

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA
FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM
POLPA DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*)**

Renata Teixeira Pfrimer
Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

GOIÂNIA
2018



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Renata Teixeira Pfrimer

Título do trabalho: **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Renata Teixeira Pfrimer
Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Edmar Soares Nicolau

Prof. Edmar Soares Nicolau
Coordenador

Assinatura do(a) orientador(a)²

Centro de Pesquisa em Alimentos EVZ/UFG

Data: 27 / 03 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

RENATA TEIXEIRA PFRIMER

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA
FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM
POLPA DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*)**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciência Animal junto à Escola de
Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de
Goiás

Área:

Saúde Animal, Tecnologia e Segurança de alimentos

Orientador:

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau – EVZ/UFG

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Claudio Fernandes Cardoso - EA/UFG

Profa. Dra. Eli Regina Barboza de Souza – EA/UFG

GOIÂNIA

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Teixeira Pfrimer, Renata

Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) [manuscrito] / Renata Teixeira Pfrimer. - 2018.

xvii, 91 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau; co-orientador Dr. Claudio Fernandes Cardoso; co-orientador Dr. Eli Regina Barboza de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Cidade de Goiás, 2018.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. produtos inovadores. 2. bebida láctea. 3. leiteiro. 4. cagaita. 5. soro lácteo. I. Soares Nicolau, Edmar, orient. II. Título.

CDU 664

1 ATA NÚMERO 495 DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE
2 PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
3 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Às 10:00 do dia 28/02/2018, reuniu-se na sala de
4 defesas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, a Comissão Julgadora infra nomeada
5 para proceder ao julgamento da Defesa de Dissertação de Mestrado apresentado (a) pelo (a) Pós-
6 Graduando (a) **Renata Teixeira Pfrimer**, intitulada: “*Desenvolvimento e avaliação de bebida*
7 *lática fermentada acrescida de leiteiro saborizada com polpa de cagaita (Eugenia dysenterica)*”,
8 apresentado para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal, junto à Área de Concentração:
9 **Saúde Animal, Tecnologia e Segurança de alimentos**, desta Universidade. O Presidente da
10 Comissão Julgadora, **Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau**, iniciando os trabalhos, concedeu a palavra
11 ao (a) candidato (a) **Renata Teixeira Pfrimer** para exposição em **quarenta** minutos do seu
12 trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos
13 Examinadores, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **vinte**
14 minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores.
15 Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta,
16 expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) **Aprovado (a) ou Reprovado (a)**:
17 Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau (Orientador (a)) APROVADA
18 Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva APROVADA.
19 Profa. Dra. Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório aprovada
20 Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o(a) candidato(a) **Renata Teixei**
21 **Pfrimer**, HABILITADA [(Habilitado(a) ou não Habilitado(a)] pelo
22 motivo(s) abaixo exposto(s):
23 _____
24 _____
25 _____
26 _____
27 _____
28 _____
29 _____
30 _____
31 _____
32 _____
33 _____

34 A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da dissertação:
35 _____
36 _____
37 _____
38 _____
39 _____
40 _____

41 Nada mais havendo a tratar, eu **Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau** lavrei a presente ata que, após
42 lida e achada conforme foi por todos assinada.

43 Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

44 Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

45 Profa. Dra. Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório

Edmar Soares Nicolau
Marco Antônio Pereira da Silva
Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório

Dedico aos Meus Pais
Carmen Lúcia Teixeira Pfrimer
Richard Pfrimer

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar nessa jornada e me abençoar ao proporcionar a convivência com pessoas incríveis que, por diferentes formas, foram anjos na minha vida e me ajudaram a chegar até aqui.

Ao meu pai, Richard Pfrimer, por todo amparo emocional e financeiro e por toda sabedoria compartilhada

Aos meus irmãos, Rüdiger Teixeira Pfrimer e Igor Teixeira Pfrimer, por me escutarem nos momentos em que precisei e me darem ânimo para seguir em frente.

Ao meu marido, Vitor Cavalcante Alencar Arrais, por sempre estar presente, me escutar, orientar, incentivar, por sempre estar disponível a me ajudar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau, pelo apoio, pelos conselhos, por aceitar a me orientar nessa jornada e acreditar no nosso projeto.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Claudio Fernandes Cardoso, pelo apoio, por me ajudar nos processamentos, por todos os conselhos e ensinamentos, por toda atenção, por contribuir grandiosamente com todo o projeto e ser referência como pessoa e profissional.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Eli Regina Barboza de Souza, por todos os conselhos, orientações e incentivos.

À Profa. Dra. Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório, que me ajudou muito, me guiou, orientou, participou ativamente de todo o projeto, repassou os seus conhecimentos com uma maestria impecável e por ser uma referência de profissional.

À Profa. Dra. Cíntia Silva Minafra e Rezende, por todo conhecimento compartilhado, por todo apoio, por sempre esclarecer dúvidas e colaborar com o projeto.

Aos professores, Profa. Dra. Iolanda Aparecida Nunes, Prof. Dr. Antônio Nonato de Oliveira, Prof. Dr. Cristiano Sales Prado e ao Prof. Dr. Moacir Evandro Lage por compartilharem experiências, conhecimentos e auxiliarem no meu crescimento pessoal e profissional.

À Lohanne Franciele Damasceno Martins, por ser uma grande amiga e ajudar em todos os momentos, por auxiliar no meu crescimento profissional, por todo apoio, conselho e incentivo.

À Thamara, Juan, Priscila e Ruthele por auxiliarem nos processamentos.

Às estagiárias, Ana Paula Martins, Andressa Mendes, Lucianne Neves, Loruama Soares e Thaís Rosa por estarem sempre presentes, por ajudarem muito.

Ao Centro de Pesquisa em Alimentos da EVZ-UFG por toda infra-estrutura oferecida, contribuindo de forma excepcional para a realização da pesquisa.

A todos os colaboradores do Centro de Pesquisa em Alimentos da EVZ-UFG por toda receptividade, afabilidade, disponibilidade. Um obrigado especial aos colaboradores do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Laboratório de Qualidade do Leite e do SAF por sempre auxiliarem da melhor forma possível, por sempre serem acolhedores.

Aos técnicos, Anna Paula, Jussara e Bruno, por serem tão receptivos e solícitos.

Aos guardas e recepcionistas do Centro de Pesquisa em Alimentos da EVZ-UFG por serem tão atenciosos e dispostos a ajudar.

Aos meus amigos, por compartilharem sonhos, expectativas, preocupações e transformarem momentos difíceis em momentos leves.

À indústria Laticínios Oscar Salgado, pela doação do soro e do leite, por sempre estarem dispostos a ajudar, por terem colaboradores muito receptivos e amigáveis. Um obrigado especial ao Osmar e ao Gleybson que proporcionaram essa relação e convivência.

Ao Sindileite, pela oportunidade de apresentar o projeto às diversas indústrias que fazem parte do sindicato.

À Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás por toda infraestrutura oferecida, contribuindo de forma distinta para a minha formação.

À Universidade Federal de Goiás por todas as oportunidades oferecidas, por toda infraestrutura e apoio para que a minha formação fosse de excelência.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado.

Meu muitíssimo obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar, mas o
mar seria menor se lhe faltasse uma gota”

Madre Teresa de Calcutá

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
	2.1. Bebida láctea fermentada	20
	2.1.1 Soro lácteo	21
	2.1.2. Leitelho	24
	2.1.3. Culturas lácteas	26
	2.2. Cerrado brasileiro	29
	2.2.1 Cagaiteira (<i>Eugenia dysenterica</i>)	31
	2.2.2. Características funcionais do fruto da cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	35
3.	OBJETIVOS	44
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	44
	4.1. Matéria-prima	44
	4.2. Métodos	45
	4.2.1. Caracterização físico-química	45
	4.2.2. Caracterização microbiológica	49
	4.2.5. Formulação das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	49
	4.2.6. Diagrama de fabricação das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	50
	4.2.9. Avaliação sensorial das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	52
	4.2.10 Análise estatística	53
	4.2.11 Custo básico de produção	53
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
	5.1 Caracterização físico-química da matéria-prima	54
	5.2 Caracterização microbiológica da matéria-prima	57
	5.3. Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	59
	5.4. Caracterização microbiológica das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	66
	5.5. Análise sensorial das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaitea (<i>Eugenia dysenterica</i>)	69
	5.6. Repetição das formulações F4 e F7	76
	5.7. Delineamento simplex centroide	80
6.	CONCLUSÃO	89
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	ANEXOS	108

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de Biomas do Brasil.....	29
FIGURA 2 – Folhas novas avermelhadas, emissão de botões e floração branca abundante da	32
FIGURA 3 – Entrecasca (setas amarelas) e casca suberosa, fendada e corticosa da <i>Eugenia dysenterica</i>	33
FIGURA 4 – Fruto verde da cagaiteira (<i>Eugenia dysenterica</i>).	34
FIGURA 5 - Ilustração do fruto maduro da cagaiteira (<i>Eugenia dysenterica</i>).	34
FIGURA 6 – Esquema representativo da classificação dos compostos fenólicos por Karakaya ¹⁸⁰	39
FIGURA 7 – Diagrama de processo de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	52
FIGURA 8 – Comparação visual da sinérese (barras pretas) em amostras de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita após três dias de fabricação.	65
FIGURA 9 – Presença de grumos (seta preta) na bebida láctea fermentada (F4) acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	74
FIGURA 10 – Comparação entre as formulações F4 (à esquerda) e F4R (à direita) de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	78
FIGURA 11 - Curvas de nível para as características físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	84
FIGURA 12 - Valores observados versus valores preditos para os parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>)	86

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Valores de pH das diferentes formulações de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>) ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n= 3)	60
GRÁFICO 2 - Valores de acidez (% de ácido láctico) das diferentes formulações de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>) ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n= 3)	61
GRÁFICO 3 - Correlação entre as matérias-primas e parâmetros físico-químicos das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	64
GRÁFICO 4 - Correlação entre as matérias-primas, as formulações e parâmetros sensoriais das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	71
GRÁFICO 5 – Fatores considerados por consumidores na compra de bebidas lácteas fermentadas (n=100).....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Concentrações de leite, soro/leitelho e polpa das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescida de leite e saborizadas com polpa de cagaita.....	50
TABELA 2 - Caracterização físico-química do leite pasteurizado (médias \pm desvio padrão, n=3).....	54
TABELA 3 - Caracterização físico-química da mistura soro/leitelho (médias \pm desvio padrão, n=3).....	55
TABELA 4 - Caracterização físico-química da polpa de cagaita pasteurizada (médias \pm desvio padrão, n=3)	56
TABELA 5 - Avaliação de coliformes a 35 °C e a 45 °C e <i>Salmonella</i> sp. das matérias-primas (n=2) das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	58
TABELA 6 - Contagem de bolores e leveduras (\log_{10} UFC/mL) e contagem Padrão em Placas (\log_{10} UFC/mL) das matérias-primas (médias \pm desvio padrão, n=2) das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).....	58
TABELA 7 - Composição centesimal das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=3)	63
TABELA 8 - Avaliação de bactérias lácticas viáveis (\log_{10} UFC/mL) em bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita, ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (média \pm desvio padrão, n=2).....	67
TABELA 9 - Avaliação de bolores e leveduras (\log_{10} UFC/mL) em bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita, ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n=2)	68
TABELA 10 - Resultados das análises de coliformes a 35 °C e a 45 °C e de <i>Salmonella</i> sp. das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (n=2).....	69
TABELA 11 - Valores médios para atributos de aceitação e intenção de compra das amostras de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=100)	70
TABELA 12- Valores dos teores de caseína, nitrogênio não proteico e proteínas do soro das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=2)	73

TABELA 13 - Custo básico de produção das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>)	76
TABELA 14 - Comparação dos valores dos teores de caseína, nitrogênio não proteico e proteínas do soro das formulações e repetições de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=2)	79
TABELA 15 - Correlação entre leite, soro/leite, teor de caseína e de proteínas do soro	80
TABELA 16 - Concentrações mínima e máxima de cada variável independente	81
TABELA 17 - Valores de pseudocomponentes e reais das variáveis independentes para cada formulação de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>)	81
TABELA 18 - Resultados de valor-p, coeficiente de determinação experimental (R^2) e coeficiente de determinação ajustado (R_A^2) de cada modelo testado para cada variável resposta	82
TABELA 19 - Modelos matemáticos para os parâmetros físico-químicos em relação a concentração da mistura soro/leite (x_1), leite (x_2) e polpa de cagaita (x_3)	83
TABELA 20 - Valor-p para o teste de falta de ajuste do modelo para os parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>).	87

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AOAC	– Official Methods of Analysis
AGE	– ácido graxo essencial
BAL	– bactéria ácido láctica
BSA	– albumina do soro bovino
DBO	– demanda bioquímica de oxigênio
DNA	– ácido desoxirribonucleico
ECA	– enzima conversora de angiotensina
FOS	– frutooligossacarídeo
IGF	– <i>insulin like growth fator</i>
MGGL	– membrana do glóbulo de gordura do leite
NMP	– Número Mais Provável
PET	– polietileno tereftalato
RTIQ	– Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
SL	– mistura soro/leitelho
UFC	– unidade formadora de colônia
UHT	– <i>ultra high temperature</i>
VET	– valor energético total

RESUMO

O desenvolvimento sustentável têm sido o propósito transformador da Agenda 2030, implementada por todos os Países-membros da ONU. Com o intuito de prevenir a má nutrição e utilizar uma produção sustentável e gestão adequada para proteger o planeta da degradação, surgem oportunidades para o desenvolvimento de produtos inovadores. No presente trabalho, objetivou-se desenvolver diferentes formulações de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*), avaliando as características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial. Foram elaboradas sete formulações com diferentes concentrações de leite, mistura soro/leiteiro e polpa de cagaita, determinadas através do delineamento simplex centroide. As formulações foram fermentadas com cultura mista láctea tradicional composta por *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. As análises físico-químicas da matéria-prima e das formulações foram: pH, acidez, teor de umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos e valor energético total. As análises microbiológicas realizadas nas formulações, foram: NMP de Coliformes a 35 °C, NMP de Coliformes a 45 °C e pesquisa de *Salmonella* sp. Nas formulações foram realizadas, semanalmente, contagens de bactérias ácido lácticas e de bolores e leveduras para determinar a vida útil. Com exceção das formulações F3 e F6, as outras formulações apresentaram contagens de bactérias ácido lácticas, durante quatorze dias de armazenamento refrigerado, dentro do padrão estabelecido pela legislação (6 log₁₀UFC/mL). Todas as bebidas lácteas fermentadas apresentaram características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. A mistura soro/leiteiro do processamento B apresentou maior acidez e menor valor de pH em relação aos processamentos A e C, resultando na formação de grumos nas formulações F4 e F7 que foram fabricadas nesse processamento. As formulações que apresentaram maiores concentrações de leite, foram as formulações com menor sinérese e maiores notas em relação à aparência e consistência. Os resultados indicam que a formulação com melhor custo-benefício é a F2 que apresenta alta concentração de co produtos, baixa concentração de polpa e assim, um custo reduzido para a fabricação. Além disso, obteve altas notas nos atributos avaliados na análise sensorial e intenção de compra.

Palavras-chave: produtos inovadores, bebida láctea, leiteiro, cagaita, soro lácteo.

ABSTRACT

Sustainable development has been the transformative purpose of Agenda 2030, implemented by all UN member countries. In order to prevent malnutrition and to use sustainable production and adequate management to protect the planet from degradation, there are opportunities for the development of innovative products. The objective of this study was to develop different formulations of fermented dairy beverage supplemented with buttermilk and flavored with cagaita pulp (*Eugenia dysenterica*), evaluating its physicochemical, microbiological and sensorial acceptance characteristics. Seven formulations were prepared with different concentrations of milk, whey/buttermilk mixture and cagaita pulp, determined through the simplex centroid design. The formulations were fermented with traditional mixed milk culture composed of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. The physico-chemical analyzes reported for the raw material and for the formulations were: pH, acidity, moisture content, ash, protein, lipids, carbohydrates and total energy value. Microbiological analyzes carried out on the formulations were: MPN of Coliforms at 35 ° C, MPN of Coliforms at 45 ° C and *Salmonella* sp. In the formulations counts of lactic acid bacteria and mold and yeast were determined weekly to determine shelf life. Except formulations F3 and F6, the other formulations showed lactic acid bacteria counts, for fourteen days refrigerated storage, within the standard established by brazilian legislation ($6 \log_{10}\text{CFU/mL}$). All fermented dairy drinks presented physical and chemical characteristics within the standards established by brazilian legislation. The whey/buttermilk mixture of the B processing had a higher acidity and a lower pH value in relation to the A and C processing, resulting in the formation of lumps in the formulations F4 and F7 that were manufactured in this processing. The formulations that presented higher milk concentrations were the formulations with lower syneresis and higher sensory scores regarding appearance and consistency. The results indicate that the most cost-benefit formulation is F2, which presents high concentration of co-products, low concentration of pulp and thus a low cost for its manufacture. In addition, it obtained high marks in the attributes oriented in the sensorial analysis and purchase intention.

Keywords: innovative products, dairy beverage, buttermilk, cagaita, whey.

1. INTRODUÇÃO

Em 2015, delegados dos 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) propuseram 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e 169 metas correspondentes culminando na essência da Agenda 2030.

A Agenda 2030 visa explorar a tríade do desenvolvimento sustentável: o social, o econômico e o ambiental. E tem o objetivo de erradicar a fome e prevenir qualquer forma de má nutrição, utilizando a produção sustentável e gestão adequada para proteger o planeta da degradação e promover o avanço econômico, tecnológico e social.

Nesse processo de mudança cultural, surgem oportunidades de projetos sustentáveis e lucrativos. Um deles é o reaproveitamento de resíduos com importância nutricional e tecnológica. Como exemplo desses resíduos industriais, que podem ser reaproveitados, tem-se o soro lácteo e o leitelho.

O soro lácteo é um co produto da fabricação de queijos, enquanto o leitelho é o co produto da fabricação da manteiga. Por muitos anos, o soro lácteo e o leitelho eram descartados na natureza e por possuírem alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) provocam grandes alterações ambientais. Assim, para que possam ser descartados, devem passar previamente por tratamento de resíduos para reduzir sua DBO.

Atualmente, o soro de leite é melhor aproveitado pela indústria, visto que pesquisas demonstram o seu alto valor nutritivo e funcional, sendo capaz de gerar lucros ao invés de despesas para as indústrias que conseguem reutilizá-lo. No entanto, apesar do leitelho também conter frações altamente valiosas do ponto de vista nutricional e tecnológico, ainda é subaproveitado e o descarte incorreto desse resíduo é uma realidade.

Os consumidores têm mostrado maior interesse sobre a composição dos produtos. E a crescente associação que fazem entre naturalidade, pureza dos alimentos, segurança e qualidade impulsionam as indústrias a inovarem. Há algum tempo, os consumidores associam um produto mais saboroso àquele que preserva as características naturais dos ingredientes que o compõe, com redução ou ausência de aditivos sintéticos, promovendo um produto mais autêntico.

No mercado em transformação, a utilização de frutas e vegetais ganha destaque, devido as funcionalidades sensoriais, sendo ampla a utilização de frutas exóticas, regionais e com propriedades funcionais. A tendência dos consumidores em valorizar cores e sabores naturais e exóticos faz com que as indústrias explorem a diversidade de frutas existentes¹, fabricando alimentos com características peculiares. O

valor agregado do produto ainda aumenta ao utilizar frutas cultivadas de forma sustentável como ingrediente, gerando interesse do consumidor não só pelo produto como pela marca.

Dentre esses frutos, a cagaita (*Eugenia dysenterica*) merece destaque por apresentar atividade anti-oxidante, ser fonte de vitamina C, apresentar baixo valor calórico, elevado teor de umidade e alto rendimento de polpa, além de contribuir para o fornecimento de vitaminas e minerais^{2,3}.

O desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita, trará benefícios para a indústria, por dar um destino adequado e lucrativo para resíduos industriais, que causam grandes danos ao ambiente; para os consumidores que terão acesso a um alimento nutricionalmente valioso, para as cooperativas da agricultura familiar que poderão incrementar sua renda através da comercialização desse fruto e ainda incentivar a conservação do Cerrado. Além disso, esse novo produto representa o propósito transformador da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável implementado por todos os Países-membros da ONU.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bebida láctea fermentada

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Bebida Láctea⁴ define bebida láctea como o produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, ultra-high temperature (UHT), reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro lácteo (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s), gordura vegetal, leite(s) fermentado(s), fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. Sendo que a base láctea deve representar pelo menos 51% massa/massa (m/m) do total de ingredientes do produto.

As bebidas lácteas são classificadas de acordo com o tratamento térmico em: bebida láctea pasteurizada, bebida láctea esterilizada, bebida láctea UHT e bebida láctea tratada termicamente após a fermentação; de acordo com a adição ou não de outros produto(s) alimentício(s) ou substâncias alimentícias em: bebida láctea sem adição e bebida láctea com adição; e de acordo com a fermentação láctica em: bebida láctea fermentada, bebida láctea fermentada sem adição e bebida láctea fermentada com adição⁴.

Apesar de apresentarem Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade diferentes, as bebidas lácteas fermentadas se assemelham aos leites fermentados, sendo consideradas substitutos de produtos como o iogurte⁵, por possuírem características sensoriais muito próximas e menor custo. A diferença entre esses produtos está na utilização do soro de leite em bebidas lácteas. No entanto, o processo de fabricação bem como os cultivos lácticos utilizados (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) são idênticos aos do iogurte. Mundialmente, o iogurte já é conhecido por apresentar vantagens à saúde humana em virtude dos ingredientes utilizados e pelos benefícios gerados pela fermentação do leite por culturas lácticas específicas^{6,7}. Recentemente, bebidas lácteas fermentadas têm ganhado destaque em função, também, dos ingredientes utilizados na fabricação, por possuírem alto valor nutricional e benefícios gerados pela fermentação do leite pelas culturas lácticas citadas.

Os únicos parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo RTIQ de Bebida Láctea⁴ são os teores de proteína e de matéria gorda no produto. Em relação ao teor de proteína, para bebidas lácteas fermentadas sem adições é de 1,7g/100g de proteína de origem láctea, para bebidas lácteas fermentadas adicionadas de leite(s) fermentado(s) é de 1,4g/100g e 1,0g/100g para bebidas lácteas fermentadas com adições ou bebida láctea

fermentada com produto(s) ou substância(s) alimentícia(s). Em relação à matéria gorda de origem láctea, todas deverão apresentar 2g/100g de matéria gorda. Os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação são: a contagem total de bactérias ácido-lácticas viáveis, que deve ser de, no mínimo, 10^6 UFC/g ou $6 \log_{10}$ UFC/mL, no produto final durante todo o prazo de validade para ser considerada uma bebida láctea fermentada e a pesquisa de coliformes a 30°C e a 45°C. Apesar de não ser obrigatória a pesquisa de bolores e leveduras desses produtos, essa análise é essencial porque o principal problema desses produtos fermentados são contaminações por bolores e leveduras, assim a partir dessa análise é possível garantir uma maior segurança do alimento e determinar a vida útil do produto. Enquanto o RTIQ de Bebida Láctea não é atualizado, os parâmetros para essa análise são baseados no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados⁸.

Em 2016, apesar de ocorrer uma queda no consumo de produtos lácteos como leite pasteurizado, iogurte e leite em pó, observou-se aumento de consumo de leite UHT, leite tipo “A”, bebidas lácteas, leite condensado e doce de leite⁹. Provavelmente, o aumento no consumo de bebidas lácteas ocorreu em virtude do avanço de pesquisas a respeito do valor nutricional e tecnológico do soro lácteo, do incentivo à reutilização e da maior variedade desses produtos no mercado. As indústrias têm explorado alternativas e investido em bebidas lácteas inovadoras e funcionais, como bebidas lácteas zero lactose, bebidas lácteas enriquecidas com vitaminas e/ou minerais, com adição de cereais, saborizadas com frutas ou mix de frutas com propriedades nutricionais, visando além de atender às exigências dos novos consumidores, utilizar de forma racional e lucrativa o soro de leite, chegando inclusive, a exportar alguns desses produtos.

2.1.1 Soro lácteo

Soro de leite é o co produto líquido obtido a partir da coagulação de queijos ou caseína, sendo classificado, de acordo com a acidez, em soro de leite doce ou soro de leite ácido. O soro de leite doce é obtido principalmente, através de coagulação enzimática e apresenta pH entre 6,0 e 6,8. Já o soro de leite ácido é obtido, principalmente, a partir da coagulação por acidificação e apresenta pH inferior a 6,0¹⁰. O soro doce normalmente é utilizado na panificação, sobremesas e em derivados lácteos como sorvetes e bebidas lácteas, já o soro ácido é utilizado para realçar sabor de molhos e como agente espessante e emulsificante.

O soro, de forma geral, contém cerca de 93% de água, 4,3% de lactose, 0,8% de proteínas do soro, 0,55% de minerais e 0,4% de lipídios^{11,12}. A fração proteica apresenta cerca de 50% de β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas como albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas, glicomacropéptídeos, lactoferrina, beta-microglobulinas, lactolina, lactofano e fatores de crescimento *Insulin like growth factor* (IGF)-1 e (IGF)-2¹³.

A β -lactoglobulina está em maior quantidade no soro e apresenta médio peso molecular, sendo absorvida no intestino delgado por apresentar resistência à ação de ácidos e enzimas presentes no estômago. Apresenta elevado teor de aminoácidos essenciais e é uma importante carreadora de retinol materno para o filhote¹⁴. A α -lactoalbumina é a segunda proteína em maior concentração no soro de leite bovino e a principal do leite humano¹⁵. Devido ao seu peso molecular, é facilmente e rapidamente digerida. Apresenta alto teor de triptofano, um aminoácido essencial, precursor de serotonina que é um importante neurotransmissor, envolvido em processos bioquímicos do metabolismo; sendo também rica em treonina, lisina e cistina^{16,17}. Possui capacidade de se ligar a minerais, como zinco e cálcio, favorecendo a absorção deles pelo organismo. Além disso, estudos evidenciaram sua ação antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*¹⁸. A albumina do soro bovino se destaca por apresentar cerca de 6% de cisteína, um aminoácido essencial, precursor de glutatona que apresenta ação antioxidante¹⁹. Já o glicomacropéptídeo apresenta, assim como a β -lactoglobulina, alto teor de aminoácidos essenciais, além disso, por possuir alta carga negativa, favorece a absorção de minerais pelo intestino¹⁵.

Estudos têm evidenciado a ação do soro lácteo sobre o anabolismo muscular, pela ação da leucina na síntese proteica, também sobre o controle da hipertensão, por apresentar peptídeos como as lactocininas que inibem a ação da enzima conversora de angiotensina (ECA), que catalisa a formação da angiotensina II e inibe a ação da bradicinina, favorecendo a vasoconstrição e inibindo a vasodilatação^{20,21}. As proteínas do soro também agem sobre a redução da gordura corporal, visto que são ricas em cálcio e o aumento do cálcio dietético reduz as concentrações principalmente do 1,25 hidroxicolecalciferol (1,25(OH)2D), um hormônio calcitrópico que em altas concentrações, estimula a transferência de cálcio para os adipócitos. Nos adipócitos, essas altas concentrações levam à lipogênese e à redução da lipólise. Assim, a supressão dos hormônios calcitrópicos mediada pelo cálcio dietético, pode ajudar a reduzir o acúmulo de gordura nos tecidos adiposos²². Além disso, as sub-frações das proteínas do soro como

lactoferrina, beta-microglobulinas, lactolina e lactofano apresentam propriedades antimicrobianas e antivirais importantes²³. Assim, o soro lácteo é destacado pela fração proteica, que apresenta altos teores de peptídeos bioativos, conferindo propriedades biológicas e funcionais a este co produto²⁴⁻²⁸.

Quando o soro de leite não é utilizado na indústria, é descartado como resíduo sendo necessário realizar seu tratamento. O controle e tratamento do soro lácteo, deve seguir uma sequência de operações a fim de reduzir a matéria orgânica desse resíduo. Normalmente, contemplam pelo menos três etapas: tratamento preliminar, tratamento primário e tratamento secundário. O tratamento preliminar visa a separação de sólidos grosseiros a partir de operações físicas; o tratamento primário tem o intuito de reduzir a concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) removendo sólidos em suspensão e gordura; e o tratamento secundário é responsável por estabilizar a matéria orgânica através de processos biológicos²⁹.

Dessa forma, por não ser um tratamento rápido e simples, o descarte incorreto do soro de leite em cursos d'água acaba sendo uma realidade. Porém esse co produto pode gerar alterações significativas no meio ambiente através de alterações do pH do meio, aumento do consumo de oxigênio e acúmulo de gorduras, provocando poluição das fontes de água, comprometimento da estrutura físico-química do solo, geração de odor desagradável e conseqüentemente, descumprimento da lei^{30,31}.

A alta concentração de matéria orgânica, em especial da lactose, presente no soro lácteo, faz com que esse resíduo apresente elevada DBO. Isso ocorre porque os micro-organismos ao provocarem a biodegradação da matéria orgânica, consomem grande quantidade de oxigênio, reduzindo a qualidade e/ou inviabilizando a flora e fauna do ambiente. Assim, a DBO é definida como a quantidade de oxigênio (mg/L) requerida pelos micro-organismos para estabilizar a matéria orgânica carbonácea. O soro apresenta DBO entre 25.000 e 120.000 mg de O₂ L⁻¹, sendo cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico^{29,32} e, em média, cada tonelada de soro não tratado despejado por dia equivale à poluição diária de cerca de 470 pessoas³³.

Durante muito tempo, o soro lácteo foi destinado à alimentação animal ou descartado de forma ilegal, porém, nas últimas décadas passou a receber atenção das indústrias por ser fonte de proteínas de alto valor biológico e de baixo custo, assim passou a ser largamente utilizado para produção de ricota e em especial, para produção de bebidas lácteas, que atualmente estão amplamente difundidas no mercado. Nos últimos anos, o mercado visa explorar o soro de leite na forma de concentrado e indústrias brasileiras já

têm investido nesse setor, tendo a expectativa de faturar mais de 90 milhões por ano com a venda de *whey protein*³⁴.

Assim, o reaproveitamento de um co produto rico em proteínas de alto valor biológico atende às necessidades das indústrias produtoras de queijos que dão um destino correto e lucram com a venda do soro, atende às necessidades também das indústrias que beneficiam este resíduo e produzem outros produtos, aumentando seu lucro e favorece os consumidores que têm acesso a produtos nutricionalmente valiosos e mais acessíveis.

2.1.2. Leitelho

O leitelho é o co produto líquido resultante da fabricação da manteiga. Contém resíduos de triglicerídeos e todos os componentes hidrossolúveis do creme, tais como, lactose, minerais (Ca, Mg e P) e o material presente na membrana do glóbulo de gordura³⁵. A composição do leitelho, quando puro, é bastante semelhante à do leite fluido desnatado, com exceção de quantidades consideráveis de materiais (fosfolipídios e proteínas) derivados da membrana do glóbulo de gordura do leite (MGGL)^{36,37}. No leitelho fluido, a concentração de fosfolipídios totais é de sete a nove vezes maior do que no leite fluido desnatado^{38,39}.

A fração polar presente na MGGL consiste em glicerofosfolipídios e esfingolipídios. Os esfingolipídios são considerados ingredientes funcionais por apresentarem propriedades regulatórias, funções estruturais e apresentarem eficácia sobre o metabolismo mesmo em concentrações baixas⁴⁰. As substâncias derivadas do metabolismo enzimático dos esfingolipídios participam da transdução, do crescimento, proliferação, diferenciação e apoptose das células⁴¹⁻⁴³. Dentre os esfingolipídios presentes na membrana, a esfingomiéline é encontrada em maior quantidade, sendo um componente bioativo através dos metabólitos: ceramida, esfingosina e esfingosina 1-fosfato. A ceramida e a esfingosina são pró-apoptóticas e anti-mitogênicas, assim, inibem o crescimento ou induzem a apoptose de células com crescimento celular alterado⁴⁴⁻⁴⁶. Já a esfingosina 1-fosfato estimula a mitose e inibe a apoptose celular, participando de mecanismos reguladores do ciclo celular⁴⁷. Os esfingolipídios apresentam propriedades quimiopreventivas e quimioterapêuticas, provocando a redução em especial, de tumores malignos e a transformação destes em tumores benignos⁴³.

Os componentes da MGGL ainda são envolvidos na redução da absorção intestinal de colesterol e conferem proteção contra infecções de bactérias e vírus bem como toxinas

bacterianas, porque atuam como sítios de ligação para esses micro-organismos e competem pelos sítios de ligação no intestino^{49,50}, impedindo a primeira etapa da infecção que é a aderência dos patógenos à mucosa intestinal^{51,52}. Além disso, a ingestão de esfingolipídios mostra potencial para o tratamento de diversas síndromes metabólicas como dislipidemia, resistência à insulina, doenças cardiovasculares e neuronais⁵³.

Os fosfolipídios estão envolvidos na recuperação do fígado contra ação de compostos químicos tóxicos, como fármacos, álcool, intoxicação e ainda contra doenças virais agudas ou crônicas⁵⁴. São capazes de proteger a mucosa intestinal contra a ação de compostos tóxicos⁵⁵ e ainda prevenir a necrose da mucosa em casos de enterocolite⁵⁶. Além disso, são fontes de colina, um aminoácido essencial, envolvido na síntese e transmissão de neurotransmissores e no desenvolvimento do cérebro^{57,58}.

A fração proteica da MGGL, contém apenas 1% a 4% da proteína total do leite, porém, apesar da baixa concentração, desempenha papéis importantes em processos celulares e nos mecanismos de defesa do organismo⁵⁹.

As principais proteínas presentes na MGGL são: mucina 1 (MUC1)⁶⁰, xantina desidrogenase / oxidase (XDH / XO)^{61,62}, antígenos de diferenciação 36 (CD36)⁶³⁻⁶⁵, proteína ligante de ácidos graxos (FABP), ácido periódico de schiff III (PAS III), ácido periódico de schiff 6/7 (PAS 6/7)⁶⁶⁻⁶⁸, adipofilina (ADPH), butirofilina (BTN)⁶⁹ e proteose peptona 3 (PP3)⁷⁰⁻⁷⁵. A BTN representa cerca de 40% do total de proteínas da MGGL e a ADPH representa 12%, sendo consideradas as proteínas mais abundantes da MGGL⁷⁶. A BTN está relacionada às imunoglobulinas e é capaz de atuar sobre a supressão da Esclerose Múltipla^{77,78}. Já a ADPH atua promovendo a absorção e transporte de ácidos graxos⁷⁹. Em relação às demais proteínas, merecem destaque a MUC1 que fornece proteção ao organismo contra infecção por patógenos como o Rotavírus⁸⁰; a XDH/XO que é expressa em diferentes células gastrointestinais e apresenta função antimicrobiana relacionada com a produção de espécies reativas de oxigênio, superóxido e peróxido de hidrogênio, podendo também, catalisar a redução de nitrito inorgânico para o óxido nítrico e na presença de oxigênio para peroxinitrito, sendo que ambos os compostos mostram propriedades bactericidas^{81,82}. A CD36 atua no transporte de ácidos graxos⁸³⁻⁸⁵ e a FABP está relacionada ao transporte de ácidos graxos e ao metabolismo de lipídios^{62,86-89}.

Spitsberg e Gorewit⁹⁰ identificaram a presença da proteína onco-supressora BRCA1 em MGGL bovino. Estudo realizado por Vissak et al.⁹¹ também identificou a presença das proteínas BRCA1 e BRCA2 em extratos obtidos a partir de MGGL humano

e bovino, sendo que ambas estão envolvidas em processos de reparação do DNA. A BRCA2 ainda é um dos reguladores da citocinese⁹².

Acredita-se que proteínas presentes na MGGL previnem o câncer de cólon por inibirem a β -glicuronidase, enzima envolvida na degradação intestinal de glicuronídeos. A enzima glicuronil transferase, atua nas células do fígado, neutralizando os compostos tóxicos derivados da formação de glicuronídeos, que posteriormente são excretados. Porém, algumas bactérias intestinais possuem a β -glicuronidase e assim, promovem a degradação de glicuronídeos e conseqüentemente, a formação e liberação dos compostos tóxicos carcinogênicos no intestino, estimulando a formação do câncer de colón^{93,94}. Portanto, as proteínas presentes na MGGL impedem a degradação de glicuronídeos pelas bactérias ao inibir a β -glicuronidase e conseqüentemente, evitam a liberação de compostos tóxicos no intestino.

Além das características funcionais, os fosfolipídios presentes na MGGL são considerados eficientes emulsificantes naturais em sistemas alimentícios⁹⁵ por apresentarem em sua estrutura uma parte hidrofílica, que interage com a fase aquosa e outra lipofílica, que interage com a fase oleosa. Além disso, apresentam impactos positivos sobre o sabor, aroma e textura. Sodini et al.⁹⁶ relataram que o leiteiro têm melhor propriedade emulsificante e menor capacidade de formação de espuma do que o leite e soro lácteo, provavelmente, devido a uma maior quantidade de fosfolipídios em relação às proteínas. No entanto, quando submetido à temperatura acima de 65°C, a MGGL reduz a capacidade emulsificante à medida que se associa à β -lactoglobulina. Dessa forma, estudos sugerem que a relação entre caseína, proteínas do soro e o teor de MGGL determinam as propriedades tecnológicas do leiteiro⁹⁷, em especial, como emulsificante.

O leiteiro ainda é subaproveitado nas indústrias produtoras de manteiga e apresenta uma DBO duas vezes superior à do soro⁹⁸, provocando maiores danos ao meio ambiente quando descartado de forma incorreta. Assim, a reutilização desse resíduo deve ser melhor explorada, por apresentar grande potencial tanto tecnológico e econômico para a indústria quanto de funcionalidade para os consumidores.

2.1.3. Culturas lácteas

As bactérias ácido-lácticas (BAL) compreendem um grupo heterogêneo de doze gêneros de bactérias Gram-positivo, incluindo cocos e bacilos não esporulados, aeróbios, anaeróbios facultativos ou microaerófilos⁹⁹. Os principais gêneros desse grupo

são: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Oenococcus*, *Enterococcus* e *Streptococcus*¹⁰⁰. Por serem altamente adaptáveis, são amplamente distribuídas na natureza, sendo encontradas em plantas, carnes e especialmente, em leites. Além disso, colonizam o trato respiratório superior, digestivo e urogenital inferior dos animais¹⁰¹.

São utilizadas na indústria de alimentos para produção de alimentos fermentados, contribuindo tanto para a qualidade e preservação do produto como para o desenvolvimento de características sensoriais singulares de sabor, aroma e textura. Além da importância tecnológica, as BAL se destacam como micro-organismos seguros, promotores de saúde, sendo capazes de produzir efeitos benéficos ao hospedeiro inclusive através dos seus compostos⁹⁹.

As BAL podem ser classificadas de acordo com o produto final do metabolismo da glicose, em homofermentativas e heterofermentativas. As bactérias dos gêneros *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* e *Vagococcus* são classificadas como homofermentativas por produzirem ácido láctico como o principal ou único produto da fermentação da glicose. Já as bactérias dos gêneros *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* e *Carnobacterium*, produzem quantidades equivalentes de lactato, etanol, dióxido de carbono e compostos de aroma e sabor como acetaldeído e diacetil, sendo denominadas heterofermentativas. Algumas bactérias do gênero *Lactobacillus*, como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* e *Lactobacillus delbrueckii* são homofermentativas e outras como *Lactobacillus brevis* e *Lactobacillus reuteri* são heterofermentativas¹⁰².

Com a produção de ácido láctico, ácidos orgânicos e outros compostos por esses micro-organismos, ocorrerá redução de pH, tornando o ambiente inóspito para diversos micro-organismos, incluindo os patogênicos e alguns deteriorantes. Assim, essas culturas não apenas melhoram as propriedades físico-químicas, sensoriais e microbiológicas¹⁰³, como também atuam como conservantes naturais, aumentando o prazo de validade comercial dos produtos.

Para fabricação de bebidas lácteas fermentadas, a produção de ácido láctico é essencial e para isso utiliza-se no processo, culturas denominadas *starters*. As culturas *starters* incluem bactérias que convertem lactose em ácido láctico e usualmente, para esse produto, utiliza-se uma cultura mista, na proporção 1:1, de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. O *S. thermophilus* inicia a produção de ácido láctico, ácido fórmico e dióxido de carbono e seus compostos são utilizados pelo *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que por ser mais proteolítico, promove a liberação de pequenos peptídeos e aminoácidos que são utilizados pelos estreptococos para o seu

desenvolvimento. Em simbiose, esses micro-organismos produzem ácido láctico e o *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* produz maior quantidade de acetaldeído, garantindo sabor diferenciado às bebidas lácteas fermentadas¹⁰².

Para o desenvolvimento ideal desses micro-organismos, alguns aspectos são relevantes, como a temperatura de inoculação, tempo e temperatura de incubação do produto¹⁰² e a velocidade de resfriamento da bebida após a fermentação. Tanto a temperatura de inoculação quanto de incubação, deve ser entre 42 °C a 45°C, garantindo uma temperatura ótima de crescimento para ambos os micro-organismos; temperaturas acima de 50°C inativam essas BAL, inviabilizando o crescimento delas e assim, prejudicando o processo fermentativo.

Em relação ao período de incubação, se for muito curto, o produto apresentará maior acidez e maior concentração de cocos e se for muito longo, o produto apresentará maior quantidade de bacilos. Isso acontece, porque apesar do *S.thermophilus* e do *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* serem inoculados na proporção 1:1, essa relação sofre modificações ao longo da fermentação devido à produção dos compostos, porém ao final do processo, a razão entre esses micro-organismos é recuperada¹⁰².

Além disso, após cerca de duas horas e meia, ao atingir um pH de 4,6 a 4,7, se a fermentação não for cessada, com um resfriamento rápido do produto, a produção de ácido láctico continua e o ambiente começa a ficar inóspito inclusive para o *S. thermophilus* e *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que são inibidos em pH 4,2 a 4,4 e 3,5 a 3,8, respectivamente¹⁰². Como consequência, o prazo de validade do produto pode ser reduzido devido à inviabilidade das bactérias lácticas.

2.2. Cerrado brasileiro

O Brasil possui biomas heterogêneos, ganhando destaque nacional e internacional. Apresenta seis grandes biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa ou Campos Sulinos e Pantanal^{104,105} (Figura 1).

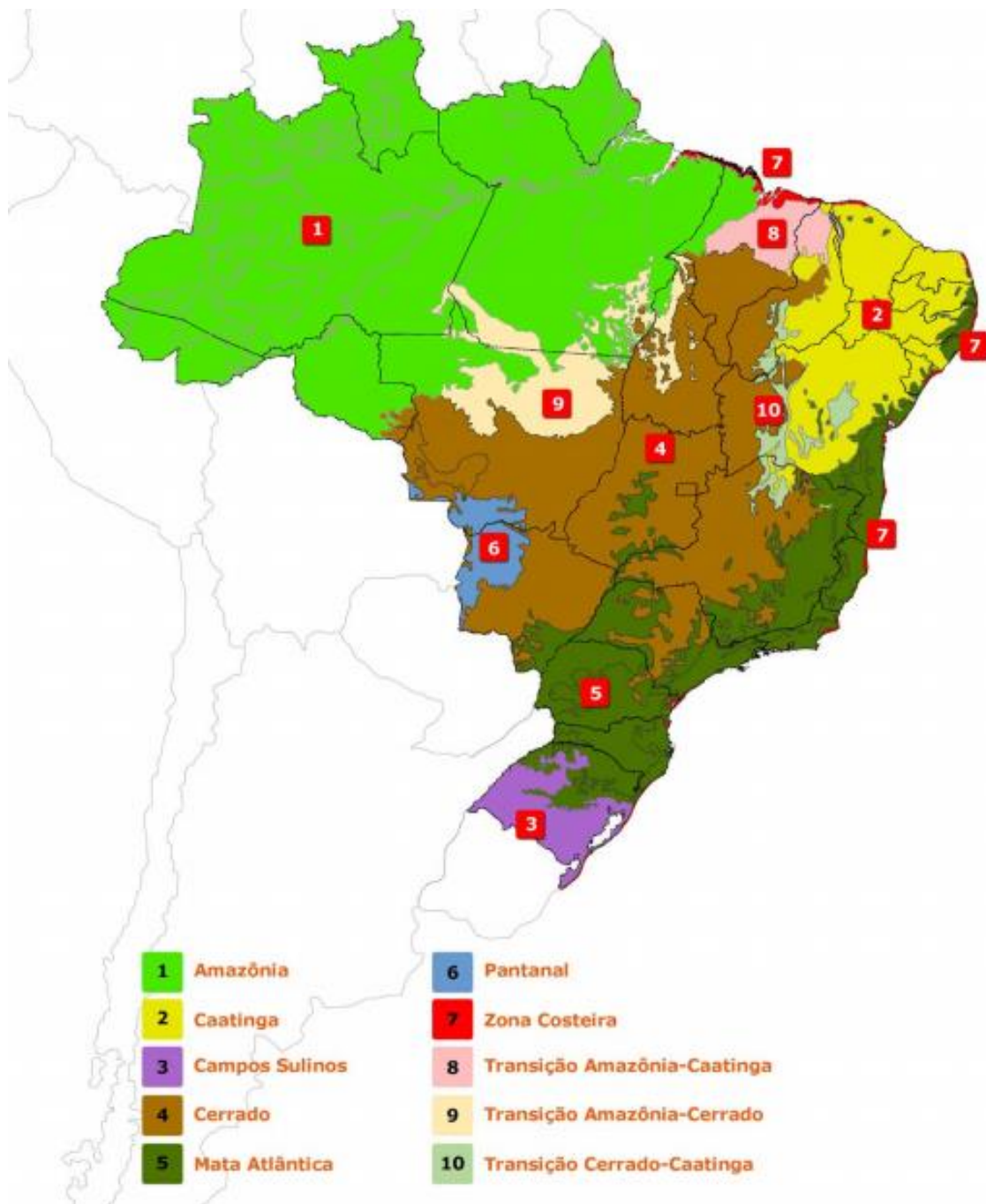


FIGURA 1 – Mapa de Biomas do Brasil.

Fonte: WWF¹⁰⁶

O Bioma Cerrado está, em grande parte, localizado no Planalto Central do Brasil, situando-se entre 5° e 20° de latitude Sul e 45° a 60° de longitude Oeste¹⁰⁷. Ocupa

a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Tocantins (91%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%) e Minas Gerais (57%), além de porções de Mato Grosso, Rondônia, Piauí, Bahia e São Paulo¹⁰⁵.

É considerado o segundo maior bioma da América do Sul e do Brasil, ocupando cerca de 23,1% do território nacional, numa área de dois milhões de quilômetros quadrados, inferior em extensão apenas à área da Floresta Amazônica^{106,108}. Apresenta clima tropical subúmido, com invernos secos e verões chuvosos, manifestando maiores precipitações nos meses mais quentes do ano, correspondendo de 80% a 90% da precipitação que apresenta média de 1500 mm/ano^{109,110}.

A flora do Cerrado é composta por cerradão (com árvores altas, alta densidade e composição distinta), pelo cerrado mais comum no Brasil central (agrupamento de árvores baixas com ramificações irregulares, troncos retorcidos, com casca grossa, folhas coriáceas e caducas, distribuídas sobre um estrato herbáceo e subarbustivo), por campo cerrado, campo sujo e campo limpo (com progressiva redução da densidade arbórea), além das florestas de galeria, situadas ao longo dos rios. Essa diversidade abrange muitas comunidades de mamíferos, invertebrados e micro-organismos associados às plantas da região^{107,111}.

Além disso, o bioma é cortado por três bacias hidrográficas da América do Sul (Tocantins, São Francisco e Prata), auxiliando a manutenção da heterogeneidade biológica¹¹¹.

O Cerrado é considerado um dos *hotspot* mundiais, lugar com elevada biodiversidade, porém, ameaçado de extinção. Apresenta espécies frutíferas subutilizadas pela população brasileira por pouco conhecimento científico e falta de incentivo para comercialização das mesmas. Vários frutos do Cerrado são comestíveis com elevados valores nutricionais, de formatos variados, sabores e odores peculiares, podendo ser consumidos *in natura* ou de forma processada através de doces, geleias, sorvetes, licores, bebidas lácteas e sucos¹¹².

É possível fazer o uso sustentável de espécies do Cerrado e simultaneamente agregar valor às matérias-primas disponíveis na região, melhorar a saúde da população ao disponibilizar produtos nutricionalmente enriquecidos, colaborar com a renda das comunidades rurais e favorecer a conservação das espécies nativas¹¹³.

De acordo com Ferreira¹¹⁴, os gêneros mais frequentes das espécies nativas que produzem frutos comestíveis no Cerrado são: *Campomanesia*, *Eugenia* e *Psidium* (Myrtaceae); *Byrsonima* (Malpighiaceae); *Pouteria* (Sapotaceae); *Hancornia*

(Apocynaceae); *Annona e Xylopia* (Annonaceae); *Mauritia, Acroconia, Astrocaryum, Butia, Syagrus, Cocos, Diplotemium, Attalea* (Palmae); *Hymenaea e Dipteryx* (Fabaceae); *Caryocar* (Caryocaraceae); *Peritassa* (Hippocrateaceae); e *Anacardium* (Anacardiaceae), apesar de existir em outros gêneros cujas plantas produzem frutos comestíveis, porém a produção é pouco significativa.

Uma das espécies que merece destaque é a cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC., Myrtaceae), devido à grandeza do seu potencial de aproveitamento apesar da subutilização.

2.2.1 Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*)

Pertencente à família Myrtaceae, é uma árvore frutífera, nativa do Cerrado, de quatro a dez metros de altura, apresentando galhos e troncos tortuosos, casca grossa e fissurada.

Ocorre, preferencialmente, em formações de Cerradão e Cerrado Sentido Restrito¹¹⁵, em Latossolos Vermelhos-Amarelos, com temperaturas médias anuais variando entre 21,1 °C e 25,5 °C e altitudes de 380 m a 1.100 m¹¹⁶.

As folhas são aromáticas, curto-pecioladas, glabras e luzidias na face superior, coriáceas e com nervuras visíveis^{117,118}. A queda de folhas velhas e a emissão de novas folhas ocorrem no mês de setembro, geralmente sincronizadas com o início das primeiras chuvas. As folhas novas surgem antes da queda total das folhas senescentes, não permitindo que as plantas fiquem totalmente desfolhadas. A espécie produz nova folhagem, floresce e frutifica no espaço de um mês, em agosto/setembro, no máximo no começo de outubro¹¹⁹.

As folhas, na medicina popular, são utilizadas na forma de “garrafadas” para tratar diarreia, problemas cardíacos, diabetes, icterícia e para reduzir colesterol¹²⁰⁻¹²⁶. Além disso, em estudo realizado por Costa et al.¹²⁷, foi verificada alta atividade antifúngica no óleo essencial obtido a partir da hidrodestilação das folhas de cagaiteira no controle de *Cryptococcus neoformans*, um fungo sistêmico humano, com elevada prevalência em pacientes com o sistema imune deprimido.

A emissão de botões e floração branca é abundante, ocorre de forma rápida e concomitante com o surgimento de novas folhas avermelhadas, gerando efeito ornamental à planta, no período em que a umidade relativa e a temperatura são baixas¹²⁸ (Figura 2). Há relatos do uso da flor para tratamento da bexiga e alterações no ciclo menstrual¹²⁶.

Seguem um padrão de floração denominada “big bang”, fenômeno em que a floração ocorre em massa, de forma sincronizada e por um curto período, cerca de uma semana¹²⁹. Segundo Brito et al.¹²¹, em torno de 6,8% dos botões emitidos por planta dão origem aos frutos.

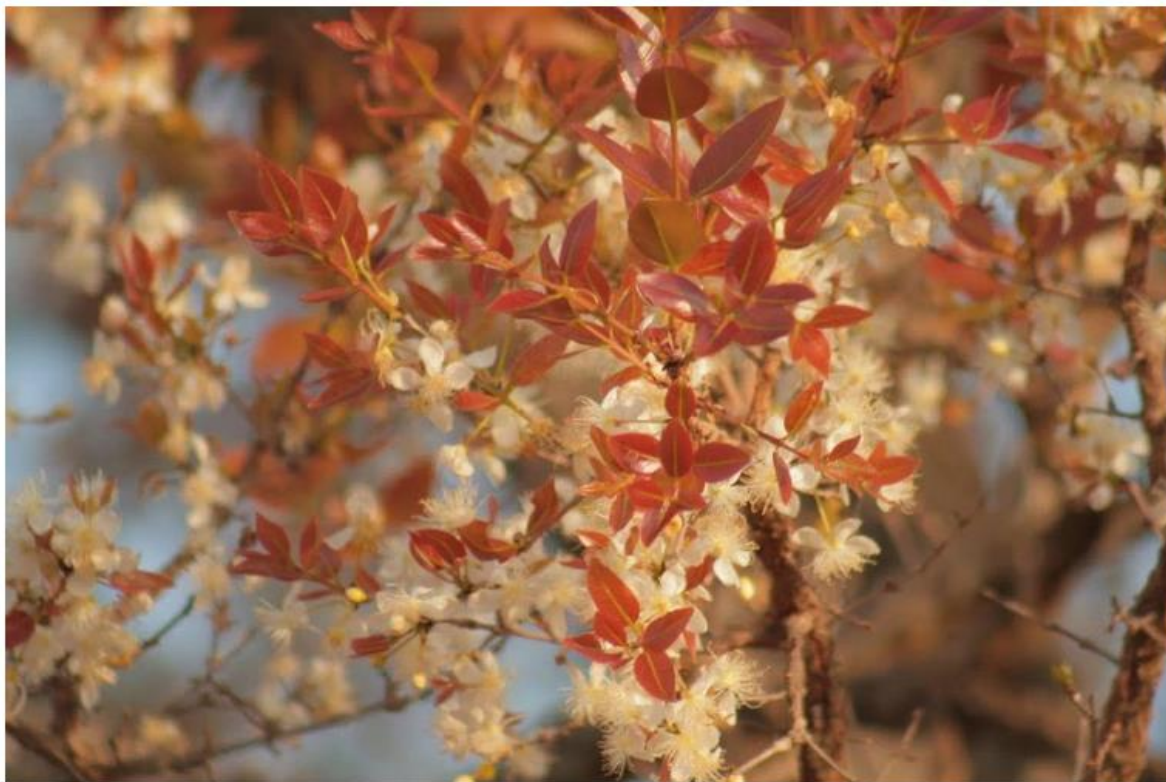


FIGURA 2 – Folhas novas avermelhadas, emissão de botões e floração branca abundante da *Eugenia dysenterica*.

Fonte: Eduardo Lopes¹³⁰

A casca suberosa, fendada, corticosa, de cor cinza ou castanha, é usada na medicina popular para tratar diarreia, diabetes e icterícia^{120,131,132}. E a entrecasca é utilizada para a preparação de chás com ação anti-inflamatória¹³² (Figura 3).



FIGURA 3 – Entrecasca (setas amarelas) e casca suberosa, fendada e corticosa da *Eugenia dysenterica*.

Fonte: Mauricio Mercadante¹³⁴

A cagaiteira possui fecundação cruzada e autofecundação, sendo que a polinização é realizada em especial pelas mamangavas *Bombus atratus* e *B. morio*, no período da manhã¹²⁸. Segundo Silva et al.¹³⁵, esta espécie inicia sua frutificação no quarto ou quinto ano de idade, sendo abundante, em especial nas plantas de cagaiteiras mais velhas, produzindo cerca de 2.000 frutos anualmente¹³⁵.

O fruto da cagaiteira é uma baga globosa achatada, verde quando jovens (Figura 4) e amarelo-pálida quando madura¹³¹ (Figura 5), de 2 a 3 cm de diâmetro, contendo de uma a três sementes brancas, envoltas em uma polpa ácida, suculenta e de sabor *sui generis*¹³⁷⁻¹³⁹.

A desuniformidade é uma das características marcantes desta fruta, visto que há oscilação com relação ao peso e diâmetros longitudinal e transversal dos frutos. Apresentam peso variando de 6 g a 37 g, com diâmetro transversal de 17,6 mm a 54,15 mm e diâmetro longitudinal de 8,05mm a 49,25 mm^{132,136,137,142}.



FIGURA 4 – Fruto verde da cagaiteira (*Eugenia dysenterica*).
Fonte: Igor¹⁴⁰



FIGURA 5 - Ilustração do fruto maduro da cagaiteira (*Eugenia dysenterica*).
Fonte: Lima¹⁴¹

As características físicas e químicas da cagaita permitem a sua exploração tanto para o consumo *in natura* quanto para industrialização. Porém, por serem altamente perecíveis, sua comercialização é bastante prejudicada. O fruto perece em apenas três dias se conservado a 28°C, podendo ser conservado por até treze dias quando armazenado sob refrigeração a 15 ° C ¹⁴³. A produção de polpa e o seu congelamento constituem uma alternativa para manter as características da fruta fresca, permitir seu consumo durante a entressafra e possibilitar sua larga utilização na indústria.

Os frutos de *Eugenia dysenterica*, por serem sensíveis ao calor, entram em processo fermentativo com facilidade, portanto, não devem ser consumidos quando expostos a temperaturas altas, visto que o consumo excessivo pode provocar diarreia e embriaguez^{120,121,144}.

É apreciado por ser fonte de vitamina C, apresentar baixo valor calórico, elevado teor de umidade, alto rendimento de polpa, além de contribuir para o fornecimento de vitamina A, folatos, vitamina B2, cálcio, magnésio, ferro, ácidos graxos saturados e monoinsaturados^{145,146}. As sementes elipsoides e achatadas¹⁴⁷ apresentam coloração que vai do branco ao creme e formato oval, medindo de 0,8 cm a 2,0 cm de diâmetro¹⁴⁸. São encontradas cerca de três sementes por fruto, as quais apresentam elevada taxa de viabilidade^{117,138}.

As sementes apresentam teor de umidade de 51,17%, teor de cinzas de 0,75% e teor de proteínas e lipídios de 4,42% e 0,49%, respectivamente, além de apresentarem quantidades relevantes de carboidratos totais e atividade antioxidante^{150,151}.

2.2.2. Características funcionais do fruto da cagaita (*Eugenia dysenterica*)

O fruto da cagaiteira é conhecido por ser fonte de vitamina C, vitamina A, minerais, ácidos graxos poliinsaturados, além de apresentar potencial antioxidante, alto teor de umidade (acima de 90%), alto rendimento de polpa (cerca de 88%) e baixo valor energético total.

a) Atividade antioxidante

Antioxidantes são substâncias que impedem a formação de radicais livres, previnem ou diminuem os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos e evitam ou retardam lesões celulares causadas por espécies de oxigênio reativo^{152,153}.

São importantes no combate aos processos oxidativos, com menores danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando danos celulares que conduzem a várias

anormalidades fisiológicas e patológicas, tais como, inflamação, doenças cardiovasculares, câncer, cataratas e envelhecimento¹⁵³⁻¹⁵⁵. Mesmo em concentrações menores a de substratos oxidáveis retardam ou inibem a atividade oxidante, transformando-se em radicais não reativos que causam menores danos ao organismo¹⁵⁶.

Os antioxidantes atuam por sistema de prevenção, impedindo a formação dos radicais livres ou espécies não radicais; por sistema varredor, impedindo a ação de substratos oxidáveis, ou ainda, por sistema de reparo ao favorecer o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas lesadas^{154,155}.

Os fatores que determinam uma boa atividade antioxidante são a presença de substituintes de doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função do seu potencial de redução; a capacidade de deslocamento do radical formado na estrutura; a capacidade de quelar metais de transição envolvidos no processo oxidativo e acesso ao local de ação, dependendo da hidrofília ou lipofília, bem como de seu coeficiente de partição¹⁵⁷.

Existem os antioxidantes sintéticos e os naturais, sendo que estes ganham destaque, pois muitos antioxidantes sintéticos têm demonstrado efeitos tóxicos e/ou mutagênicos¹⁵⁸. Os compostos antioxidantes sintéticos mais utilizados nas indústrias são: butil-hidroxitolueno (BHT), butil-hidroxianisol (BHA) e o propil galato (PG). São relativamente de baixo custo e de boa qualidade, mas de uso restrito por serem carcinogênicos¹⁵⁹.

Os compostos antioxidantes naturais, podem ser endógenos ou exógenos, sendo que para ser observada uma boa atividade, precisam agir em conjunto¹⁵⁶. Antioxidantes endógenos são enzimas (catalase, glutathione peroxidase, superóxido dismutase) presentes no organismo, responsáveis pelo metabolismo e controle da homeostasia do mesmo¹⁵³. Já os exógenos, podem ser obtidos por meio da alimentação, como por exemplo, por meio de frutas e hortaliças, destacando-se o ácido ascórbico, vitamina E, carotenóides e compostos fenólicos¹⁶⁰.

A cagaita possui atividade antioxidante e segundo resultados obtidos por Santos¹⁰⁷, a cagaita *in natura* apresentou, pelo método ABTS (ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico), capacidade antioxidante igual a $357,73 \pm 8,03 \mu\text{mol Trolox/g}$. Comparando com os resultados obtidos por Rufino et al.¹⁶¹, que determinaram a capacidade antioxidante de alguns frutos utilizando o mesmo método, pode-se observar que a cagaita *in natura* possui capacidade antioxidante inferior à camu-camu ($1237 \mu\text{mol}$

Trolox/g) e superior à uvaia (182 $\mu\text{mol Trolox/g}$), jabuticaba (37,5 $\mu\text{mol Trolox/g}$), jambolão (30,25 $\mu\text{mol Trolox/g}$) e acerola (37,5 $\mu\text{mol Trolox/g}$).

b) Ácido ascórbico

Popularmente conhecida como vitamina C, o ácido ascórbico constitui uma das vitaminas hidrossolúveis mais importantes da dieta humana, uma vez que está envolvido nos processos de síntese de colágeno, desenvolvimento do tecido conjuntivo, ossos, dentes, paredes dos vasos sanguíneos e absorção do ferro^{162,163}. Atua como cofator para muitas enzimas e como antioxidante, sendo considerado a primeira linha de defesa contra radicais derivados do oxigênio em meio aquoso¹⁰⁷.

De acordo com o "Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais", o consumo diário de vitamina C, para adultos, deve ser equivalente a 45 mg, evitando assim a deficiência desta vitamina no organismo¹⁶⁴. A carência de ácido ascórbico causa anemia, escorbuto, fraqueza, depressão, retenção de fluidos, hemorragia ao nível das gengivas, degeneração muscular, cicatrização lenta de feridas, aumentando a susceptibilidade às infecções, hemorragias capilares e distúrbios nervosos¹⁶⁵.

A cagaita é considerada fonte de vitamina C. Pesquisa realizada por Silva et al.¹⁶⁶ avaliou frutos de cagaita em seus diferentes estágios de maturação e verificou que a concentração de vitamina C do fruto maduro foi de 27,46 mg/100 g do fruto. Os autores observaram ainda, que os valores de vitamina C nas polpas de cagaita, armazenadas durante quatro meses, variaram de 17,88 a 26,97 mg/100 g de polpa. Resultados similares foram encontrados por Santos¹⁰⁷, que obteve valores de vitamina C para cagaita *in natura* de 29,75mg/100g do fruto e para polpa de cagaita igual a 24,64 mg/100 g de polpa. A cagaita apresenta teor superior de vitamina C quando comparado aos encontrados para polpas de pêsego de diferentes cultivares (de 7,95mg/100g a 17,61mg/100g)¹⁶⁷, para polpas de cupuaçu (de 5,05 a 15,26mg/100g)¹⁶⁸, açai (10,1 mg/100g de polpa)¹⁶⁹, graviola (0,1 mg/100g de polpa)¹⁶⁹, manga (*Mangifera indica*, L.) (20,88 mg/100g de polpa)¹⁷⁰ e cajá (17,27 mg/100g de polpa)¹⁷¹. Porém, apresenta teor de ácido ascórbico bastante inferior, quando comparada a polpas de acerola (378,5 a 494,07 mg de vitamina C/100g de polpa)^{169,172}.

c) Carotenóides

Os carotenóides são compostos que também apresentam propriedade antioxidante e possuem importantes funções fisiológicas, como: formação, proteção e regeneração da pele e mucosas (proteção epitelial); interferência na fertilidade pela influência que exerce na ovulação e implantação do óvulo, embrião e desenvolvimento fetal; controle do crescimento e processos de diferenciação do metabolismo celular para influenciar a transcrição de mais de 300 genes (expressão genética) e melhor resistência contra doenças infecciosas¹⁷³.

Os carotenóides que são transformados em vitamina A no intestino delgado e no fígado dos mamíferos¹⁷³, são denominados de provitamínicos A (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina), assim como outros carotenóides (licopeno, luteína e zeaxantina) possuem capacidade de atuarem como neutralizadores de radicais livres e de outras espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete, principalmente em função das estruturas de duplas ligações conjugadas^{174,175}.

A cagaita apresenta valores significativos de licopeno, α -caroteno e β -caroteno¹⁴⁵. Sendo o teor de β -caroteno o mais avaliado em diferentes estudos. Trabalho realizado por Rocha et al.¹⁸⁶, apresentou teor de β -caroteno para cagaita *in natura* de cerrado piauiense igual a 201,23 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruto, valor superior ao confrontar os demais frutos analisados no mesmo trabalho: chichá (não detectado), cajuí (136,13 \pm 18,3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruto), jatobá (110,68 \pm 11,9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruto) e macaúba (132,65 \pm 17,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruto). Santos¹⁰⁷ encontrou valores inferiores para cagaita *in natura* do cerrado Goianiense (88,67 \pm 4,63 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruto), porém, resultado ainda superior em relação ao teor de β -caroteno para goiaba da variedade Panseetong (13,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$); e para camu-camu, de Iguape, São Paulo, (72,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$), ambos pertencentes à mesma família da cagaita, Myrtaceae^{177,178}.

d) Compostos fenólicos

Compostos fenólicos constituem uma classe extensa de antioxidantes. São definidos, de acordo com a estrutura química, como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo os grupos funcionais¹⁷⁹.

A classificação desses compostos varia de autor para autor, porém, a mais evidenciada é a proposta por Karakaya¹⁸⁰ (Figura 6) que os separa em flavonóides e ácidos fenólicos.

Os compostos fenólicos possuem estrutura variável e com isso são multifuncionais como antioxidantes, pois sua bioatividade atua de diversas formas: combatendo os radicais livres, pela doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH) da estrutura aromática; quelando metais de transição, como o Fe^{2+} e o Cu^+ ; interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio e reparando a lesão em moléculas atacadas por radicais livres^{181,182}. Também bloqueiam a ação de enzimas específicas que causam inflamação, modificam as rotas metabólicas das prostaglandinas, inibem a agregação plaquetária e inibem a ativação de carcinógenos^{183,184}.

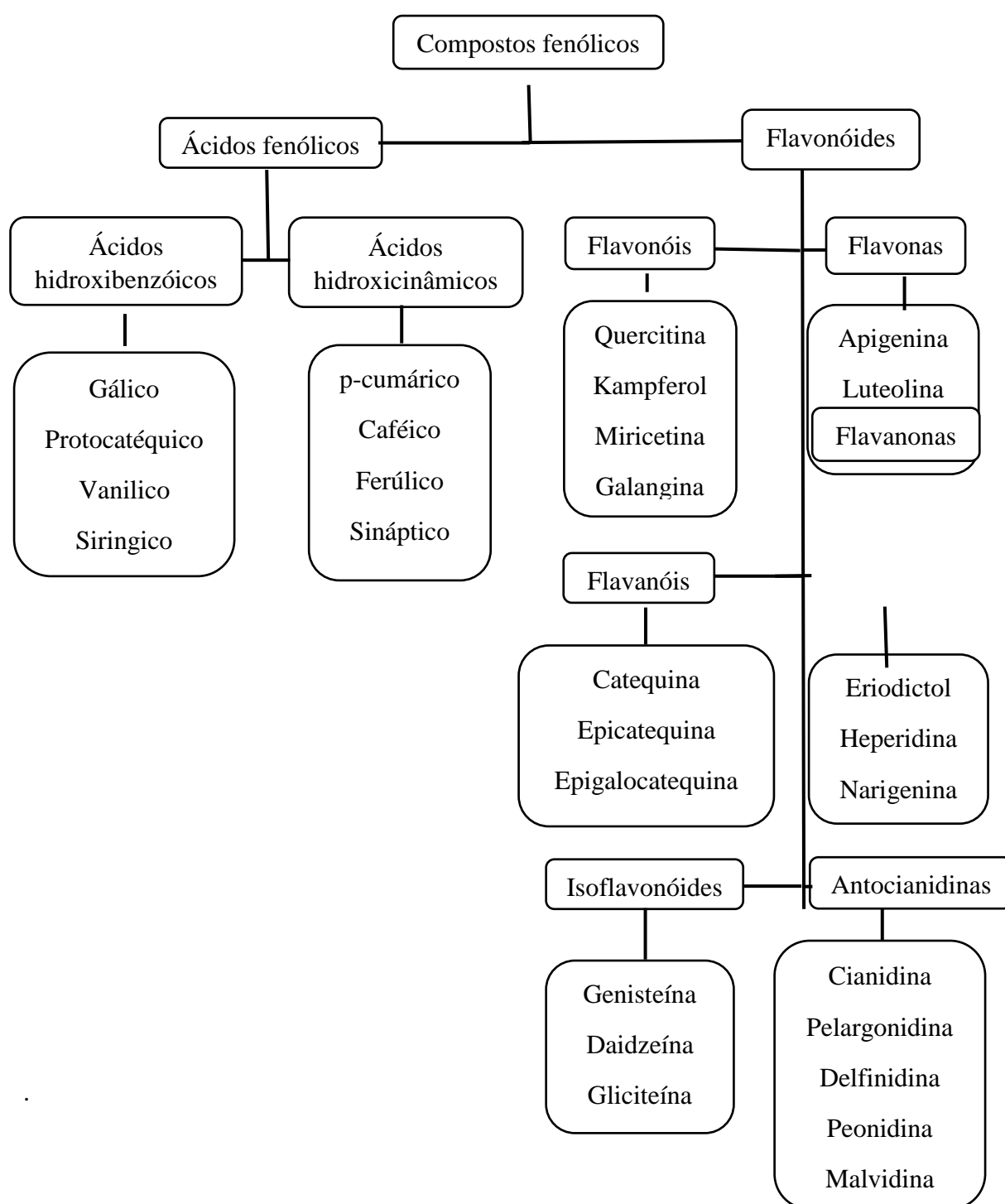


FIGURA 6 – Esquema representativo da classificação dos compostos fenólicos por Karakaya¹⁸⁰.

Nos alimentos, atuam sobre a cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa¹⁸⁵.

Segundo Rocha et al.¹⁸⁶, a polpa de cagaita apresenta elevado teor de compostos fenólicos apresentando de 90 mg a 111 mg de ácido gálico equivalente/ 100 g de polpa de cagaita; valor diferente ($171,76 \pm 2,27$ mg de ácido gálico/100 g de polpa) foi verificado em estudo realizado por Santos¹⁰⁷.

Sendo assim, a polpa de cagaita apresenta valores superiores de compostos fenólicos quando comparada às polpas de goiaba madura ($50,06 \pm 7,13$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), polpa de goiaba congelada por 60 dias ($107,46 \pm 4,65$ mg de ácido gálico/100 g de polpa)¹⁸⁷, polpa de manga Tommy Atkins ($62,10$ mg de ácido gálico equivalente/100 g)¹⁸⁸, polpas de abacaxi ($21,7 \pm 4,5$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), maracujá ($20,0 \pm 2,6$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), graviola ($84,3 \pm 5,8$ mg de ácido gálico/ 100 g de polpa), amora ($118,9 \pm 2,1$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), uva ($117,1 \pm 0,6$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), açaí ($136,8 \pm 0,4$ mg de ácido gálico/100 g de polpa), morango ($132,1 \pm 3,8$ mg de ácido gálico/100 g de polpa)¹⁸⁹; polpa de pêssego dos cultivares Granada, Aurora, Dourado-2, Douradão, Marli e Chiripá ($53,38$ a $103,14$ mg de ácido gálico/100 g de polpa)¹⁶⁷.

Entretanto, apresenta valor inferior a certas polpas de frutas de clima temperado como maçã (321 a 474 mg/100g), pera (271 a 408 mg/100g), kiwi ($274,4$ mg/100g), ameixa ($471,4$ mg/100g)¹⁹⁰ e a algumas polpas de frutas de clima tropical como manga ($544,9$ mg/100g)¹⁸⁹, mama-cadela (177 ± 4 mg de ácido gálico/100g de polpa), guapeva (198 a 226 mg de ácido gálico/100g de polpa), pera-do-cerrado (212 a 217 mg de ácido gálico/100g de polpa), pitanga-do-cerrado (225 a 327 mg de ácido gálico/100g de polpa), gabioba (259 a 275 mg de ácido gálico/100g de polpa), algumas espécies de caju e de cambuçá¹⁸⁶.

e) Composição centesimal e valor energético total

A composição centesimal refere-se à proporção em que aparecem, em 100g do produto, grupos homogêneos de substâncias que constituem o alimento. São eles: umidade, cinzas ou resíduo mineral fixo, lipídios, proteína bruta, carboidratos e fibras. Sendo o valor energético total (VET) calculado a partir da quantidade de carboidratos, proteínas e lipídios presentes no alimento.

Em vista disso, informações a respeito da composição centesimal e do valor energético total são imprescindíveis, já que são ferramentas básicas para formulação de novos produtos, para verificar o valor nutritivo do alimento e seus benefícios para melhorar o funcionamento do organismo.

Silva et al.¹⁹¹, obtiveram para cagaita do Estado de Goiás valores de umidade ($94,34 \pm 0,06$ g/100g do fruto), cinzas ($0,28 \pm 0,02$ g/100g do fruto), lipídios ($0,44 \pm 0,03$ g/100g do fruto), proteínas ($0,82 \pm 0,07$ g/100g do fruto), carboidratos ($3,08 \pm 0,08$ g/100g do fruto) e valor energético total (20,01 kcal /100g do fruto). Valores similares foram encontrados por Cardoso et al.¹⁴⁵: umidade (91,54 g/100g do fruto), cinzas ($0,18 \pm 0,02$ g/100 g), lipídios ($0,57 \pm 0,05$ g/100 g), proteínas ($0,63 \pm 0,09$ g/100 g), carboidratos ($5,54 \pm 0,65$ g/100 g) e valor energético reduzido ($29,83 \pm 3,43$ Kcal/100 g). Rocha et al.¹⁸⁶ que verificaram para cagaita *in natura* do cerrado piauiense: umidade ($90,9 \pm 8,4$ g/100g do fruto), cinzas ($0,3 \pm 0,1$ g/100g do fruto), lipídios ($0,3 \pm 0,1$ g/100g do fruto), proteínas ($2,5 \pm 0,2$ g/100g do fruto), carboidratos ($5,9 \pm 1,7$ g/100g do fruto) e valor energético total ($36,6 \pm 7,2$ g/100g do fruto).

Comparada aos demais frutos analisados nos estudos de Silva et al.¹⁹¹ e Rocha et al.¹⁸⁶: araçá, araticum, caju-do-cerrado, macaúba, mangaba, murici, chichá, cajuí e jatobá, a cagaita apresentou o maior valor de umidade e os menores resultados de cinzas, lipídios, carboidratos e valor calórico. Sendo que a pitomba, puçá e gabirola apresentaram resultados inferiores em relação ao teor de lipídios e esta última, ainda, obteve valor inferior no teor de cinzas quando comparada à cagaita.

f) Nutrientes minerais

Sabe-se que um grande número de elementos minerais é essencial para a nutrição humana e de outros mamíferos, desempenhando funções específicas no organismo^{192,193}. Os elementos minerais reconhecidos como essenciais são comumente divididos entre macromelementos (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio e enxofre) e micromelementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo e silício)¹⁹⁴.

Dentre os macromelementos, como cálcio e magnésio, que atuam na formação de ossos, dentes e tecidos. O potássio, quando associado ao sódio, regulariza o funcionamento do sistema muscular e os batimentos cardíacos¹⁹². O fósforo que auxilia na manutenção do pH, tamponando sistemas ácidos ou alcalinos, também é responsável pela ativação, por meio da fosforilação de diversas cascatas enzimáticas¹⁹⁵. O sódio é

responsável pela manutenção do equilíbrio hídrico e ácido básico, por transmitir impulsos nervosos, estimular ação muscular, sendo necessário também para o transporte ativo de substâncias por meio das membranas celulares¹⁹⁶.

Em se tratando dos microelementos, temos por exemplo, o zinco e manganês que servem como ativadores essenciais em uma série de reações metabólicas catalisadas por enzimas, sendo, portanto, elementos muito importantes para a reprodução e o crescimento. O ferro que é um componente das moléculas de hemoglobina, mioglobina, citocromo e de alguns sistemas enzimáticos, desempenhando um papel essencial no transporte de oxigênio e respiração celular¹⁹⁷. O cobre apresenta diversas aplicações nos sistemas biológicos e sua deficiência no organismo leva a defeitos na síntese de tecido conjuntivo, com consequências vasculares e problemas ósseos, além de anemia, disfunções no sistema nervoso central e imunológicas¹⁹⁸.

É necessário conhecer o perfil de minerais nos alimentos, para informar ao consumidor sobre os minerais e suas quantidades que serão ingeridas.

Em estudo realizado por Ribeiro¹⁹⁹, foi identificado para a polpa de cagaita com casca: potássio ($75,83 \pm 0,43$ mg/100g), fósforo ($6,68 \pm 0,14$ mg/100g), sódio ($6,80 \pm 0,13$ mg/100g), magnésio ($5,92 \pm 0,08$ mg/100g), cálcio ($0,65 \pm 0,08$ mg/100g), alumínio ($0,23 \pm 0,06$ mg/100g), zinco ($0,23 \pm 0,01$ mg/100g), manganês ($0,13 \pm 0,01$ mg/100g), ferro ($0,06 \pm 0,01$ mg/100g) e cobre ($0,01 \pm 0,01$ mg/100g). Valor similar foi encontrado por Almeida et al.²⁰⁰ para magnésio (6,33mg/100g), cálcio (3,29 mg/100g e ferro (0,13 mg/100g); e por Silva et al.²⁰¹ para ferro (0,02 mg/100g).

Entretanto, Vieira et al.²⁰² encontraram 62,9 mg/100g para o nutriente magnésio, 172,8 mg/100g para cálcio e 3,9 mg/100g para ferro. Já Santos¹²¹ verificou para polpa de cagaita valores superiores: potássio (1220 mg/100g), fósforo (120mg/100g), sódio (34,71 mg/100g), magnésio (150 mg/100g), cálcio (450mg/100g), zinco (1,50 mg/100g), manganês (1,51 mg/100g), ferro (4,43 mg/100g) e cobre (1,65 mg/100g).

A falta de homogeneidade entre os resultados pode ser decorrente do grau de maturação e procedência dos frutos, do tipo de solo, clima, do tipo de processamento, entre outros.

g) Ácidos graxos poli-insaturados

Os ácidos graxos possuem importante papel no organismo humano, atuando como precursores de substâncias de papel indispensável na estrutura de membranas celulares, como componentes de estruturas cerebrais, da retina e do sistema reprodutor¹²².

Os ácidos graxos de cadeia curta, cadeia média e cadeia longa saturados e monoinsaturados podem ser sintetizados no organismo, porém os ácidos graxos poliinsaturados, notadamente o linoleico e linolênico, por não serem sintetizados pelo organismo são denominados ácidos graxos essenciais (AGE). Tais ácidos são elementos estruturais necessários à síntese de lipídios dos tecidos, e são necessários na regulação de processos metabólicos, de transporte e excreção. A carência de AGE na alimentação dos mamíferos (especialmente do homem), leva a alterações no crescimento, na pele, no sistema imune e neuronal²⁰³.

A cagaita é uma das frutas que apresenta ácidos graxos essenciais (linoleico e linolênico), sendo o teor de ácido linoleico (10,5%) superior aos de azeites de oliva e de dendê; e em relação ao teor de ácido linolênico (11,86%), supera o do óleo de milho, girassol, amendoim, soja, oliva e dendê^{120,121}.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver sete formulações de bebidas lácteas fermentadas com diferentes concentrações de leite, de mistura soro/leitelho e polpa de cagaita determinadas através do delineamento simplex centroide, e também avaliar e comparar as características físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e o custo de produção, para determinar a formulação com melhor custo-benefício. Além disso, obter modelos matemáticos para prever as características físico-químicas de bebidas lácteas fermentadas com as matérias-primas citadas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram elaboradas sete formulações de bebida láctea fermentada utilizando como ingredientes leite pasteurizado integral, soro de leite, leitelho, polpa de cagaita, açúcar e cultura láctea. A descrição dos materiais utilizados, bem como, as metodologias utilizadas para avaliação das bebidas, estão apresentadas a seguir.

4.1. Matéria-prima

Foi utilizado leite pasteurizado, padronizado a 3% de gordura (informações na embalagem), adquirido no mercado varejista de Goiânia-Go.

O soro de leite, obtido a partir da fabricação do queijo minas frescal, e o leitelho, obtido a partir da fabricação da manteiga, foram adquiridos no Laticínio Oscar Salgado (Trindade-GO). O transporte foi realizado em galões de 10 e 25 litros, previamente sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 300ppm de cloro ativo por 15 minutos e enxaguados com solução de hipoclorito de sódio a 10ppm de cloro ativo. Os galões eram acondicionados sob refrigeração em temperatura menor que 10°C.

A polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) foi adquirida através da Cooperativa Central do Cerrado (Sobradinho-DF) e o transporte foi realizado em caixas isotérmicas com gelos reutilizáveis. As polpas foram armazenadas em freezer com temperaturas abaixo de -18°C até o momento de sua utilização. Anteriormente ao uso na elaboração das bebidas, as polpas foram submetidas ao processo de pasteurização, em banho-maria e tempos diferentes, a 90°C/5 min²⁰⁴.

A cultura láctea mista de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* utilizada foi Chr. Hansen FD-DVS YC-X11 – Yo-Flex[®] e armazenada em freezer com temperaturas abaixo de -18°C, seguindo as recomendações do fabricante.

O açúcar utilizado nas formulações foi adquirido em comércio varejista na cidade de Goiânia-Go.

As embalagens utilizadas foram de vidro transparente, com capacidade de 200mL. Utilizou-se tampas rosca com vedante para fechar hermeticamente as embalagens.

4.2. Métodos

4.2.1. Caracterização físico-química

As análises físico-químicas da matéria-prima e das bebidas lácteas fermentadas foram realizadas, em triplicata, no Laboratório de Físico-Química do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (LFQ/CPA/EVZ/UFG).

a) pH

O potencial hidrogeniônico foi determinado por leitura através do potenciômetro TECNAL TEC-5 (Piracicaba, SP), seguindo a metodologia n° 981.12 da AOAC²⁰⁵.

b) Acidez titulável

A acidez titulável do leite pasteurizado e da mistura soro/leitelho foi determinada utilizando hidróxido de sódio 0,1N e fenolftaleína a 1%, até o aparecimento da coloração rósea persistente por 30 segundos²¹⁵. Para a polpa de cagaita, acidez titulável foi determinada utilizando método descrito na AOAC n° 942.15 B²⁰⁶. Pesou-se uma amostra de 10g e esta foi diluída e homogeneizada em 100mL de água destilada. Titulou-se com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1N, sob agitação, até atingir uma faixa de pH entre 8,30 – 8,35. Para as formulações, pesou-se uma amostra de 10g e esta foi diluída e homogeneizada em 100 mL de água destilada isenta de gás carbônico obtida por aquecimento sob bico de Bunsen até que ocorresse sua ebulição por 18 minutos.

Titulou-se com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1N, sob agitação, até atingir uma faixa de pH entre 8,30 e 8,35²¹⁷.

c) Umidade

O teor de umidade foi determinado utilizando estufa à vácuo BIOVERA MMM Group VACUCELL (Rio de Janeiro, RJ). Foram pesados cerca de 5g da amostra em cadinhos com pérolas de vidro, previamente secos e tarados. A secagem foi realizada a 102 ± 2 °C. As pesagens foram realizadas em balança analítica (AX200, Barueri, SP), até que a amostra atingisse peso constante, levando cerca de 16 horas (n° 926.12, AOAC)²⁰⁵.

d) Cinzas

O teor de cinzas foi determinado seguindo metodologia descrita na AOAC n° 900.02²⁰⁵. Após a determinação do teor de umidade, as amostras foram incineradas em forno tipo mufla EDG modelo EDG3P-S (São Carlos, SP) a 550 °C por 30 minutos. Após o resfriamento da mufla, as amostras foram acondicionadas em dessecador e pesadas em balança analítica (AX200, Barueri, SP).

e) Proteína

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, seguindo metodologia descrita na AOAC n° 920.154²⁰⁵. O método consiste em três etapas: digestão, destilação e titulação. A amostra era pesada em tubos de Kjeldahl, em balança analítica (AX200, Barueri, SP). Eram adicionados às amostras 2,5g de mistura catalítica, 2 mL de solução anti-espumante e 7 mL de ácido sulfúrico. E então, procedia-se a digestão em bloco digestor (TECNAL TE-040/25, Piracicaba, SP) iniciando com temperatura de 50 °C com aumento de 50 °C a cada 30 minutos até atingir temperatura de 400°C com completa digestão das amostras. Após o resfriamento das amostras, procedia-se a destilação (TECNAL TE-036/1, Piracicaba, SP) utilizando 20 mL de ácido bórico como indicador e cerca de 25 mL/amostra de hidróxido de sódio a 50% para a destilação. O destilado era então levado à titulação utilizando-se ácido sulfúrico 0,1N até a viragem do indicador. O volume de ácido sulfúrico era medido e aplicado na fórmula para determinação do nitrogênio total. O fator de conversão de nitrogênio total em proteína utilizado para polpa de cagaita foi de 6,25²¹⁵. O fator de conversão de nitrogênio

total em proteína utilizado para leite e para as bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita foi de 6,38²¹⁵.

O teor de nitrogênio não proteico e de caseína, foram determinados nas bebidas lácteas fermentadas, seguindo a metodologia descrita na AOAC n° 991.21²⁰⁷ e n° 33.2.18²⁰⁷, respectivamente. Para determinação do teor de nitrogênio não proteico, pesou-se 5 mL da amostra em béquer de vidro, adicionou-se 5 mL de água destilada e sob agitação, 10 mL de ácido tricloroacético a 24%. A amostra ficou em repouso por 15 minutos e posteriormente foi filtrada em erlenmeyer utilizando papel qualitativo. Em seguida, pipetou-se, com pipeta volumétrica, 5 mL do filtrado límpido e sem partículas que foi pesado em tubos de Kjeldahl. Posteriormente, era adicionado 2,5g de mistura catalítica, 2 mL de solução anti-espumante e 7 mL de ácido sulfúrico. E então procedia-se a digestão e destilação conforme descrito anteriormente.

Para determinação do teor de caseína, pesou-se em béquer 5 mL da amostra, adicionou-se 70 mL de água destilada entre 40 °C a 42 °C e 0,75 mL de solução de ácido acético 10%. A amostra foi homogeneizada e ficou em repouso, em banho-maria entre 40 °C a 42 °C, por 10 minutos. Posteriormente era adicionado 0,75 mL de solução de acetato de sódio 1 N e promovia a filtração da mistura em erlenmeyer utilizando-se papel qualitativo. Adicionava-se 30 mL de solução buffer ao funil com o papel para enxaguar todo o precipitado. Em seguida, removia-se cuidadosamente o papel com o precipitado e era acondicionado em tubo Kjeldahl. Então, era adicionado 2,5g de mistura catalítica, 2 mL de solução anti-espumante e 7 mL de ácido sulfúrico e levado à digestão e destilação conforme descrito anteriormente.

f) Lipídios

Os lipídios da polpa de cagaita foram determinados pelo método de Soxhlet²⁰⁷. Pesou-se cerca de 2 g de amostra no cartucho e secou em estufa durante duas horas. A amostra foi coberta com algodão hidrófilo e então o cartucho foi inserido dentro do reboiler previamente seco e pesado. Adicionou-se 140 mL de éter de petróleo e então colocou-se o reboiler dentro do extrator de soxhlet. Posteriormente o solvente foi evaporado em chapa aquecedora dentro da capela de exaustão e o reboiler com o resíduo foi colocado em estufa a 105 °C ± 2 °C por 1 hora. Em seguida, o reboiler era esfriado em dessecador e pesado. Essa operação era repetida até a obtenção de peso constante.

Os lipídios do leite pasteurizado e da mistura soro/leite foram determinados pelo método de Gerber que baseia na quebra da emulsão do leite pela adição

de ácido sulfúrico e álcool isoamílico, na centrifugação e posterior determinação da gordura²¹⁵. Foram adicionados, utilizando-se pipeta volumétrica, 11 mL de leite em butirômetro. Em seguida, adicionou-se 10 mL de ácido sulfúrico $d=1,820$ e 1 mL de álcool isoamílico lentamente. O butirômetro foi vedado com rolha apropriada e então agitou-se, invertendo várias vezes, de modo que os três líquidos ficaram misturados. O butirômetro contendo a amostra, foi levado a centrífuga de Gerber durante cinco minutos a 1200 rpm. Então, foram levados ao banho-maria a 65 °C por três a cinco minutos, com a rolha para baixo. E a leitura da camada de gordura foi realizada utilizando-se a escala do butirômetro.

Os lipídios das bebidas lácteas fermentadas foram determinados pelo método de Rose-Gottlieb, seguindo metodologia descrita na AOAC n° 952.96²⁰⁶. Pesou-se, em frasco mojonier, 5 mL da amostra. Na capela de exaustão, adicionou-se 5 mL de água destilada a 65 °C e 2 mL de hidróxido de amônia a 25%, então o frasco era vedado com rolha apropriada e direcionado ao banho-maria a 65 °C por 20 minutos. Posteriormente, esperava-se o frasco contendo a amostra, chegar a temperatura ambiente. Em seguida, realizava-se três etapas de extração. Na primeira etapa, era adicionado 2 gotas de vermelho congo 1% e 10 mL de álcool etílico, 25 mL de éter etílico e 25 mL de éter de petróleo, deixando em repouso por 30 minutos. O sobrenadante era então armazenado em béquer de 150 mL previamente seco e pesado. Na segunda etapa, utilizava-se 5 mL de álcool etílico, 15 mL de éter etílico e 15 mL de éter de petróleo e após homogeneizar a amostra e ocorrer a separação de fases, o sobrenadante era armazenado no béquer correspondente. A terceira etapa era realizada apenas com 15 mL de éter etílico e 15 mL de éter de petróleo e após homogeneizar a amostra e ocorrer a separação de fases, o sobrenadante era armazenado no béquer correspondente. Na capela de exaustão, os béqueres eram colocados em chapa aquecedora para que ocorresse a evaporação dos solventes. Em seguida, os béqueres, utilizando pinça metálica e dessecador, eram direcionados à estufa a 105 °C. Após uma hora, os béqueres eram resfriados em dessecador e pesados. Em seguida, voltavam a estufa e novamente o processo era realizado até obterem peso constante.

g) Carboidratos

A percentagem de carboidratos foi determinada por método da diferença, em que os carboidratos totais são iguais a quantidade de umidade, cinzas, proteínas e lipídios subtraída de cem²⁰⁸.

h) Valor energético total

O cálculo do valor energético total proveniente dos nutrientes irá ser expresso em quilocalorias (kcal), estimado a partir dos fatores de conversão de Atwater, $\text{kcal} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos}) + (9 \times \text{g lipídios})$, descritos em Wilson et al.²⁰⁹, Brasil²¹⁰ e Taco²¹¹.

4.2.2. Caracterização microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Microbiologia de Alimentos do Centro de Pesquisa em Alimentos, da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Utilizou-se a metodologia descrita no Compendium of Methods 5ª edição:2015²¹² para análise de NMP de coliformes a 35°C, NMP de coliformes a 45°C. A contagem de mesófilos foi realizada para leite pasteurizado, mistura soro/leitelho e polpa de cagaita pasteurizada. A pesquisa de *Salmonella* sp. seguiu a metodologia descrita na ISO 6785 (IDF 93:2001)²¹³. A contagem de bolores e leveduras ocorreu conforme descrito na ISO 6611:2004 (IDF 94:2004)²¹⁴. Para contagem de bactérias lácticas viáveis nas bebidas lácteas fermentadas utilizou-se a metodologia descrita na ISO 15214:1998²¹⁸.

4.2.5. Formulação das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

O delineamento experimental simplex centroide foi utilizado para determinar as concentrações dos componentes principais e variáveis nas formulações. Sendo eles: leite, mistura soro/leitelho e polpa. Determinou-se a proporção 1:1 para a mistura soro/leitelho (SL) e as concentrações mínimas e máximas dos constituintes foram definidas em testes preliminares (dados não apresentados). Onde observou-se que a concentração máxima da mistura SL a ser utilizada foi de 44%, uma vez que concentrações superiores resultaram em defeitos de aparência, com a formação de grumos.

O delineamento simplex centroide ou delineamento de misturas é muito utilizado em experimentos que possuem o objetivo de fabricar novos produtos. Proporciona economia de tempo e recursos financeiros, visto que curvas “iso-resposta” são geradas e assim, através de uma equação é possível obter um mesmo resultado,

ajustando as concentrações das diferentes variáveis. Com isso, ao ter a intenção de modificar alguma concentração das variáveis, evita-se a necessidade de repetir os experimentos²¹⁶.

A partir do delineamento de misturas, foram geradas sete formulações com diferentes concentrações de leite, soro/leitelho e polpa (Tabela 1).

TABELA 1 – Concentrações de leite, soro/leitelho e polpa das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescida de leitelho e saborizadas com polpa de cagaita.

Matéria-prima	Formulações						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Leite	50,00%	50,00%	36,00%	43,00%	50,00%	43,00%	45,33%
Soro/Leitelho	30,00%	44,00%	44,00%	44,00%	37,00%	37,00%	39,33%
Polpa de cagaita	20,00%	6,00%	20,00%	13,00%	13,00%	20,00%	15,33%

4.2.6. Diagrama de fabricação das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

As formulações foram fabricadas na planta piloto do Laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás.

As sete formulações foram separadas, de forma aleatória, em três processamentos (A, B e C) para viabilizar a execução do experimento. No processamento A, foram fabricadas as formulações F1, F3 e F6, no processamento B foram produzidas as formulações F4 e F7 e no processamento C, as formulações F2 e F5.

Os processamentos das formulações seguiram o diagrama apresentado na Figura 7. A mistura SL, na proporção 1:1, foi pasteurizada a 62 °C a 65 °C por 30 minutos no tanque de misturas encamisado. Em seguida, a mistura SL foi armazenada em galão higienizado, adicionava-se 10% de açúcar e então realizava-se o processo de filtração para retirar pedaços de queijo e partículas indesejáveis encontradas no açúcar comercial.

Posteriormente, procedeu-se a adição de leite pasteurizado e no tanque de misturas encamisado, ocorria o tratamento térmico de 85 °C por cinco minutos. O tempo

médio necessário para alcançar essa temperatura era de cinco minutos e quarenta e oito segundos. Esse tratamento térmico melhora a textura e diminui a sinérese do produto. Em seguida, a formulação foi resfriada, por cerca de cinco minutos, até chegar em 42 °C a 45 °C, temperatura ótima para adição do fermento lácteo composto por 2,5% de *S. termophilus* e *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. A formulação foi armazenada em latão de inox com tampa e incubada em estufa a 43 °C por cerca de três horas. Ao atingir pH 4,7, era realizado o resfriamento rápido através de banho de gelo concomitante à quebra do gel, levando cerca de dez minutos para atingir a temperatura de ± 20 °C e então, a polpa de cagaita pasteurizada foi adicionada à formulação. O envase foi feito em uma mesa previamente higienizada com álcool 70% e mantendo-se condições de esterilidade pelo uso de lamparinas de álcool em pontos estratégicos, ao redor da área de manipulação, para evitar a contaminação da bebida. A formulação foi envasada, com auxílio de leiteiras de inox (dois litros) autoclavadas, em garrafas de vidro transparente (200mL) autoclavadas, deixando 10% de espaço vazio em cada garrafa. As garrafas foram fechadas com tampa rosca com vedante previamente sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 300ppm de cloro ativo por quinze minutos e enxaguadas com solução de hipoclorito de sódio a 10ppm de cloro ativo. Ao final, as garrafas foram acondicionadas sob refrigeração, com temperatura inferior a 10 °C.

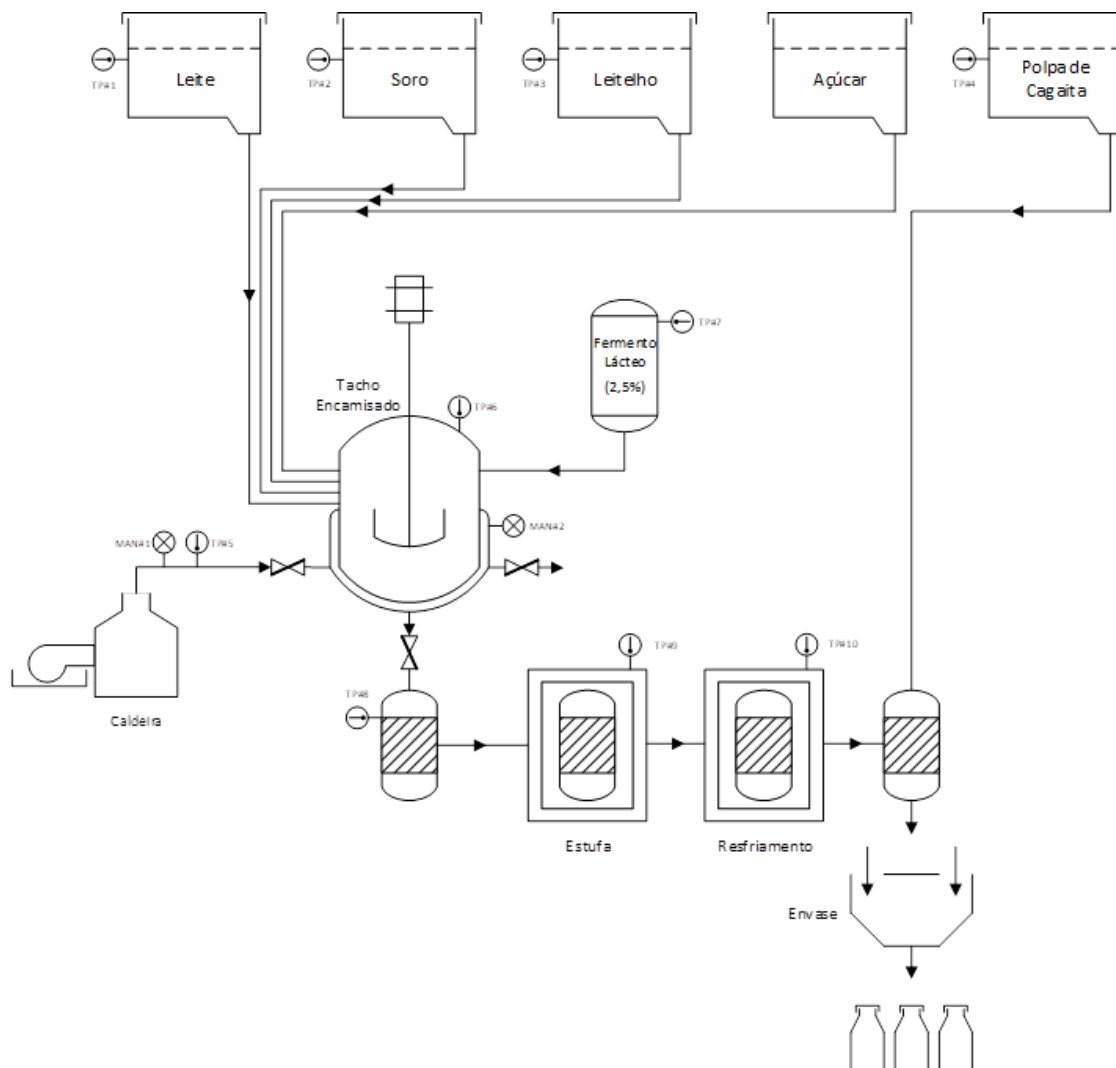


FIGURA 7 – Diagrama de processo de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

4.2.9. Avaliação sensorial das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leiteiro e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

Previamente à realização da análise sensorial, o projeto foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, sob parecer nº 1989480 (Anexo I). As análises sensoriais foram realizadas depois da obtenção dos resultados das análises microbiológicas, garantindo a segurança do produto ao ser consumido.

Foram selecionados 100 provadores não treinados, maiores de idade e de ambos os sexos. Aqueles que apresentavam alergia ou intolerância a qualquer um dos ingredientes do produto: leite integral padronizado, soro de leite, leiteiro, açúcar, polpa

de cagaita, fermento lácteo (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), assim como voluntários que apresentavam qualquer tipo de doença que impedia o consumo de um ou mais ingredientes da composição do produto, não participaram da pesquisa (Anexo II).

Antes da análise sensorial, os provadores respondiam um questionário sobre o consumo de bebidas lácteas fermentadas (Anexo III) e preenchiam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, sendo informado que poderiam se retirar da pesquisa a qualquer momento.

As amostras de bebida láctea saborizada com polpa de cagaita foram analisadas pelo teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, cujos extremos correspondiam a “desgosta extremamente” (1) e “gosta extremamente” (9) e intenção de compra, utilizando escala de atitude de cinco pontos, cujos extremos correspondiam a “eu certamente não compraria” (1) e “eu certamente compraria” (5) (Anexo IV).

Os provadores avaliaram os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência, impressão global e intenção de compra das bebidas elaboradas em cabines individuais, iluminadas com luz branca. As amostras foram oferecidas em copos plásticos descartáveis (50 mL) de cor branca, codificados com três dígitos numéricos, avaliadas à temperatura de refrigeração e acompanhadas com ficha de avaliação, água e bolacha para limpeza do palato.

4.2.10 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias ao nível de 5% de significância, utilizando-se o software R versão 2.11.1²¹⁹.

A correlação de componentes principais foi realizada utilizando o software R versão 2.11.1²¹⁹.

4.2.11 Custo básico de produção

O custo básico de produção das formulações foi realizado com base apenas no custo com os insumos para produção das bebidas lácteas fermentadas, visto que o custo operacional foi o mesmo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química da matéria-prima

Em cada processamento, realizou-se a caracterização físico-química das matérias-primas (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4), sendo as análises realizadas simultaneamente com as análises das formulações, com o objetivo de ter o perfil físico-químico no dia em que foram utilizadas.

TABELA 2 - Caracterização físico-química do leite pasteurizado (médias \pm desvio padrão, n=3)

Análises físico-químicas	Processamento A	Processamento B	Processamento C
pH	6,836 \pm 0,006 ^{ab}	6,820 \pm 0,000 ^b	6,845 \pm 0,007 ^a
Acidez (°Dornic)	14,685 \pm 0,000 ^a	14,160 \pm 0,000 ^a	14,640 \pm 0,000 ^a
Umidade (%)	87,800 \pm 0,047 ^c	88,357 \pm 0,039 ^b	88,713 \pm 0,003 ^a
Cinzas (%)	0,770 \pm 0,004 ^b	0,808 \pm 0,000 ^a	0,748 \pm 0,008 ^c
Proteína (%)	2,982 \pm 0,021 ^a	2,925 \pm 0,106 ^a	3,024 \pm 0,026 ^a
Lipídios (%)	2,933 \pm 0,058 ^a	3,141 \pm 0,071 ^a	2,920 \pm 0,000 ^a
Carboidratos (%)	5,527 \pm 0,034 ^a	4,729 \pm 0,187 ^b	4,574 \pm 0,029 ^b
Valor energético total (kcal)	60,498 \pm 0,175 ^a	58,917 \pm 0,312 ^{ab}	56,644 \pm 0,014 ^b

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Para fabricação das formulações, em cada processamento foi utilizado um lote de leite, e um lote de mistura SL diferentes, pois as fabricações das formulações ocorreram em períodos distintos. E apesar das matérias-primas serem adquiridas da mesma empresa e processadas de forma equivalente, apresentaram diferenças em relação a alguns parâmetros avaliados.

Nos leites utilizados nos processamentos, foi possível verificar diferenças nos valores de pH, nos teores de umidade, cinzas, carboidratos e no valor energético total (VET). Apesar das variações observadas, os leites utilizados nos processamentos estavam de acordo com os parâmetros preconizados pela Instrução Normativa n° 62 do Ministério

de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado²²⁰.

TABELA 3 - Caracterização físico-química da mistura soro/leitelho (médias \pm desvio padrão, n=3)

Análises físico-químicas	Processamento A	Processamento B	Processamento C
pH	5,800 \pm 0,010 ^b	4,683 \pm 0,015 ^c	6,099 \pm 0,000 ^a
Acidez (°Dornic)	10,048 \pm 0,000 ^b	14,117 \pm 0,000 ^a	9,4117 \pm 0,000 ^b
Umidade (%)	95,397 \pm 0,014 ^b	94,324 \pm 0,025 ^c	95,675 \pm 0,003 ^a
Cinzas (%)	0,380 \pm 0,004 ^c	0,471 \pm 0,016 ^a	0,420 \pm 0,012 ^b
Proteína (%)	0,713 \pm 0,104 ^a	0,595 \pm 0,020 ^{ab}	0,554 \pm 0,002 ^b
Lipídios (%)	1,027 \pm 0,424 ^a	0,985 \pm 0,282 ^a	1,067 \pm 0,230 ^a
Carboidratos (%)	2,431 \pm 0,319 ^b	3,635 \pm 0,288 ^a	2,181 \pm 0,013 ^b
Valor energético total (kcal)	21,994 \pm 2,124 ^b	25,795 \pm 1,384 ^a	20,951 \pm 0,066 ^b

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Uma maior diferença foi observada em relação à mistura soro/leitelho, em especial do processamento “B”, que apresentou valores discrepantes em relação ao pH, a acidez e teores de umidade, cinzas, carboidratos e VET quando comparados com os obtidos nos processamentos “A” e “C”. A mistura soro/leitelho não possui uma legislação específica, assim não tem valores, mínimo e máximo, preconizados e não é possível afirmar que os resultados obtidos estão de acordo com a legislação. O que pode resultar diferenças nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais das formulações.

TABELA 4 - Caracterização físico-química da polpa de cagaita pasteurizada (médias \pm desvio padrão, n=3)

Análises físico-químicas	Processamento A	Processamento B	Processamento C
pH	3,285 \pm 0,007 ^a	3,190 \pm 0,010 ^b	3,190 \pm 0,010 ^b
Acidez (g/ácido cítrico)	15,076 \pm 0,510 ^a	15,288 \pm 0,510 ^a	15,288 \pm 0,510 ^a
Umidade (%)	91,869 \pm 0,010 ^a	91,901 \pm 0,030 ^a	91,901 \pm 0,030 ^a
Cinzas (%)	0,352 \pm 0,001 ^b	0,402 \pm 0,010 ^a	0,402 \pm 0,010 ^a
Proteína (%)	1,173 \pm 0,010 ^a	1,175 \pm 0,010 ^a	1,175 \pm 0,010 ^a
Lipídios (%)	0,173 \pm 0,020 ^a	0,157 \pm 0,010 ^a	0,157 \pm 0,010 ^a
Carboidratos (%)	6,105 \pm 0,050 ^a	6,377 \pm 0,004 ^b	6,377 \pm 0,004 ^b
Valor energético total (kcal)	31,585 \pm 0,080 ^a	31,587 \pm 0,070 ^a	31,587 \pm 0,070 ^a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

A polpa de cagaita do processamento “A”, em que foram fabricadas as formulações F1, F3 e F6, era de lote diferente e foi pasteurizada em tempo diferente das polpas utilizadas nos processamentos seguintes. Apesar disso, não houveram grandes variações entre as características físico-químicas dessa matéria-prima.

No presente trabalho a composição centesimal da polpa de cagaita apresentou diferenças em relação à encontrada por Silva et al.¹⁹¹ para cagaita do Estado de Goiás e Cardoso et al.¹⁴⁵ para cagaita do Estado de Minas Gerais, apresentando valores próximos apenas em relação ao teor de umidade, carboidratos e valor energético total com os encontrados por Cardoso et al.¹⁴⁵ (Quadro 1). E foi similar em relação ao teor de umidade, cinzas e carboidratos com a cagaita *in natura* do cerrado Piauiense caracterizada em trabalho desenvolvido por Rocha et al.¹⁸⁶. No entanto, a falta de homogeneidade entre os resultados pode ser decorrente de diferenças do grau de maturação e procedência dos frutos, do tipo de solo, clima e tipo de processamento.

QUADRO 1 – Comparação entre a composição centesimal de cagaita (*Eugenia dysenterica*) obtida por diferentes autores.

Composição centesimal	Silva et al.¹⁹¹	Cardoso et al.¹⁴⁵	Rocha et al.¹⁸⁶	Dados obtidos
Umidade (%)	94,34 ± 0,06	91,56*	90,9 ± 8,4	91,90 ± 0,03
Cinzas (%)	0,28 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,30 ± 0,10	0,40 ± 0,01
Lipídios (%)	0,44 ± 0,03	0,57 ± 0,05	0,57	0,15 ± 0,01
Proteína (%)	0,82 ± 0,07	0,63 ± 0,09	2,5 ± 0,2	1,17 ± 0,01
Carboidratos (%)	3,08 ± 0,08	5,54 ± 0,65	5,9 ± 1,7	6,38 ± 0,00
Valor energético total (kcal)	20,01*	29,83 ± 3,43	36,6 ± 7,2	31,59 ± 0,07

*desvio padrão não apresentado no trabalho

5.2 Caracterização microbiológica da matéria-prima

Em cada processamento, realizou-se a caracterização microbiológica das matérias-primas (Tabelas 5 e 6). As análises eram feitas simultaneamente com as das formulações, com o intuito de ter o perfil microbiológico no dia em que seriam utilizadas.

TABELA 5 - Avaliação de coliformes a 35 °C e a 45 °C e *Salmonella* sp. das matérias-primas (n=2) das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Matérias-primas	Processamento	Coliformes a 35 °C (NMP/mL)	Coliformes a 45 °C (NMP/mL)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL)
Leite	A	< 3,0	< 3,0	Ausente
Leite	B	< 3,0	< 3,0	Ausente
Leite	C	< 3,0	< 3,0	Ausente
Valor máximo de referência		4	< 3,0	Ausente
Soro/leitelho	A	< 3,0	< 3,0	Ausente
Soro/leitelho	B	< 3,0	< 3,0	Ausente
Soro/leitelho	C	< 3,0	< 3,0	Ausente
Valor máximo de referência		100	10	Ausente
Polpa de cagaita	A	< 3,0	< 3,0	Ausente
Polpa de cagaita	B	< 3,0	< 3,0	Ausente
Polpa de cagaita	C	< 3,0	< 3,0	Ausente
Valor máximo de referência		< 3,0	< 3,0	Ausente

O leite pasteurizado utilizado nos três processamentos estava de acordo com a legislação vigente²²⁰, assim como as polpas de cagaita pasteurizadas estavam dentro dos parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa nº 1 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento que estabelece o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta²²¹. A mistura soro/leitelho estava dentro dos parâmetros estabelecidos para soro de leite²²².

TABELA 6 - Contagem de bolores e leveduras (\log_{10} UFC/mL) e contagem Padrão em Placas (\log_{10} UFC/mL) das matérias-primas (médias \pm desvio padrão, n=2) das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Matérias-primas	Processamento	Contagem bolores e leveduras (\log_{10} /mL)	Contagem Padrão em Placas (\log_{10} /mL)
Leite	A	1,70 \pm 0,00	4,81 \pm 0,05
Leite	B	3,48 \pm 0,00	4,24 \pm 0,34
Leite	C	2,70 \pm 0,00	4,00 \pm 0,00
Valor de referência		*	4,90
Soro/leitelho	A	1,15 \pm 0,21	3,18 \pm 0,00
Soro/leitelho	B	3,59 \pm 0,16	0,69 \pm 0,00
Soro/leitelho	C	2,30 \pm 0,00	1,15 \pm 0,21
Valor de referência		*	5,18
Polpa de cagaita	A	2,70 \pm 0,00	1,30 \pm 0,00
Polpa de cagaita	B	3,30 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Polpa de cagaita	C	3,30 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Valor de referência		3,30	*

*não possui

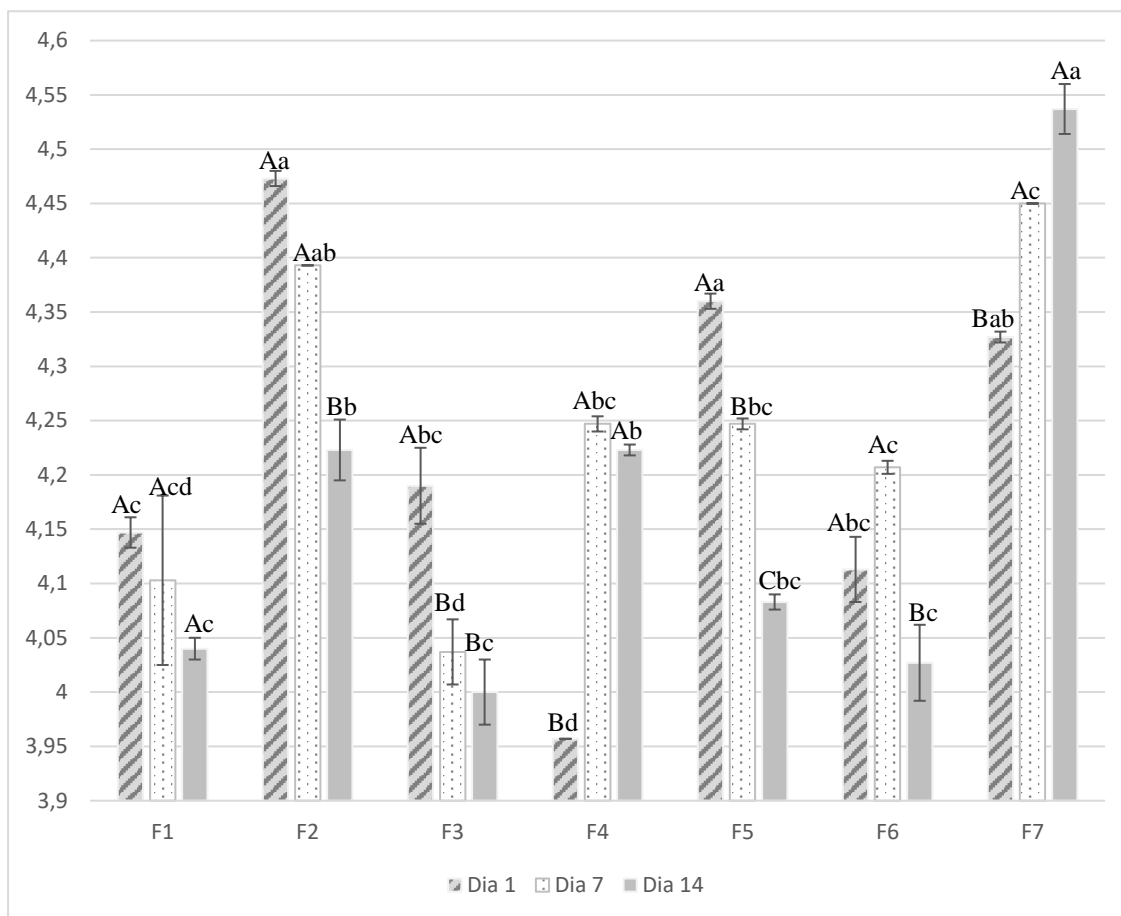
5.3. Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

Os resultados de pH e acidez das bebidas ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado são apresentados no Gráfico 1 e Gráfico 2, respectivamente.

Os resultados obtidos mostraram que ao longo do período de armazenamento as formulações F2, F3, F5 e F6 apresentaram redução nos valores de pH, e as formulações F4 e F7 tiveram comportamento inesperado ao apresentaram aumento de pH na primeira semana de armazenamento. A formulação F1 apresentou pH estável durante o período avaliado.

Essa pequena redução de pH nas formulações é esperada, porque as bactérias lácticas, mesmo sob refrigeração adequada conseguem metabolizar a lactose e gerar ácido láctico, promovendo o processo denominado pós-acidificação que leva à redução do pH. Esse processo também foi observado por Pereira²²³ que obteve para iogurtes inoculados com culturas lácteas tradicionais (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *S. thermophilus*), uma redução no pH inicial de 4,5 a 4,6 para 4,1 a 4,2 em quatorze dias de armazenamento refrigerado.

GRÁFICO 1 - Valores de pH das diferentes formulações de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n= 3)



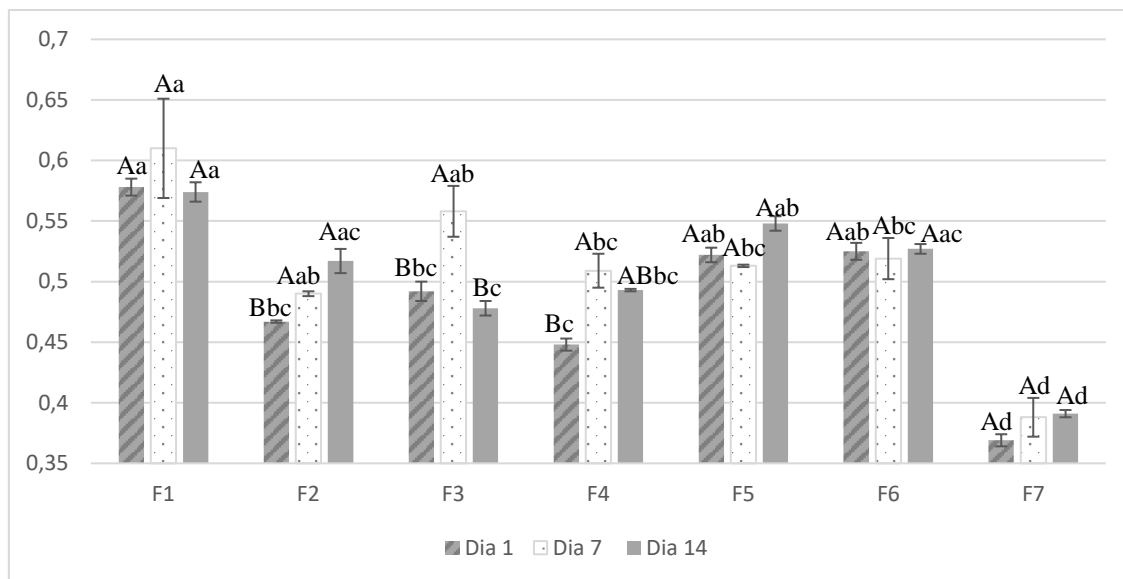
Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em cada formulação, não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas por letras minúsculas iguais, em cada dia, não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

As formulações F1, F3, F4 e F6 apresentaram menor valor de pH no dia 1 do que as formulações F2, F5 e F7, o que pode ser explicado pela maior concentração de polpa (20%) nas formulações F1, F3 e F6. A formulação 4, apresentou um pH menor em virtude da maior concentração de SL (44%), sendo que essa mistura, em relação aos outros processamentos, estava mais ácida e com média de pH igual a 4,68.

As formulações, com exceção da F4, se encontram dentro dos valores usuais para leites fermentados, entre 4,0 e 4,5, encontrados na literatura²²⁴⁻²²⁹. Santos et al.²²⁵ obtiveram para bebidas lácteas fermentadas saborizadas com 12 % de polpa de manga, valores de pH entre 3,43 e 4,24. Costa²²⁴ observou para em bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de araticum, pH entre 4,18 e 4,43, sendo que as maiores médias de pH foram encontradas nas bebidas com maiores teores de polpa (10%) assim como

neste trabalho. Valores similares foram obtidos por Ferreira²²⁸ que, para bebidas lácteas fermentadas saborizadas com 3% de pitanga com frutooligossacarídeos (FOS), verificou pH entre 4,37 a 4,64 e, sem FOS, pH entre 4,26 e 4,67.

GRÁFICO 2 - Valores de acidez (% de ácido láctico) das diferentes formulações de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n= 3)



Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, em cada formulação, não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas por letras minúsculas iguais, em cada dia, não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em relação à acidez, as formulações variaram de 0,36% a 0,58% de ácido láctico. Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira²²⁹ que obteve para bebida láctea fermentada sabor graviola acidez entre 0,6% e 0,62% de ácido láctico e Menezes²²⁷ que obteve valores a partir de 0,68% até 0,78% para bebidas lácteas fermentadas com 20%, 30% e 40% de soro saborizadas com 15% de polpa de cajá e por Costa²²⁴ que encontrou valores entre 0,54% e 0,67% de ácido láctico em diferentes formulações de bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de araticum. Porém, nesses trabalhos, a fermentação era cessada em pH próximo de 4,0 e acidez em torno de 0,6% de ácido láctico, diferentemente do presente trabalho, onde a fermentação era interrompida em pH de 4,6.

Costa²²⁴ observou que a formulação com menor quantidade de soro (40%) e maior quantidade de polpa (10%) apresentou maior acidez. No presente trabalho, também foi possível observar que a formulação F1 que tem menor quantidade de SL (30%) e

maior quantidade de polpa (20%) obteve maior acidez, porque as matérias-primas com maior acidez são leite e polpa, dessa forma, as formulações que apresentaram maior quantidade desses componentes e menor quantidade de SL, apresentaram maior acidez.

A acidez nas bebidas lácteas fermentadas geralmente é inversamente proporcional ao valor de pH assim, quanto maior é a acidez menor será o pH. A formulação F4 apresentou ao longo dos 14 dias de armazenamento refrigerado, aumento de pH e aumento de acidez, sendo incoerente com os dados na literatura^{224,227-229}.

Em relação ao teor de umidade (Tabela 7), todas as formulações apresentaram umidade superior a 80%. A formulação F3, que contém 36% de leite, 44% de SL e 20% de polpa obteve maior umidade, seguida das formulações F6 e F4. Essas matérias-primas, soro/leitelho e polpa, apresentam alto teor de umidade, assim quanto maior é a concentração desses componentes maior será o teor de umidade das bebidas lácteas.

Essa relação também foi observada no trabalho realizado por Menezes²²⁷ que encontrou maior teor de umidade (81,57%) na amostra com maior quantidade de soro e polpa de cajá. Costa²²⁴ obteve valor do teor de umidade entre 80,50% e 81,04%, assim como Vieira²³⁰ que ao analisar a umidade de diferentes bebidas lácteas fermentadas formuladas com frutos do cerrado (araçá, araticum, gabirola, mangaba, murici e pequi) enriquecidas com farinha do mesocarpo da casca de maracujá obteve resultados entre 80,59% a 82,85%, sendo similares aos apresentados nesse trabalho.

A partir da análise de componentes principais (Gráfico 3), foi possível verificar as correlações entre as matéria-primas e as características físico-químicas das formulações. Uma alta correlação positiva entre as variáveis, é demonstrada pela maior proximidade das setas e pelo menor ângulo formado entre elas e as variáveis inversamente proporcionais, formam um ângulo de 180° entre as setas. Além disso, quanto mais a seta se aproxima do zero, menor é a diferença estatística entre as formulações para aquele determinado parâmetro.

O Gráfico 3 apresenta validade em suas correlações, pois a soma dos eixos x e y (PC1 + PC2) é superior a 70%.

TABELA 7 - Composição centesimal das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=3)

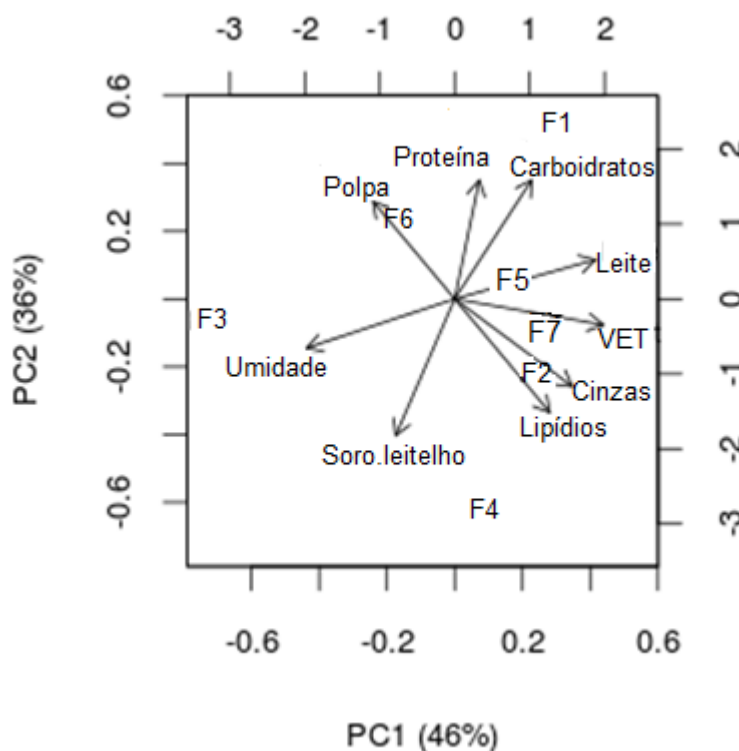
Formulações	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	VET (kcal)
F1	80,50 \pm 0,02 ^f	0,55 \pm 0,02 ^b	2,00 \pm 0,04 ^a	1,61 \pm 0,01 ^d	15,32 \pm 0,01 ^a	83,80 \pm 0,03 ^b
F2	81,14 \pm 0,01 ^d	0,60 \pm 0,02 ^a	1,89 \pm 0,01 ^a	1,98 \pm 0,09 ^c	14,38 \pm 0,08 ^c	82,96 \pm 0,31 ^c
F3	82,81 \pm 0,01 ^a	0,47 \pm 0,01 ^b	1,61 \pm 0,01 ^b	1,18 \pm 0,03 ^f	13,93 \pm 0,08 ^c	72,75 \pm 0,03 ^f
F4	81,67 \pm 0,01 ^b	0,67 \pm 0,01 ^a	1,59 \pm 0,01 ^b	2,70 \pm 0,06 ^a	13,37 \pm 0,06 ^d	84,14 \pm 0,25 ^b
F5	81,39 \pm 0,03 ^c	0,66 \pm 0,01 ^a	1,96 \pm 0,01 ^a	1,67 \pm 0,01 ^d	14,30 \pm 0,01 ^c	80,04 \pm 0,21 ^d
F6	81,72 \pm 0,03 ^b	0,48 \pm 0,03 ^b	1,97 \pm 0,17 ^a	1,38 \pm 0,06 ^e	14,08 \pm 0,22 ^c	78,11 \pm 0,02 ^e
F7	80,76 \pm 0,04 ^e	0,66 \pm 0,01 ^a	1,82 \pm 0,01 ^a	2,14 \pm 0,01 ^b	14,61 \pm 0,02 ^b	85,01 \pm 0,05 ^a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

F1: 50% leite, 30% S/L e 20% polpa; F2: 50% leite, 44% S/L e 6% polpa; F3: 36% leite, 44% S/L e 20% polpa; F4: 43% leite, 44% S/L e 13% polpa; F5: 50% leite, 37% S/L e 13% polpa; F6: 43% leite, 37% S/L e 20% polpa e F7: 45,33% leite, 39,33% S/L e 15,33% polpa.

Quanto aos valores de cinzas (Tabela 7 e Gráfico 3), a F2, F4, F5 e F7 apresentaram maiores valores quando comparadas às formulações F1, F3 e F6. As bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de cajá²²⁷, tiveram teores de cinzas entre 0,63% e 0,74%, sendo estes valores similares aos encontrados nas formulações F2, F4, F5 e F7. Costa²²⁴ encontrou valores entre 0,39% a 0,68%, sendo que o maior valor de cinzas estava relacionado a um menor teor de umidade e maior concentração de polpa. No entanto, nessa pesquisa, assim como a realizada por Menezes²²⁷ com polpa de cajá, o aumento da concentração de polpa estabelece correlação negativa (Gráfico 3) com o teor de cinzas das formulações em decorrência das características físico-químicas (0,35% a 0,40% de cinzas) desse fruto.

GRÁFICO 3 - Correlação entre as matérias-primas e parâmetros físico-químicos das formulações de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leiteiro e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).



As formulações apresentaram teores de proteína superiores ao valor mínimo preconizado pela legislação vigente, que é de 1 g/100 mL¹. O teor de proteína, em bebidas lácteas fermentadas, especialmente o teor de caseína, estabelece relação com a firmeza da estrutura do gel proteico e conseqüentemente à consistência das bebidas lácteas fermentadas, constituindo um parâmetro importante para as características desse tipo de produto²³². Assim, nas formulações desenvolvidas, quanto menor a concentração de leite, menor a concentração de caseínas e o gel proteico formado será mais fraco, interferindo diretamente na viscosidade ou consistência do produto²³³. Além disso, quanto maior a quantidade de proteína, maior será a retenção de água na estrutura tridimensional do gel, logo, menor será a sinérese do produto²³⁴.

Oliveira et al.²³¹, elaboraram três formulações de bebidas lácteas fermentadas enriquecidas com ferro, utilizando 10%, 30% e 50% de soro na composição dos produtos e observaram a relação entre quantidade de leite e o teor de proteína nas formulações. A formulação que era composta por 90% de leite e 10% de soro apresentava 2,08 g/100 mL de proteína enquanto a amostra com 50% de leite e 50% de soro apresentou teor de proteína igual a 1,65 g/100 mL. No presente trabalho, as formulações F3 e F4,

apresentaram menores teores de proteína ($p < 0,05$) e foram as formulações com maiores concentrações da mistura soro/leitelho (44%) em relação à concentração de leite, 36% e 43%, respectivamente. No Gráfico 3 pode-se observar a correlação positiva entre a quantidade de leite e o teor de proteína, bem como a correlação negativa entre a quantidade de SL e o teor de proteína. Foi possível observar que as formulações F1, F2 e F5, com maior quantidade de leite (50%), apesar de não apresentarem maiores teores de proteína, foram as bebidas lácteas fermentadas que, visualmente, mostraram maior estabilidade e menor sinérese (Figura 8) após três dias de fabricação.

A sinérese ocorre devido ao rearranjo na estrutura tridimensional do gel formado, provocado pelo aumento das interações entre as micelas, o que ocasiona maior contração da rede proteica formada, levando à expulsão do líquido intersticial¹⁰². Assim, constitui um defeito sensorial de aparência e favorece o desenvolvimento de microorganismos como bolores e leveduras por ter maior atividade de água nessa fase do produto.

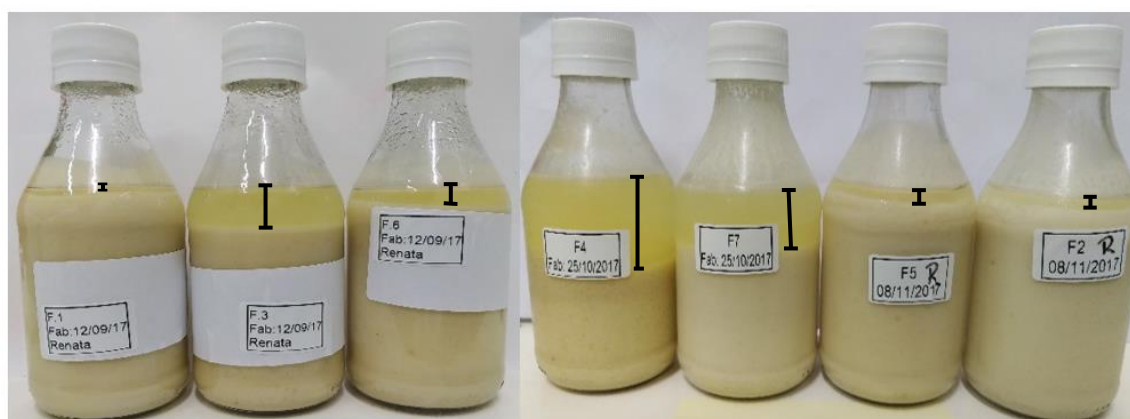


FIGURA 8 – Comparação visual da sinérese (barras pretas) em amostras de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita após três dias de fabricação.

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Em relação ao teor de lipídios, as formulações apresentaram lipídios entre 1,15% e 2,76%. Valores próximos foram observados por Costa²²⁴ para bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de araticum, que apresentaram lipídios entre 1,71% e 2,50% e por Vieira²³⁰, que obteve teor de lipídios entre 1,20% e 2,40% para bebidas lácteas fermentadas com diferentes frutos do cerrado.

O teor de lipídios estabelece correlação positiva com quantidade de leite e SL, em especial com o leite que apresenta na MGGL grandes quantidades de lipídios e fosfolipídios, e forte correlação negativa com a concentração de polpa (Gráfico 3), porque

dentre esses componentes, a polpa é a que apresenta menor teor de lipídios (0,15% a 0,19%). Essa relação também foi observada por Santos et al.²²⁵ que ao diminuir a concentração de leite, em bebidas lácteas fermentadas, de 80% para 20%, obteve redução no teor de lipídios de 1,25% para 0,45%.

O teor de carboidratos estabelece forte correlação negativa com a quantidade de SL e com o teor de umidade (Gráfico 3). Assim, a formulação F1 que apresentou menor concentração de SL (30%), e conseqüentemente, menor teor de umidade é a formulação com maior teor de carboidratos (Tabela 7 e Gráfico 3) com média de 15,32% ± 0,01%.

Ferreira²²⁸ obteve, para bebidas lácteas fermentadas simbióticas e probióticas saborizadas com polpa de pitanga, 13,72% e 11,77% de carboidratos, respectivamente. E assim como observado no presente estudo, a bebida que apresentou maior teor de carboidrato foi a que obteve menor teor de umidade.

Menezes²²⁷ apresentou maiores teores de carboidratos, entre 15,56% e 15,80% para bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de cajá. Entretanto, tais bebidas foram formuladas com maior concentração de leite (60%) em relação à concentração máxima de leite (50%) das formulações do presente estudo.

O valor energético total está relacionado com os teores de lipídios, carboidratos e com o teor de proteína. Assim, quanto maior o teor desses constituintes, maior será o VET do produto. A formulação com maior valor energético total ($p \leq 0,05$) foi a F7 com 85,05 kcal, seguida da formulação F4 (84,14 kcal), que apresentam altos teores de lipídios.

A formulação que apresentou menor VET foi a F3, porque apresenta valores mais baixos de lipídios e carboidratos. Essa formulação apresenta maior concentração de SL e polpa e esses constituintes estabelecem relação negativa com VET (Gráfico 3). Costa²²⁴ obteve para bebidas lácteas fermentadas com maiores concentrações de soro (70%) e polpa (10%) valor energético com média igual a 74,03 kcal. E para formulações com 40% de soro, mesma concentração de polpa e maiores teores de lipídios e proteínas ($p \leq 0,05$), valor energético com média igual a 86,47 kcal.

5.4. Caracterização microbiológica das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

Os resultados das análises de bactérias lácticas ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado são apresentados na Tabela 8.

As formulações que apresentaram menor número de bactérias lácticas viáveis no dia 1 foram as formulações com maiores teores de polpa de cagaita (20%): F1, F3 e F6.

TABELA 8 - Avaliação de bactérias lácticas viáveis (\log_{10} UFC/mL) em bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita, ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (média \pm desvio padrão, n=2)

Formulações	Dia 1	Dia 7	Dia 14
F1	6,39 \pm 0,12	6,60 \pm 0,00	6,30 \pm 0,00
F2	7,30 \pm 0,42	7,15 \pm 0,21	7,04 \pm 0,00
F3	6,48 \pm 0,00	5,63 \pm 0,21	5,75 \pm 0,04
F4	6,80 \pm 0,28	6,70 \pm 0,00	6,84 \pm 0,09
F5	7,18 \pm 0,00	6,87 \pm 0,04	6,95 \pm 0,07
F6	6,24 \pm 0,34	6,00 \pm 0,00	5,85 \pm 0,21
F7	6,63 \pm 0,21	7,24 \pm 0,34	6,77 \pm 0,10
Valor mínimo de referência	6,00	6,00	6,00

A formulação F3, deixou de ser considerada bebida láctea fermentada após sete dias de fabricação por apresentar quantidades inferiores de bactérias lácticas viáveis ao limite mínimo exigido pela legislação ($6 \log_{10}$ UFC/mL)¹.

Ao comparar as formulações com maiores concentrações de polpa (F1, F3 e F6) é possível observar que a formulação F1, com menor teor de leite (36%), deixou de ser bebida láctea fermentada com sete dias de armazenamento. A formulação F6, com o segundo menor teor de leite (43%), foi a segunda a obter contagens inferiores a $6 \log_{10}$ UFC/mL no dia 14. A F1, com maior concentração de leite (50%) manteve contagens de bactérias lácticas dentro do padrão estabelecido pela legislação.

Os constituintes do leite, como proteínas e lipídios, são essenciais para a manutenção da viabilidade das bactérias lácticas. Primeiramente, porque as bactérias lácticas, especialmente o *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, possuem uma alta atividade proteolítica e promovem a liberação de peptídeos e aminoácidos que são utilizados para o desenvolvimento dessas bactérias além de possuírem atividade lipolítica que contribui também para a manutenção desses micro-organismos¹⁰². Além disso, tanto as proteínas como os lipídios fornecem proteção às bactérias lácticas. Esses constituintes funcionam como microcápsulas que protegem as BAL de adversidades do ambiente, favorecendo a sua sobrevivência^{235,236}.

Portanto, quando estão em menores concentrações, podem interferir na viabilidade desses micro-organismos. As formulações que apresentaram menores teores

de lipídios, F3 e F6 (Tabela 6), foram as que tiveram contagens de bactérias lácticas inferiores a $6 \log_{10}$ UFC/mL, ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado.

Costa²²⁴ obteve número de bactérias lácteas viáveis, entre $6,80 \log_{10}$ UFC/mL e $6,86 \log_{10}$ UFC/mL, em diferentes formulações saborizadas com polpa de araticum. Resultados similares foram encontrados para as formulações F2, F4 e F5.

Os resultados das análises de bolores e leveduras estão evidenciados na Tabela 9. Apesar do RTIQ de bebidas lácteas fermentadas não apresentar padrões para bolores e leveduras, sabe-se que esses micro-organismos influenciam diretamente na qualidade e vida útil dos produtos. Assim, utilizando como base o RTIQ de Leites fermentados²², as formulações F1, F3 e F6 apresentaram, no dia 1, resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

TABELA 9 - Avaliação de bolores e leveduras (\log_{10} UFC/mL) em bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita, ao longo de 14 dias de armazenamento refrigerado (médias \pm desvio padrão, n=2)

Formulações	Dia 1	Dia 7	Dia 14
F1	2,00 \pm 0,00	3,60 \pm 0,01	5,53 \pm 0,08
F2	3,60 \pm 0,42	3,48 \pm 0,00	3,48 \pm 0,21
F3	1,70 \pm 0,00	2,42 \pm 0,20	2,84 \pm 0,09
F4	3,77 \pm 0,10	3,39 \pm 0,55	3,48 \pm 0,71
F5	3,15 \pm 0,21	3,40 \pm 0,08	3,40 \pm 0,00
F6	2,18 \pm 0,21	3,00 \pm 0,00	4,69 \pm 0,30
F7	3,69 \pm 0,12	3,90 \pm 0,08	5,18 \pm 0,08
Valor máximo de referência	2,30	2,30	2,30

As matérias-primas utilizadas nos processamentos “B” e “C” apresentaram maiores contagens de bolores e leveduras em relação às matérias-primas do processamento “A”. Assim, no dia 1, as formulações F2, F4, F5 e F7 já apresentaram valores superiores ao limite máximo estabelecido para bolores e leveduras em leites fermentados

Todas as formulações obtiveram altas contagens ao longo do período de estocagem. Esses resultados não foram similares aos encontrados na literatura para esse tipo de produto^{224,226,228,229}.

Após a observação e análise dos resultados, conclui-se que a contaminação por bolores e leveduras ocorreu em decorrência da maior contaminação do ambiente. As formulações eram realizadas em planta piloto, onde aconteciam aulas práticas e fabricações de queijos como gorgonzola. E mesmo fazendo a higienização recomendada

para ambientes industriais, foi possível verificar através do controle microbiológico do ambiente, com exposição de placas com meio de cultura, altas contagens de bolores e leveduras.

As amostras não apresentaram resultados fora do padrão estabelecido pela legislação para coliformes a 35 °C e 45 °C e *Salmonella* sp. (Tabela 10). Indicando que os tratamentos térmicos foram adequados, que os processamentos ocorreram de forma higiênica e os produtos estavam seguros para serem submetidos à análise sensorial.

TABELA 10 - Resultados das análises de coliformes a 35 °C e a 45 °C e de *Salmonella* sp. das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (n=2)

Formulações	Coliformes a 35 °C (NMP/mL)	Coliformes a 45 °C (NMP/mL)	<i>Salmonella</i> sp. (UFC/mL)
F1	15 NMP/mL	< 3,0	Ausente
F2	< 3,0	< 3,0	Ausente
F3	< 3,0	< 3,0	Ausente
F4	< 3,0	< 3,0	Ausente
F5	< 3,0	< 3,0	Ausente
F6	< 3,0	< 3,0	Ausente
F7	< 3,0	< 3,0	Ausente
Valor máximo de referência	100	10	Ausente

5.5. Análise sensorial das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

A análise sensorial foi realizada por cem provadores não-treinados que avaliaram os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência, impressão global e intenção de compra das bebidas elaboradas, em cabines individuais, iluminadas com luz branca. Os resultados em relação a cada formulação estão evidenciados na Tabela 11.

As formulações que apresentaram maiores notas em relação aos atributos “aparência” e “consistência” (F1, F2 e F5) são as que possuem maiores teores de leite (50%). Isso ocorre porque quanto maior é a quantidade de leite, maior será a concentração

de caseína, a firmeza e estabilidade do gel proteico formado e maior será a retenção de água e de soro/leitelho na estrutura tridimensional do gel, obtendo amostras mais consistentes²³²⁻²³⁴.

TABELA 11 - Valores médios para atributos de aceitação e intenção de compra das amostras de bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=100)

Formulações	Atributos						
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Impressão Global	Intenção de compra*
F1	7,37 \pm 1,24 ^{ab}	7,25 \pm 1,33 ^a	7,58 \pm 1,35 ^a	7,99 \pm 1,25 ^a	7,75 \pm 1,46 ^a	7,82 \pm 1,12 ^a	4,18 \pm 0,89 ^a
F2	7,49 \pm 1,20 ^a	7,35 \pm 1,30 ^a	7,05 \pm 1,40 ^{bc}	7,84 \pm 1,16 ^a	7,73 \pm 1,17 ^{ab}	7,72 \pm 1,02 ^{ab}	4,20 \pm 0,74 ^a
F3	6,81 \pm 1,53 ^{cd}	6,95 \pm 1,44 ^a	7,40 \pm 1,27 ^{ab}	7,26 \pm 1,45 ^b	6,74 \pm 1,71 ^c	7,05 \pm 1,32 ^{de}	3,73 \pm 0,99 ^{bc}
F4	3,36 \pm 1,48 ^e	4,47 \pm 1,76 ^b	6,10 \pm 1,62 ^d	5,38 \pm 1,99 ^c	3,52 \pm 1,92 ^d	4,35 \pm 1,84 ^f	2,03 \pm 0,93 ^d
F5	7,19 \pm 1,33 ^{ac}	7,07 \pm 1,41 ^a	6,87 \pm 1,58 ^c	7,68 \pm 1,36 ^a	7,52 \pm 1,49 ^{ab}	7,39 \pm 1,25 ^{cd}	3,95 \pm 0,91 ^{ab}
F6	6,99 \pm 1,45 ^{bcd}	7,01 \pm 1,52 ^a	7,55 \pm 1,37 ^a	7,77 \pm 1,30 ^a	7,41 \pm 1,52 ^b	7,44 \pm 1,32 ^{bc}	3,95 \pm 0,94 ^{ab}
F7	6,75 \pm 1,48 ^d	6,97 \pm 1,33 ^a	7,10 \pm 1,45 ^{bc}	7,22 \pm 1,52 ^b	6,33 \pm 1,79 ^c	6,97 \pm 1,24 ^e	3,55 \pm 0,96 ^c

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de adjust.fdr.

Médias de notas obtidas a partir de escala hedônica: 9 – gostei extremamente, 8 – gostei muito, 7 – gostei moderadamente, 6 – gostei ligeiramente, 5 – indiferente (não gosta/nem desgosta), 4 – desgostei ligeiramente, 3 – desgostei moderadamente, 2 – desgostei muito, 1 – desgostei extremamente

*Notas de intenção de compra: 5 - Eu certamente compraria, 4 - Eu provavelmente compraria, 3 - Eu tenho dúvida se compraria ou não compraria, 2 - Eu provavelmente não compraria, 1 - Eu certamente não compraria

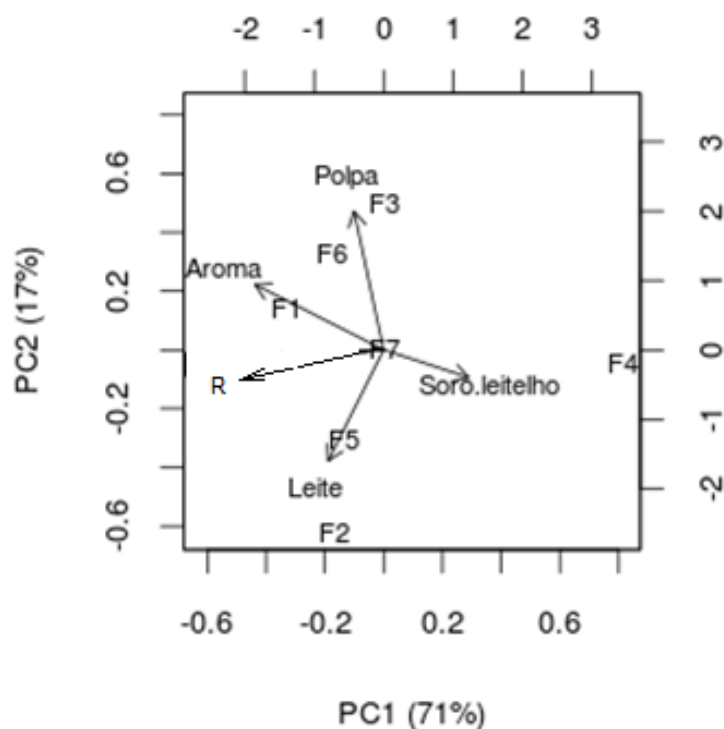
Ferreira²²⁸, obteve para bebidas lácteas fermentadas saborizadas com pitanga, com maiores teores de soro na formulação (40%), menores notas em relação à consistência. Da mesma forma, em trabalho realizado por Santos et al.²²⁵ as formulações que continham as maiores concentrações de soro (60% e 80%) obtiveram as menores notas em relação à consistência e comentários como “rala” e “pouco viscosa” dos avaliadores.

As formulações F1, F3 e F6 que apresentam maiores teores de polpa de cagaita em sua composição (20%) obtiveram maiores notas para o atributo aroma. Esse atributo estabelece correlação positiva com a concentração de polpa e correlação negativa com a quantidade de SL (Gráfico 4), assim entre essas amostras, a F1 que apresenta menor teor de SL (30%) apresentou maior média para aroma, seguida da amostra F6, com 37% de SL e F3 com 44% de SL.

As formulações, com exceção da amostra F4, obtiveram notas para cor e sabor entre “gostei ligeiramente” (nota 6) a “gostei extremamente” (nota 9), sendo resultados satisfatórios para as amostras.

Em relação a impressão global e intenção de compra as formulações F1 e F2 receberam as maiores notas, por apresentarem de forma geral, melhores resultados.

GRÁFICO 4 - Correlação entre as matérias-primas, as formulações e parâmetros sensoriais das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leiteiro e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).



*R = Aparência, Cor, Sabor, Consistência, Impressão Global e Intenção de compra

As formulações F4 e F7 apresentaram grumos logo após o tratamento térmico de 85 °C por 5 minutos, porém a F7 apresentou grumos bem menores do que a F4, em virtude da relação entre a quantidade de leite e SL dessas formulações. A mistura SL do processamento em que essas formulações foram fabricadas, estava mais ácida que a dos demais processamentos (“A” e “C”) e apresentou pH igual a 4,7 (Tabela 2). A mistura SL do processamento “A” apresentou pH igual a 5,8 e a do processamento “C” pH igual a 6,1.

A β -lactoglobulina, que corresponde a 50% das proteínas do soro presentes no soro lácteo, possui um equilíbrio entre as formas monomérica e dimérica, a 20 °C e na

faixa de pH 5,5 a 7,0. Quando submetida a temperatura próxima de 65 °C (temperatura de pasteurização da mistura SL), sofre uma desnaturação reversível. Porém em temperaturas acima de 70 °C, como a temperatura do tratamento térmico da bebida láctea fermentada (85 °C/5min), a desnaturação torna-se irreversível por meio de uma série de etapas de agregação. A agregação inicial de tipo I envolve a formação de ligações dissulfeto intermoleculares, enquanto a agregação de tipo II envolve interações não específicas, incluindo a ligação hidrofóbica e eletrostática. Já a agregação de tipo III envolve interações não específicas e ocorre quando os grupos sulfidríla estão bloqueados²³⁷.

O fato da mistura SL possuir uma acidez mais elevada e um pH próximo ao ponto isoelétrico da caseína possivelmente favoreceu a neutralização das cargas negativas das micelas de caseína promovendo a agregação e precipitação das mesmas. Simultaneamente, pela baixa concentração de caseínas e presença de β -lactoglobulina (Tabela 12), e devido o tratamento térmico, ocorreu desnaturação irreversível com agregação do tipo I, envolvendo formação de pontes dissulfeto entre κ -caseína e β -lactoglobulina, e agregação do tipo II envolvendo interações não específicas, incluindo ligações hidrofóbicas e eletrostáticas entre caseínas, proteínas do soro e MGGL.

Apesar da formulação F3 apresentar alta quantidade de SL (44%), menor concentração de leite (36%) e de caseína, quando comparada às formulações F4 e F7, não ocorreu a formação de grumos, porque a mistura SL do processamento A, em que esta foi fabricada apresentou pH igual a 5,8 e acidez menor do que o soro/leitelho do processamento B, não alterando a estabilidade das micelas de caseína.

A formulação F4, por apresentar grumos maiores (Figura 9), recebeu notas baixas em relação à aparência. E esse atributo estabelece uma alta correlação com os atributos de cor, sabor, consistência, impressão global e intenção de compra (Gráfico 4), assim essa formulação foi a menos preferida dos provadores. No entanto, em relação aos parâmetros aroma e sabor, apresentou notas entre “desgostei ligeiramente” (nota 4) a “gostei ligeiramente” (nota 6) e “desgostei moderadamente” (nota 3) a “gostei moderadamente” (nota 7), respectivamente, sendo satisfatória para esses atributos.

TABELA 12- Valores dos teores de caseína, nitrogênio não proteico e proteínas do soro das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=2)

Formulações	Proteína total (%)	Caseína (%)	NNP (%)	Proteínas do soro (%)
F1	2,0092 \pm 0,0426 ^a	1,6993 \pm 0,0000 ^a	0,0365 \pm 0,0014 ^{ab}	0,2534 \pm 0,001 ^a
F2	1,8955 \pm 0,0164 ^a	1,4871 \pm 0,0124 ^c	0,0230 \pm 0,0037 ^b	0,3992 \pm 0,0417 ^a
F3	1,6135 \pm 0,0184 ^b	1,2638 \pm 0,0021 ^d	0,0259 \pm 0,0081 ^{ab}	0,2588 \pm 0,0081 ^a
F4	1,5946 \pm 0,0159 ^b	1,4421 \pm 0,0003 ^c	0,0373 \pm 0,0005 ^{ab}	0,2416 \pm 0,0341 ^a
F5	1,9675 \pm 0,0197 ^a	1,6741 \pm 0,0186 ^a	0,0375 \pm 0,0000 ^{ab}	0,2458 \pm 0,0092 ^a
F6	1,9674 \pm 0,1707 ^a	1,4799 \pm 0,0003 ^c	0,0402 \pm 0,0038 ^a	0,4473 \pm 0,1470 ^a
F7	1,8241 \pm 0,0195 ^a	1,5476 \pm 0,0067 ^b	0,0286 \pm 0,0033 ^{ab}	0,2610 \pm 0,0229 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Nenhuma das formulações apresentou altas notas de rejeição como “desgostei extremamente” (nota 1) e “desgostei muito” (nota 2).

As formulações que apresentaram as maiores notas em relação ao atributo intenção de compra foram as formulações F1 e F2, pois a intenção de compra é muito influenciada pelos demais atributos avaliados. Assim, essas amostras por receberem notas entre “gostei ligeiramente” (nota 6) a “gostei extremamente” (nota 9) foram as que tiveram maiores notas em intenção de compra.



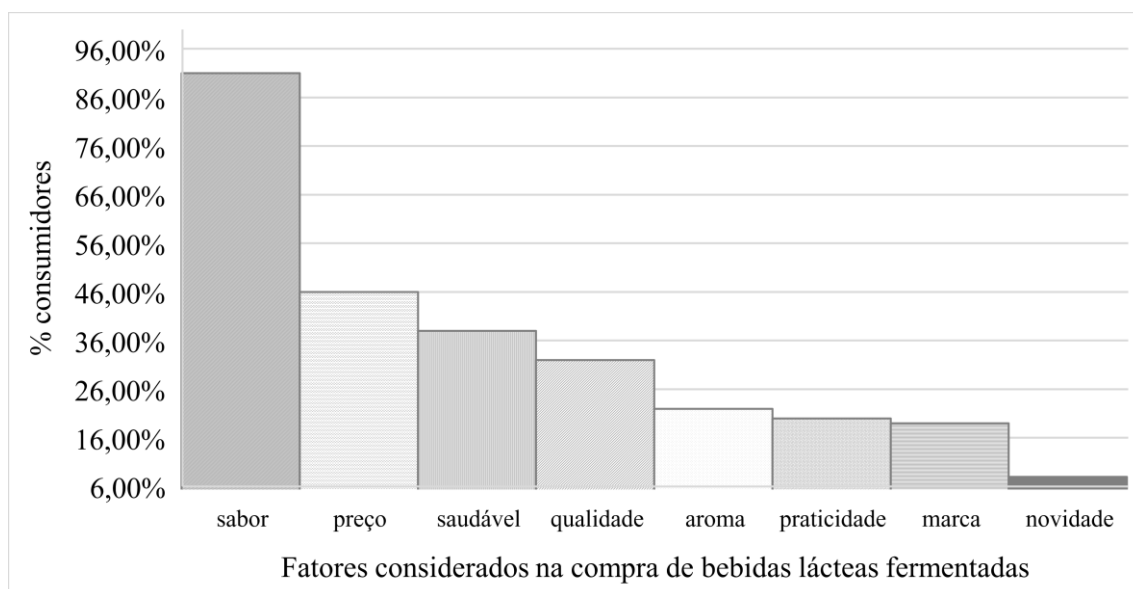
FIGURA 9 – Presença de grumos (seta preta) na bebida láctea fermentada (F4) acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Com base nos dados obtidos pela questão nove do questionário de consumo de bebida láctea fermentada (Anexo III), foi possível observar que a maioria dos consumidores ao comprar uma bebida láctea fermentada, escolhem, especialmente, com base no sabor e posteriormente com base no preço do produto (Gráfico 5).

Assim, é possível determinar que a formulação com melhor custo-benefício é a formulação F2. Visto que, obteve notas satisfatórias, entre notas 6 e 9, na análise sensorial em todos os atributos, especialmente em relação ao sabor, e o preço para fabricá-la (Tabela 13) é reduzido por ter alta concentração de co produtos (44%) e baixa concentração de polpa (6%).

GRÁFICO 5 – Fatores considerados por consumidores na compra de bebidas lácteas fermentadas (n=100)



No presente trabalho, foram utilizadas embalagens de vidro para o envase das formulações, pois as embalagens de vidro apresentam menor risco de contaminação por serem resistentes a altas temperaturas, podendo ser autoclavadas. Além disso, apresentam alta reciclabilidade, sem apresentar deformações ou modificações nas propriedades do material e garantem maior preservação das características originais das formulações por proporcionarem alta inércia química, ou seja, as reações químicas levam um maior tempo para acontecer²³⁸. Usualmente, as indústrias utilizam embalagens de polietileno tereftalato (PET) por apresentarem menor custo, maior resistência e facilidade de manipulação em relação às embalagens de vidro. Assim, pelas indústrias, são utilizadas garrafas PET para comercialização de bebidas lácteas fermentadas, reduzindo mais de 58% o custo básico de produção das formulações (Tabela 13).

TABELA 13 - Custo básico de produção das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leiteiro e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

Concentrações/ Formulações							
Matéria-prima	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Leite	50,00%	50,00%	36,00%	43,00%	50,00%	43,00%	45,33%
Soro/Leitelho	30,00%	44,00%	44,00%	44,00%	37,00%	37,00%	35,33%
Polpa	20,00%	6,00%	20,00%	13,00%	13,00%	20,00%	15,33%
Insumos							
	Leite	Soro	Leitelho	Polpa de cagaita	Garrafa de vidro 200mL	Tampa rosca com vedante	Garrafa PET 200mL
Custo	R\$2,50 /L	R\$0,80 /L	-----	R\$25,53 /Kg	R\$1,20 /unidade	R\$0,09 /unidade	R\$0,45 /unidade
Custo básico de produção das formulações							
Custo básico de produção	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Com garrafa de vidro (200mL)	R\$2,4 U\$S0,73	R\$1,80 U\$S 0,54	R\$2,38 U\$S 0,72	R\$2,09 U\$S 0,63	R\$2,12 U\$S 0,64	R\$2,41 U\$S 0,72	R\$2,20 U\$S 0,66
Com garrafa PET (200mL)	R\$1,69 U\$S 0,51	R\$1,05 U\$S 0,32	R\$1,63 U\$S 0,49	R\$1,34 U\$S 0,40	R\$1,37 U\$S 0,41	R\$1,66 U\$S 0,50	R\$1,45 U\$S 0,44

5.6. Repetição das formulações F4 e F7

Em virtude do comportamento inesperado e da constatação de defeitos, com formação de grumos, das amostras F4 e F7, realizou-se a repetição dessas formulações, denominando-as de F4R e F7R.

A matéria-prima utilizada na repetição foi adquirida de forma semelhante à dos demais processamentos, da mesma empresa, mas de lotes diferentes. E as análises físico-químicas foram realizadas simultaneamente com as das formulações.

O leite pasteurizado e a polpa de cagaita utilizados na repetição apresentou resultados similares com os outros processamentos e estava de acordo com os parâmetros preconizados pela legislação. E a mistura soro/leitelho da repetição, apresentou média de pH igual a 5,11 e valor similar, em relação a acidez, ao do processamento B. Os demais resultados estavam estatisticamente iguais ($p < 0,05$) aos dos processamentos A e C.

As formulações do reprocessamento apresentaram ao longo do período de armazenamento pH estável e dentro dos valores usuais, entre 4,0 e 4,5, encontrados na literatura²²⁴⁻²³⁰.

Assim como o pH, a acidez das amostras F4R e F7R, não apresentou diferenças estatísticas durante o período de armazenamento refrigerado. Em relação a composição centesimal, as formulações F4R e F7R apresentaram diferenças em relação a F4 e F7, respectivamente. As amostras que foram repetidas, apresentaram menor teor de umidade, lipídios e consequentemente VET e maior teor de carboidratos, devido ao menor teor de umidade e lipídios. Em relação a cinzas e proteínas, não houve diferença estatística entre a F4 e F4R, F7 e F7R.

Apesar das formulações apresentarem comportamento dentro dos padrões esperados em relação ao pH e acidez, ocorreu novamente a formação de grumos, sendo que a F4R apresentou grumos maiores e maior sinérese visual em relação a F4 (Figura 10). O que pode ser explicado pela menor concentração de caseína e maior teor de proteínas do soro na F4R (Tabela 14).



FIGURA 10 – Comparação entre as formulações F4 (à esquerda) e F4R (à direita) de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A formação de grumos nas formulações F4R e F7R, está relacionada, da mesma forma que amostras F4 e F7, com o pH e acidez da mistura SL. A mistura SL da repetição, apresentou acidez elevada e pH com média igual a 5,1.

Mesmo apresentando um valor de pH maior que a do processamento B, a agregação e precipitação das caseínas estabelece uma relação com a temperatura, de forma que mesmo o meio apresentando pH igual a 4,6, a agregação e precipitação das micelas de caseína não acontece se a temperatura estiver abaixo de 5-8°C. No entanto, em temperaturas elevadas, acima de 70°C, como a temperatura do tratamento térmico em que as bebidas lácteas eram submetidas, em um intervalo de pH entre 3,0 – 5,5 ocorre a neutralização das cargas negativas das micelas de caseína, promovendo a agregação ou precipitação delas²³⁷.

Assim, é possível deduzir que o pH e acidez da mistura soro/leite constituem um parâmetro essencial para evitar a formação de grumos em bebidas lácteas fermentadas.

Os valores dos teores de caseína, nitrogênio não proteico (NNP) e proteínas do soro das formulações e repetições das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita, estão evidenciados na Tabela 14.

Na Tabela 15, é possível observar a alta correlação positiva entre a quantidade de leite e o teor de caseína e a alta correlação negativa entre a concentração de

soro/leitelho e caseína. As formulações com maior quantidade de caseína foram as amostras F1 e F5 que apresentaram 50% de leite e baixas concentrações da mistura SL, 30% e 37%, respectivamente. E foram as amostras que apresentaram baixa sinérese (Figura 8) e maiores notas em relação à consistência na avaliação sensorial (Tabela 11)

TABELA 14 - Comparação dos valores dos teores de caseína, nitrogênio não proteico e proteínas do soro das formulações e repetições de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (médias \pm desvio padrão, n=2)

Formulações	Proteína total (%)	Caseína (%)	NNP (%)	Proteínas do soro (%)
F1	2,0092 \pm 0,0426 ^a	1,6993 \pm 0,0000 ^a	0,0365 \pm 0,0014 ^{ab}	0,2534 \pm 0,001 ^b
F2	1,8955 \pm 0,0164 ^a	1,4871 \pm 0,0124 ^c	0,0230 \pm 0,0037 ^{ab}	0,3992 \pm 0,0417 ^{ab}
F3	1,6135 \pm 0,0184 ^b	1,2638 \pm 0,0021 ^d	0,0259 \pm 0,0081 ^{ab}	0,2588 \pm 0,0081 ^b
F4	1,5946 \pm 0,0159 ^b	1,4421 \pm 0,0003 ^c	0,0373 \pm 0,0005 ^{ab}	0,2416 \pm 0,0341 ^b
F5	1,9675 \pm 0,0197 ^a	1,6741 \pm 0,0186 ^a	0,0375 \pm 0,0000 ^{ab}	0,2458 \pm 0,0092 ^b
F6	1,9674 \pm 0,1707 ^a	1,4799 \pm 0,0003 ^c	0,0402 \pm 0,0038 ^a	0,4473 \pm 0,1470 ^{ab}
F7	1,8241 \pm 0,0195 ^a	1,5476 \pm 0,0067 ^b	0,0286 \pm 0,0033 ^{ab}	0,2610 \pm 0,0229 ^b
F4R	1,7189 \pm 0,0737 ^b	1,1658 \pm 0,0003 ^e	0,0176 \pm 0,0124 ^b	0,4840 \pm 0,0173 ^a
F7R	1,9204 \pm 0,0243 ^a	1,4829 \pm 0,0038 ^c	0,0362 \pm 0,0006 ^{ab}	0,4153 \pm 0,0094 ^{ab}

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

As formulações que apresentam alta quantidade de soro/leitelho em relação à concentração de leite, possuem menor concentração de caseína e maior concentração de proteínas do soro, comprometendo a estabilidade da bebida láctea ao ser submetida em temperaturas elevadas. Assim, essas amostras são mais suscetíveis ao aparecimento de grumos, caso a mistura soro/leitelho esteja com um pH menor e acidez elevada. Além disso, têm-se aumento da sinérese, porque a formação do gel proteico será por meio de ligações fracas, permitindo maior expulsão dos constituintes da malha tridimensional do gel.

TABELA 15 - Correlação entre leite, soro/leitelho, teor de caseína e de proteínas do soro

Correlação	Coefficiente de correlação	Significância*
Leite e caseína	0,7586	0,0178
Soro/leitelho e caseína	-0,7701	0,0152
Leite e proteína do soro	-0,062	0,8741
Soro/leitelho e proteína do soro	0,2467	0,5223

*Correlação de Pearson

Nesse sentido, é possível observar que a formulação F4R, que possui menor teor de caseína (Tabela 14) e conseqüentemente maior instabilidade, apresentou grumos maiores em relação à F4. A formulação F3, que apresenta a menor concentração de leite (36%), 44% de soro/leitelho e conseqüentemente baixo teor de caseína (Tabela 14), não apresentou grumos, enfatizando a importância do pH e acidez do leite e especialmente da mistura soro/leitelho na característica sensorial da bebida láctea fermentada.

A formação de grumos em bebidas lácteas fermentadas está relacionada tanto com a alta concentração de soro, como observado em trabalho realizado por Santos et al.²²⁵, como com o pH e acidez dos constituintes que compõem a base láctea.

As amostras F4R e F7R apresentaram altas contagens de bactérias lácticas viáveis durante os 14 dias avaliados, assim como as formulações dos processamentos “B” e “C”, que tiveram um resfriamento eficiente, após atingirem valor de pH igual a 4,7.

As formulações das repetições assim como as demais, no dia 1, com exceção das bebidas lácteas fermentadas F1, F3 e F6, já apresentaram valores superiores ao limite máximo estabelecido para bolores e leveduras em leites fermentados²². E estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para análise de coliformes a 35 °C, coliformes a 45°C e *Salmonella* sp.

5.7. Delineamento simplex centroide

As bebidas lácteas fermentadas foram fabricadas a partir de três variáveis independentes, mistura soro/leitelho (x_1), leite (x_2) e polpa de cagaita (x_3), com concentrações mínima e máxima determinadas em testes preliminares (Tabela 16). Os valores apresentados como pseudocomponentes foram utilizados para posterior validação

do experimento, sendo utilizados para a realização das formulações os valores reais multiplicados por cem (Tabela 17).

TABELA 16 - Concentrações mínima e máxima de cada variável independente

Componente	Valor mínimo	Valor máximo
Soro/leitelho	30%	44%
Leite	36%	50%
Polpa	6%	20%

As variáveis respostas ou dependentes, constituem os parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas, sendo possível observar o comportamento de cada variável resposta ao alterar a relação entre as concentrações dos constituintes independentes, propostas pelo delineamento.

TABELA 17 - Valores de pseudocomponentes e reais das variáveis independentes para cada formulação de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

Formulações	Pseudocomponente			Concentração Real		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
F1	0,00	0,50	0,50	0,30	0,50	0,20
F2	0,50	0,50	0,00	0,44	0,50	0,06
F3	0,50	0,00	0,50	0,44	0,36	0,20
F4	0,50	0,25	0,25	0,44	0,43	0,13
F5	0,25	0,50	0,25	0,37	0,50	0,13
F6	0,25	0,25	0,50	0,37	0,43	0,20
F7	0,333333	0,333333	0,333333	0,393333	0,453333	0,153333

As características físico-químicas das formulações, conforme descrito no item 4.1 (Tabela 7) proporcionaram a comparação entre os modelos linear e quadrático. Para verificar o grau de significância de cada modelo, realizou-se a análise de variância, ao nível de 5% ($p < 0,05$). Para determinar a escolha do melhor modelo, foram avaliados os coeficientes de determinação experimental (R^2) e os de determinação ajustado (R_A^2), que estabelecem o grau de variabilidade de cada modelo.

Os modelos que apresentam coeficientes de determinação próximos a uma unidade, são aqueles que possuem alta correlação com os dados e conseqüentemente melhor ajuste.

Na Tabela 18, são apresentados o nível de significância de cada modelo (valor-p) e os coeficientes de determinação dos modelos linear e quadrático para cada variável dependente.

TABELA 18 - Resultados de valor-p, coeficiente de determinação experimental (R^2) e coeficiente de determinação ajustado (R_A^2) de cada modelo testado para cada variável resposta

Variável Resposta	Modelo	P	R^2	R_A^2
Umidade	Linear	0,0001	0,7294	0,6933
	Quadrático	0,0000	0,9866	0,9824
Lipídios	Linear	0,0000	0,7787	0,7492
	Quadrático	0,0000	0,9830	0,9777
Cinzas	Linear	0,0000	0,8356	0,8137
	Quadrático	0,0369	0,9168	0,8822
Proteínas	Linear	0,0000	0,7332	0,6976
	Quadrático	0,0041	0,9082	0,8699
Carboidratos	Linear	0,2634	0,1629	0,0513
	Quadrático	0,0000	0,9517	0,9316
VET	Linear	0,0000	0,8864	0,8713
	Quadrático	0,0000	0,9945	0,9928
pH	Linear	0,0000	0,9068	0,8944
	Quadrático	0,0000	0,9815	0,9758
Acidez	Linear	0,0000	0,7777	0,7480
	Quadrático	0,0000	0,9838	0,9803

O modelo linear não apresentou significância ao nível de 5% ($p < 0,05$), apenas em relação à variável resposta “carboidratos”, porém para as demais variáveis, esse modelo foi significativo. No entanto, o modelo quadrático além de apresentar significância ao nível de 5% ($p < 0,05$) para todas as variáveis respostas, apresenta altos valores para os coeficientes de determinação (R^2 e R_A^2). Assim, o modelo quadrático é o melhor que se ajustou aos dados, sendo o modelo de escolha nesse trabalho.

A partir do modelo quadrático apresentado, foi possível obter os modelos matemáticos (Tabela 19) que descrevem o comportamento dos parâmetros físico-químicos em relação à concentração das variáveis independentes: mistura soro/leitelho (x_1), leite (x_2) e polpa de cagaita (x_3).

TABELA 19 - Modelos matemáticos para os parâmetros físico-químicos em relação a concentração da mistura soro/leitelho (x_1), leite (x_2) e polpa de cagaita (x_3)

Variável Resposta	Modelo matemático
Umidade	$y = 78,12x_1 + 84,33x_2 + 83,41x_3 + 8,25x_1x_3 - 13,38x_2x_3$
Lipídios	$y = 0,50x_1 + 3,40x_2 + 2,73x_3 - 1,76x_1x_3 - 5,83x_2x_3$
Cinzas	$y = 0,34x_1 + 0,91x_2 + 0,15^*x_3 + 0,11^*x_1x_2 + 0,94x_1x_3 + 0,10^*x_2x_3$
Proteínas	$y = 0,50^*x_1 + 1,55x_2 + 2,58x_3 + 3,49x_1x_2 + 0,02^*x_1x_3 - 0,20^*x_2x_3$
Carboidratos	$y = 20,74x_1 + 10,01x_2 + 11,03x_3 - 4,40x_1x_2 - 7,59x_1x_3 - 19,80x_2x_3$
VET	$y = 88,50x_1 + 75,89x_2 + 79,49x_3 - 45,53x_1x_3 + 24,00x_2x_3$
pH	$y = 4,69x_1 + 4,26x_2 + 3,09x_3 + 0,83x_1x_3 + 1,87x_2x_3$
Acidez	$y = 0,10x_1 + 0,84x_2 + 0,88x_3 - 1,13x_2x_3$

*termo não-significativo ($p < 0,05$), porém mantido para melhor qualidade estatística do modelo

y= estimativa da resposta

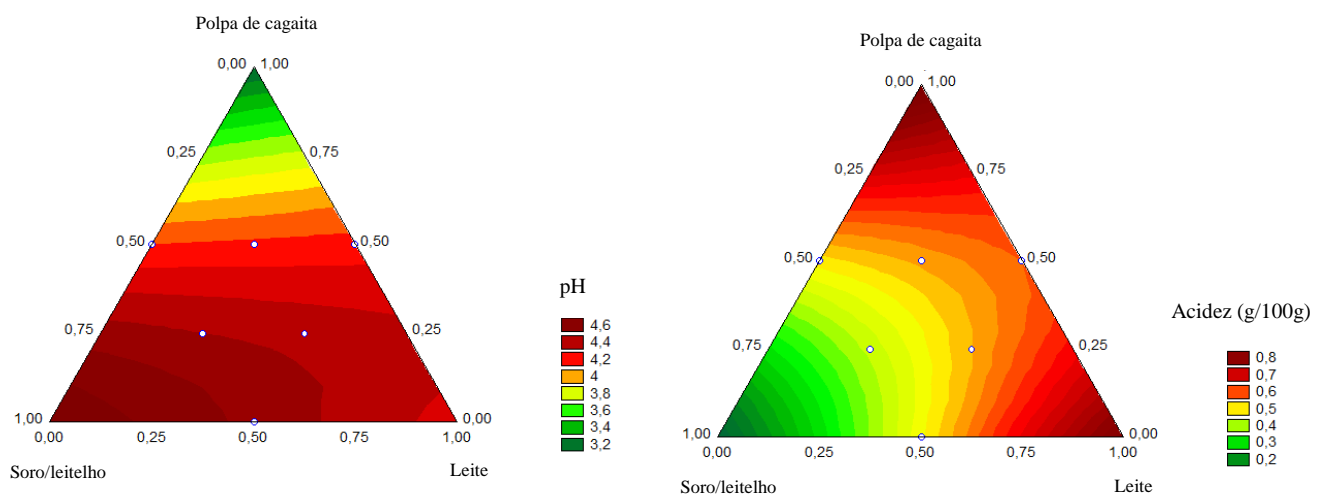
x_1 = concentração da mistura soro/leitelho, x_2 =concentração de leite, x_3 = concentração de polpa

A partir do modelo apresentado é possível observar que a interação entre a mistura soro/leitelho e polpa de cagaita (x_1x_3) apresenta sinergismo significativo com as variáveis respostas: umidade e cinzas e forte antagonismo com o teor de lipídios e VET. A interação entre o leite e a polpa de cagaita (x_2x_3) apresenta forte antagonismo com o teor de umidade e de carboidratos. E a interação entre soro/leitelho e leite (x_1x_2) apresenta correlação positiva, significativa, apenas com o teor de proteína das bebidas lácteas fermentadas

Através dos modelos matemáticos gerados, é possível obter curvas de nível que evidenciam a relação entre a concentração das variáveis independentes, em pseudocomponentes, e a alteração sobre as variáveis dependentes (Figura 11).

A resposta com menor e maior valor numérico é representada pela região de cor verde e vermelha, respectivamente, nas curvas de nível.

FIGURA 11 - Curvas de nível para as características físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)



Umidade (g/100g)

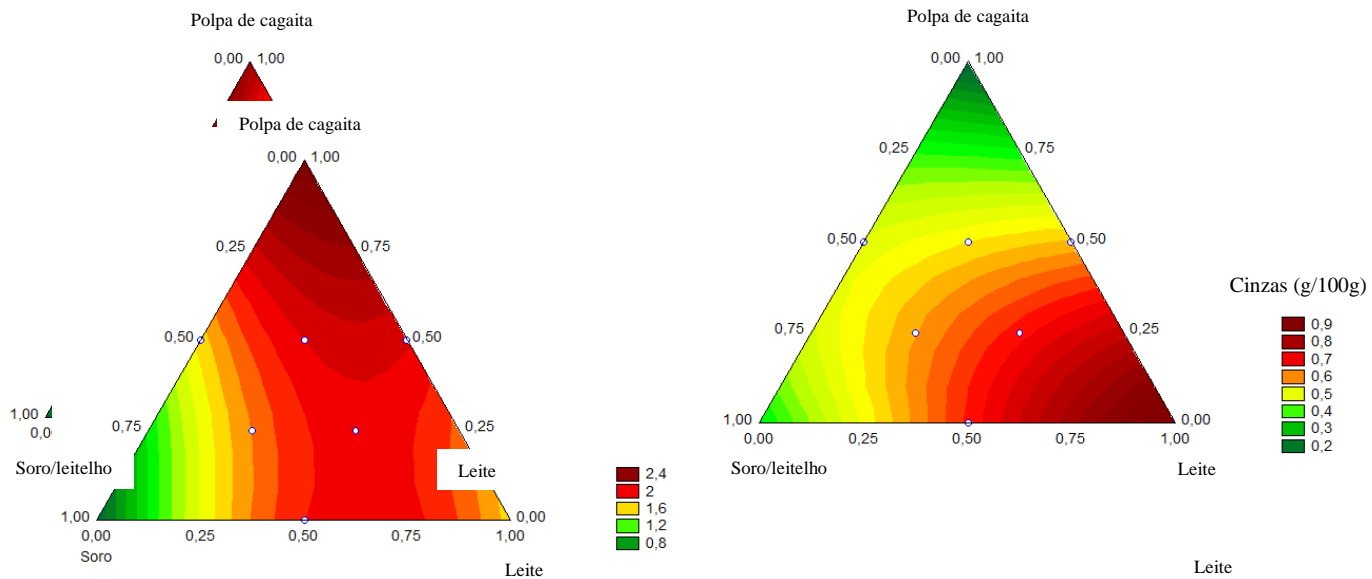
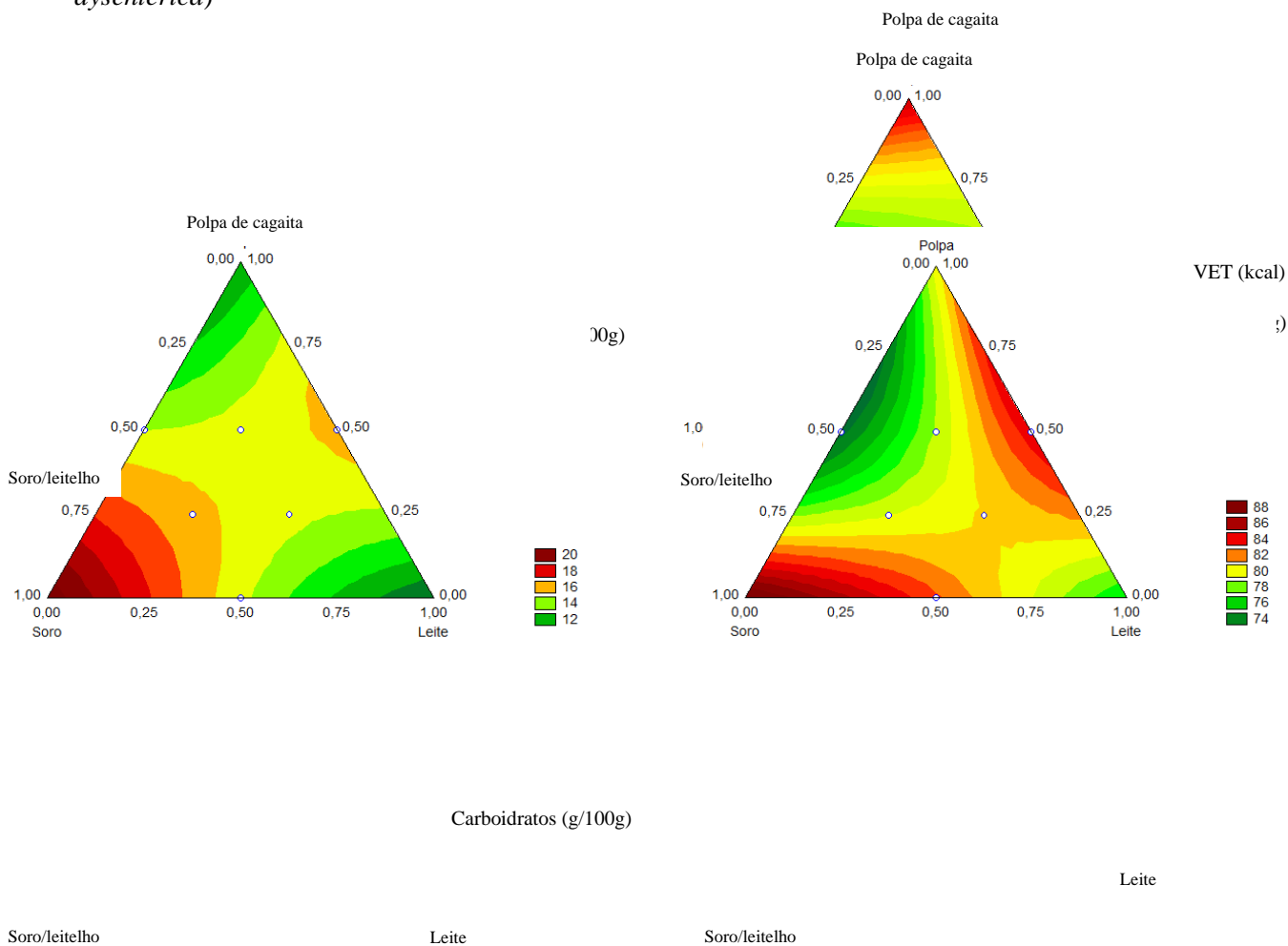


FIGURA 11.1 - (Continuação) Curvas de nível para as características físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leitelho e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)

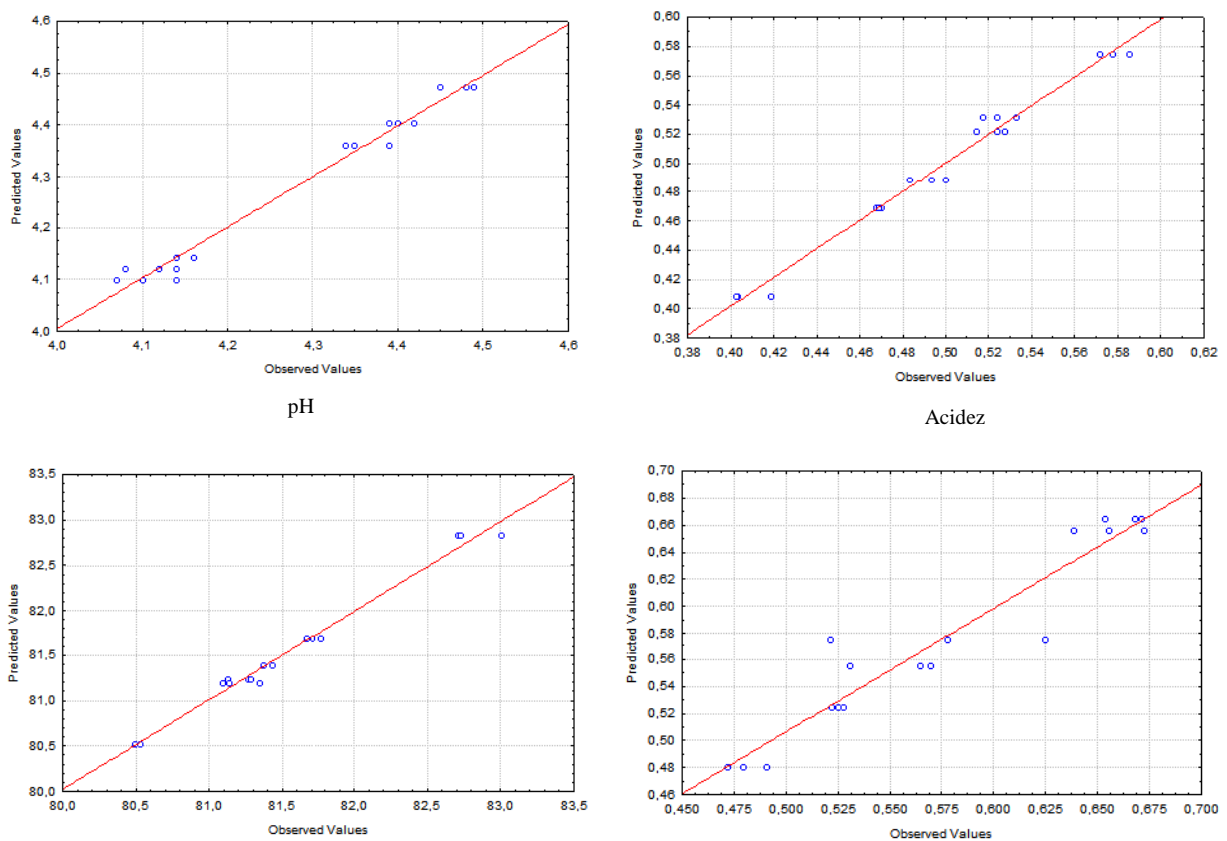


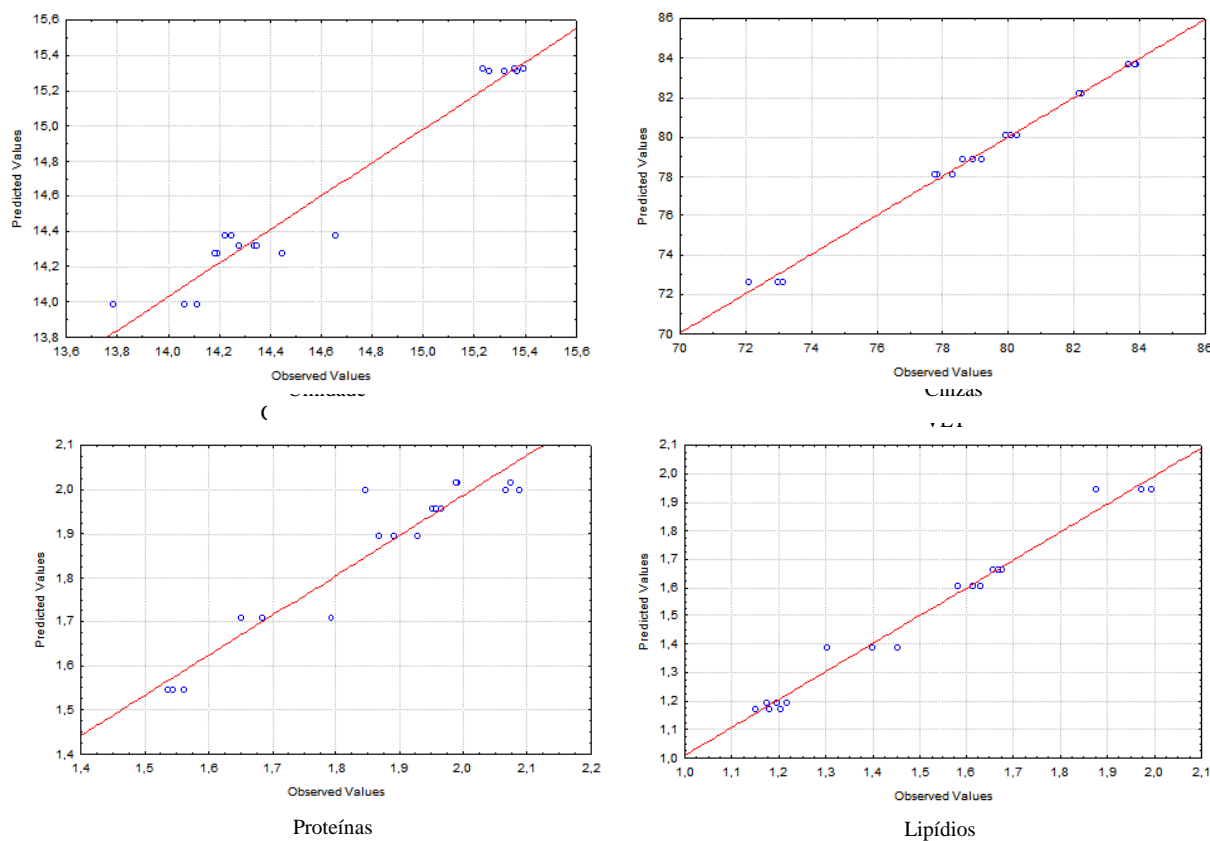
As curvas de nível confirmam o que foi possível observar anteriormente, em especial, através do Gráfico 3. Em relação ao pH e carboidratos, as amostras com maior concentração de polpa (0, 1, 0) apresentaram menor valor de pH e teor de carboidratos.

E em relação às variáveis respostas: pH, acidez, umidade, cinzas e lipídios, é possível observar que o vértice onde apresenta maior concentração de leite (0, 1, 0) apresenta curvas de nível na cor vermelha, assim com a maior concentração dessa variável independente, maior serão estas variáveis respostas. Já em relação à proteína, com o aumento de leite e polpa de cagaita, ocorre aumento no teor de proteína.

Utilizou-se além do valor-p e dos coeficientes de determinação, a análise de gráficos correlacionando os valores obtidos experimentalmente com os valores preditos pelo modelo e teste de falta de ajuste, com o intuito de verificar a qualidade de ajuste do modelo quadrático (Figura 12).

FIGURA 12 - Valores observados *versus* valores preditos para os parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leiteiro e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*)





A concordância exata entre os valores observados e os valores preditos é representada pela linha vermelha na diagonal, assim quanto mais próximo os pontos estão dessa linha, maior é a correlação e concordância entre os dados. Então, é possível observar que houve uma qualidade satisfatória do ajuste do modelo quadrático.

A significância (valor-p) do teste de falta de ajuste para cada variável resposta é apresentado na Tabela 20.

TABELA 20 - Valor-p para o teste de falta de ajuste do modelo para os parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).

Variável Resposta	Falta de Ajuste
Umidade	0,405
Lipídios	0,768
Cinzas	n.c.*

Proteínas	n.c.*
Carboidratos	n.c.*
VET	0,161
pH	0,517
Acidez	0,176

*não calculada

O modelo quadrático apresentou-se, novamente, adequado para representar os dados obtidos para umidade, lipídios, VET, pH e acidez uma vez que o teste de falta de ajuste não foi significativo ($p > 0,05$) para os parâmetros avaliados.

O teste de falta de ajuste não apresentou grande correlação entre os dados obtidos para cinzas, proteínas e carboidratos com os dados de ajuste do modelo quadrático. No entanto, em relação aos outros testes realizados, como valor-p, coeficientes de determinação e a análise de gráficos correlacionando os valores obtidos experimentalmente com os valores preditos pelo modelo, a qualidade do ajuste do modelo quadrático foi muito satisfatória. Conclui-se portanto, que o modelo quadrático é adequado para ser aplicado neste trabalho.

Assim, é possível utilizar os modelos matemáticos gerados através do delineamento simplex centroide, para fabricação de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*), com concentrações diferentes das apresentadas nesse trabalho. E ainda ter uma predição das características físico-químicas de novas formulações, caso tenha-se o interesse em aumentar ou reduzir algum constituinte das amostras.

O impacto positivo na economia de tempo e de recursos financeiros, o que representa um dos gargalos para o desenvolvimento de novos produtos, é consideravelmente satisfatório.

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas acrescidas de leite e saborizadas com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) constitui a essência da Agenda 2030.

Esse produto engloba a preservação do ambiente ao dar um destino correto a co produtos e ao incentivar a preservação de árvores nativas do Cerrado, visa o desenvolvimento social ao utilizar polpas adquiridas da agricultura familiar e ainda disponibilizar nutrientes valiosos às pessoas. E além disso, promove o desenvolvimento econômico tanto com o comércio das polpas de cagaita e dos co produtos como com o produto final.

As formulações processadas apresentaram características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. As formulações F3 e F6 apresentaram baixas contagens de bactérias ácido lácticas ($<10^6$ UFC/mL) com quatorze dias de armazenamento refrigerado. E todas as formulações obtiveram elevadas contagens de bolores e leveduras.

Todas as formulações, com exceção da formulação F4 que apresentou grumos, obtiveram boa aceitação na análise sensorial, com notas entre “gostei ligeiramente” (nota 6) a “gostei extremamente” (nota 9) para os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global.

A formulação F2, com 50% de leite, 44% de soro/leite e 6% de polpa apresentou elevadas notas na análise sensorial. Além disso, apresentou características físico-químicas e número de bactérias lácticas viáveis dentro do padrão estabelecido pela legislação durante quatorze dias de armazenamento refrigerado. Dessa forma, constitui a formulação com melhor custo-benefício, visto que apresenta alta concentração da mistura soro/leite e baixa percentagem de polpa, reduzindo o custo de fabricação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vialta A., Rego R.A, editores. Brasil ingredientes trends 2020. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP. 2014. 389 p.
2. Cardoso LM, Martino HSD, Moreira AVB, Ribeiro SMR, Pinheiro-Sant'ana HM. Cagaíta (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. Food Research International. 2011; 44: 2151-2154.
3. Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: Embrapa. 2006. 322p.
4. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Brasília, DF, 24 ago. 2005. Seção 1, p.7.
5. Lerayer ALS., Miguel AMRdeO., Guedes ALdeA., Carvalho AFde, Itajdenwurcel JR., Fonseca LMda, Mosquim MCA., Nutti MR., Simão Filho P., Brandão SCC., Porfírio, TdeA. Nova legislação comentada de produtos lácteos :revisada e ampliada. São Paulo: Revista Indústria de Alimentos. 2002. 1.
6. Fisberg M., Machado R. History of yogurt and current patterns of consumption. Nutrition Reviews. 2015. 73:4-7.
7. Nikkhah A. Yogurt the most natural and healthy probiotic: history reveals. Journal of Probiotics & Health. 2014. 2(2).
8. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. nº 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Brasília. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF. 24 out.2007. Seção 1. p.4.
9. Siqueira K., Christ A., Diniz FH., Carvalho G., Resende JC., Bellini JL., Stock L., Hott M., Oliveira S., Magalhães W., Mota J., Tostes V., Macedo V. Nota de Conjuntura: Leite e Derivados. Embrapa Gado de Leite. 2017. [acesso 21 nov 2017]. Disponível: www.cileite.com.br/sites/default/files/Nota_Conjuntura_09_2017.
10. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de soro de leite. Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Diário Oficial da União, 11 de abril de 2013. Seção 1; p.6
11. Oliveira MN. Tecnologia de produtos lácteos funcionais. São Paulo: Ed. Atheneu; 2009.
12. Oliveira DF, Bravo CEC, Tonial IB. Soro de leite: Um subproduto valioso. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2012; 67(385):64-71.

13. Fitzsimons SM, Mulvihill DM. Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. *Food Hydrocolloids* 2006;11(4):62-69.
14. De Wit JN. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in foods products. *J Dairy Sci.* 1998; 81(3):597-608.
15. Shannon LK, Chatterton D, Nielsen K, Lönnerdal B. Glycomacropeptide and alfa-lactoalbumin supplementation of infant formula affects growth and nutritional status in infant rhesus monkeys. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(5):1261-8.
16. Kinsella JE, Whitehead DM. Proteins in whey:chemical, physical and functional properties. *Adv Foods Nutr Res.* 1989; 33:343-438
17. Markus CR, Oliver B, DE Haan EHF. Whey Protein rich in alfa-lactoalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75(6):1051-6.
18. Lönnerdal B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(6):1537-43.
19. Bourtorault M. et al. Effet des protéines du lactosérum bovin sur la multiplication de cellules cancéreuses humaines. *C R Soc Biol.* 1991; 185:319-23.
20. Groziak SM, Miller GD. Natural bioactive substances in milk and colostrum: effects on the arterial blood pressure system. *Brit J Nutr.* 2000; 84(6):119-25.
21. Fitzgerlad RJ, Murray BA, Walsh DJ. Hypotensive peptides from milk protein. *J Nutr.* 2004; 134(4):980s-8s
22. Zemel MA. Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79(5):907s-12s
23. Haraguchi FK, Abreu WC, De Paula H. Whey protein: composition, nutritional properties, applications in sports and benefits for human health. *Rev. Nutr.;* 2006; 19(4):479-488.
24. Liu G, Xiong YL, Butterfield DA. Chemical, physical, and gel forming properties of oxidized myofibrils and whey and soy proteins isolate. *Food Chemistry and Toxicology.* 2000; 65(5):811-818.
25. Severo LMB. Desenvolvimento de uma Bebida Láctea a Base de Soro de Leite Fermentado. [Dissertação]. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 1995.
26. Há E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey componentes, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J Nutr Bio.* 2003; 14:251-258.
27. Sgarbieri, VC. Propriedades fisiológicas funcionais das PSL. *Ver Nut.* 2004; 17:397-409.

28. Zydney, AL. Protein separations using membrane filtration: new opportunities for whey fractionation. *Int. Dairy J.* 1998; 8:243-250.
29. Von Sperling M. Princípios de tratamento biológico de águas residuárias. Vol.2. Belo Horizonte: DESA – UFMG; 2005.
30. Lapa N, Morais J, Santos S, Silva A, Santos S. Ensaio de biodegradabilidade aplicados a águas residuais com forte influência da indústria de queijos. 2005; UBIA-FCT/UNL, Monte da Caparica, Portugal.
31. Chaves KF, Callegaro ED, Silva VRO. Utilização do soro de leite nas indústrias de laticínios da região de Rio Pomba-MG. 27º Congresso Nacional de Laticínios; 2010; Juiz de Fora, Brasil. Juiz de Fora: Anais do Congresso Nacional de Laticínios. EPAMIG/ILCT; 2010. 1 CD-ROM.
32. Fundação Estadual do Meio Ambiente. FEAM. Iniciação ao desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte. FEAM, 2003: 349.
33. Andrade RLP, Martins JFP. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2002; 22:249-253.
34. Frey JG. Empresa paranaense investe R\$ 35 milhões para produzir Whey Protein. Especial para Gazeta do Povo. [acesso 20 nov 2017]. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/empresa-paranaense-investe-r-35-milhoes-para-produzir-whey-protein-303o5fgz4bkirzclontqb4784>.
35. Corredig M, Roesch RR, Dalgleish DG. Production of a novel ingredient from buttermilk. *J of Dairy Science.* 2003; 86:2744-2750.
36. Malin EL, Basch JJ, Shieh JJ, Sullivan BC, Holsinger VH. Detection of adulteration of buttermilk powder by gel electrophoresis. *J Dairy Science.* 1994; 77:2199-2206.
37. Mistry VV, Metzger LE, Maubois JL. Use of ultrafiltered sweet butter-milk in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. *J Dairy Science.* 1996; 79:1137-1145.
38. Christie WW, Noble RC, Davies G. Phospholipids in milk and dairy products. *J of the Soc. Of Dairy Tec.* 1987; 40:10-12.
39. Resmini P, Pellegrino L, Hogenboom JA, Sadini V, Rampilli M. Detection of buttermilk solids in skim milk powder by HPLC quantification of aminophospholipids. *Sc. Tecnica Lattiero – Casearia.* 1988; 39:395-412.
40. Schmelz EM. Dietary sphingomyelin and other sphingolipids in health and disease. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin.* 2000; 25:135–139.
41. Alessenko AV. The role of sphingomyelin cycle metabolites in transmission of signals of cell proliferation, differentiation and death. *Biologicheskije Membrany.* 1999; 16:242–255.

42. Colombaioni L, Garcia-Gil M. Sphingolipid metabolites in neural signalling and function. *Brain Research Reviews*. 2004; 46:328–355.
43. Futerman AH, Hannun YA. The complex life of simple sphingolipids. *Embo Reports*. 2004; 5:777–782.
44. Hannun YA. The sphingomyelin cycle and the 2nd messenger function of ceramide. *Journal of Biological Chemistry*. 1994; 269:3125–3128.
45. Jajadev S, Liu B, Bielska AE, Lee JY, Nazaire F, Pushkareva MY, Obeid LM, Hannun YA. Role for ceramide in cell cycle arrest. *Journal of Biological Chemistry*. 1995; 270:2047–2052.
46. Sweeney EA, Inokuchi J, Igarashi Y. Inhibition of sphingolipid induced apoptosis by caspase inhibitors indicates that sphingosine acts in an earlier part of the apoptotic pathway than ceramide. *FEBS Letters*. 1998; 425:61–65.
47. Spiegel, S, Milstien S. Sphingosine-1-phosphate: Signalling inside and out. *FEBS Letters*. 2000; 476:55–57.
48. Lemonnier LA., Dillehay DL, Vespremi MJ, Abrams J, Brody E, Schmelz, EM. Sphingomyelin in the suppression of colon tumors: Prevention versus intervention. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2003; 419:129–138.
49. Bibel DJ, Aly R, Shinefield HR. Inhibition of microbial adherence by sphinganine. *Canadian Journal of Microbiology*. 1992; 38:983–985.
50. Fantini, J, Hammache, D, Delezay O, Yahi N, Andrebarres C, Rico-lattes I, Lattes A. Synthetic soluble analogs of galactosylceramide (GalCer) bind to the V3 domain of HIV-1 gp120 and inhibit HIV-1-induced fusion and entry. *Journal of Biological Chemistry*. 1997; 272:7245–7252.
51. Pfeuffer M, Schrezenmeir J. Dietary sphingolipids: Metabolism and potential health implications. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*. 2001; 53:31–42.
52. Vesper H, Schmelz EM, Nikolova-Karakashian MN, Dillehay DV, Lynch DV, Merrill AH. Sphingolipids in food and the emerging importance of sphingolipids to nutrition. *Journal of Nutrition*. 1999; 129:1239–1250
53. Duivenvoorden I., Voshol PJ., Rensen PCN., Van Duyvenvoorde W., Romijn JA., Emeis JJ. Dietary sphingolipids lower plasma cholesterol and triacylglycerol and prevent liver steatosis in APOE*3Leiden mice. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2006; 84:312–321.
54. Kidd PM. Phospholipids: Versatile nutraceutical ingredients for functional foods. *Functional Foods and Nutraceuticals*. 2002; 12:30–40.
55. Anand BS., Romero JJ., Sanduja SK., Lichtenberger LM. Phospholipid association reduces the gastric mucosal toxicity of aspirin in human subjects. *American Journal of Gastroenterology*. 1999; 94:1818–1822.

56. Carlson SE., Montalto MB., Ponder DL., Werkman SH., Korones SB. Lower incidence of necrotizing enterocolitis in infants fed a preterm formula with egg phospholipids. *Pediatric Research*.1998; 44:491–498.
57. Blusztajn JK. Developmental neuroscience—Choline, a vital amine. *Science*. 1998. 281:794–795.
58. Szuhaj BF., Nieuwenhuyzen WV. *Nutrition and biochemistry of phospholipids*. Illinois: AOCS Press. 2003.
59. Cavaletto M, Giuffrida MG, Conti A. Milk fat globule membrane components: a proteomic approach. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2008; 606:129-141.
60. Pallesen LT., Andersen MH., Nielsen RL., Berglund L., Petersen TE., Rasmussen LK. Purification of MUC1 from bovine milk-fat globules and characterization of a corresponding fulllength cDNA clone. *Journal of Dairy Science*. 2001;84:2591–2598.
61. Berglund L., Rasmussen JT., Andersen MD., Rasmussen MS., Petersen TE. Purification of the bovine xanthine oxidoreductase from milk fat globule membranes and cloning of complementary deoxyribonucleic acid. *Journal of Dairy Science*. 1996; 79:198–204.
62. Spitsberg VL., Matitashvili E., Gorewit RC. Association and coexpression of fatty-acid-binding protein and glycoprotein CD36 in the bovine mammary gland. *European Journal of Biochemistry*. 1995; 230:872–878.
63. Berglund L., Petersen TE., Rasmussen JT. Structural characterization of bovine CD36 from the milk fat globule membrane. *Biochimica et Biophysica Acta*.1996; 1309: 63–68.
64. Greenwalt DE. A one-step procedure for purification of bovine mammary epithelial cell CD36. *Protein Expression and Purification*. 1993; 4:72–75.
65. Rasmussen JT., Berglund L., Rasmussen MS., Petersen TE. Assignment of disulfide bridges in bovine CD36. *European Journal of Biochemistry*. 1998; 257:488–494.
66. Bash JJ., Harold M. Farrell J., Greenberg R. Identification of the milk fat globule membrane proteins: I. Isolation and partial characterization of glycoprotein B. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1976. 448:589–598.
67. Hvarregaard J., Andersen MH., Berglund L., Rasmussen JT., Petersen TE. Characterization of glycoprotein PAS-6/7 from membranes of bovine milk fat globules. *European Journal of Biochemistry*.1996. 240:628–636.
68. Kim DH., Kanno C., Mizokami Y. Purification and characterization of major glycoproteins, PAS-6 and PAS-7 from bovine milk fat globule membrane. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1992. 1122:203–211.
69. Nielsen RL., Andersen MH., Mabhout P., Berglund L., Petersen TE., Rasmussen JT. Isolation of adipophilin and butyrophilin from bovine milk and characterization of a cDNA encoding adipophilin. *Journal of Dairy Science*.1999. 82:2543–2549.

70. Campagna S., Cosette P., Molle G., Gaillard JL. Evidence for membrane affinity of the C-terminal domain of bovine milk PP3 component. *Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes*. 2001. 1513:217–222.
71. Girardet JM., Coddeville B., Plancke Y., Strecker G., Campagna S., Spik G. Structure of glycopeptides isolated from bovine milk component PP3. *European Journal of Biochemistry*. 1995. 234:939–946.
72. Nejjar Y., Paquet D., Aubert F., Linden G. The pp3 component of the proteose-peptone-extraction from unheated skim milk. *Milchwissenschaft-Milk Science International*. 1990. 45:84–87.
73. Sorensen ES., Petersen TE. Purification and characterization of 3 proteins isolated from the proteose peptone fraction of bovine milk. *Journal of Dairy Research*. 1993^a. 60: 189–197.
74. Sorensen ES., Petersen TE. Phosphorylation, glycosylation and amino-acid sequence of component pp3 from the proteose peptone fraction of bovine milk. *Journal of Dairy Research*. 1993^b. 60:535–542.
75. Sorensen ES., Rasmussen LK., Moller L., Petersen TE. The localization and multimeric nature of component PP3 in bovine milk: Purification and characterization of PP3 from caprine and ovine milks. *Journal of Dairy Science*. 1997. 80:3176–3181.
76. Spitsberg VL. Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *J. Dairy Sci*. 2005; 88(7):2289-2294.
77. Mana P., Goodyear M., Bernard C., Tomioka R., Freire-Garabal M., Linares D. Tolerance induction by molecular mimicry: Prevention and suppression of experimental autoimmune encephalomyelitis with the milk protein butyrophilin. *International Immunology*. 2004.16:489–499.
78. Guggenmos J., Schubart AS., Ogg S., Andersson M., Olsson T., Mather IH. Antibody cross-reactivity between myelin oligodendrocyte glycoprotein and the milk protein butyrophilin in multiple sclerosis. *Journal of Immunology*. 2004. 172:661–668.
79. Riccio, P. (2004). The proteins of the milk fat globule membrane in the balance. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 458–461.
80. Kvistgaard AS, Pallesen LT, Arias CF, Lopez S., Petersen TE, Heegaard CW. Inhibitory effects of human and bovine milk constituents on rotavirus infections. *Journal of Dairy Science*. 2004. 87:4088–4096.
81. Harrison R. Physiological roles of xanthine oxidoreductase. *Drug Metabolism Reviews*. 2004. (36):363–375.
82. Harrison R. Milk xanthine oxidase: Properties and physiological roles. *International Dairy Journal*. 2006. (16):546–554.
83. Mather IH. 2000. A review and proposed nomenclature for major proteins of the milk-fat globule membrane. *J. Dairy Sci*. 83:203–247

84. Sfeir ZA, Ibrahimi E, Amri P, Grimaldi and N. Abumrad. Regulation of FAT/CD36 gene expression: Further evidence in support of a role of the protein in fatty acid binding/transport. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*. 1997. 57:17–21
85. Greenwalt D.E, R. H. Lipsky CF, Ockenhouse H, Ikeda NN, Tandon and GA. Jamieson. Membrane glycoprotein CD36: A review of its role(s) in adherence, signal transduction, and transfusion medicine. *Blood*. 1992. 80:1105–1115.
86. Peterson JA, Hamosh M, Scallan CD, Ceriani RL, Henderson TR, Mehta NR. Milk fat globule glycoproteins in human milk and in gastric aspirates of mother's milk-fed preterm infants. *Pediatric Research*. 1998.(44):499–506.
87. Kromminga A, Grosse R, Langen P, Lezius A, Spener F. Growth inhibition by mutant fatty acid binding protein. *Biological Chemistry Hoppe-Seyler*. 1990. 371- 762.
88. Bansal MP, Medina D. Expression of fatty acid-binding proteins in the developing mouse mammary-gland. *Biochemical and Biophysical Research Communications*.1993. (191):61–69.
89. Whanger PD. Selenium and the relationship to cancer: An up-date. *British Journal of Nutrition*. 2004. (91):11–28.
90. Spitsberg VL, Gorewit RC. Solubilization and purification of xanthine oxidase from bovine milk fat globule membrane. *Protein Expression and Purification*. 1998; 13:229–234.
91. Vissak C, Lemery D, Le Corre L, Fustier P, Dechelotte P, Maurizis JC. Presence of BRCA1 and BRCA2 proteins in human fat globules after delivery. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2002; 1586:50–56.
92. Daniels MJ, Wang YM, Lee MY, Venkitaraman AR. Abnormal cytokinesis in cells deficient in the breast cancer susceptibility protein BRCA2. *Science*. 2004; 306:876–879.
93. Ito O, Kamata S, Hayashi M, Ushiyama K. Milk fat globule membrane substances inhibit mouse intestinal beta-glucuronidase. *Journal of Food Science*. 1993; 58:753–755.
94. Spitsberg VL. Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *Journal of Dairy Science*. 2005; 88:2289–2294.
95. Astaire JC. Microfiltration and supercritical fluid extraction of buttermilk to concentrate biological lipid messengers. Thesis of Agriculture Sciences Department, California, USA. Polytechnic State University, San Luis Obispo: 2002. 145p.
96. Sodini I, Morin P, Olabi A, Jimenez-Flores, R. Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89:525–536.
97. Wong PYY, Kitts DD. A comparison of the buttermilk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white, and egg yolk powders. *Journal of Dairy Science*. 2003; 86:746–754.

98. Silva EMP, Miquelito R, Oliveira MR, Amorim MBA, Passos FJV. Avaliação da alternativa de aproveitamento do leiteiro na padronização do creme em substituição a água. 27º Congresso Nacional de Laticínios; 2010; Juiz de Fora, Brasil. Juiz de Fora: Anais do Congresso Nacional de Laticínios. EPAMIG/ILCT; 2010.
99. Carr FJ, Chill D, Maida N (2002) The lactic acid bacteria: a literature survey. *Crit Rev Microbiol* 28:281–370
100. Douillard FP, de Vos WM (2014) Functional genomics of lactic acid bacteria: from food to health. *Microb Cell Factories* 13:S8
101. Hove H, Norgaard H, Mortensen PB. Lactic acid bacteria and the human gastrointestinal tract. *European Journal of Clinical Nutrition*.1999. 53:339-350.
102. Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. *Dairy science and technology*. 2 ed. New York: CRC Press. 2006. 782 p.
103. Kos B, Šušćković J, Beganović J, Gjuracić K, Frece J, Iannaccone C, Canganella F. Characterization of the three selected probiotic strains for the application in food industry. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. Oxford. 2008;24(5):699-707.
104. Silva JA, Silva DB, Junqueira NTV, Andrade LRM. *Frutas nativas dos Cerrados*. Embrapa, Brasília. 1994. 166p.
105. IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação. 2004. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169 . [acesso 14 set 2017].
106. WWF. Mapa Biomas Brasileiros. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/. [acesso 13 set 2016]
107. Santos MNG. Avaliação de polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica* Dc.) submetida ao congelamento e atomização. [DISSERTAÇÃO]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia; 2015.
108. Roque P. A colonização do Cerrado: savana e celeiro do mundo. São Paulo: Editora Prêmio, 2006. 207 p.
109. Adámoli J, Macedo J, Azevedo LG, Netto JM. Caracterização da região dos Cerrados. In: W. J. GOEDERT (Ed). *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC; São Paulo: NOBEL, 1987, 33-98.
110. Chaves LJ. Melhoramento e conservação de espécies frutíferas do cerrado. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001. p. 7.
111. WWF. Bioma Cerrado. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_cerrado/ . [acesso 13 set 2017].

112. Rodrigues LJ. Desenvolvimento e Processamento Mínimo de Pitaia Nativa (*Selenicereus setaceus* Rizzi) do Cerrado Brasileiro. [Tese]. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras; 2010.
113. Pinto PCR. Consumo alimentar de frutos do Cerrado, fontes de vitamina A, por moradoras de comunidades das cidades satélites do Distrito Federal. [Dissertação]. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde; 2006.
114. Ferreira MB. Frutos comestíveis nativos do cerrado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 1980; 6(61): 9-18.
115. Ribeiro JF, Fonseca CEL, Almeida SP, Proença CB, Silva JA, Sano SM. Espécies arbóreas de usos múltiplos da região do cerrado: caracterização botânica, uso potencial e reprodução. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 1994, Porto Velho. Anais... Colombo: Embrapa- CNPF. p. 522.
116. Naves RV. Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia; 1999.
117. Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2ª ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.
118. Martinotto C, Paiva R, Soares FP, Santos BR, Nogueira RC. Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.). Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras - Boletim Técnico, 2008.n. 78, 1-21p.
119. Camilo YMV, Souza ERB, Vera R, Naves RV. Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, 2013. 36(2):192-198.
120. Martinotto C, Paiva R, Soares FP, Santos BR, Nogueira RC. Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.). Lavras-MG:Universidade Federal de Lavras; 2008. 1-21 p.
121. Brito MA, Pereira EBC, Pereira AV, Ribeiro JF. Cagaita; biologia e manejo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária CdPAdC, editor. Planaltina, DF. : EMBRAPA 2003.
122. Almeida SP, Proença CEB, Sano SM, Ribeiro JF. Cerrado:espécies vegetais úteis. EMBRAPA, editor. Planaltina:Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados; Ministério da Agricultura e do Abastecimento; 1998. 464 p.
123. Sano SM, da Fonseca CEL, Ribeiro JF, Oga FM, Luiz AJB. Folhagem, floração, frutificação e crescimento inicial da cagaiteira em Panaltina, DF. Pesq Agropec Bras. 1995;30(1):5-14.
124. Cecílio AB, Faria DB, Oliveira PC, Caldas S, Oliveira DA, Sobral ME, Duarte MG, Moreira CP, Silva CG, de Almeida VL. Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus. J Ethnopharmacol. 2012;141(3):975-81. 10.1016/j.jep.2012.03.031

125. Couto R, Valgas A, Bara MT, Paula JR. Caracterização físico-química do pó das folhas de *Eugenia dysenterica* DC.(Myrtaceae). Rev Eletron Farm. 2009;6(3):59-69.
126. Vieira RF, Martins MVM. Genetic resources of Brazilian Cerrado medicinal plants. R Bras Plant Med. 2000;3(1):13-36.
127. Costa TR, Fernandes OFL, Santos SC, Oliveira CMA, Lião LM, Ferri PH, Paula JR, Ferreira HD, Sales BHN, Silva MRR. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. Journal of Ethnopharmacology, 2000; 7:111-117.
128. Camilo YMV. Avaliação de cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* Dc.) cultivadas no município de Goiânia, Go. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia; 2015.
129. Proenca CEB, Gibbs PE. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. New Phytol. 1994;126(2):343-354. 10.1111/j.1469-8137.1994.tb03954.x
130. Lopes E. Disponível em: <https://chicosantanna.wordpress.com/2013/08/25/voce-conhece-as-flores-de-brasilia-conheca-aqui-a-cagaita/>. [acesso 14 set 2016].
131. Almeida SP, Silva JA, Ribeiro JF. Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. EMBRAPA-CPAC, editor. Planaltina-DF. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados; 1987. 83 p.
132. Silva RSM, Chaves LJ, Naves RV. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do Estado de Goiás, Brasil. Rev Bras Frutic. 2001;23(2):330-334. 10.1590/S0100-29452001000200026
133. Duboc E, Guerrini IA. Desenvolvimento inicial e nutrição da cagaita em áreas de Cerrado degradado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária CdPAdC, editor. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados; 2007. 24 p.
134. Mercadante M. Disponível em: <http://www.flickrriver.com/photos/mercadanteweb/sets/72157622531084737/>. [acesso 14 set 2017].
135. Silva JA, Silva DB, Junqueira NTV, Andrade LRM. Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados. Planaltina: Embrapa - cpac, 1992. 23 p.
136. Souza ERB. Fenologia, dados biométricos, nutrição de plantas e qualidade de frutos de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) no Estado de Goiás. [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia; 2006.
137. Zucchi MI, Brondani RPV, Pinheiro JB. Genetic structure and gene flow in *Eugenia dysenterica* DC in the Brazilian Cerrado utilizing SSR markers. Genetics and Molecular Biology. 2003; 26(4):449-457.
138. Camilo YMV, Souza ERB, Vera R, Naves RV. Caracterização de frutos e seleção de progênies de cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* DC.). Científica. 2014;42(1):1-10.

139. Bedetti SF, Cardoso LM, Santos PRG, Dantas MIS, Sant'ana HMP. Néctar de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade. Bol Centro Pesq Process Aliment. 2013;31(1):125-138.
140. Cagaita - *Eugenia dysenterica*. Disponível em <http://viverocerradoifb.blogspot.com.br/2012/10/cagaita-eugenia-dysenterica.html>. [acesso 16 set 2016].
141. Lima CF. Cagaita. Disponível em: <http://br.olhares.com/cagaita_foto3192794.html>. [acesso 16 set. 2017].
142. Naves RV, Almeida Neto JX, Rocha MR, Borges JD, Carvalho GC, Silva VA. Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes em folhas e no solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos cerrados de Goiás. Anais da Escola de Agronomia e Veterinária, Goiânia, 1995; 25(2):107-114.
143. Calbo MER, Lima JNC, Calbo AG. Fisiologia pós-colheita de frutos de cagaiteira. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasília, 1990; 2(2):15-18.
144. Almeida SP. Cerrado: aproveitamento alimentar. EM-BRAPA-CPAC, editor. Planaltina, 1998. 188 p.
145. Cardoso LM, Martino HSD, Moreira AVB, Ribeiro SMR, Pinheiro-Sant'ana HM. Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. Food Research International. 2011; 44: 2151-2154.
146. Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: EMBRAPA, 2006. 322p.
147. Rizzini CT. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do Cerrado. Simposio sobre o Cerrado, 3., 1971, Sao Paulo. [Anais do 3o. Simposio sobre o Cerrado]. Sao Paulo: E. Blucher, EDUSP, 1971.
148. Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo. Anais... São Paulo: Edgard Blucher, 1971. p. 61-64.
149. Donadio LC, Môro FV, Servidone A. Frutas brasileiras. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. 288 p.
150. Jorge N, Moreno DML, Bertanha BJ. *Eugenia dysenterica* DC: actividad antioxidante, perfil de ácidos grasos y determinación de tocoferoles. Revista Chilena de Nutrición, Santiago, 2010; 37(2):208-214.
151. Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Cien Tecnol Alim. 2007;27(1):53-60.
152. Soares. Ácidos Fenólicos como Antioxidantes. Revista de Nutrição. 2002; 15(1):71-81; Broinizi, Andrade-Wartha ERS, Silva AMO, Novoa AJV, Torres RP, Azeredo HMC, Alves RE, Mancini-Filho J. Avaliação da Atividade Antioxidante dos

Compostos Fenólicos Naturalmente Presentes em Subprodutos do Pseudofruto de Caju (*Anacardium occidentale* L.). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2007; 27(4): 902-908.

153. Freire JM, Abreu CMP, Rocha DA, Corrêa AD, Marques NR. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango Ciência Rural, Santa Maria, Online. ISSN 0103-8478. 2013.

154. Barbosa KBF, Costa NMB, Alfenas RdeCG, De Paula SO, Minim VPR, Bressan J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. Revista de Nutrição, Campinas. 2010; 23(4):629-643.

155. Santos Gmdos, Maia GA, Sousa PHMde, Costa JMCdaC, Figueiredo Rwde, Prado GM do. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas, 2008; 58(2): 187-192.

156. Miranda CASFde. Atividade antioxidante de óleos essenciais de diversas plantas. 2010. [Dissertação]. Universidade Federal de Lavras, Brasil.

157. Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jimenez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition. 2004; 79(5):727-747.

158. Gupta VK, Kumria R, Garg M, Gupta M. Recent updates on free radicals scavenging flavonoids: an overview. Asian Journal of PlantSciences. 2010; 9:108-117.

159. Farias KS, Santos TSN, Paiva MRAB, Almeida SML, Guedes PT, Vianna ACA, Favaro SP, Bueno NR, Castilho RO. Antioxidant properties of species from the Brazilian cerrado by different assays. Revista Brasileira de Plantas Medicinai, 2013; 15:520-528.

160. Ali SS, Kasoju N, Luthra A, Sigh A. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Research International, 2008; 41(1):1-15. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.001>. [acesso 14 set. 2010]. doi:10.1016/j.foodres.2007.10.001.

161. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Sauracalixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry, Barking, 2010; 121:996-1002.

162. Wilson JX. Regulation of vitamin C transport. Annual Review of Nutrition, Palo Alto, 2005; 25(1):105-125.

163. Ozyurek M, Güçlü K, Bektasoglu B, Apak R. Spectrophotometric determination of ascorbic acid by the modified CUPRAC method with extractive separation of flavonoids–La(III) complexes. Analytica Chimica Acta, 58, 2007; p. 88–95.

164. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília, 2005.

165. Iqbal K, Khan A, Khattak MM. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health - a review [Jornal]. Pakistan Journal of Nutrition. 2004; 3(1).

166. Silva MR, Santos Júnior RTO, Ferreira CCC. Estabilidade da vitamina C em cagaita in natura e durante a estocagem da polpa e refresco. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 2008; 38(1): 53-58.
167. Segantini DM, Leonel S, Lima GPP, Costa SM, Ramos ARP. Caracterização da polpa de pêssegos produzidos em São Manuel-SP. *Ciência Rural*, Santa Maria. 2012; 42(1):52-57.
168. Santos GM, Maia GA, Sousa PHM, Figueiredo RW, Costa JMC, Fonseca AVV. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. *Ciência Rural*, Santa Maria, Online ISSN 0103-8478.
169. Canuto GAB, Xavier AAO, Neves LC, Benassi MT. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 2010; 32(4):1196-1205. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000122>.
170. Silva LMR, Maia GA, Figueiredo RW, Sousa PHM, Gonzaga MLC, Figueiredo EAT. Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.) *Semana: Ciências Agrárias*, Londrina. 2012; 33(1):237-248. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p237.
171. Temóteo JLM, Gomes EMS, Silva EVL, Correia AGS, Sousa JS. avaliação de vitamina C, acidez e pH em polpas de acerola, cajá e goiaba de uma marca comercializada em Maceió – Alagoas. VII CONNEPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação 2012.
172. Scherer R, Rybka ACP, Godoy HT. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. *Quim. Nova*. 2008; 31(5):1137-1140.
173. Albers N. et al. Vitamins and their biological functions. *Vitamins in Animal Nutrition*. Alemanha. 2002; cap 2. p. 9-31.
174. Ferrari CKB, Torres EAFS. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. *Revista Brasileira de Cancerologia*. 2002; 48(3):375-382.
175. Olmedilla B, Granado F, Blanco I. Carotenoides y salud humana. *Serie Informes*. nº11. Fundación Española de Nutrición. Madrid, España. 2001. p.13-15.
176. Rocha MS, Figueiredo RW, Araújo MADM, Moreira-Araújo RSDR. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP. 2013; 35(4):933-941.
177. Zanatta CF, Mercadante AZ. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Food Chemistry*, Barking. 2007; 101:1526–1532.
178. Charoensiri R, Kongkachuichai R, Suknicom S, Sungpuag P. Betacarotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits. *Food Chemistry*, Barking. 2009; 113:202-207.

179. Lee SJ, Umamo K, Shibamoto T, Lee KG. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidante properties. *Food Chem.* 2005; 91(1):131-7.
180. Karakaya S. Bioavailability of phenolic compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2004; 44(66).
181. Podsedek A. Natural antioxidants capacity of brassica vegetables: a review. *LWT: Journal of Food Composition and Analysis.* 2007; 40:1-11.
182. Kyungmi M, Ebeler SE. Flavonoid effects on DNA oxidation at low concentrations relevant to physiological levels. *Food and Chemical Toxicology.* 2008; 46:96-104.
183. Liu F. Antioxidant activity of garlic acid from rose flowers in senescence accelerated mice. *Life Sciences.* 2005; 77:230-240.
184. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology.* 2007; 39:44-84.
185. Naczki M, Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A.* 2004; 1054 (1/2):95-111.
186. Rocha WS, Lopes RM, Silva DB, Vieira RF, Silva JP, Agostini-Costa TDS. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP.* 2011; 33(4):1215-1221.
187. Kimiyo SH, Haas J, Mello Sade, Haida KS, Abrão RM, Sahd R. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Goiaba (*Psidium guajava* L.) Fresca e Congelada *Revista Fitos, Rio de Janeiro.* 2015; 9(1):1-72.
188. Ribeiro SMR, Queiroz JH, Queiroz MERL, Campos FM, Pinheiro-Sant'Ana HM. Antioxidants in mango (*Mangifera indica*, L.) pulp. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2007; 62(1):13-17.
189. Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural, Santa Maria.* 2006; 36(4):1.283-1.287.
190. Imeh U, Khokhar S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington.* 2002; 50:6.301-6.306.
191. Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Ciência Rural, Santa Maria.* 2008;38(6):1790-1793. ISSN 0103-8478.
192. Franco F. Tabela de Composição de Alimentos. 9ª ed. Atheneu, São Paulo. 1998.
193. Harper HA, Rodwelf VW, Mayes RA. Manual de Química Fisiológica. 5ª ed. Atheneu, São Paulo. 1982.

194. Soares LMV, Shishido K, Moraes AMM, Moreira VA. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. Ciênc. Tecnol. Aliment. [online]. 2004; 24(2):202-206. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000200007&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0101-2061. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000200007>. [acesso 14 set 2017].
195. Cozzolino SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. SP: Manole. 2007; p. 67-175.
196. Ohms U. Electrolytes, water, and acid -base balance. In: Shils ME; Olson JA; Shike M; Ross AC. (eds). Modern Nutrition in Health and Disease. 9. ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins. 1999; p. 105-39.
197. Burton BT. Nutrição Humana. Mc Graw-Hill do Brasil, São Paulo. 1979.
198. Cunningham-Rundles S, McNeeley DF, Moon A. Mechanisms of nutrient modulation of the immune response. J Allergy Clin Immunol 2005; 115:1119-28.
199. Ribeiro EMG. Atividade antioxidante e polifenóis totais do fruto de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) com e sem casca. [Dissertação]. Rio de Janeiro; 2011.
200. Almeida SP, Costa TSA, Silva JA. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes In: Almeida SP; Costa TSA; Silva JA. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.
201. Silva MR, Cavalcante DBLL, Santos GG, Oliveira Martins DM. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Ciência Rural. 2008;38(6):1790-3.
202. Vieira RF, Agostini-Costa TDS, Silva DB, Sano SM, Ferreira FR. Futas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. 322 p.
203. Innis SM. Polyunsaturated fatty acids in human milk: an essential role in infant development. Adv Exp Med Biol 2004; 554:27-43.
204. Bastos CTRM. Ladeira TMS. Rogez H. Pena RS. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias mombin*). Alimentos e Nutrição. Araraquara. 2008. 19(2): 123-131.
205. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists Arlington: A.O.A.C. 1996. chapter 33.
206. Association Of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington: A.O.A.C.1995. chapter 37.
207. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C. 1995. chapter 33.
208. Arlington: A.O.A.C., 1995, chapter 33. p. 10-12 Soares-Junior MS, Bassinelo PZ, Caliarri M, Velascoiv P, Reis RC, Carvalho WT. Bebidas saborizadas obtidas de extratos

de quirera de arroz, de arroz integral e de soja. *Ciência e Agrotecnologia*. 2010; 34:407-413.

209. Dutra-Oliveira JE, Santos AC, Wilson ED. *Nutrição Básica*. São Paulo: Savier. 1982. 80p.

210. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº360 de 23 de dezembro 2003b. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasília, DF: 2003b. Seção 1, p.33-34.

211. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. TACO. Campinas: NEPA, 2011. 161p.

212. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Editors: Yvonne Salfinger and Mary Lou Tortorello 2015 American Public Health Association eISBN: 978-0-87553-022-2. English

213. Iso 6785 Idf 93:2001 specifies a method for the detection of *Salmonella* spp. in milk and milk products. English

214. Iso 6611:2004 (IDF 94:2004) Milk and milk products -- Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds -- Colony-count technique at 25 degrees C. English

215. Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP. 1985.

216. Barros Neto B. Scarminio IS. Bruns RE. *Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria*. Porto Alegre: Editora Bookman. 4ªEd. 2010.

217. Brasil. Leis, Decretos. Instrução Normativa Nº 22, de 14/04/03, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Diário Oficial*, Brasília, 02 de maio de 2003. p. 11.

218. Iso 15214:1998 Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria -- Colony-count technique at 30 degrees C. English

219. R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing, reference index version 2.11.1 (2010-05-31)*. Copyright (C) 2010. Vienna: The R Foundation for Statistical Computing, Austria, 2010. ISBN 3-900051-07-0.

220. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 de dezembro de 2011. Seção 1.

221. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos

Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta, em conformidade com o Anexo I desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União, Goiás, 10 de janeiro de 2000. Seção 1; p.259.

222. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de soro de leite. Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Diário Oficial da União, 11 de abril de 2013. Seção 1; p.6

223. Pereira MAG. Efeito do teor de lactose e do tipo de cultura na acidificação e pós-acidificação de iogurtes. [Dissertação]. Campinas, SP. 2002.

224. Costa AVS. Avaliação de bebida láctea fermentada saborizada com polpa de araticum. [Tese]. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2013.

225. Santos CT, Costa AR, Fontan GCR, Fontan RCI, Bonomo RCF. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. Alimentos e Nutrição. 2008; 19: 55-60.

226. Bonomo RCF, Bonomo P. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp.). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande. 2006; 8(2):111-116.

227. Menezes ACS. Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro de leite e polpa de cajá (*Spondias mombin* L.) com potencial atividade probiótica. [Dissertação]. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2011.

228. Ferreira TA. Características físicas e químicas de bebidas lácteas Fermentadas e preparadas com soro de leite minas frescal. [Dissertação]. Recife. 2015.

229. Oliveira AM. Desenvolvimento de bebida láctea sabor graviola com potencial atividade funcional. [Tese]. Recife. 2012.

230. Vieira NF. Aproveitamento de Frutos do Cerrado no Processamento de Bebidas Lácteas Enriquecidas com a Farinha do Mesocarpo de Maracujá (*passiflora edulis*). [Dissertação]. Rio Verde. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde. 2016.

231. Oliveira VM, Cortez MAS, Freitas MQ, Franco RM. Avaliação sensorial de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de leite, enriquecida com ferro. Revista Brasileira de Ciência Veterinária. Niterói. 2006; 13(2):67-70.

232. Schkoda, P. et al. Effect of minerals and pH on rheological properties and syneresis of milk-based acid gels. Int. Dairy. J. 1999; 9:269-273.

233. Amatayakul T. et al. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. Food Hydrocoll. 2006; 20:314-324.

234. Kruger R, Kempka AP, Oliveira D, Valduga E, Cansian RL, Treichel H, Di Luccio M. Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substrato soro de

leite e extrato hidrossolúvel de soja. *Alim. Nutr.*, Araraquara. ISSN 0103-4235. 2008; 19(1):43-53.

235. Shahidi F, Han X. Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1993; 33(6):501-547.

236. Gibbs BF, Kermasha S, All I, Mulligan CN. Encapsulation in the food industry: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 1999; 50:213-224.

237. Fox PF, McSweeney PLH. *Dairy chemistry and biochemistry*. Cork: Blackie Academic & Professional. 1998. 461p.

238. Jorge N. *Embalagens para alimentos*. Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação. 2013;194 p. ISBN 978-85-7983-394-6

ANEXOS

ANEXO I

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (Eugenia

Pesquisador: RENATA TEIXEIRA PFRIMER

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 65277717.2.0000.5083

Instituição Proponente: Escola de Veterinária e Zootecnia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.989.480

Apresentação do Projeto:

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (Eugenia dysenterica) Responsável: RENATA TEIXEIRA PFRIMER, Escola de Veterinária e Zootecnia,

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver e avaliar uma bebida láctea fermentada acrescida de leiteiro e saborizada com polpa de cagaita (Eugenia dysenterica).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos que podem estar associados a esta análise são os de alergia ou intolerância a qualquer um de seus ingredientes: leite integral padronizado, soro de queijo, leiteiro, açúcar, polpa congelada de cagaita, aditivos (espessante, conservante/carboximetilcelulose, estabilizantes), fermento lácteo (Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus), porém voluntários que apresentem reação adversa a qualquer um dos ingredientes citados, será automaticamente excluído da pesquisa. Além disso, caso algum provador apresente reação adversa comprovada ao produto oferecido na presente pesquisa este será encaminhado para atendimento médico, nos Centros de Assistência Integral a Saúde (CAIS) e Hospitais Públicos de Goiânia (HC, HGG). O propósito desta pesquisa será elaborar bebida láctea fermentada saborizada com polpa de cagaita

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.989.480

e avaliar suas propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais. Desta forma, esse estudo irá determinar, através de avaliações nutricionais, sensoriais, físico-químicas e microbiológicas a potencialidade funcional e nutricional deste produto, além de gerar informações que sirvam de incentivo para as indústrias agregarem valor a resíduos, incentivar a conservação do Cerrado e o crescimento de cooperativas da agricultura familiar. Sendo possível incorporar esta bebida e outras similares no hábito alimentar brasileiro com o intuito de oferecer à população produtos saudáveis e de baixo custo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem elaborado, com metodologia detalhada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentação entregue corretamente. Apresentam a Anuência da Escola de Agronomia.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise dos documentos postados somos favoráveis à aprovação do presente protocolo de pesquisa, smj deste Comitê.

Considerações Finais a critério do CEP:

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa/CEP-UFG considera o presente protocolo APROVADO, o mesmo foi considerado em acordo com os princípios éticos vigentes. Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar ao CEP-UFG o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Resolução CNS n. 466/12. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para fevereiro de 2018.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	Termo_Anuencia.pdf	29/03/2017 15:08:54	João Batista de Souza	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_872885.pdf	03/03/2017 09:34:04		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Bebiba_lactea_fermentada_acrescida_de_leitelho_e_saborizada_com_polpa_de_cagaita_CEP.pdf	02/03/2017 17:38:51	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	02/03/2017 17:26:51	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131

Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970

UF: GO **Município:** GOIANIA

Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.989.480

Cronograma	Cronograma.pdf	02/03/2017 17:25:51	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP.docx	02/03/2017 17:25:37	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_ANUENCIA_CEP.pdf	02/03/2017 17:21:57	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO_PESQUISADORES_CEP.pdf	02/03/2017 17:20:27	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_CEP.pdf	02/03/2017 17:17:58	RENATA TEIXEIRA PFRIMER	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 29 de Março de 2017

Assinado por:
João Batista de Souza
(Coordenador)

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*)”. Meu nome é **Renata Teixeira Pfrimer**, sou a **pesquisadora responsável** e minha área de atuação é **Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence à pesquisadora responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado (a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a **pesquisa** poderão ser esclarecidas pelo (s) pesquisador (es) responsável (is), via e-mail renata.pfrimer@hotmail.com e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (62)3259-7046/ (62)98265-1554. Ao persistirem as dúvidas sobre os seus direitos como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62)3521-1215. Se o (a) senhor (a) aceitar participar, irá avaliar os produtos quanto a avaliação global e intenção de compra, para tanto preencherá uma ficha de avaliação do produto tomando cerca de 15 minutos. A Ficha e os dados coletados serão de uso exclusivo nesta pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

- Título: **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*)**.

O propósito desta pesquisa será elaborar bebida láctea fermentada saborizada com polpa de cagaita e avaliar suas propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais. Desta forma, esse estudo irá determinar, através de avaliações nutricionais, sensoriais, físico-químicas e microbiológicas a potencialidade funcional e nutricional deste produto, além de gerar informações que sirvam de incentivo para as indústrias agregarem valor a resíduos, incentivar a conservação do Cerrado e o crescimento de cooperativas da agricultura familiar. Sendo possível incorporar esta bebida e outras similares no hábito alimentar brasileiro com o intuito de oferecer à população produtos saudáveis e de baixo custo.

Antes das análises sensoriais, para garantir a segurança do alimento, serão realizadas as análises microbiológicas e físico-químicas semanalmente.

Os provadores da pesquisa (consumidores) deverão ter acima de 18 anos, ter interesse, disponibilidade e afetividade com produtos derivados de leite para participar e contribuir com este estudo. Serão excluídos os sujeitos com disfunção que comprometa a acuidade sensorial, que apresentem alergia a fermento lácteo (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), alergia ou intolerância a produtos derivados de leite, alergia ou intolerância a polpa de cagaita e pessoas com doenças que impedem a ingestão de um ou mais ingredientes presentes na formulação do produto. Serão recrutados e selecionados aqueles

que atenderem aos critérios de inclusão da pesquisa, não havendo neste caso riscos relacionados a pesquisa. Após esta primeira seleção, será explicado aos provadores a sua forma de participação, assim como os benefícios e caso aceite, será assinado este **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, específico para a análise sensorial. Como forma de garantir a privacidade dos indivíduos, as fichas usadas nos testes sensoriais serão de uso exclusivo nesta pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores. Além disso, os nomes dos voluntários não serão divulgados.

A pesquisa não trará danos morais, emocionais e/ou psicológicos. Os riscos que podem estar associados a esta análise são os de alergia ou intolerância a qualquer um de seus ingredientes: leite integral padronizado, soro de leite, leite, açúcar, polpa congelada de cagaita e fermento lácteo (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), porém voluntários que apresentem reação adversa a qualquer um dos ingredientes citados, será automaticamente excluído da pesquisa.

Trata-se de um produto elaborado dentro das Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), assim, garante a segurança do alimento. Além disso, caso algum provador apresente reação adversa comprovada ao produto oferecido na presente pesquisa este será encaminhado para atendimento médico, nos Centros de Assistência Integral a Saúde (CAIS) e Hospitais Públicos de Goiânia (HC, HGG).

O (a) senhor (a) não terá nenhuma despesa para participar da pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Vale ressaltar que se o (a) senhor (a) aceitar participar, irá avaliar a bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita, preencherá uma ficha de avaliação do produto a qual será de uso exclusivo nesta pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores, há garantia do sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. O (a) senhor (a) tem liberdade de recusar a participar da pesquisa ou retirar seu consentimento em qualquer momento, sem penalização alguma e sem qualquer prejuízo, do mesmo modo, tem a liberdade de se recusar a responder questões que lhe causem desconforto emocional e/ou constrangimento nos questionários que forem aplicados na pesquisa. Em caso de danos imediatos ou futuros em decorrência de sua participação na pesquisa o (a) senhor (a) tem direito de pleitear indenização.

Os resultados da pesquisa se tornarão públicos assim que se encerrar a etapa de patenteamento.

Nome e Assinatura do pesquisador _____

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, inscrito(a) sob o RG/CPF/n.º de prontuário/n.º de matrícula _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (*Eugenia dysenterica*)**” Informo ter mais de 18 anos de idade, e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui, ainda, devidamente informado(a) e esclarecido(a), pela pesquisadora responsável **Renata Teixeira Pfrimer**, sobre a pesquisa, os procedimentos métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que

posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Goiânia, de de

Assinatura por extenso do(a) participante

Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

Testemunhas em caso de uso da assinatura datiloscópica



ANEXO III
QUESTIONÁRIO
CONSUMO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Nome _____ Data: _____
 Sexo: () F () M Faixa etária: () 18-30; () 31-40; () 41-50; () > 50
 Estado civil: () solteiro () casado () divorciado () viúvo
 E-mail: _____

1. Você é alérgico ou tem restrição à algum tipo de alimento?
 () SIM () NÃO
2. Se a resposta anterior foi sim, quais?

3. Por favor, indique se você está fazendo alguma dieta especial:
 Baixa caloria () Baixo teor de açúcar () Nenhuma () Outra () _____
4. Marque um "X" indicando quanto você aprecia cada um desses produtos:

	Apreço	Gosto	Gosto pouco	Não gosto
Produto				
Leite				
Bebida láctea				
Iogurte				

5. Você costuma ler os rótulos e embalagens dos produtos lácteos?
 () SIM () NÃO
- 5.1 Se a resposta for sim, o que você lê no rótulo?
 () data de validade () informação nutricional () ingredientes
 () modo de conservação () outros _____
6. Você sabe qual é a diferença entre bebida lácteas e iogurtes?
 () SIM () NÃO
7. Com que frequência você consome bebidas lácteas?
 () 2 a 3 vezes por dia () 1 vez por dia () 2 a 3 vezes na semana () 1 vez na semana
 () 2 a 3 vezes no mês () 1 vez por mês () Raramente () Nunca
8. Qual tipo de bebida láctea você consome mais?
 () Bebida láctea pasteurizada () Bebida láctea UHT () Bebida láctea fermentada
9. Quais fatores que você considera na hora de comprar ?
 () Sabor agradável () Aroma () Saudável/nutritivo () Pela praticidade () Preço
 () Marca () Novidade () Qualidade
 () Outro: _____
10. Qual o sabor de bebida láctea você prefere?
 () Bebida láctea UHT com cereais () Bebida láctea UHT sabor chocolate
 () Bebida láctea fermentada com polpa de morango () Bebida láctea fermentada sabor coco
 () Bebida láctea fermentada com polpa de mamão e maçã
 () Bebida láctea fermentada com maçã, mamão e banana
 () Bebida láctea fermentada com polpa de frutas – salada de frutas
 () Outros: _____

ANEXO IV

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL COM ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo amostras codificadas de bebida láctea. Por favor, prove-as e avalie cada uma das amostras, utilizando as escalas abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto e sua intenção de compra. Escreva o valor da escala que você considera correspondente a amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água e da bolacha de água e sal para limpeza do palato.

NOTAS/ESCALA:

- 9 – gostei extremamente
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – indiferente (não gosta/nem desgosta)
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei extremamente

INTENÇÃO DE COMPRA**NOTAS/ESCALA:**

- 5 - Eu **certamente** compraria
- 4 - Eu **provavelmente** compraria
- 3 - Eu **tenho dúvida** se compraria ou não compraria
- 2 - Eu **provavelmente não** compraria
- 1 - Eu **certamente não** compraria

Código da amostra	Atributos						
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Impressão global	Intenção de compra

Código da amostra	Comentários