita por Lopez e Lindsay (1993) apud Conell e Fox (2003), em estudo realizado com leite bovino, caprino e ovino, onde estes autores encontraram para o leite bovino os seguintes compostos fenólicos: tiofenol, fenol, *o*-cresol, *p*-cresol, *m*-cresol, 2-etilfenol, timol e carvacrol.

Os resultados obtidos neste trabalho para a análise de antioxidante DPPH na bebida láctea estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7. Atividade antioxidante na bebida láctea pelo método DPPH.**

Amostra	Resultado (EC <sub>50</sub> µg/ml)**
Bebida láctea sem polpa	n.d.*
Bebida láctea com 25% de polpa	2434,95 ± 1,41 <sup>a</sup>
Bebida láctea com 30% de polpa	2107,33 ± 114,20 <sup>a</sup>

\* não detectado.

\*\* letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p < 0,05).

As bebidas lácteas elaboradas com diferentes concentrações de polpa de cajá-manga não diferiram estatisticamente entre si. Para a bebida láctea sem polpa, não foi possível observar capacidade o sequestro dos radicais livres DPPH<sup>•</sup>, indicando a inexistência de atividade antioxidante.

A atividade antioxidante da bebida depende da existência de uma concentração total de fenólicos suficiente para a expressão desta atividade. Acredita-se que a incorporação da polpa tenha contribuído nesta concentração de fenólicos e na qualidade deste, o que contribui para que a bebida adicionada de polpa expressar a atividade antioxidante independentemente da concentração aplicada neste trabalho.

As bebidas lácteas também foram analisadas pelo método ABTS, porém durante a execução do experimento não foi possível observar a captura do radical. Acredita-se que a

ausência de atividade possa estar relacionada ao pH, como também os teores de gordura, haja visto que Chen e colaboradores relataram que a resposta de atividade antioxidante no método ABTS é dependente de pH (Chen et al., 2003)

Para a análise do FRAP os resultados das bebidas lácteas não foram positivos, como no trabalho de Chen et al., (2003) que observou atividade antioxidante para soro e leite bovino.

Os autores atribuem à presença de atividades dos componentes ascorbato,  $\alpha$ -tocoferol, urato e bilirrubina no leite que tem habilidade em reduzir o ferro, enquanto a atividade antioxidante de proteínas do soro, ácido lipóico e glutatona não são detectadas durante o ensaio FRAP, pois este método só mede a capacidade antioxidante e não de proteína.

A atividade antioxidante FRAP não consegue avaliar a capacidade protéica no leite e no soro, então pode ser isso que através do método DPPH, foi capaz de expressar sua atividade antioxidante.

Na literatura há poucos trabalhos que avaliaram os compostos fenólicos e a atividade antioxidante em produtos lácteos. Até o momento foram quatro trabalhos, três deles de iogurte e apenas um relato de bebida láctea com o extrato de orégano e óleo, onde a literatura usou variados formatos de apresentação de seus resultados, métodos de extração e realização do experimento, diferentes uns dos outros, assim a nossa comparação com esses resultados fica limitada. Semelhantemente Alonso et al., (2002) perceberam que os métodos antioxidantes geram resultados diferentes, devido à diversidade e conceitos diferentes de reações, o que gera a dificuldade em compará-los.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de cajá-manga foi avaliada através do método Folin-Ciocalteu que indicou a presença de compostos fenólicos, e estes são possivelmente os responsáveis pela atividade antioxidante expressa pela capturando o radical livre ABTS<sup>•</sup>, sequestro dos radicais livres DPPH<sup>•</sup> e a redução do complexo férrico no método FRAP.

Assim a polpa foi capaz de transferir essas propriedades antioxidantes para a bebida láctea elaborada a partir dela, independente da concentração de polpa usada pela análise DPPH.

Possivelmente pela presença de interferentes ou pela baixa atividade do soro não foi possível detectar atividade antioxidante pelos métodos FRAP e ABTS, entretanto esta atividade ainda não pode ser descartada, pois sabidamente os resultados para estes métodos são dependentes da técnica de preparação da amostra e extração dos compostos bioativos.

A adicionada de prebióticos na concentração de 10% na bebida láctea fermentada contribuiu para a mesma ser caracterizada como um produto funcional, proporcionando efeitos benéficos á saúde.

Avaliando os resultados verifica-se a importância de estudos complementares, com outros métodos de preparação de amostra e de atividade antioxidante de bebida láctea.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Manole, 2003.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; CARDELLO, H. M. A. B. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinerese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, p. 105-114, 2004.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4 ed. Editota: UFV, 2008.

AROUCHA, E. M. M; SOUZA, C. S. M.; SOUZA, A. E. D. de.; FERREIRA, R. M. de A.; ARROUCHA- FILHO, J. C. Qualidade pós – colheita da Cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, p. 391-399, 2012.

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. de O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo Minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, p.187–192, 2001.

ALMEIDA, A. A. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do semi-árido do Piauí**. 2009. 186 f. Tese (Doutor em Agronomia). Universidade Rural do Semi-árido. Mossoró, 2009.

ALONSO, A. M. et al. Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 50, p. 5832-5836, 2002.

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

ARABI, R.P.; Alimentos Funcionais: aspectos gerais. Nutrire: **Soc. Brasileira. Comida Nutr.**, v.21, p. 87-102, 2001.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L.W.; WU, X.; PRIOR, R.L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.51, p.6657-6662, 2003.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; PENNA, A. L. B.; LINDNER J. D. Functional Foods: a new frontier for developing whey based protein Beverages. **Seminário: Ciências Agrárias**. v. 32, p. 1497-1512, 2011.

BARBOSA, L. C. A. **Introdução à Química Orgânica**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

BARROSO, R. R.; RUBERT S. **Elaboração e caracterização de uma bebida láctea acrescida de farinha de quinoa e inulina**. 2011. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

BARTOO S. A.; BADRIE N. Physicochemical, nutritional and sensory quality of stirred ‘dwarf’ golden apple (*Spondias cytherea* Sonn) yoghurts. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.6, p. 445- 454, 2005.

BERNARDES, N. R.; GLÓRIA, L. L.; NUNES, C. R.; PESSANHA, F. F.; MUZITANO, M. F.; OLIVEIRA, D. B. Quantificação dos Teores de Taninos e Fenóis Totais e Avaliação da Atividade Antioxidante dos Frutos de Aroeira. **Vértices**, v. 13, p. 117-128, 2011.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. v.239, p. 70-76, 1996.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de nutrição**, Campinas, v. 12, p. 123-130, 1999.

BONDET, V.; BRAND WILLIAMS, W.; BERSSET, C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. **Food Science and Technology**, v.30, p.609-615, 1997.

BOROSKI, M.; GIROUX, H. J.; SABIK, H.; PETIT, H. V.; VISENTAINER, J. V.; MATUMOTO-PINTRO, P. T.; BRITTEN, M. Use of oregano extract and oregano essential oil as antioxidants in functional dairy beverage formulations. **Food Science and Technology**, v. 47, p. 167-174, 2012.

BRANDÃO, S. C. C. Produtos lácteos probióticos, prebióticos, simbióticos e o mercado internacional. In: I Simpósio internacional: Prébióticos e próbióticos em produtos lácteos,

Campinas, 2008. **Anais I Simpósio internacional: Prébioticos e próbioticos em produtos lácteos**, p.1-6, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identificação e qualidade de bebidas lácteas. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Seção I, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. **Ministério da Saúde**, 2006.

BRITO, H. R. **Caracterização Química de óleos essenciais de *Spondias mombin L.*, *Spondias purpurea L.* e *Spondias sp (cajarana do sertão)***. 2010. 68 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais), Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

CASARIN, F. **Otimização do processo de secagem da amora preta (*Rubus sp.*) para a produção de farinha**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais). Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2012.

CASTRO, F. P.; CUNHA, T. M.; BARRETO, P. L. M.; AMBONI, R. D. de M. C.; PRUDÊNCIO, E. S. Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. **International Journal of Dairy Technology**. v. 62, p. 68-74, 2008.

CHEN, J.; LINDMARK-MANSSON, H.; GORTON, L.; AKESSON, B. Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 927-935, 2003.

CONNELL, J. E.; FOX, P. F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 103–120, 2001.

CANUTO G. A.B.; XAVIER, A.A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M.de T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p. 1196-1205, 2010.

CHANDRASEKAR, D.; MADHUSUDHANA, K.; RAMAKRISHNA, S.; DIWAN, PV. Determination of DPPH free radical scavenging activity by reversed-phase HPLC: A sensitive screening method for polyherbal formulations. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**. v.40, p. 460-464.2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. UFLA, 2005.

CONSTANTINO, M. G. **Química orgânica**. Editora: LTC. v. 3, 2008

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais – componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Editora: Rubio, 2010 a.

COSTA, M. P. **Estudo da Atividade Antioxidante de Frutas Tropicais Exóticas sobre Espécies Reativas de Oxigênio de importância Biológica em Ensaios Modelos**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestre em Biociências e Biotecnologia Aplicada à Farmácia (área de Bioquímica)). Universidade Estadual Paulista Araraquara, 2010 b.

COSTA, A. F. Farmacognosia, 5º ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. Editora: Manole. 3º ed, 2009.

DAHMER, J.; SIEBENEICHLER, L. **Elaboração de bebida fermentada á base de soro lácteo**. 2011. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2011.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; AMORIM, C. C. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUIERI, E. R.; VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, p.299-307, 2011.

DE ANGELIS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. Editora: Atheneu. 2ª Edição, 2005.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N.; Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, p. 33- 40, 2004.

DRENONOSKZ, A.; GOMEZ-CARNEIROS, C.. Bitter taste, Phytonutrients and the consumer: A review. **American Journal of Clinical Nutrition**.v.72, p. 1424-1435, 2000.

DUBICK, M. A.; OMAYE, S. T. Modification of atherogenesis and heart disease by grape wine and tea polyphenols. **Handbook of Nutraceutical and Functional Food**, v. 14, p. 143-153, 2001.

ENGELS, C.; GRATER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M.; GANZLE, M. G.; SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L.) peels by ultra high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. **Food Research International** v.46 , p. 557–562, 2012.

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

**FOOD INGREDIENTS BRASIL REVISTA**. Antioxidantes. n.6, 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf> Acesso em 15 de janeiro de 2014.

**FOOD INGREDIENTS BRASIL REVISTA**. Probióticos, Prebióticos e Simbióticos. n. 17, 2011 a. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/177.pdf> Acesso em 23 de maio de 2013.

**FOOD INGREDIENTS BRASIL REVISTA**. News&Trends.GFK – Bebidas lácteas são consumidas por quase metade dos brasileiros. n. 16, 2011 b. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/162.pdf> Acesso em 04 de março de 2013.

FREIRE, V. A. P. **Viabilidade de culturas probióticas de *Lactobacillus* spp. e *Bifidobacterium* spp. em iogurte adicionado de polpa e farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis*)**. 146 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2012.

GONÇALVES, R. **Estudo da inibição de tripsina por compostos fenólicos isolados de fontes naturais. Efeito antinutricional de bebidas comuns**. 2007. 128 f. Tese (Mestrado em Tecnologia Ciência e Segurança Alimentar). Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2007.

GONÇALVES, A. E. S. S. **avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores flavonóides e vitamina C**. 2008. 88 f.

Dissertação (Mestrado em Pós-graduação em ciência de alimentos). Universidade de São Paulo. Faculdade Ciências Farmacêuticas. São Paulo, 2008.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. de.; PAULA, H. de. Proteínas do soro de leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, p. 479- 488, 2006.

IKEDA, A. A.; MORAES A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, p. 40-56, 2010.

ISHAK, S. A.; ISMAIL, N.; NOOR, M. A. M.; AHMAD, H. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cythera* Sonn.) at three different stages of maturity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, p. 819-827, 2005.

JARDIM, F. B. B.; DUARTE, L. B.; MIGUEL, D. P.; SANTOS, C. G. P dos; LOBATO, F. M. O Uso de Probióticos e Prebióticos no Desenvolvimento de Bebidas Lácteas. In: VIII Jornada Científica da Fazu. 2009, Uberaba. **Anais VIII Jornada Científica da Fazu**. Faculdades Associadas de Uberaba, 2009.

KIM, D.; JEONG, S.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v. 81, 321-326, 2003.

KOHATSU, D. S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira Fruticultura**, Volume Especial, p. 344-349, 2011.

KUSKOSKI, M. E.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 726-732, 2005.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'cajá-manga' (*Spondias cythera* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 398-405, 2011.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

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

Líder agronomia. Cajas. Disponível em: <http://www.lideragronomia.com.br/2012/07/cajas-caja-manga-tapereba-ou-caja-mirim.html> Acesso em 10 de fevereiro de 2013.

LIMA, V.L. A. G.; MÉLO, E. de A.; LIMA, D. E. da S. Fenólicos e carotenoides totais em pitangas. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 447-450, 2002.

LIMA, F. S. **Caracterização físico-química e bromatológica de *Spondias ssp* (Cajarana do Sertão)**. 2010. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M.. **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas (de consumo *in natura*)**. Instituto de Estudos da Flora, 2006.

MADUREIRA, D. Falta regra da ANVISA para vender alimentos funcionais. **Jornal valor estratégico**. 2012. Disponível em: <http://www.abia.org.br/anexos2012/42ecee10-dd4e-4dd3-af3b-79829b816a31.pdf> Acesso em 08 de março de 2013.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de loscompuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.51 n.1, p.5-18, 2000.

MECENAS, A. S.; DA MATTA, V. M.; SILVA, F. T.; PONTES, S. M.; GOMES, F. S. Caracterização físico-química de cajá-manga (*Spondias dulcis*) em dois estágios de maturação. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Alimentos, 2010, Rio de Janeiro, **Anais Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Alimentos**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de Frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 21, p. 453-457, 2010.

MENEZES, A. C. S. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada á base de soro de leite e polpa de cajá (*Spondias mombin* L.) com potencial de atividade probiótica**. 2011. 106 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

MONTEIRO, J. M. ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.

MORAIS, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, p.99-112, 2006. Disponível em: <http://revistas.ufg.br/index.php/REF/article/viewFile/2082/2024> Acesso em 14 de janeiro de 2013.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography*. V. 1054, p. 95- 111,2004.

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

NOONAN, W. P.; NOONAN, C. Legal requirements for “functional foods” claims. **Toxicology Letters**. v. 150, p. 19-24, 2004.

OLIVEIRA, M. E. G. **Desenvolvimento de formulações de bebidas lácteas fermentadas a partir de soro e leite de cabra**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UFPB, 2009.

ORDÓÑEZ, J.A.; RODRÍGUES M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. de. L. H.; CORTECERO, M. D.S. *Tecnología em alimentos vol. 2 alimentos de origem animal*. Artemed , 2007.

OZGEN, M.; REESE, R. N.; TULIO JR., A. Z.; SCHEERENS, J. C.; MILLER, A. R. Modified 2,2-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic Acid (ABTS) Method to Measure Antioxidant Capacity of Selected Small Fruits and Comparison to Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and 2,2 $\phi$ -Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,v. 54, p. 1151-1157, 2006.

PAIVA, A. C.; FERNANDES, L. S.; CURY, N. M. P. de L.; SILVA, N. N. R.; PEREIRA, E. M.; MASSON, L.M.P. Bebidas lácteas funcionais. In: XXXII Semana da Química na Rio+20. 2012, Rio de Janeiro. **Anais XXXII Semana da Química na Rio+20**. Instituto Federal do Rio de Janeiro, 2012.

PEREIRA, E.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Revelância da informação “antioxidante” no rótulo de iogurtes de amora. In: 11º Encontro de Química dos Alimentos – Qualidade dos alimentos: novo desafio. 2012. Bragança. **Anais: 11º Encontro de Química dos Alimentos – Qualidade dos alimentos: novo desafio. Bragança - Portugal. 2012.**

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p.791-800, 2006.

PFAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga-espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p. 410-413, 2003.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and food Chemistry**.v.53, p. 4290-4302, 2005.

POMPELA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidative stress and lipid peroxidation. *International journal of vitamin and nutrition research*, Bern, v.67, p.289-297, 1997.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Agricultural and food Chemistry**. v.48, p. 3396-3402, 2000.

REZENDE, L. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. 2010. 118 f. Tese (Doutora em Química - Área: Química Orgânica). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

RIBEIRO, E. T. S. **Emprego de técnicas de extração a alta e baixa pressão para obtenção de polifenóis antioxidantes do subproduto agroindustrial de maçã**. 2007. 133 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos). UFSC, 2007.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Science*, Oxford, v.4, p.304-309, 1997.

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

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E; CATANEO, C.; GONZAGA, L. C.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 271-276, 2008.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Comunicado Técnico: 125, EMBRAPA**, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. **Comunicado Técnico: 128, EMBRAPA**, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico: 127, EMBRAPA**, 2007.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 263 f. (Doutor em Agronomia). Universidade Rural do Semi-árido. Mossoró, 2008.

RUGGERI, S.; STRANIERO, R.; PACIFICO, S.; AGUZZI, A.; VIRGLI, F. French Marine Bark Extract Pycnogenol as a Possible Enrichment Ingredient for Yogurt. **Jounal Dairy Science**, v. 91, p. 4484-4491, 2008.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIZTO, F. In vitro antioxidant activity of brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p.133-139, 2005.

SAAD, S. M. I.; Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.42, p. 1-16, 2006.

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

SANTOS, W. H.; SIQUEIRA, M. S.; SILVA-FILHO, L. C.; Síntese de derivados 4-aryl-3,4-di-hidroumarínicos catalisada por NbCl<sub>5</sub>. **Química Nova**, v.36, p.1303-1307, 2013.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds — recent developments. **Trends in Food Science and Technology**, v. 12, p. 401–413, 2001.

SKREDE, G.; BRYHN LARSEN, V.; AABY, K.; SKIVIK JORGENSEN, A.; BIRKELAND S.-E. Antioxidative Properties of Commercial Fruit Preparations and Stability of Bilberry and Black Currant Extracts in Milk Products. **Journal of food science**, v. 69, p. 351-356, 2004.

SIES, H., STAHL, W. Vitamins E and C,  $\beta$ -carotene, and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.62, p.1315-1321, 1995.

SOUTINHO, S. M. A. **Avaliação dos compostos fenólicos e da actividade antioxidante de frutos vermelhos produzidos em modo biológico**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar). Instituto Politécnico de Viseu. Escola Superior Agrária de Viseu. 2012.

SOUZA, F. X. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT / SEBRAE/CE, 1998.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. v. 37, p. 127-135, 2003.

SOUZA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR., G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, 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.

STANGELAND, T.; REMBERG, S. F.; LYE, K. A. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 113, p. 85–91, 2009.

STATSOFT INC. **Statistical data analysis system version 7.0**. Tulsa: Statsoft Inc., 2004.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas láctea funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 26, p. 589-595, 2006.

UMSZA-GUEZI, M. A.; RINALDI, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; MARTIN, N.; SILVA, R.; GOMES, E.; THOMÈO, J. C. Effect of pectinolytic enzymes on the physical properties of caja-manga (*Spondias cytherea* Sonn.) pulp. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 31, p. 517-526, 2011.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.

VIEIRA, F. G. K. **Atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* de diferentes cultivares de maçã (*Malus domestica* Borkh) do estado de Santa Catarina.** 2010. 170 f. Tese (Doutor em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em ciência dos alimentos. Florianópolis, 2010.

VENTURINI-FILHO, W. G.; **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia.** Editora: Blucher, v.2, 2010.

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). UEL, 2008.

ZANDOLIN, K.H.; BABA, A.S. The Effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on Physicochemical, Proteolysis, and Antioxidant Activity in Yogurt. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v.60, p.361-366, 2009.

VIGNOLI, J. A. **Efeito da matéria-prima e do processamento nos compostos bioativos e na atividade antioxidante do café.** 2009. 129 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). UEL, 2009.

WOJDYLO, A.; OSZMIANSKI, J.; LASKOWSKI, P. Polyphenolic compounds and antioxidant activity of new and old apple varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 6520-6530, 2008.