

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**USO DO MURICI NO DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS
COM PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

Autora: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia
Orientador: Prof. Dr. Celso Martins Belisário
Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Rio Verde, Goiás
Novembro, 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**USO DO MURICI NO DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS
COM PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

Autora: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia
Orientador: Prof. Dr. Celso Martins Belisário
Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Linha de pesquisa: Inovação e desenvolvimento de produtos a partir de frutos nativos, com ênfase em frutos do Cerrado.

Rio Verde, Goiás
Novembro, 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MM217u Maia, Geisa Priscilla
 USO DO MURICI NO DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS
 LÁCTEAS FERMENTADAS COM PROPRIEDADES FUNCIONAIS /
 Geisa Priscilla Maia; orientador Celso Belisário; co-
 orientador Marco Antônio Silva. -- Rio Verde, 2020.
 62 p.

 Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação
 em Tecnologia de Alimentos) -- Instituto Federal
 Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

 1. Alimentos Funcionais. 2. Desenvolvimento de
 novos produtos. 3. Frutos do Cerrado. 4.
 Microorganismos Probióticos. I. Belisário, Celso,
 orient. II. Silva, Marco Antônio, co-orient. III.
 Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gelsa Priscilla Araújo Gomes Maia

Matrícula: 2019202330740014

Título do Trabalho: Uso do murici no desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas com propriedades funcionais

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 11 /01/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde – GO, 11 / 01 / 2021.

Gelsa Priscilla A. G. Maia

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 68/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

| | | |
|-----------------------------------|--|------------------------------|
| Unidade do IF Goiano: | Campus Rio Verde | |
| Programa de Pós-Graduação : | Tecnologia de Alimentos | |
| Defesa de: | Dissertação | Defesa de número: 64 |
| Data: 27/11/2020 | Hora de início: 09:00h | Hora de encerramento: 12:00h |
| Matrícula do discente: | 2019202330740014 | |
| Nome do discente: | Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia | |
| Título do trabalho: | Uso do murici no desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas com propriedades funcionais | |
| Orientador: | Celso Martins Belisário | |
| Área de concentração: | Tecnologia e Processamento de Alimentos | |
| Linha de Pesquisa: | Inovação e desenvolvimento de produtos a partir de frutos nativos, com ênfase em frutos do Cerrado | |
| Projeto de pesquisa de vinculação | Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada saborizada com polpa de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> , Malpighiaceae) | |
| Titulação: | Mestre em Tecnologia de Alimentos | |

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof. Dr. Celso Martins Belisário (Orientador), Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva (Avaliador interno), Profª. Drª. Priscila Alonso dos Santos (Avaliadora interna) e Profª. Drª. Raphaela Gabri Bitencourt (Avaliadora externa) sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada por vídeo conferência via Google Meet à distância, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **GEISA PRISCILLA ARAÚJO GOMES MAIA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Celso Martins Belisário, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGTA da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: Aprovada

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IF Goiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 20:40:51.
- Raphaela Gabri Bitencourt, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/11/2020 17:08:37.
- Marco Antonio Pereira da Silva, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UCPG-RV, em 30/11/2020 09:44:19.
- Celso Martins Belisario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/11/2020 09:41:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 210879
Código de Autenticação: d885ed5960



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

USO DO MURICI NO DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS COM PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Autora: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia
Orientador: Celso Martins Belisário

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração em
Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 27 de novembro de 2020.

Dr^º. Priscila Alonso dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/Rio Verde

Dr^º. Raphaela Gabri Bitencourt
Avaliadora externa
IF Goiano/Rio Verde

Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Avaliador interno
IF Goiano/Rio Verde

Dr. Celso Martins Belisário
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/12/2020 14:29:46.
- Raphaela Gabri Bitencourt, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/11/2020 17:08:00.
- Marco Antonio Pereira da Silva, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UCPG-RV, em 30/11/2020 09:40:55.
- Celso Martins Belisario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/11/2020 09:38:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/11/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 210901

Código de Autenticação: d8a97ad052



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida que me concedeu, pelo amor que ele tem para comigo e pelas oportunidades acadêmicas e profissionais que me foram dadas até aqui.

Sou grata a minha família, que é meu alicerce, que sempre me incentivou, obrigada pela confiança, apoio, ensinamentos de vida e investimentos em meus estudos. Em especial a minha mãe Ernilda Aparecida da Silva Araújo e ao meu esposo Silvio Gomes Pereira, que estiveram presentes em todas as etapas deste trabalho, auxiliando, ajudando e me incentivando a prosseguir.

Agradeço ao meu orientador Celso Martins Belisário, que com muita dedicação e sabedoria, orientou-me durante o processo de desenvolvimento deste trabalho, e ao meu coorientador Marco Antônio Pereira da Silva, pelo aprendizado que me proporcionou e pelo exemplo de profissional. Sou grata a todos os professores do Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela dedicação e pelo esforço em me ensinar durante todo o período em que estive na instituição.

A todos os amigos que fiz durante o mestrado, que contribuíram para que esse período fosse uma experiência incrível, história que irei levar comigo para sempre.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, por ter me proporcionado a melhor oportunidade de investir em minha carreira profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A todos que fizeram direta ou indiretamente parte da minha formação, o meu muito obrigada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia, filha de Ernilda Aparecida da Silva Araújo e Marcio Antunes Maia, nasceu em Montes Claros – Minas Gerais, no dia 23 de dezembro de 1995. No primeiro semestre de 2015 ingressou na Graduação em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Minas Gerais, onde trabalhou como voluntária no laboratório de Microbiologia de Alimentos. Em 29 de julho de 2017 casou-se com Silvio Gomes Pereira e se mudou para a cidade de Rio Verde – Goiás, dando continuidade ao curso de Engenharia de Alimentos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, onde atuou na iniciação científica e obteve o título de Bacharel em Engenharia de Alimentos em 29 de agosto de 2019. Em setembro de 2019 ingressou no Mestrado em Tecnologia de Alimentos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus de Rio Verde – Goiás, tendo concluído o mestrado em novembro de 2020.

ÍNDICE DE GERAL

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 3 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 Soro Lácteo | 4 |
| 2.2 Bebida Láctea Fermentada..... | 4 |
| 2.3 Alimentos funcionais: Probióticos | 5 |
| 2.4 Murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> , Malpighiaceae)..... | 6 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 9 |
| 3. OBJETIVOS | 11 |
| 3.1 Geral..... | 11 |
| 3.2 Específicos | 11 |
| 4 CAPÍTULO I..... | 12 |
| CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DO MURICI COLETADO EM ABADIA DE GOIÁS – GO..... | 12 |
| 4.1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 4.2 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 4.2.1 Obtenção e preparo do murici | 15 |
| 4.2.2 Caracterização biométrica do murici | 15 |
| 4.2.3 Umidade | 15 |
| 4.2.4 Cinzas | 16 |
| 4.2.5 Lipídeos | 16 |
| 4.2.6 Proteínas | 17 |
| 4.2.7 Carboidratos | 18 |
| 4.2.8 Valor energético | 18 |
| 4.2.9 Acidez em ácido cítrico | 18 |
| 4.2.10 pH | 18 |
| 4.2.11 Sólidos Solúveis | 19 |
| 4.2.12 Sólidos totais | 19 |
| 4.2.13 Determinação de vitamina C | 19 |
| 4.2.14 Fenólicos Totais | 19 |
| 4.2.15 Atividade antioxidante | 20 |
| 4.2.16 Análises estatísticas | 21 |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 4.3.1 Características Biométricas | 21 |
| 4.3.2 Composição centesimal | 25 |

| | |
|--|----|
| 4.3.3 Características físico-químicas | 26 |
| 4.3.4 Fenólicos totais e Atividade antioxidante | 28 |
| 4.4 CONCLUSÃO | 29 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| 5 CAPÍTULO II | 34 |
| DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA SABORIZADA COM POLPA DE MURICI (<i>Byrsonima crassifolia</i> , Malpighiaceae)..... | 34 |
| 5.1 INTRODUÇÃO | 36 |
| 5.2 MATERIAL E MÉTODOS | 37 |
| 5.2.1 Obtenção e preparo das matérias-primas | 37 |
| 5.2.2 Elaboração das bebidas lácteas | 38 |
| 5.2.3 Composição proximal | 39 |
| 5.2.5 Densidade | 40 |
| 5.2.6 pH | 40 |
| 5.2.7 Acidez em ácido láctico | 40 |
| 5.2.8 Sólidos Solúveis | 41 |
| 5.2.9 Fenólicos Totais | 41 |
| 5.2.10 Atividade antioxidante | 41 |
| 5.2.11 Análises microbiológicas | 41 |
| 5.2.11.1 Coliformes Totais (NMP) | 41 |
| 5.2.11.2 Coliformes Fecais (NMP) | 42 |
| 5.2.11.3 Bolores e Leveduras | 42 |
| 5.2.11.4 Culturas lácticas viáveis | 42 |
| 5.2.12 Custo básico de produção | 43 |
| 5.2.13 Análise Estatística | 43 |
| 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 5.3.1 Obtenção e preparo das matérias-primas | 43 |
| 5.3.2 Cinética de fermentação das bebidas lácteas | 44 |
| 5.3.3 Composição centesimal e valor energético | 46 |
| 5.3.4 Estabilidade durante o armazenamento | 49 |
| 5.3.5 Análises microbiológicas | 54 |
| 5.3.6 Custo unitário de produção | 56 |
| 5.4 CONCLUSÃO | 57 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |
| 6 CONCLUSÃO GERAL | 62 |

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão dos dados biométricos do murici..... | 21 |
| TABELA 2 - Estimativa de coeficientes de Correlação de Pearson (R) entre as características dos frutos de murici..... | 25 |
| TABELA 3 - Composição centesimal de valor energético da polpa de murici..... | 25 |
| TABELA 4 - Parâmetros físico-químicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade da polpa de murici..... | 27 |
| TABELA 5 - Compostos fenólicos e atividade antioxidante da polpa de murici..... | 28 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - Formulações das Bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de murici..... | 39 |
| TABELA 2 - Características físico-químicas das matérias-primas utilizadas..... | 43 |
| TABELA 3 - Composição centesimal e valor energético das diferentes formulações de bebidas lácteas..... | 46 |
| TABELA 4 - Compostos fenólicos e atividade antioxidante das bebidas lácteas fermentadas formuladas com diferentes proporções de soro de leite na base láctea e de adição de polpa de murici..... | 48 |
| TABELA 5 - Resultados dos parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici avaliadas em diferentes dias de armazenamento..... | 49 |
| TABELA 6 - Médias dos parâmetros físico-químicos das diferentes formulações de bebida láctea saborizada com polpa de murici..... | 50 |
| TABELA 7 - Médias dos parâmetros físico-químicos dos diferentes dias de armazenamento das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici..... | 50 |
| TABELA 8 - Avaliação da qualidade microbiológica da bebida láctea fermentada no final dos 28 dias de armazenamento..... | 55 |
| TABELA 9 - Custo unitário dos ingredientes utilizados nas formulações..... | 56 |
| TABELA 10 - Custo unitário de produção das formulações..... | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

| | |
|---|---|
| FIGURA 1 - Visão geral do muricizeiro..... | 7 |
| FIGURA 2 - Murici..... | 8 |

CAPÍTULO I

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 - Distribuição de frequência da massa dos frutos de murici..... | 22 |
| FIGURA 2 - Distribuição de frequência dos diâmetros longitudinais dos frutos de murici..... | 23 |
| FIGURA 3 - Distribuição de frequência dos diâmetros transversais dos frutos de murici..... | 23 |
| FIGURA 4 - Rendimento de polpa dos frutos de murici..... | 24 |
| FIGURA 5 - Curva padrão de ácido gálico..... | 28 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 - Fluxograma de elaboração de queijo minas frescal..... | 37 |
| FIGURA 2 - Fluxograma de processamento das bebidas lácteas fermentadas..... | 38 |
| FIGURA 3 - Cinética de fermentação das bebidas lácteas..... | 45 |
| FIGURA 4 - Bebidas lácteas fermentadas no primeiro dia de armazenamento..... | 46 |
| FIGURA 5 - pH das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici durante o armazenament.... | 51 |
| FIGURA 6 - Acidez em ácido láctico das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici durante o armazenamento..... | 52 |
| FIGURA 7 - Sólidos solúveis das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de murici durante o armazenamento..... | 53 |
| FIGURA 8 - Sinérese em amostras de bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici após 28 dias de armazenamento a 5°C..... | 54 |

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

% - Porcentagem

AA – Atividade Antioxidante

Abs - Absorbância

EE - Eixo Equatorial

EL - Eixo longitudinal

cm - Centímetro

g - Grama

GO - Goiás

kg - Quilograma

m/m - Massa por massa

m/v - Massa por volume

m³ - Metro cúbico

mg - Miligrama

mg EAG - Miligrama equivalente de ácido gálico

mL - Mililitro

mm - Milímetro

mmol - Milimol

nm - Nanômetro

NMP - Número mais provável

°C - Grau Celsius

pH - Potencial hidrogeniônico

ppm - Parte por milhão

R² - Coeficiente de determinação

rpm - Rotação por minuto

s - Segundo

t - Tempo

UFC - Unidade formadora de colônia

UHT - Ultra High Temperature

UV/VIS - Espectroscopia no ultravioleta visível

VET - Valor energético total

RESUMO

MAIA, GEISA PRISCILLA ARAÚJO GOMES. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO. Novembro de 2020. Uso do murici no desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas com propriedades funcionais. Orientador: Prof. Dr. Celso Martins Belisário. Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva.

A produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite. As mais comercializadas são as bebidas lácteas fermentadas, com características sensoriais semelhantes ao iogurte. O murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) é um fruto do Cerrado, de consumo principalmente *in natura*. Quando maduro, possui aspecto amarelado, com diâmetros médios variando entre 1,5 a 2 cm. A polpa do fruto é carnosa, permitindo a sua remoção e aplicação na elaboração de sucos, bebidas lácteas, geleias, sorvetes e licores. A partir do presente trabalho, objetivou-se caracterizar os frutos de murici e desenvolver diferentes formulações de bebidas lácteas fermentadas com 20, 40, 60 e 80% de substituição do leite por soro, sendo que cada formulação foi elaborada com adição de 10 e 15% de polpa de murici. Foi realizada a caracterização físico-química, determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa do fruto e das formulações de bebidas lácteas elaboradas. Avaliou-se ainda a estabilidade durante o armazenamento e a qualidade microbiológica das bebidas lácteas. O murici apresentou grande variação biométrica para os diferentes parâmetros avaliados, que podem estar relacionados com a variabilidade genética e fatores ambientais. O fruto apresentou elevado potencial antioxidante, que pode estar relacionado ao conteúdo de compostos fenólicos e vitamina C. As bebidas apresentaram ausência para as contagens de coliformes totais, coliformes fecais, bolores e leveduras, e contagens superiores a 10^6 UFC mL⁻¹ para culturas lácteas se enquadrando nos padrões de referência da legislação em vigor. Todas as formulações se mostraram promissoras quanto a aplicação do soro de leite líquido na alimentação humana. O uso da polpa de murici na saborização das mesmas, além de aumentar o valor agregado e valorizar o aproveitamento de frutos nativos, contribuiu para o aumento de compostos bioativos nas bebidas lácteas.

Palavras Chave: Alimentos Funcionais; Desenvolvimento de novos produtos; Frutos do Cerrado; Microrganismos Probióticos.

ABSTRACT

MAIA, GEISA PRISCILLA ARAÚJO GOMES. Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde. November, 2020. Use of murici in the development of dairy drink fermented with functional properties. Advisor: Dr. Celso Martins Belisário. Co-advisor: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva.

The dairy drink production is one of the main options for using whey. The most commercialized are fermented dairy drinks, with sensory characteristics similar to yogurt. Murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) is a native fruit consumed mostly *in natura*. When mature, it has a yellowish appearance, with average diameters ranging from 1.5 to 2 cm. The fruit pulp is fleshy, allowing its removal and application in the production of juices, dairy drinks, jellies, ice cream and liqueurs. Based on the present work, the objective was to characterize the murici fruits, and to develop different formulations of fermented dairy drinks with 20, 40, 60 and 80% of milk substitution by whey, and each formulation was prepared with the addition of 10 and 15% murici pulp. The physical-chemical characterization, determination of bioactive compounds and antioxidant activity of the fruit pulp and the formulations of dairy beverages were carried out. Stability during storage and the microbiological quality of milk drinks were also evaluated. The murici showed great biometric variation for the different parameters evaluated, which may be related to genetic variability and environmental factors. The fruit showed high antioxidant potential, which may be related to phenolic compounds content and vitamin C. The drinks showed absent of total coliform, fecal coliform, mold and yeast counts, and counts greater than 10^6 UFC mL⁻¹ for cultures dairy products, conforming to the reference standards of the current legislation. All formulations have shown promise with regard to the application of liquid whey in human food. The use of murici pulp in their flavor, in addition to increasing the added value and enhancing the use of native fruits, contributed to the increase of bioactive compounds in dairy drinks.

Key words: Cerrado fruits; Development of new products; Functional Foods; Probiotic microorganisms.

1 INTRODUÇÃO

O interesse por subprodutos agroindustriais tem aumentando nos últimos anos, principalmente pela capacidade dos mesmos em serem utilizados como substrato por diferentes microrganismos no processo fermentativo, a partir dos quais podem ser aplicados em diferentes setores industriais, além de reduzir o impacto destes subprodutos no meio ambiente quando descartados de forma incorreta. Dentre os subprodutos produzidos pelas indústrias alimentícias, um de grande importância é o soro de queijo, também chamado de soro de leite (WOICIECHOWSKI, 2013).

O soro de leite é um subproduto que resulta da fabricação de queijos, liberado após a coagulação da caseína ou pela adição de ácido/enzimas, obtendo-se o soro doce. Possui alto valor nutricional, pela presença de proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais. O soro contém cerca de 20% das proteínas solúveis do leite, grande quantidade de lactose e aproximadamente 50% de todos os nutrientes consumidos no leite. A produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite. As mais comercializadas são as bebidas lácteas fermentadas, com características sensoriais semelhantes ao iogurte (SANTOS, 2008).

De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization), estima-se que, diariamente, bilhões de pessoas consomem leite e derivados. Dentre os principais derivados do leite consumidos, estão os diferentes tipos de queijos, manteiga, iogurte, bebidas lácteas, leite condensado, leite fermentado e o doce de leite. Com isso, considera-se muito abrangente a aplicação do leite e soro de leite como ingredientes em outros produtos da agroindústria de alimentos, bem como na culinária de modo geral (FAO, 2013).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas especifica que bebida láctea é o produto obtido, a partir de leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite, fermentado ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, e a base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto. As bebidas com adição de frutas e derivadas do leite vêm recebendo atenção considerável pelo potencial crescimento de mercado, pois além de serem agradáveis sensorialmente, possuem elevado valor nutritivo (BRASIL, 2005).

O murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) é um fruto do Cerrado de consumo principalmente *in natura*, encontrado maduro de dezembro a março, nas regiões serranas do Sudeste, nos cerrados de Mato Grosso e Goiás e também no litoral do Norte e Nordeste do Brasil. A polpa do fruto é carnosa, permitindo a sua remoção e aplicação na elaboração de sucos, bebidas lácteas, geleias, sorvetes e licores. A comercialização do murici ocorre apenas em feiras livres e mercados locais (REZENDE; FRAGA, 2003; ALVES; FRANCO, 2003).

A aplicação da polpa de murici na formulação de bebidas lácteas fermentadas incentiva a valorização do Cerrado e, conseqüentemente, dos frutos nativos, pelo aumento do valor agregado, além de contribuir para o aumento dos compostos bioativos no produto. Portanto, a partir do desenvolvimento deste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes frações de substituição do leite por soro de leite e de polpa de murici em bebidas lácteas fermentadas, caracterizando o fruto de murici e as formulações elaboradas quanto aos seus parâmetros físicos, químicos e nutricionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography–mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). **Journal of Chromatography A**, v. 985, n. 1-2, p. 297-301, 2003.

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.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Milk and dairy products in human nutrition. Rome, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>>. Acesso em: 13 outubro de 2020.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

SANTOS, C. T., COSTA, A. R., FONTAN, G. C. R., FONTAN, R. D. C. I., & BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 55-60, 2008.

WOICIECHOWSKI, A. L.; CARVALHO, J. C.; SPIER, M. R.; SOCCOL, C. Emprego de resíduos agroindustriais em bioprocessos alimentares. **Biotecnologia de Alimentos**, v. 1, p. 143-171, 2013.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Soro Lácteo

O soro lácteo é um líquido opaco, amarelo-esverdeado, que possui aproximadamente 55% dos nutrientes do leite integral. Entre 80 e 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos se torna soro ao final do processo produtivo. Uma das razões do soro lácteo ser considerado efluente altamente poluente é a alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo entre 30.000 e 60.000 mg de O₂ L⁻¹ por tonelada de soro não tratado, despejado por dia, e equivale à poluição diária a cerca de 470 pessoas (ANDRADE & MARTINS, 2002).

A obtenção do soro de queijo se dá a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína (BRASIL, 2005), sendo o soro o líquido residual obtido. É considerado o principal subproduto dos laticínios e em sua composição existe alta quantidade de nutrientes como lactose (5,0%) e proteínas de alto valor biológico (0,9%), sendo assim, considera-se este uma excelente fonte de proteínas de baixo custo. Devido ao alto consumo de queijos pela população brasileira, este subproduto vem sendo produzido em quantidades crescentes. O uso do soro como meio de cultura para elaboração de produtos com alto valor agregado vem sendo estudada há muito tempo, sobretudo pela presença do alto teor de lactose, açúcar que serve de substrato para fermentação por alguns microrganismos com potencial de metabolizar este dissacarídeo (WOICIECHOWSKI, 2013).

Diversos trabalhos de pesquisa vêm sendo desenvolvidos em diferentes países com a finalidade de desenvolver novas formas de utilização do soro lácteo pela indústria em geral, porém, é na indústria de alimentos que esse produto é mais empregado. Aproximadamente 50% da produção mundial de soro é tratada e transformada em diversos produtos alimentares, sendo que deste total quase a metade é usado diretamente na forma líquida. (OLIVEIRA, 2006).

As aplicações do soro lácteo são inúmeras e a conversão do soro líquido em bebidas lácteas é considerada uma das mais atrativas opções para indústrias lácteas pela simplicidade do processo, possibilidade de uso dos equipamentos já existentes na usina de beneficiamento de leite reduzindo custos e conseqüente redução de problemas ambientais relativos ao descarte (PINTADO et al., 2001).

2.2 Bebida Láctea Fermentada

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas especifica que bebida láctea é o produto obtido, a partir de leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite,

fermentado ou não, com ou sem adição de outros ingredientes, em que a base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto e que “bebida láctea com adição” é o produto descrito adicionado, por exemplo, de leite fermentado. Este regulamento normativo definiu que bebida láctea à base de soro pode ser elaborada por diferentes tratamentos térmicos, fermentação e adição de ingredientes, abrindo a possibilidade do desenvolvimento de novos produtos. Entretanto, a relação entre as porcentagens de soro e leite são aleatórias, sem definição, não se tendo, portanto, conhecimento do que pode ocorrer ao variar as proporções nas formulações (BRASIL, 2005).

Lerayer et al. (2002) definiram bebida láctea fermentada como um leite fermentado que vem se destacando como “substituto” do iogurte, podendo ser utilizado leite ou leite reconstituído e/ou derivados de leite na sua formulação, incluindo neste caso o soro de queijo, todos reconstituídos ou não.

Os laticínios que produzem alimentos funcionais têm um lugar de destaque nesse segmento, sendo responsáveis por mais de 40% desse mercado. A maior parte dos produtos lácteos funcionais são fermentados. O mercado global de bebidas lácteas funcionais é um setor muito dinâmico da indústria de laticínios e a previsão é que as bebidas lácteas atinjam um valor de mercado de 13,9 bilhões de dólares até 2021, excluindo as bebidas lácteas tradicionais, como kefir, soro de leite coalhado e koumiss. (ORTIZ et al., 2017).

A produção de bebida láctea no Brasil é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite. As mais comercializadas são as bebidas lácteas fermentadas por possuírem características sensoriais semelhantes ao iogurte, e também bebidas lácteas não fermentadas. O crescente aumento no consumo de bebidas fermentadas no Brasil nos últimos anos acarreta a utilização racional do soro de queijo na elaboração desses produtos, aproveitando-se, assim, esse subproduto de excelente valor nutricional (SANTOS et al., 2008).

2.3 Alimentos funcionais: Probióticos

Existe uma relação clara entre os alimentos que se ingere e a nossa saúde. Além do fornecimento de calorias e nutrientes que evitam doenças como desnutrição, escorbuto e raquitismo, os alimentos podem contribuir com maneiras menos evidentes na manutenção da saúde e prevenção de uma ampla gama de doenças. São considerados funcionais, alimentos que fornecem nutrição básica e promovem a saúde. O potencial de promoção a saúde desses alimentos está relacionado aos mecanismos não previstos através da nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998).

Diferentes definições de probióticos foram publicadas nos últimos anos, entretanto, a definição atual internacionalmente aceita é a de que são microrganismos vivos, administrados em

quantidades adequadas, que conferem benefícios à saúde do hospedeiro. O benefício dos probióticos sobre a microbiota intestinal humana inclui fatores como efeitos antagônicos, competição e efeitos imunológicos, resultando no aumento da resistência contra microrganismos patogênicos. A aplicação de culturas bacterianas probióticas contribui para a multiplicação de bactérias benéficas, em detrimento à proliferação de bactérias potencialmente prejudiciais, reforçando os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro (FAO, 2013).

Ao desenvolver alimentos voltados a saúde intestinal, os ingredientes utilizados podem incluir os microrganismos probióticos, carboidratos não digeríveis como as fibras alimentares também consideradas prebióticos e compostos bioativos como os fenólicos. Todos têm papel importante na fermentação intestinal e influenciam na composição da microflora e nos metabólitos da fermentação, contribuindo para os efeitos locais e sistêmicos no sistema digestivo dos seres humanos (PUUPPONEN-PIMIA et al., 2002).

As bactérias mais utilizadas como suplementos probióticos para alimentos são dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e, em menor escala, *Enterococcus faecium*, pois estas vêm sendo isoladas de todas as porções do trato gastrointestinal do humano saudável, apresentam capacidade de adesão à mucosa intestinal e são tolerantes aos ácidos e a bile. O íleo terminal e o cólon parecem ser, respectivamente, o local de preferência para colonização intestinal dos lactobacilos e bifidobactérias (BIELECKA et al., 2002).

2.4 Murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae)

O murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) cresce em pequenas árvores (até 5 m de altura) (Figura 1) e pode ser encontrado, entre os meses de dezembro e março, não apenas na região amazônica, mas também nas regiões serranas do Sudeste, nos cerrados de Mato Grosso e Goiás e no litoral do Norte e Nordeste do Brasil. É um fruto do Cerrado consumido principalmente *in natura* e no final do estágio de maturação apresenta coloração amarelada, diâmetro entre 1,5 e 2 cm com aroma forte e frutado. O suco do murici era utilizado pelos índios em pinturas corporais, no tratamento de doenças respiratórias e como laxante (REZENDE & FRAGA, 2003).



FIGURA 1 – Visão geral do muricizeiro (Fonte: Celso Martins Belisário).

Apesar de estar presente na indústria alimentícia, ainda é considerado um fruto pouco conhecido. O fruto (Figura 2) apresenta variedades distintas, pelo fato de ser proveniente de diferentes regiões do país, podendo se diferenciar graças às características de solo, umidade e condições climáticas. Apesar de todas as informações apresentadas, existem poucos projetos, envolvendo estudos sobre esse fruto, prejudicando o conhecimento das propriedades físico-químicas, químicas e biológicas, além de minimizar as potencialidades comerciais (BELISÁRIO et al., 2020).



FIGURA 2 – Murici (Fonte: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia).

O murici apresenta polpa rica em carotenoides, compostos fenólicos e ácidos graxos insaturados, podendo ser considerado um fruto com elevado potencial antioxidante. Esses componentes são comumente atribuídos a benefícios à saúde. A luteína é o principal carotenoide presente no murici, e está associada a redução da degeneração macular. Com relação aos compostos fenólicos, encontram-se no murici boas quantidades de quercetina, que possui efeitos no tratamento do diabetes. A presença de ácidos graxos insaturados sugere ainda que o murici tenha efeitos terapêuticos no tratamento e / ou prevenção de doenças cardiovasculares como aterosclerose, trombose e hipercolesterolemia (PIRES et al., 2019).

Rezende & Fraga (2003), avaliaram o murici aplicando cromatografia gasosa de alta resolução-olfatometria acoplada a espectrometria de massas a partir da técnica de diluição de aroma. Foram identificadas como substâncias de maior impacto no aroma: butanoato de etila (frutal, doce), hexanoato de etila (frutal), 1-octeno-3-ol (odor semelhante a cogumelo), ácido butírico (queijo rançoso), ácido hexanoico (picante, queijo) e 2-feniletanol (floral).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. L. P. D.; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Food Science and Technology**, v. 22, n. 3, p. 249-253, 2002.

BELISÁRIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. D. S.; RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, 2020.

BIELECKA, M., BIEDRZYCKA, E., & MAJKOWSKA, A. (2002). Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Research International**, v. 35, n. 2-3, p. 125-131, 2002.

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.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Milk and dairy products in human nutrition. Rome, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>>. Acesso em: 13 outubro de 2020.

LERAYER, A. L. S., MIGUEL, A. M. R. O., GUEDES, A. L. A., CARVALHO, A. F., ITAJDENWURCEL, J. R., & FONSECA, L. M. (2002). Nova legislação de produtos lácteos: Revisada, Ampliada e Comentada. São Paulo: Editora Revista Indústria de Laticínios, 2002.

OLIVEIRA, Ricardo Pinheiro de Souza. Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba-SP. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ORTIZ, Y.; AMÉZQUITA, E. G.; ACOSTA, C. H.; SEPÚLVEDA, D. R. Functional dairy products. **Global food security and wellness**. Springer, New York, NY. p. 67-103. , 2017.

PINTADO, M. E.; MACEDO, A. C.; MALCATA, F. X. Technology, Chemistry and Microbiology of Whey Cheeses. **Food Science And Technology International**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 105-116, 2001.

PIRES, F. C. F.; SILVA, A. P. S.; SALAZAR, M. A. R.; COSTA, W. A.; LOPES, A. S.; ROGEZ H.; JUNIOR, R. N. C. Determination of process parameters and bioactive of the murici pulp (*Bryrsonima crassifolia*) extracts obtained by supercritical extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 146, p.128-135, 2019.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R. A. M. A.; AURA, A. M.; OKSMAN-CALDENTY, K. M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEN, K. (2002). Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, n. 1, p. 3-11, 2002.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

SANDERS, Mary Ellen. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 8, n. 5-6, p. 341-347, 1998.

SANTOS, C. T.; COSTA, A. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. D. C. I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 55-60, 2008.

WOICIECHOWSKI, A. L.; CARVALHO, J. C.; SPIER, M. R.; SOCCOL, C. Emprego de resíduos agroindustriais em bioprocessos alimentares. **Biotecnologia de Alimentos**, v. 1, p. 143-171, 2013.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Caracterizar os frutos de murici do Cerrado e desenvolver formulações de bebidas lácteas fermentadas com substituição de leite por soro de leite, saborizada com polpa de murici, que atenda a legislação vigente e que apresente compostos que tragam benefícios à saúde do consumidor.

3.2 Específicos

- Caracterizar frutos de murici quanto a biometria e composição físico-química;
- Avaliar a influência de frações de soro na base láctea e de adição de polpa de murici em bebidas lácteas fermentadas;
- Avaliar a estabilidade de bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici durante 28 dias de armazenamento;
- Determinar o custo de produção unitário das bebidas lácteas fermentas;

4 CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DO MURICI COLETADO EM ABADIA DE GOIÁS – GO

RESUMO

Estudos sobre o valor nutricional dos frutos do Cerrado e de seus produtos contribuem para a utilização dos alimentos regionais na alimentação humana. Este trabalho teve por objetivo avaliar a biometria, a composição centesimal, e parâmetros físico-químicos da polpa do murici. Além da biometria, foi determinada a composição centesimal do fruto, a atividade antioxidante, fenólicos totais, pH, acidez em ácido cítrico, vitamina C, sólidos solúveis e sólidos totais. O fruto apresentou grande variação biométrica para os diferentes parâmetros avaliados. Essas oscilações podem estar relacionadas à variabilidade genética e aos fatores ambientais. Apresentou formato alongado cilíndrico e forte correlação entre a massa e o rendimento de polpa do fruto, e entre o diâmetro e o rendimento de polpa. A polpa de murici atendeu a todos os requisitos recomendados pela legislação, com exceção da acidez em ácido cítrico, pois o valor obtido foi inferior ao estabelecido, mas semelhante ao apresentado em outros estudos. Apresentou elevado potencial antioxidante, e pode estar relacionado a considerável quantidade de compostos fenólicos e vitamina C, sendo portanto considerado um potencial ingrediente na elaboração de produtos alimentícios com propriedades funcionais.

Palavras-chave: *Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae; Capacidade antioxidante; Caracterização biométrica; Compostos bioativos; Frutos do Cerrado.

ABSTRACT

Studies about the nutritional value of Cerrado fruits and their products contribute to use of regional foods for human consumption. This work aimed to evaluate the biometrics, the proximate composition and physicochemical parameters of murici pulp. In addition to biometrics, the centesimal composition of the fruit, antioxidant activity, total phenolics, pH, acidity in citric acid, vitamin C, soluble solids and total solids were also determined. The fruit showed high biometric variation for the different parameters evaluated. These oscillations may be related to genetic variability and environmental factors. Presented an elongated cylindrical shape and high correlation between the mass and the fruit pulp yield, and between the diameter and pulp yield. The murici pulp met all requirements recommended by law, with the exception of acidity in citric acid, as the value obtained was lower than established, but similar to that presented in other studies. Also showed a high antioxidant capacity, which may be related to considerable number of phenolic compounds and vitamin C, being therefore considered a potential ingredient in the preparation of food products with functional properties.

Keywords: Antioxidant capacity; *Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae; Bioactive compounds; Biometric characterization; Cerrado fruits.

4.1 INTRODUÇÃO

O patrimônio natural brasileiro é conhecido pela extensão continental, diversidade das espécies biológicas e patrimônio genético, bem como pela variedade ecossistêmica dos biomas, que apresentam grande relevância mundial (ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004).

Entre os biomas, destaca-se o Cerrado brasileiro, que possui espécies nativas com potenciais diversos, tanto na subsistência de pequenos produtores, quanto no desenvolvimento científico e tecnológico, podendo gerar conhecimentos e utilizá-los para a exploração sustentável de seus produtos. O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, estando presente em 11 Estados e no Distrito Federal, totalizado uma área de cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados. Originariamente, o Cerrado cobria cerca de 24% do território brasileiro, e de acordo com dados de 2015, apresenta apenas 3,1% de sua área total, protegido em unidades de conservação de proteção integral e 5,5% em unidades de conservação de uso sustentável. Entretanto, a recente forma de expansão agrícola tem rejeitado o potencial de aplicação das espécies nativas do Cerrado, uma vez que aproximadamente 50% da cobertura original do Cerrado brasileiro já foi convertida para outros usos nos últimos 50 anos (BUSTAMANTE, 2015).

O Cerrado possui inúmeras espécies com potencial de uso como plantas medicinais e frutíferas de importância extrativista para comunidades de pequenos produtores. Entre estas está o murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) com grande representatividade no Cerrado. A casca é rica em taninos, e popularmente utilizada como cicatrizante e anti-inflamatório (RODRIGUES & CARVALHO, 2001). O chá da casca do caule do murici apresenta atividade adstringente nas diarreias e disenterias. Além da utilização na medicina popular, o fruto de *B. crassifolia* contribui para a alimentação do sertanejo e uma importante fonte de renda para suas famílias. Os frutos são utilizados no consumo *in natura* e na fabricação de doces, polpas, licores e sorvetes e sua comercialização ocorre em grande parte nas feiras livres e mercados públicos da região de ocorrência desta espécie (CASTRO, 2003).

O fruto é do tipo drupa, contendo o mesocarpo carnoso e fino, com aproximadamente 6 mm de diâmetro, adjuntas ao endocarpo. Quando maduros, apresentam casca e polpa com tom de amarelo intenso, com sabor adocicado e cheiro característico (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 1998).

Apesar da importância, o murici ainda é pouco explorado em pesquisas, tanto em relação as características físico-químicas, quanto em relação às características biométricas. A biometria dos frutos e sua composição são informações importantes para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo a utilização racional e uso eficaz dos frutos, além de contribuir para a detecção da variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e as relações

entre esta variabilidade e os fatores ambientais, como também em programas de melhoramento genético (CRUZ et al., 2001; CRUZ & CARVALHO, 2003).

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar fisicamente os frutos e endocarpos de plantas de *B. crassifolia* coletados na zona rural do município de Abadia de Goiás-GO, visando determinar o comprimento, diâmetro, massa e rendimento de polpa dos frutos, além de atributos físico-químicos e atividade antioxidante.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Obtenção e preparo do murici

Os frutos foram coletados em meados de janeiro de 2020, em uma propriedade rural localizada às margens da GO 469, no município de Abadia de Goiás-GO, de coordenadas 16°48'17"S, 49°27'37"O, 811 m, em plantas previamente identificadas com exsicata já coletada e depositada sob o registro 515, no Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal/Herbário, do Campus Rio Verde do IF Goiano. Cerca de 10 kg de frutos maduros foram selecionados quanto à uniformidade de cor e ausência de danos mecânicos. Sanitizou-se os frutos com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, e armazenou-se a vácuo em embalagens plásticas sob refrigeração (aproximadamente 6°C) até a condução dos experimentos.

4.2.2 Caracterização biométrica do murici

A avaliação das características biométricas do murici foi realizada de acordo com as normas do IAL (2008). Retirou-se 200 frutos, aleatoriamente das embalagens, e desses mediram-se os eixos longitudinais e os eixos equatoriais, com uso de paquímetro digital. Posteriormente, foram determinadas as massas dos frutos com uso de balança analítica de precisão (0,0001g).

A extração da polpa foi realizada manualmente, com o auxílio de uma espátula de aço e, posteriormente, determinou-se o rendimento de polpa dos frutos a partir da pesagem das massas das polpas e divisão pela massa total do fruto.

4.2.3 Umidade

Três cadinhos foram submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 3 horas, posteriormente, foram colocados no dessecador para resfriarem até a temperatura ambiente, cerca de 23°C e em seguida pesados em balança analítica. Foram pesadas aproximadamente 5 g de amostra nos cadinhos, previamente tarados. Os cadinhos contendo as

amostras foram novamente submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105°C por 3 horas e pesados após atingirem temperatura ambiente no dessecador. Este procedimento foi repetido até peso constante. Para determinar o teor de umidade os dados obtidos foram substituídos na Equação 1 (IAL, 2008).

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(P-p) \times 100}{p} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

P- massa da amostra úmida (g);

p- massa da amostra seca (g).

4.2.4 Cinzas

Os cadinhos contendo as amostras secas foram colocados em forno mufla a 550°C por 1 hora. Após a obtenção de cinzas, os cadinhos foram retirados da mufla, esfriados no dessecador e pesados em balança analítica. Para determinação do teor de resíduo mineral fixo, os valores obtidos foram substituídos na Equação 2 (IAL, 2008).

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{N \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

N- massa de cinza (g);

P- massa da amostra inicial (g).

4.2.5 Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Bligh & Dyer (1959). Pesou-se aproximadamente 3,5 g de amostras em béquer de 100 mL e, adicionou-se exatamente 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada, tampou-se e agitou-se rotativamente em agitador magnético por 30 minutos. Após a agitação foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5% (m/v) em água, agitou-se por mais 2 minutos e, separou-se as camadas em funil de decantação. Foram retirados aproximadamente 15 mL da camada inferior, adicionada 1 g de sulfato de sódio anidro previamente pesado no béquer, tampado e agitado manualmente por 2 minutos para remoção de traços de água. Filtrou-se e transferiu-se 5 mL do filtrado para estufa a 80°C por 30 minutos para evaporação do solvente. Resfriou-se em dessecador

e pesou-se novamente em balança analítica. Para quantificar a porcentagem lipídica os dados foram substituídos na Equação 3.

$$\text{Lipídeos (\%)} = \frac{N \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

N= massa de lipídeos (g);

P= massa da amostra inicial (g).

4.2.6 Proteínas

Pesou-se aproximadamente 0,5 g da amostra em papel de seda e transferiu-se a amostra para o balão de Kjeldahl. Logo após adicionou-se 7 mL de ácido sulfúrico e a cerca de 2,5 g da mistura catalítica (90% de sulfato de potássio + 10% de sulfato de cobre). Aqueceu-se numa chapa elétrica, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido. Aquecido por mais uma hora, adicionou-se 10 gotas do indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó. O balão foi ligado ao conjunto de destilação, com a extremidade afilada do refrigerante mergulhada em 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M, contido em frasco erlenmeyer de 500 mL com 3 gotas do indicador vermelho de metila. Adicionou-se ao frasco que contém a amostra digerida, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio a 40% até garantir um ligeiro excesso de base. Aqueceu-se até a ebulição e destilou-se até obter cerca de 250 mL do destilado. O excesso de ácido sulfúrico foi titulado com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila como indicador. Para determinação do teor de proteínas, os valores obtidos na análise foram substituídos na Equação 4 (IAL, 2008).

$$\text{Proteínas (\%)} = \frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

V- diferença entre o volume de ácido sulfúrico (mL) e o volume de hidróxido de sódio (mL) gastos na titulação;

P- massa da amostra (g);

f - fator de conversão.

4.2.7 Carboidratos

A percentagem de carboidratos foi determinada pelo método da diferença, em que os carboidratos totais são iguais a quantidade de umidade, cinzas, proteínas e lipídios subtraída de cem, de acordo com a Equação 5 (IAL, 2008).

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - \text{Umidade (\%)} - \text{Lipídeos (\%)} - \text{Proteínas (\%)} - \text{Cinzas (\%)} \quad (\text{Eq. 5})$$

5.2.8 Valor energético

O cálculo do valor energético total (VET) foi expresso em quilocalorias (kCal), estimado a partir dos fatores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al., (2009), Brasil, (2003) e Taco, (2011) de acordo com a Equação 6.

$$\text{VET (kcal)} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos}) + (9 \times \text{g lipídios}) \quad (\text{Eq. 6})$$

4.2.9 Acidez em ácido cítrico

Pesou-se aproximadamente 10 g da amostra. A amostra foi transferida para um frasco erlenmeyer de 125 mL, com 10 mL de água. Foram adicionadas 5 gotas da solução de fenolftaleína, e realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea. Para determinar o teor de acidez em ácido cítrico foi utilizada a Equação 7 (IAL, 2008).

$$\text{Acidez em ácido cítrico (\%)} = \frac{V \times f \times 64,02}{10 \times P} \quad (\text{Eq. 7})$$

Em que:

V- volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL);

f- fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P- massa da amostra usada na titulação (g);

64,02- equivalente em grama de ácido cítrico.

4.2.10 pH

A determinação do pH foi realizada pelo método de determinação direta com peagâmetro de bancada, modelo LUCA – 210 P, previamente calibrado com as soluções tampão pH 4,0 e 7,0.

4.2.11 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado por refratometria, por leitura direta no refratômetro de bancada, modelo DR301-95.

4.2.12 Sólidos totais

O teor de sólidos totais foi determinado por diferença, em que sólidos totais são iguais a quantidade de umidade subtraída de cem de acordo com a Equação 8 (IAL, 2008).

$$\text{Sólidos totais (\%)} = 100 - \text{Umidade (\%)} \quad (\text{Eq. 8})$$

4.2.13 Determinação de vitamina C

Pesou-se a cerca de 10 g de amostra, transferiu-se para frasco Erlenmeyer de 300 mL com 50 mL de água. Adicionou-se 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20% e após homogeneização, adicionou-se 1 mL de solução de iodeto de potássio aquosa a 10% (m/v) e 1 mL de solução aquosa de amido a 1% (m/v). Titulou-se com solução de iodato de potássio 0,002 M até coloração azul. Calculou-se o teor de vitamina C a partir da Equação 9 (IAL, 2008).

$$\text{Vitamina C} = \frac{100 \cdot v \cdot F}{p} \quad (\text{Eq. 9})$$

Em que:

Vitamina C – conteúdo de vitamina C (mg 100g⁻¹);

v- volume de iodato gasto na titulação (mL);

F- 0,8806 para solução de iodato de potássio 0,002 mol L⁻¹;

P- massa da amostra (g).

4.2.14 Fenólicos Totais

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo ensaio de Folin–Ciocalteu com modificações, de acordo com Daves (2003), por meio de uma curva construída com o padrão de ácido gálico e expresso como mg de EAG (equivalente de ácido gálico) por 100g de extrato.

Para obtenção da curva padrão de ácido gálico, pesou-se exatamente 500 mg de ácido gálico e diluiu-se em 100 mL de água destilada. A partir dessa solução (500 mgGAE/100 mL) preparou-se 6 diferentes concentrações variando de 0 a 500 mgGAE/100mL. Foram transferidos de cada

diluição 100 µL para um balão de 10 mL e adicionados 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu, 2 mL de solução de carbonato de sódio a 15% (m/v) e o volume completo com água destilada. Os balões foram homogeneizados e armazenados por duas horas ao abrigo de luz. A leitura da curva foi realizada em espectrofotômetro a 765 nm, previamente zerado com o branco (0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu + 2,0 mL de carbonato de sódio a 15% + 7,5 mL de água destilada). A partir dos valores das absorvâncias e das concentrações de cada diluição, obteve-se a curva padrão de ácido gálico.

Os extratos da polpa de murici foram preparados pesando aproximadamente 2,0 g de polpa e diluindo em etanol em um balão de 50 mL, homogeneizou-se, tampou-se e se armazenou ao abrigo de luz durante 24 horas. Após o repouso, os extratos foram filtrados e avaliados quanto ao teor de compostos fenólicos totais. Preparou-se os extratos para a leitura seguindo o método de preparo das diluições de ácido gálico (100 µL de extrato + 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu + 2,0 mL de carbonato de sódio a 15% + 7,4 mL de água destilada), armazenando-se por duas horas ao abrigo de luz e lendo no comprimento de onda de 765 nm, no espectrofotômetro previamente zerado com o branco. A partir da concentração inicial dos extratos e da equação da curva padrão de ácido gálico, determinou-se o conteúdo de compostos fenólicos totais nas amostras de murici.

4.2.15 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante da polpa foi aferida pelo método do sequestro de radicais DPPH (1,1-Difenil-2-picril-hidrazila), de acordo com Mensor et al. (2001). Os extratos para determinação da atividade antioxidante foram preparados da mesma maneira que os extratos utilizados para determinação dos compostos fenólicos totais. Para preparo das amostras para leitura, foram retirados 2,5 mL de extrato e adicionado 1,0 mL de solução de DPPH a 0,30 mmol/L.

Foram preparados também os brancos das amostras (2,5 mL de extrato + 1 mL de etanol), os controles negativos (2,5 mL de extrato + 1 mL de solução de DPPH a 0,30 mmol/L), os controles positivos (2,5 mL de solução de Trolox 100 ppm + 1 mL de solução de DPPH a 0,30 mmol/L) e os brancos dos controles positivos (2,5 mL de solução de Trolox a 100 ppm + 1 mL de etanol). As amostras, os brancos e os controles preparados foram armazenados em ausência de luz por 30 minutos e as absorvâncias medidas em espectrofotômetro a 518 nm. As absorvâncias foram convertidas em porcentagem de atividade antioxidante (AA %) pela Equação 10.

$$AA\% = 100 - \left[\frac{(ABs \text{ amostra} - ABs \text{ branco})}{ABs \text{ controle negativo}} \times 100 \right] \quad (\text{Eq. 10})$$

4.2.16 Análises estatísticas

As avaliações biométricas foram realizadas a partir de 200 frutos, e os resultados foram apresentados como médias seguidas de seus respectivos desvios padrão, além de histogramas de distribuição de frequência. As demais quantificações foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados na forma de médias seguidas de seus respectivos desvios padrão.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Características Biométricas

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos parâmetros físicos dos frutos de muricizeiro.

TABELA 1 - Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão dos dados biométricos do murici.

| Parâmetro | Mínimo | Média | Máximo | Desvio Padrão | Coefficiente de variação (%) |
|-------------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------------------|
| Eixo longitudinal (mm) | 13,73 | 16,23 | 18,14 | 0,08 | 4,92 |
| Eixo equatorial (mm) | 11,46 | 13,77 | 17,52 | 0,10 | 7,04 |
| Massa do fruto (g) | 1,35 | 2,66 | 3,99 | 0,53 | 20,00 |
| Polpa (g) | 0,70 | 1,17 | 2,09 | 0,25 | 21,41 |
| Rendimento de polpa (%) | 40,03 | 43,96 | 74,80 | 3,85 | 8,75 |
| *EL/EE | 0,89 | 1,17 | 1,40 | 0,07 | 6,16 |

*EL/EE = relação entre o eixo longitudinal e o eixo equatorial.

Os frutos apresentaram massa média de $2,66 \pm 0,53$ g, valor semelhante ao obtido por Santos, et al. (2018) de $2,72 \pm 0,58$ g, sendo o valor mínimo de massa obtido de 1,35 g e o valor máximo de 3,99 g. Verificou-se ainda alta variação para a massa dos frutos e a massa de polpa, sendo os coeficientes de variação de 20,00% e 21,41%, respectivamente.

Pesquisas sobre espécies tropicais frutíferas mostram alta variabilidade quanto ao tamanho do fruto, semente, volume, massa do fruto e massa das sementes (ZUFFO et al., 2014). A Figura 1 apresenta a distribuição de frequência das massas dos frutos avaliados.

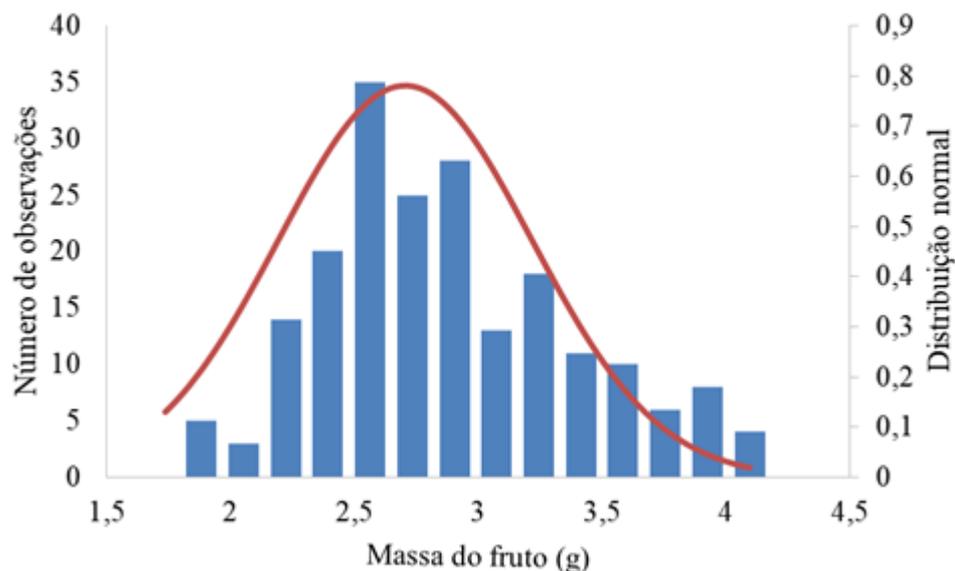


FIGURA 1 - Distribuição de frequência da massa dos frutos de murici.

As variáveis de massa e tamanho dos frutos observados neste trabalho diferiram dos resultados reportados pelos autores citados anteriormente, no entanto, estas variações estão associadas às características ambientais dos locais onde a espécie ocorre, bem como das características genéticas das matrizes. Plantas sob diferentes condições nutricionais, de temperatura, disponibilidade hídrica e agentes dispersores, sofrem uma seleção natural nestes ambientes, favorecendo o desenvolvimento de indivíduos geneticamente adaptados, que apresentam características fenotípicas peculiares que os fazem diferir de outros indivíduos pertencentes a mesma espécie (MACHADO et al., 2016; MORZELLE et al., 2015).

Os eixos longitudinais (EL) dos frutos apresentaram amplitude de variação de 13,73 a 18,14 mm com ponto médio de $16,23 \pm 0,08$ mm (Figura 2), valores semelhantes aos obtidos por Santos et al. (2018) com valor mínimo de 12,27 mm, máximo de 14,47 mm e médio de $13,51 \pm 0,77$.

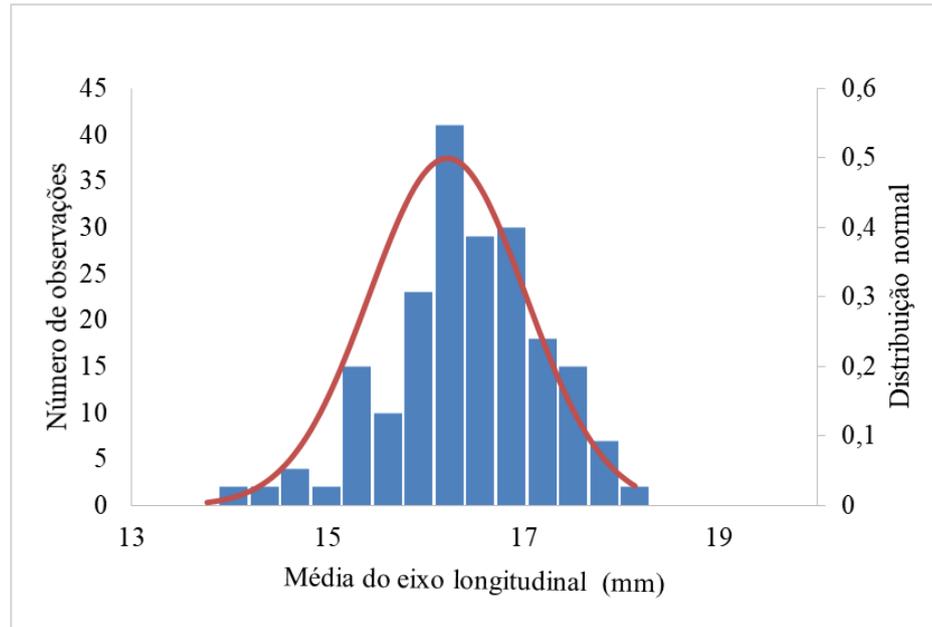


FIGURA 2 – Distribuição de frequência dos diâmetros longitudinais dos frutos de murici.

Os eixos equatoriais (EE) oscilaram de 11,46 mm a 17,52 mm, com média de $13,77 \pm 0,10$ mm (Figura 3). Os valores médios dos eixos longitudinal e equatorial obtidos são superiores aos valores encontrados por Gusmão et al. (2006), que avaliaram frutos coletados na região DE Montes Claros - MG, e observaram $10,08 \pm 0,14$ mm e $11,93 \pm 0,17$ mm, respectivamente, Araújo et al. (2009), verificaram valores de $8,50 \pm 0,10$ mm e $7,38 \pm 0,11$ mm respectivamente, em frutos de *B. vesbascifolia* (L.) Rich. em Alagoas.

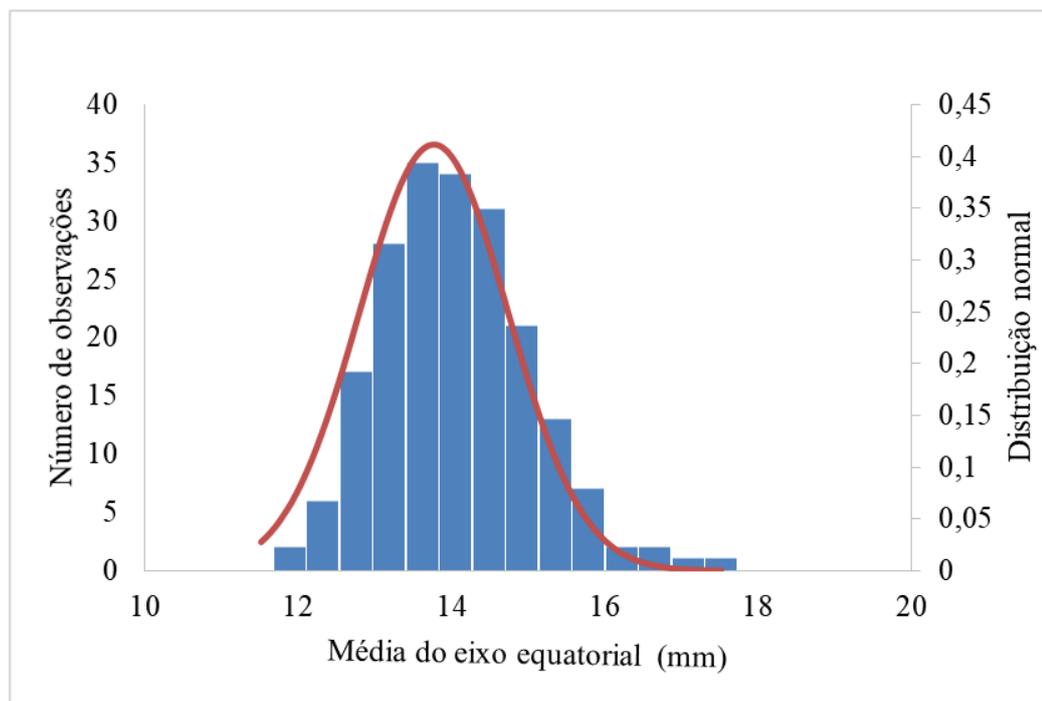


FIGURA 3 – Distribuição de frequência dos diâmetros transversais dos frutos de murici.

A relação entre o eixo longitudinal e o eixo equatorial dos frutos (EL/EE) é um parâmetro utilizado como indicativo do formato dos mesmos, se a relação EL/EE for ≥ 1 indica frutos de formato alongado e cilíndrico, ou seja, o diâmetro longitudinal é maior que o diâmetro transversal (SILVA et al., 2016). Neste estudo, observou-se relação diâmetro longitudinal/diâmetro transversal com amplitude de 0,89 a 1,40 mm, e média geral de $1,17 \pm 0,07$ mm.

O conhecimento sobre o formato dos frutos é muito importante para o manuseio pós-colheita, principalmente para frutos destinados ao processamento agroindustrial, em que o aspecto visual do produto final influencia o nível de aceitabilidade destes pelo consumidor, a exemplo de frutos glaceados e cristalizados. Além disso, as indústrias de processamento dão preferência a frutos arredondados, por facilitar as etapas de limpeza e processamento durante o manuseio dos alimentos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O rendimento percentual de polpa dos frutos foi de 43,96% (Figura 4), valor inferior ao obtido por Santos et al. (2018) que relataram média de 63,04% da massa de matéria fresca total dos frutos.

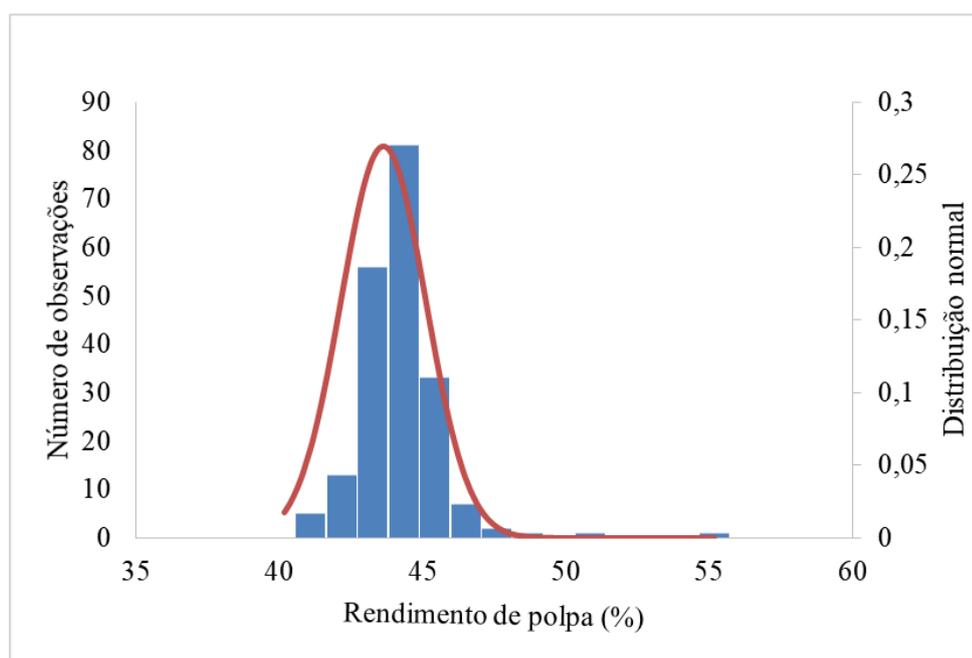


FIGURA 4 - Rendimento de polpa dos frutos de murici.

A partir dos coeficientes de Correlação de Pearson (R) foi possível determinar a correlação das diferentes características físicas dos frutos de murici como positivamente forte (de 0,7 a 0,9) e positivamente moderada (0,5 a 0,7) (Tabela 2). Observou-se forte correlação entre a massa do fruto e polpa do fruto e entre diâmetro do fruto e polpa do fruto, sendo estas 0,862 e 0,702, respectivamente. Pedron et al. (2004) ao analisarem os parâmetros biométricos de frutos de butiazeiro, também observaram a existência de alta correlação entre a massa média do fruto e o tamanho do fruto.

TABELA 2 – Estimativa de coeficientes de Correlação de Pearson (R) entre as características dos frutos de murici.

| Comparações | R |
|-------------------------------------|----------|
| Eixo longitudinal x Eixo equatorial | 0,479 |
| Eixo longitudinal x Polpa do fruto | 0,517 |
| Eixo longitudinal x Massa do fruto | 0,568 |
| Eixo equatorial x Polpa do fruto | 0,702 |
| Eixo equatorial x Massa do fruto | 0,691 |
| Massa do fruto x Polpa do fruto | 0,862 |

A comparação entre o eixo longitudinal e a polpa do fruto apresentou uma correlação moderada, deste modo, o eixo equatorial do fruto tem uma correlação positiva maior sob o rendimento de polpa do fruto, do que o eixo longitudinal.

A massa do fruto e as dimensões são diretamente proporcionais com a quantidade de polpa, uma vez que a polpa contribui em média com 43,96% da massa total do fruto, o que demonstra um rendimento moderado de polpa. A quantidade de polpa é uma característica importante dos frutos de *B. verbascifolia*, refletindo na grande valorização do extrativismo dos frutos, no período de safra.

As comparações entre eixo equatorial e massa do fruto (0,691), eixo longitudinal e massa do fruto (0,568) apresentaram correlação positiva moderada, portanto, valores inferiores aos obtidos por Souza et al. (2019) de 0,877 e 0,707, respectivamente. Já entre o eixo longitudinal do fruto e o eixo equatorial do fruto, obteve-se correlação fraca, com coeficiente de 0,479, valor também inferior ao reportado por Souza et al. (2019), de 0,600.

4.3.2 Composição centesimal

A determinação da composição centesimal do murici é importante tanto para os consumidores do fruto *in natura*, quanto para as indústrias alimentícias que vêm utilizando o fruto como matéria-prima para alimentos processados. A Tabela 3 apresenta a composição centesimal da polpa obtida a partir do murici e o valor energético.

TABELA 3 - Composição centesimal e valor energético da polpa de murici.

| Parâmetro | Percentual |
|---|-------------------|
| Umidade (g 100g ⁻¹) | 74,04±0,25 |
| Cinzas (g 100g ⁻¹) | 0,38±0,15 |
| Lipídeos (g 100g ⁻¹) | 2,72±0,15 |
| Proteínas (g 100g ⁻¹) | 0,69±0,12 |
| Carboidratos (g 100g ⁻¹) | 22,17±0,17 |
| Valor energético total (Kcal 100g ⁻¹) | 115,92±0,17 |

O valor médio da umidade foi de $74,04 \pm 0,25 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, valor muito próximo ao obtido por Guimarães e Silva (2008) de $75,87 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, e inferior ao observado por Silva et al. (2008), de $80,6 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Altos teores de umidade na polpa de murici somados a fragilidade da casca, fazem com que o fruto seja susceptível à deterioração enzimática e/ou microbiana, dificultando a conservação (HAMACEK, 2012).

O teor de cinzas dos frutos de murici foi de $0,38 \pm 0,15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, valor inferior aos observados por Guimarães e Silva (2008) e por Silva et al. (2008), de $0,63$ e $0,78 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente.

Os frutos apresentaram teores expressivos de lipídeos, com média de $2,72 \pm 0,15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, valor semelhante ao obtido por Morzelle et al. (2015) de $2,31 \pm 0,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Siguemoto (2013) descreveu que este fruto apresenta, perfil lipídico, a cerca de 65% de ácidos graxos monoinsaturados, sendo o ácido oleico o mais comum, seguido pelo ácido palmítico. O ácido graxo esteárico também pode ser detectado, porém, em baixas concentrações. Além disso, os frutos de murici também possuem ácidos graxos poli-insaturados, como, por exemplo, o linoleico e o docosaenoico.

O expressivo teor lipídico disponível no murici contribuiu para elevado valor calórico, já que os lipídeos geram 2,3 vezes mais calorias que os carboidratos e proteínas (SEYFFARTH; BRESSAN, 2007). O teor proteico apresentado pelo murici no presente trabalho foi de $0,69 \pm 0,12 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, valor inferior ao obtido por Morzelle et al. (2015), que observou média de $1,94 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, mas semelhante ao apresentado por Guimarães e Silva (2008) de $0,75 \pm 0,05 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O fruto de murici apresentou valor energético de $115,56 \pm 0,17 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, valor superior ao obtido por Guimarães e Silva (2008) de $109,10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, que pode estar relacionado ao menor teor de carboidratos encontrado pelos autores ($19,62 \pm 1,82$), diretamente relacionado ao grau de maturação do fruto.

4.3.3 Características físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos da polpa do murici são de grande importância para a verificação se a mesma atende aos requisitos mínimos estabelecidos pelo Regulamento técnico de identidade e qualidade (BRASIL, 2018). A polpa de murici é o produto não fermentado, não concentrado, obtido por processo tecnológico adequado da parte comestível do murici (*Byrsonima crassifolia*) (BRASIL, 2018). A Tabela 4 apresenta os valores mínimos especificados pela legislação e resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos da polpa do murici.

TABELA 4- Parâmetros físico-químicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade da polpa de murici.

| Parâmetro | *Mínimo | Valor Obtido |
|--|----------------|---------------------|
| Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C | 4,4 | 7,23±0,23 |
| Sólidos totais (g 100g ⁻¹) | 4,9 | 25,96±0,25 |
| pH | 2,8 | 3,42±0,04 |
| Acidez total expressa em ácido cítrico (g 100g ⁻¹) | 2,45 | 1,09±0,03 |
| Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹) | 7,3 | 37,07±0,67 |
| Densidade (kg m ⁻³) | - | 1082,84±7,98 |

*Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018).

A polpa de murici apresentou em média teor de sólidos solúveis de 7,23±0,23 °Brix, valor que atende ao estabelecido pela legislação de no mínimo 4,4 °Brix. A avaliação do teor de sólidos solúveis é comumente utilizada como indicativo do grau de maturação para várias espécies frutíferas, sendo sua quantificação importante em frutos, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento, pois os consumidores dão preferência a frutos mais adocicados e menos ácidos, pois durante o processamento, elevados teores destes compostos na polpa do fruto possuem relação com a quantidade de açúcar adicionado, tempo de evaporação da água, gasto de energia e rendimento do produto final (SILVA et al., 2002).

Foram observados valores de acidez total de 1,09 ± 0,03 g 100g⁻¹ em ácido cítrico, valor inferior ao estabelecido pela legislação, mas semelhante ao obtido por Canuto et al. (2012), que obtiveram frutos de *B. crassifolia* do litoral maranhense, com média de acidez total de 1,00 ± 0,00 g 100g⁻¹.

Com relação ao pH, os frutos se apresentaram ácidos, com média de 3,42 ± 0,04. Estes valores de pH estão de acordo com o recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016) para polpa de murici (*B. crassifolia* (L.) Rich.) de no mínimo 2,80; e semelhante ao obtido por Guimarães et al. (2008) e Vallilo et al. (2007) para frutos de *B. verbascifolia* (L.) Rich. e *B. myricifolia* (Griseb.) que foram de 3,24 a 3,60, respectivamente.

Dias et al. (2011), afirmaram que para frutos processados é interessante valores baixos de pH, pois estes favorecem a conservação do produto, não necessitando da adição de ácidos ou outros aditivos, para evitar a proliferação de microrganismos, e que valores mais altos são preferíveis para o consumo *in natura* dos frutos.

Os frutos de muricizeiro podem ser considerados como boa fonte de vitamina C, uma vez que a Legislação Brasileira (BRASIL, 2005) recomenda ingestão diária próximo de 60 mg para adultos. A polpa de murici apresentou teor médio de vitamina C de 37,07 ± 0,67 mg por 100g de polpa, valor entre os valores mínimos e máximos observados por Santos et al. (2018), que ao

avaliarem o conteúdo de vitamina C em 50 frutos, com médias que variaram de 26,40 mg 100g⁻¹ a 68,64 mg 100g⁻¹, e uma média geral de 42,24 ± 3,76 mg 100g⁻¹.

4.3.4 Fenólicos totais e Atividade antioxidante

A Tabela 5 apresenta a atividade antioxidante e compostos fenólicos da polpa de murici.

TABELA 5 - Compostos fenólicos e atividade antioxidante da polpa de murici.

| Compostos fenólicos (mg EAG 100g ⁻¹) | Atividade antioxidante (%) |
|---|-------------------------------|
| 447,66±8,59 | 89,15±0,15 |

A análise de fenólicos totais é o primeiro indicativo quanto ao possível potencial antioxidante de um extrato vegetal, pois a funcionalidade dos frutos está intimamente relacionada com a presença dos compostos fenólicos. Logo alta concentração de fenólicos indica elevado potencial antioxidante. A quantificação de fenólicos totais na polpa de Murici foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu para os extratos etanólicos. Foi construída uma curva padrão com o Ácido gálico, e esta apresentou R² = 0,9828, conforme demonstrado na Figura 5.

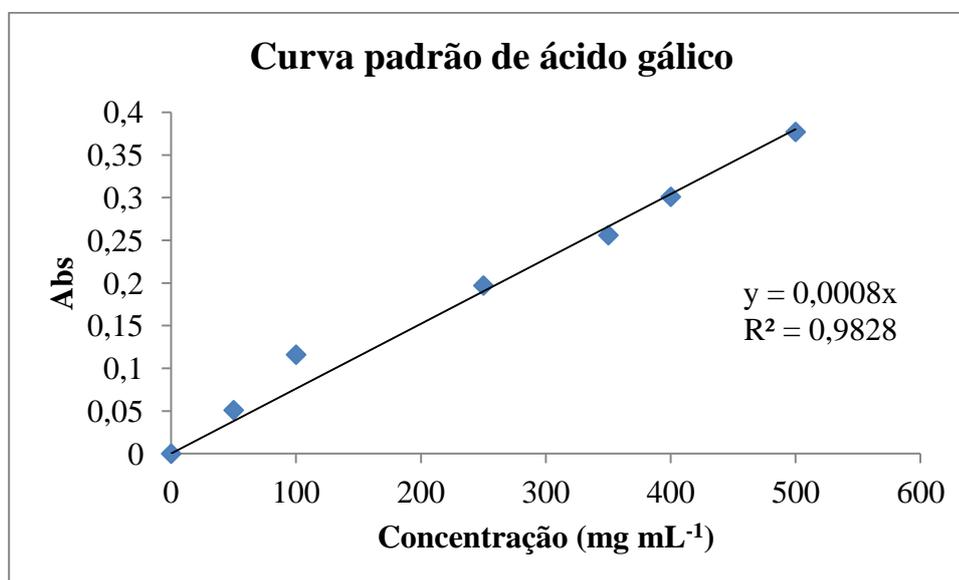


FIGURA 5 - Curva padrão de ácido gálico.

O valor para fenólicos totais do murici foi de 447,66±8,59 mg EAG 100g⁻¹, valor menor do que o verificado por Malta (2011) que foi de 790,31 ± 1,52 mg EAG 100g⁻¹, mas muito semelhante aos valores apresentados por Mendes (2017) de 437,76 ± 1,90 mg EAG 100g⁻¹ e superior ao obtido

por Belisário et al. (2020), que obteve média de $165,2 \pm 0,43$ mg EAG $100g^{-1}$ para o murici no primeiro dia de armazenamento a temperatura de $12 \pm 1^{\circ}C$.

O estudo da atividade antioxidante dos frutos nativos é importante, uma vez que a relação entre alimento e saúde está sendo explorada pela comunidade científica e os frutos do Cerrado têm recebido destaque neste cenário.

A polpa de murici apresentou média de $89,15 \pm 0,15\%$ de atividade antioxidante, valor muito próximo ao de Rodrigues (2018), que foi de 89,18%, para o fruto de murici coletado em uma região diferente, mas no mesmo Estado de Goiás. Diversos compostos presentes no fruto são responsáveis pela alta atividade antioxidante, dentre estes, pode-se citar o conteúdo de vitamina C e os demais compostos fenólicos.

Os frutos utilizados nesta pesquisa foram coletados na mesma região utilizada para a pesquisa de Belisário et al. (2020). No entanto, são plantas com manejo de cultivo, com adubação, irrigação e controle de pragas, realizados pelo pequeno produtor proprietário do sítio. Esse fato pode ter influenciado positivamente no conteúdo de fenólicos totais e de atividade antioxidante, já que em comparação com as plantas nativas e sem nenhum manejo, estas possuem maior nutrição e condições para melhor qualidade dos frutos, indicando, também a importância de investimentos em tecnologias de cultivo para aumentar o valor agregado de espécies nativas.

4.4 CONCLUSÃO

O murici apresentou grande variação biométrica para os diferentes parâmetros avaliados. Essas oscilações podem estar relacionadas com a variabilidade genética e a fatores ambientais. Apresentou formato alongado cilíndrico e forte correlação entre a massa e o diâmetro do fruto e o rendimento de polpa.

Os parâmetros físico-químicos da polpa de murici atenderam a todos os requisitos da legislação vigente, com exceção da acidez em ácido cítrico, em que o valor foi inferior ao estabelecido, mas semelhante ao apresentado em outros estudos. O fruto apresentou elevado potencial antioxidante, e pode estar relacionado com a elevada quantidade de compostos fenólicos e de vitamina C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. **Planaltina: EMBRAPA**, v. 464, 1998.

ARAÚJO, R. R. Phenology and morphology of plants and fruits of biometrics and sementes de muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.) of the coastal plains Alagoas. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILE, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Brasílica**, v. 18, p.903- 909, 2004.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. The Chemical Composition of American Food Materials, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.

BELISÁRIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. D. S.; RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, 2020.

BUSTAMANTE, M. M. C. Política de clima negligencia o Cerrado – mais uma vez: Plano entregue à ONU não menciona o segundo maior bioma do país, sob pressão intensa. Observatório do Clima, Edição Especial, 2015. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/politica-de-clima-negligencia-o-cerradomais-uma-vez/>>. Acesso em: 13 de outubro de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada de Proteínas, Vitaminas e Minerais”. D. O. U. – Diário Oficial da União. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 37 de 8 de outubro de 2018. Aprova o regulamento técnico para parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. Brasília, 8 de out. 2018. Seção 1, p. 28.

BLIGH, E. G. AND DYER, W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CASTRO, A. H. F. Aspectos da propagação, ecofisiologia e fitoquímica de *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.: uma espécie medicinal do cerrado. 2003. 130 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: FAEPE, 785p., 2005.

- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler - Sapotaceae). **Acta Amazonica, Manaus**, v. 33, p. 389-398, 2003.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U.; LEÃO, N. V. M. Métodos para superação da dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel. (*Leguminosae Mimosoideae*). **Acta Amazonica**, v. 31, p. 167-177, 2001.
- DAVES, J. W. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. **Copyright by John Wiley & Sons Inc**, p. 1073-1080, 2003.
- DIAS, A. B.; CARVALHO, M. A. P.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, V. J. A D. A. Variabilidade e Caracterização de Frutos de Pitangueiras em Municípios Baianos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1169-1177, 2011.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 817-821, 2008.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; JÚNIOR, E. M. F. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.
- HAMACEK, F. R. Caracterização física, química e valor nutricional de espécies frutíferas do Cerrado de Minas Gerais. 2012. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Instituto Adolfo Lutz, 1976.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. **Nova Odessa: Plantarium**, 1998.
- MACHADO, C. G.; OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. C. S.; MENDONÇA, N. G. Biometria e Caracterização Morfológica de Sementes de *Araticum* Oriundas de Matrizes de Palminópolis – GO. **Global Science and Technology**, 2016, 9, 1, 41-47.
- MALTA, L. G. Avaliação biológica de frutas do Cerrado brasileiro = Guapeva, Gabiroba e Murici. 2011. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.
- MENDES, D. C. S. Caracterização fisiológica do fruto murici (*Byrsonima* sp.) in natura. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant Activity by the Use of DPPH free Radical. **Method Phytotherapy Research**, v.15, n.2, p.127-130, 2001.
- MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C. D.; BOAS, V.; DE BARROS, E. V.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curioba, gabiroba e murici

provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J.P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de frutos, endocarpos e sementes de batiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p. 585- 586, 2004.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

RODRIGUES, L. A. N.; BELISÁRIO, C. M.; CASTRO, C., RODRIGUES, T. G. C.; FERREIRA, A. A. R. Fenólicos totais e capacidade antioxidante de extratos de casca, folhas e frutos do Miricizeiro. **Tecnologia & Ciência e Agropecuária**, v. 12, n. 5, p. 55-60, 2018.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. de. Plantas medicinais no domínio cerrados. Lavras: UFLA, 2001.180 p.

SANTOS, E. F.; OLIVEIRA, J. D. S.; SILVA, I. C.; GALLO, C. M.; LEMOS, E. E. P.; REZENDE, L. Caracterização física e físico-química em frutos de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) de ocorrência nos tabuleiros costeiros de alagoas. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 11-20, 2018.

SEYFFARTH, A.S.; BRESSAN, J. Os alimentos: calorias, macronutrientes e micronutrientes. In: GOVEIA, G.R. Manual do Profissional. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes, 2007. cap.1, 7p.

SIGUEMOTO, E.S. Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleífera*).2013. 124 Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. Frutas nativas dos cerrados. Brasília, DF: EMBRAPA/CPAC, 1994.

SILVA, J.; SILVA, E. S.; LIMA & SILVA, P. S. Determinação da Qualidade e do teor de Sólidos Solúveis nas Diferentes Partes do Fruto da Pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 562-564, 2002.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. D. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, Q. J.; FIGUEIREDO, F. J.; LIMA, V. L. A. G.; Características físicas e químicas de cirigueleiras cultivadas na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Ceres**, 2016, 63, 3, 285-290.

SOUZA, J. L. C.; SILVA, L. B. REGES, N. P. R., MOTA, E. E. S. LEONÍDIO, R. L. Caracterização física e química de gabioba e murici. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 221-230, 2019.

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

VALILLO, M. I.; PASTORE, J. A.; ESTON, M. R.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. Caracterização Química e Valor Nutricional dos Frutos de *Byrsonima myricifolia* Griseb – Malpighiaceae – Alimentos de Aves Silvestres. **Revista Instituto Floresta**, 2007, 19, 1, 39-45.

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

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO-JÚNIOR, J. M. Caracterização Biométrica de Frutos e Sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) na Região Leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 2014, 37, 4, 463-471.

5 CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA SABORIZADA COM POLPA DE MURICI (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae)

RESUMO

A imagem saudável associada ao iogurte e outros produtos derivados do leite, como as bebidas lácteas fermentadas, tem levado ao aumento na demanda destes alimentos. Além disso, bebidas lácteas têm sido usadas como importantes veículos de bactérias probióticas, que agregam diversos benefícios a saúde humana. Nesse sentido, a utilização de soro de leite e a polpa de murici podem contribuir ainda mais para as propriedades funcionais deste produto. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes frações de substituição do leite por soro de leite em bebidas lácteas fermentadas, saborizadas com polpa de murici. Para avaliação das propriedades nutricionais, foram determinadas as composições centesimais das formulações elaboradas, além do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante. A estabilidade foi verificada a partir da determinação do pH, acidez e sólidos solúveis durante o armazenamento. Foram realizadas as contagens de coliformes totais, coliformes fecais e de bolores e leveduras no último dia de armazenamento para verificação da qualidade microbiológica das mesmas, além da contagem das culturas lácteas viáveis. As bebidas lácteas apresentaram teores de lipídeos variando de 1,48% a 1,88%, se enquadrando na categoria de parcialmente desnatadas, e apresentaram ausência para as contagens de coliformes totais, coliformes fecais, bolores e leveduras, e contagens superiores a 10^6 UFC mL⁻¹ para as culturas lácteas, se enquadrando dentro dos padrões de referência da legislação em vigor. Todas as formulações se mostraram promissoras quanto a aplicação do soro de leite líquido na alimentação humana. O uso da polpa de murici na saborização das bebidas lácteas, além de incentivar a valorização dos frutos nativos pelo aumento do valor agregado, contribuiu para o incremento de compostos bioativos nessas bebidas.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; *Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae; Desenvolvimento de novos produtos; Frutos do cerrado.

ABSTRACT

The healthy image associated with yogurt and other dairy products, such as fermented dairy drinks, has led to an increase in the demand for these foods. In addition, dairy drinks have been used as important vehicles for probiotic bacteria, which add several benefits to human health. In this sense, the use of whey and murici pulp can further contribute to the functional properties of this product. This work aimed to evaluate the effect of different fractions of milk substitution by whey in fermented dairy drinks, flavored with murici pulp. To assess nutritional properties, the proximate compositions of the formulations were determined, in addition to the content of phenolic compounds and antioxidant activity. The stability was verified from the determination of pH, acidity and soluble solids during storage. Total coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts were counted on the last day of storage to verify their microbiological quality, in addition to counting viable dairy cultures. Dairy beverages showed lipid levels ranging from 1.48% to 1.88%, falling into the category of partially skimmed, and were absent for total coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts, and counts above 10^6 CFU mL⁻¹ for dairy crops, falling within the reference standards of current legislation. All formulations have shown promise with regard to the application of liquid whey in human food. The use of murici pulp to flavor dairy drinks, in addition to encouraging the appreciation of native fruits by increasing the added value, contributed to the increase in bioactive compounds in these drinks.

Keywords: *Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae; Cerrado fruits; Development of new products; Functional foods.

5.1 INTRODUÇÃO

As mudanças de gêneros alimentícios no mercado e o aumento da exigência dos consumidores por alimentos que apresentem funcionalidade, além da qualidade sensorial e nutricional, tem se tornado um importante requisito dos consumidores na escolha do alimento, e aumenta a demanda por novos produtos que possam atender a estas exigências do mercado (BASTIANI, 2009). Dentre os atributos dos alimentos que têm preocupado os consumidores se destaca o teor e o tipo de gordura. A redução do consumo de gordura está relacionada com a redução do risco de vários tipos de doenças, tais como a hipertensão, obesidade, apoplexia cerebral e doenças cardíacas coronárias (SANDOVAL-CASTILLA et al., 2004; YOO et al., 2007).

Alimentos derivados de leite, em grande parte, possuem grande porcentagem de gordura na composição. Dentre esses alimentos, pode-se citar uma série de diferentes tipos de queijo, que durante o seu processo de fabricação geram grandes volumes de soro de leite, representando entre 80 e 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijo. O soro de queijo, também chamado de soro de leite é um líquido amarelo-esverdeado, opaco e que contém a cerca de 55% dos sólidos do leite original e possui Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) variando de 30.000 a 60.000 mg de O₂ L⁻¹ (ANDRADE; MARTINS, 2002).

As proteínas do soro apresentam grande variedade de aplicações em alimentos, principalmente pelas propriedades de solubilidade, viscosidade, retenção de água, geleificação e emulsificação (HUFFMAN, 1996). Entre as diferentes formas de utilização do soro de queijo na produção de produtos lácteos, está o desenvolvimento de novos produtos a partir da aplicação na forma líquida, como a bebida láctea (OLIVEIRA, 2006).

O murici (*Byrsonima ssp*, Malpighiaceae) é um fruto do Cerrado consumido principalmente *in natura*, sendo encontrado de dezembro a março, nas regiões serranas do Sudeste, nos cerrados de Mato Grosso e Goiás e no litoral do Norte e Nordeste do Brasil. No final do estágio de maturação, o fruto se apresenta amarelado, com diâmetro variando entre 1,5 a 2 cm com sabor e odor característicos. A comercialização é realizada principalmente em feiras livres e mercados locais. A polpa é carnosa e macia, tradicionalmente aplicada na elaboração de sucos, geleias, sorvetes e licores (REZENDE; FRAGA, 2003; ALVES; FRANCO, 2003).

O uso da polpa de murici na saborização das bebidas lácteas, além de incentivar a valorização dos frutos nativos pelo aumento do valor agregado, contribui para o incremento de compostos bioativos. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes frações de substituição do leite por soro de leite em bebidas lácteas fermentadas, saborizadas com polpa de murici.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Obtenção e preparo das matérias-primas

Para obtenção da polpa de murici, a cerca de 10 kg de frutos foram coletados em uma propriedade rural localizada às margens da GO 469, no município de Abadia de Goiás-GO, 16°48'17"S, 49°27'37"O, 811 m, em plantas previamente identificadas com exsicata já coletada e depositada sob o registro 515, no Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal/Herbário, do Campus Rio Verde do IF Goiano. Os frutos foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, despulpados manualmente, com o auxílio de uma espátula de aço e a polpa congelada (aproximadamente a -6°C), até a elaboração das bebidas lácteas fermentadas.

Utilizou-se nas formulações o leite UHT padronizado a 3% de gordura (informação fornecida na embalagem), adquirido em um mercado varejista de Rio Verde- GO. O soro de leite foi obtido da fabricação do queijo minas frescal a partir da coagulação das proteínas do leite por ação da enzima quimosina, como mostrado na Figura 1.

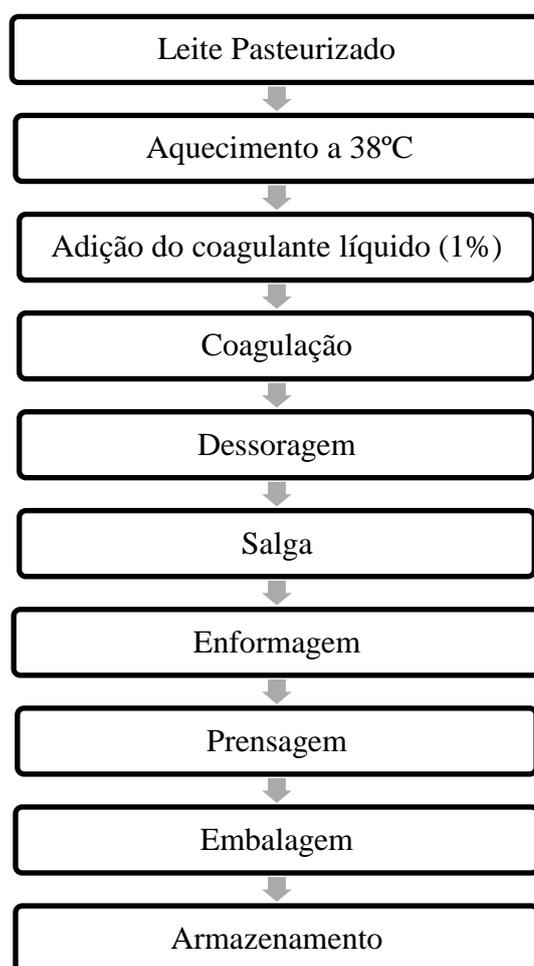


FIGURA 1 - Fluxograma de elaboração de queijo minas frescal.

O leite pasteurizado foi aquecido até a temperatura de 38°C, adicionado da enzima quimosina e mantido em repouso por duas horas. Após esse período houve a formação de coágulos que foram quebrados manualmente com o auxílio de um bastão de vidro. A dessoragem foi realizada com o auxílio de um filtro de tecido. O soro obtido foi armazenado a temperatura de 5°C ± 1°C por dois dias, até a elaboração das bebidas lácteas fermentadas.

A cultura (ABT-4 Chr Hansen) contendo *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus acidophilus* liofilizada foi armazenada em temperatura ambiente de acordo com as recomendações do fabricante.

A sacarose utilizada nas formulações foi adquirida no mercado local na cidade de Rio Verde -GO. Para o acondicionamento das bebidas lácteas, utilizou-se embalagens plásticas com capacidade de 250 mL de polietileno de alta densidade transparente com tampas de rosca vedante que garante o fechamento hermético.

5.2.2 Elaboração das bebidas lácteas

Elaboraram-se as bebidas lácteas de acordo com as Boas Práticas de Fabricação, conforme mostrado na Figura 2.

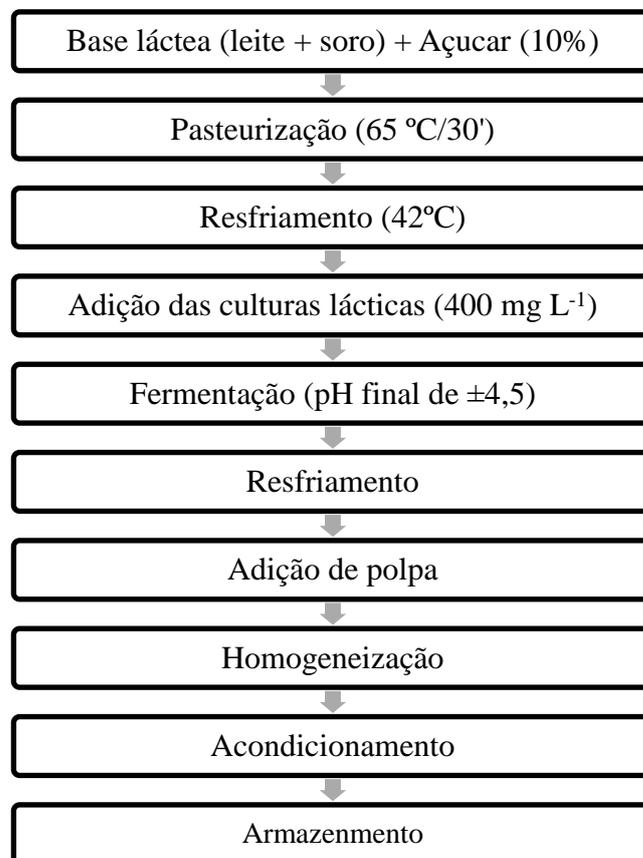


FIGURA 2 - Fluxograma de processamento das bebidas lácteas fermentadas.

Para a elaboração das bebidas lácteas fermentadas, pesou-se o leite e o soro de leite em diferentes proporções em béqueres e, adicionou-se 10% de açúcar (m/m). Pasteurizou-se as bases lácteas a 65°C por 30 minutos utilizando uma chapa aquecedora e um termômetro digital para a verificação da temperatura.

Após a pasteurização foi feito o resfriamento a 42°C das bases lácteas utilizando banho de gelo, adicionadas as culturas lácteas, e fermentadas em uma estufa incubadora BOD previamente estabilizada a 42°C, até pH de 4,5. Após a obtenção do pH final, resfriou-se as bebidas lácteas a 5°C com banho de gelo e, adicionou-se a polpa de murici nas proporções especificadas de acordo com a formulação, homogeneizou-se manualmente, acondicionou-se em embalagens de polietileno e armazenou-se a 5°C.

As substituições de leite por soro de leite na base láctea (mistura de leite e soro) do produto foram realizadas nas proporções de 20%, 40%, 60% e 80% (m/m) e as adições de polpa de murici variando entre 10 e 15%, totalizando oito formulações (Tabela 1).

TABELA 1 - Formulações das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de murici.

| Formulação | Base láctea | Polpa de adicionada (%) |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| F1 | 80% de leite + 20% de soro de leite | 10% |
| F2 | 80% de leite + 20% de soro de leite | 15% |
| F3 | 60% de leite + 40% de soro de leite | 10% |
| F4 | 60% de leite + 40% de soro de leite | 15% |
| F5 | 40% de leite + 60% de soro de leite | 10% |
| F6 | 40% de leite + 60% de soro de leite | 15% |
| F7 | 20% de leite + 80% de soro de leite | 10% |
| F8 | 20% de leite + 80% de soro de leite | 15% |

5.2.3 Composição proximal

As bebidas lácteas fermentadas foram submetidas a análises de umidade, proteínas e cinzas de acordo com o IAL (2008), de lipídeos pelo método de Bligh & Dyer (1959) e o teor de carboidratos calculado por diferença, de acordo com a Equação 1.

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - \text{umidade(\%)} - \text{lipídeos (\%)} - \text{proteínas (\%)} - \text{cinzas(\%)} \quad (\text{Eq. 1})$$

5.2.4 Valor energético

O cálculo do valor energético total (VET) foi expresso em quilocalorias (kCal), estimado a partir dos fatores de conversão de Atwater, descritos em Wilson et al., (2009) e Taco, (2011) de acordo com a Equação 2.

$$\text{VET (kcal)} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos}) + (9 \times \text{g lipídios}) \quad (\text{Eq. 2})$$

5.2.5 Densidade

Para a determinação da densidade do leite e do soro de leite, lavou-se o picnômetro, enxaguou-se com álcool e, posteriormente, com éter. Após a secagem natural, pesou-se e completou o volume com água a 21°C, seguido de pesagem. Lavou-se novamente o picnômetro, secou-se e encheu com a amostra e, pesou-se. A densidade das amostras foi determinada a partir da Equação 3.

$$\text{Densidade} = \frac{m_{am} - m_p}{m_{H_2O} - m_p} \quad (\text{Eq. 3})$$

Sendo:

m_{am} = massa do picnômetro com a amostra (g);

m_p = massa do picnômetro vazio (g);

m_{H_2O} = massa do picnômetro com a água (g);

5.2.6 pH

Para a determinação do pH, utilizou-se o método de determinação direta em aparelho eletrométrico, modelo LUCA - 210 P.

5.2.7 Acidez em ácido láctico

Foram pesadas aproximadamente 10 g da amostra transferida para frasco erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 10 mL de água. Foram adicionadas 5 gotas da solução fenolftaleína e feita a titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea. Para determinar o teor de acidez em ácido láctico utilizou a Equação 4:

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times f \times 0,9}{P} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

V - volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL);

f - fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P - massa da amostra usada na titulação (g);

0,9- fator de correção para o ácido láctico.

5.2.8 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado por refratometria por leitura direta no refratômetro, modelo DR301-95.

5.2.9 Fenólicos Totais

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin–Ciocalteu com modificações, de acordo com Daves (2003). A leitura foi realizada em espectrofotômetro de UV/Vis, no comprimento de onda 765 nm, e os cálculos feitos a partir de uma curva de calibração com concentrações entre 0 e 500 mg L⁻¹ de ácido gálico.

5.2.10 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante da polpa e das bebidas elaboradas foi aferida pelo método do sequestro de radicais DPPH (1,1-Difenil-2-picril-hidrazila), de acordo com Mensor et al. (2001), utilizando Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) como controle positivo.

5.2.11 Análises microbiológicas

As contagens microbiológicas para coliformes totais e coliformes fecais foram realizadas de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas (Brasil, 2005) e Métodos analíticos oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (Brasil, 2003).

5.2.11.1 Coliformes Totais (NMP)

Foi realizada previamente a sanitização da câmara asséptica e das embalagens a serem analisadas com álcool 70%, e esterilização comercial submetendo todo o material e soluções preparadas a 121°C durante 15 minutos em autoclave automática. Foram retirados 25 mL de cada amostra de forma asséptica, e diluídos em 225 mL de solução salina peptonada a 0,1%, sendo esta a diluição 10⁻¹. Em seguida realizaram as diluições 10⁻² e 10⁻³. Para realização do teste presuntivo, adicionou-se 1mL de cada diluição em três séries de três tubos contendo 10mL do meio LST (Lauril Sulfato Triptose) e um tubo de durhan invertido. Os tubos foram incubados entre 35 e 37°C durante 48 horas.

Para o teste confirmativo foi retirada uma alíquota de cada tubo de LST com subcultivos crescidos para tubos contendo 10 mL de Caldo Verde Brilhante Bile Lactose (VBBL) e um tundo de Durhan invertido e encubados em estufa a 35-37°C por 48 horas.

Foram considerados positivos os tubos de Durhan com produção de gás. A interpretação foi realizada a partir dos tubos positivos das três ordens de diluição analisadas (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) e consultada a tabela de número mais provável para obtenção do número de coliformes presentes nas amostras.

5.2.11.2 Coliformes Fecais (NMP)

Para a confirmação de presença de coliformes fecais foram seguidos os passos para a contagem de coliformes totais, porém, os subcultivos dos tubos positivos, do teste presuntivo, foram incubados em tubos contendo Caldo EC numa estufa a temperatura de 44,5°C durante 48 horas.

5.2.11.3 Bolores e Leveduras

Para determinação da contagem total de bolores e leveduras foi utilizado o método de contagem em placas, determinando o número de unidades formadoras de colônia (UFC), através do plaqueamento em superfície para as amostras diluídas a 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , utilizando o ágar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC) (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010).

5.2.11.4 Culturas lácticas viáveis

Para a contagem das culturas lácticas viáveis (*Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus acidophilus*) foram preparadas três diluições das amostras em água peptonada a 0,1% (H_2O_p), sendo estas 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . Inoculou-se 1 mL de amostra no Ágar MRS (Man Rogosa and Sharpe), aguardou-se a completa solidificação do Ágar, e, incubou-se as placas invertidas a 30°C por 48 horas em atmosfera microaerofílica. Após o período de incubação, as unidades formadoras de colônias foram contadas, e o resultado foi obtido multiplicando-se o número de colônias pelo inverso da diluição.

5.2.12 Custo básico de produção

O custo básico de produção das formulações foi calculado com base no custo com os insumos para produção das bebidas lácteas fermentadas, visto que o custo operacional foi o mesmo. Para determinação do custo do soro de leite, considerou-se o valor estimado por Pfrimer (2018).

5.2.13 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em parcelas subdividas, sendo as parcelas (quatro concentrações de soro) e as subparcelas (duas concentrações de polpa), em triplicata. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias submetidas ao teste Tukey ($p < 0,05$) utilizando o Software Sisvar©.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Obtenção e preparo das matérias primas

O leite integral, soro de leite e polpa de murici foram caracterizados a partir da realização de análises físico-químicas com o propósito de conhecer a composição centesimal dos mesmos e assegurar a qualidade. O leite, soro de leite e polpa de murici utilizados na elaboração das bebidas lácteas fermentadas foram analisados quanto ao teor proteico, pH, acidez em ácido láctico, densidade e sólidos solúveis totais (Tabela 2).

TABELA 2 - Características físico-químicas das matérias-primas utilizadas.

| Ingrediente | pH | Acidez (%) | Sólidos solúveis (°Brix) | Densidade (kg m⁻³) | Proteínas (g100 g⁻¹) |
|--------------------|-----------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| Leite | 6,36±0,07 | 0,15±0,02* | 10,10±0,17 | 1031,83±5,57 | 2,9*** |
| Soro de leite | 6,49±0,04 | 0,19±0,0* | 5,43±0,12 | 1028,83±6,49 | 0,75±0,04 |
| Polpa de murici | 3,24±0,04 | 1,09±0,03** | 25,96±0,25 | 1082,84±7,98 | 0,69±0,12 |

*Acidez em ácido láctico; **Acidez em ácido cítrico; ***Valor informado no rótulo do produto.

De acordo com o Regulamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (RISPOA), o leite desnatado normalmente apresenta densidade entre 1,031 e 1,034 g cm⁻³, como o valor médio de 1031,83 kg m⁻³, o leite utilizado se encontra dentro de tal parâmetro. Com relação a acidez do leite, esta deve variar entre 0,14 a 0,18 expressa como ácido láctico, conforme a instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 do MAPA, estando o leite utilizado nas formulações de bebida

lática também dentro deste parâmetro. O leite apresentou pH de 6,36, não estando dentro dos limites citados por Oliveira (2005) para o leite normal que é de 6,6 a 6,75.

Sólidos solúveis totais são representados pelos ácidos, sais, vitaminas, aminoácidos, algumas proteínas e açúcares, entretanto, a fração de açúcar é maior que a dos outros atributos, portanto, na prática, consideram-se sólidos solúveis totais como açúcares (KANESIRO et al., 1977). Neste estudo, pôde-se verificar que os teores de sólidos solúveis para o leite foram duas vezes maior do que para o soro de leite, fato que pode estar relacionado com a remoção de boa parte dos sólidos do leite no processo de coagulação da caseína. O valor médio obtido para sólidos solúveis do leite, apresentou pouco abaixo dos valores obtidos por Lima et al. (2009), que obteve teores de sólidos solúveis variando entre 12,36% e 13,64% para diferentes marcas de leite UHT.

O soro apresentou teor proteico de 0,75%, oriundas do leite utilizado na elaboração do queijo minas frescal; valor próximo ao obtido por Zerbielli (2014) de 0,89% e ao valor obtido por Teixeira e Fonseca (2008), que encontraram 0,88% proteína em soro de queijo minas. O soro pode ser considerado como doce quando apresenta valor de pH entre 5,8 a 6,6 e teor de acidez entre 0,10 e 0,20%. O pH e a acidez titulável obtidos para o soro utilizado na elaboração das bebidas lácteas foram de 6,49 e 0,19%, respectivamente, caracterizando-o assim como doce. A composição do soro varia muito dependendo do processo de fabricação e do tipo de queijo, mas de maneira geral, o soro doce é composto por 93 a 94% de água, 4,5 a 5,0% de lactose, 0,8 a 1,0% de cinzas e 0,1 a 0,5% de gordura ZADOW (1997).

5.3.2 Cinética de fermentação das bebidas lácteas

Os tempos de fermentação para elaboração das bebidas lácteas variaram de 180 a 240 minutos (Figura 3), valores muito próximos entre os tratamentos, porém a diferença nos teores de soro e açúcares podem ter influenciado ligeiramente o tempo de fermentação, sendo que as formulações com maior porcentagem de soro em substituição ao leite apresentaram menor tempo de fermentação.

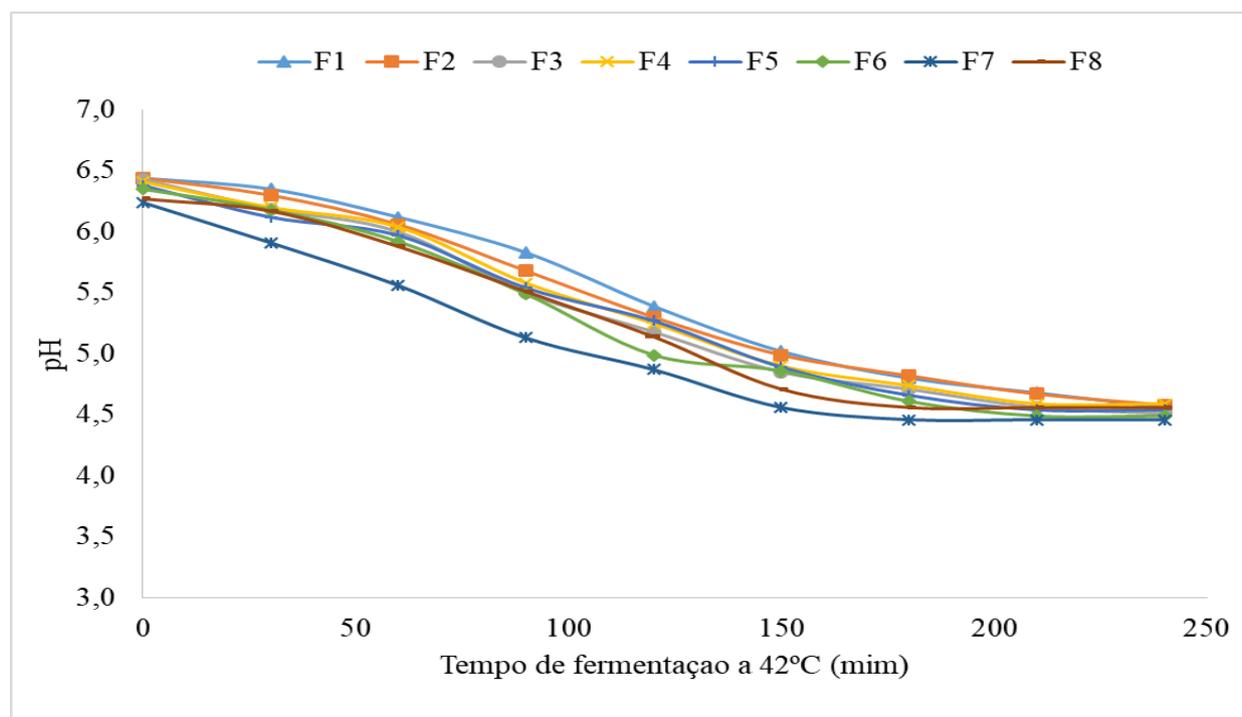


FIGURA 3 - Cinética de fermentação das bebidas lácteas.

Pinheiro (2003), utilizando a cultura contendo *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium*, obteve valor médio de 315 minutos na elaboração de iogurtes probióticos com edulcorantes, no entanto, Tamime & Robinson (1991), consideram que o período de incubação pode variar de 2,5 a 5h em um processo fermentativo em temperaturas entre 40 e 45°C.

Os valores do presente estudo se aproximam bastante dos encontrados por Dave e Shah (1998), que obtiveram tempos de fermentação que variaram de 3,5 a 6,0 h, utilizando culturas lácteas mistas compostas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* na fabricação de iogurtes e ao tempo de fermentação obtido por Thamer & Penna (2006), que utilizando a cultura mista liofilizada contendo *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Bifidobacterium* e *Lactobacillus acidophilus*, variando as concentrações de soro (45%, 50% e 55%), obtiveram as bebidas lácteas em tempos variando de 180 a 255 minutos.

O controle de pH é importante no processo de fermentação, pois a liberação do soro está diretamente relacionada com este parâmetro. Em contrapartida, bebidas lácteas fermentadas com pH acima de 4,6, não possuem formação suficiente de coalhada, favorecendo a sinérese, observada principalmente nos últimos dias de armazenamento e nas formulações com maior porcentagem de soro e em produtos com pH menor que 4,0, a separação do soro ocorre pela redução da hidratação das proteínas e contração do coágulo (BRANDÃO, 1997). Foi verificado que quanto maior o tempo de fermentação, maior diminuição no pH, ou seja, os produtos se tornaram mais ácidos. Essa

redução do pH provavelmente se deve ao resultado da fermentação realizada pelas bactérias ácido-láticas.

A Figura 4 apresenta as oito formulações de bebida láctea elaboradas, após o acondicionamento. É possível notar a homogeneidade das mesmas no dia 0 de armazenamento, devido ao pH estabilizado a $4,5 \pm 0,04$.



FIGURA 4 - Bebidas lácteas fermentadas no primeiro dia de armazenamento. (Fonte: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia)

5.3.3 Composição centesimal e valor energético

Os resultados obtidos para a composição centesimal e valor energético das formulações são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Composição centesimal e valor energético das diferentes formulações de bebidas lácteas.

| Formulação | Composição centesimal | | | | | Valor energético (kcal 100 g ⁻¹) |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| | Umidade (g 100g ⁻¹) | Cinzas (g 100g ⁻¹) | Lipídeos (g 100g ⁻¹) | Proteínas (g 100g ⁻¹) | Carboidratos (g 100g ⁻¹) | |
| F1 | 80,85 ^a | 0,69 ^{ab} | 1,48 ^c | 2,62 ^a | 14,36 ^a | 81,24 ^a |
| F2 | 81,95 ^a | 0,59 ^c | 1,53 ^{cb} | 2,35 ^{ac} | 13,58 ^b | 77,49 ^b |
| F3 | 83,24 ^a | 0,61 ^{bc} | 1,75 ^{ba} | 1,98 ^{abc} | 12,42 ^{bc} | 73,35 ^{cb} |
| F4 | 83,79 ^a | 0,57 ^c | 1,62 ^{cb} | 1,73 ^{bcd} | 12,29 ^{cd} | 70,66 ^e |
| F5 | 83,33 ^a | 0,62 ^{bc} | 1,88 ^a | 1,70 ^{abc} | 12,47 ^{bc} | 73,60 ^b |
| F6 | 83,31 ^a | 0,61 ^{bc} | 1,68 ^{abc} | 1,25 ^{bd} | 13,15 ^{cd} | 72,72 ^{de} |
| F7 | 82,58 ^a | 0,66 ^{abc} | 1,56 ^{cb} | 1,36 ^{bd} | 13,84 ^{bc} | 74,84 ^{dc} |
| F8 | 82,89 ^a | 0,73 ^a | 1,57 ^{cb} | 0,99 ^d | 13,82 ^d | 73,37 ^e |
| CV (%) | 0,97 | 5,42 | 4,95 | 16,69 | 1,86 | 2,76 |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os valores de umidade não apresentaram diferença, e pode estar relacionado ao fato da umidade do leite e do soro de leite serem próximas. No entanto, os menores valores de umidade

foram obtidos para as formulações com maior porcentagem de leite (F1 e F2), visto que o percentual de soro de queijo adicionado foi inferior as demais formulações. Isto pode estar relacionado ao fato de que a substituição do leite pelo soro, em maiores quantidades, aumenta o teor relativo de água no produto à medida que há diminuição dos constituintes sólidos presentes no leite. Segundo a legislação, não existe teor mínimo ou máximo para umidade da bebida láctea fermentada (BRASIL, 2005), apesar disso, os valores observados para as oito formulações estão próximos ao observados por Silva (2000), que foi de 82% para bebida láctea fermentada com adição de polpa de manga com adição de aproximadamente 30% de soro.

O teor de cinzas variou de $0,57 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ a $0,73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O menor teor foi obtido na formulação 4 ($0,57 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), sem apresentar diferença das formulações F2, F3, F5, F6, F7 pelo teste de Tukey. Os valores obtidos foram semelhantes ao teor de cinzas observado por Silva et al. (2000), de 0,58%, provavelmente por semelhança na composição da bebida e aos resultados encontrados por Thamer e Penna (2006) ao avaliarem formulações de bebida láctea com 50% de soro lácteo, com teores de cinzas variando de 0,53 a $0,58 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$.

Os teores de lipídeos das bebidas lácteas variaram de 1,48% a 1,88%, uma vez que se utilizou o leite integral padronizado com 3% de gordura. A variação entre as porcentagens de lipídeos nas oito formulações apresentou diferença, como mostra o teste de Tukey (Tabela 9), sendo que a formulação F5 (60% de soro de leite e 10% de polpa de murici) apresentou o maior teor de lipídeos, seguindo da formulação F3 (40% de soro e 10% de polpa de murici) e F6 (40% de soro e 15% de polpa de murici). De acordo com a legislação brasileira, em função do teor de gordura na base láctea, os leites fermentados são classificados da seguinte forma:

- a) com creme: mínimo de 6,0%;
- b) integral: mínimo de 3,0%;
- c) parcialmente desnatado: máximo de 2,9% e
- d) desnatado: máximo de 0,5% (Brasil, 2005).

Sendo assim, as bebidas lácteas elaboradas, podem ser enquadradas na categoria de parcialmente desnatadas. A maior parte das bebidas lácteas disponíveis no mercado apresentam baixos teores de gordura e conteúdo de gordura dos diferentes tipos de iogurte e bebidas lácteas, elaborados em diversas partes do mundo, varia de 0,1% a 10%, sendo necessário padronizar a composição do leite e soro de leite para cumprir as especificações fixadas pelas normas legais (BRASIL, 2005).

De acordo com Brasil (2005), o teor mínimo de proteína para bebida láctea fermentada é de $1,0\text{g } 100\text{g}^{-1}$, desta forma, todas as formulações apresentaram teor proteico dentro dos valores estimados pela legislação, podendo receber a nomeação de bebida láctea. Constatou-se também que

à medida que a quantidade de soro adicionado foi aumentada, houve redução no teor de proteínas com diferença que pode estar relacionada ao fato do leite ter apresentado um teor proteico maior que o soro de leite.

Com relação ao teor de carboidratos, as bebidas lácteas apresentaram teores variando de 12,29% a 14,36%. Houve tendência de maiores teores de carboidratos para formulações com maior teor de leite na composição, que pode estar relacionado pelo fato do leite ser rico em lactose, e conseqüentemente, ter maior teor de carboidratos. O valor energético das formulações seguiu a tendência inversa dos carboidratos, sendo que quanto maior a adição de soro, menor foi o valor calórico. Como os valores de proteínas e lipídeos obtidos foram relativamente baixos em relação ao teor de carboidratos, não houve grande influência com relação ao valor calórico das bebidas lácteas fermentadas. Com a finalidade de avaliar a influência da polpa de murici nas bebidas lácteas, com relação as propriedades funcionais, foi avaliado o potencial antioxidante e fenólicos totais das formulações elaboradas (Tabela 4).

TABELA 4 - Compostos fenólicos e atividade antioxidante das bebidas lácteas fermentadas formuladas com diferentes proporções de soro de leite na base láctea e de adição de polpa de murici.

| Formulação | Compostos fenólicos (mg EAG 100g⁻¹) | Atividade antioxidante (%) |
|-------------------|---|---------------------------------------|
| F1 | 45,65 ^e | 25,50 ^{bc} |
| F2 | 94,00 ^{dc} | 37,96 ^{ab} |
| F3 | 149,13 ^b | 37,96 ^{ab} |
| F4 | 76,28 ^d | 48,09 ^a |
| F5 | 111,98 ^c | 34,78 ^b |
| F6 | 85,42 ^{dc} | 30,86 ^b |
| F7 | 145,31 ^b | 14,83 ^c |
| F8 | 179,78 ^a | 28,11 ^b |
| CV (%) | 8,85 | 13,85 |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A formulação 8 apresentou o maior teor de compostos fenólicos com diferença das demais formulações, podendo estar relacionado por possuir a maior porcentagem de adição de polpa (15%) e de soro de leite (80%). Por outro lado, a formulação 1 apresentou o menor teor de compostos fenólicos, sendo esta a formulação com menor adição de polpa (10%) e de soro de leite (20%). Com relação a atividade antioxidante, o maior valor obtido foi para a formulação 4, que teve a maior adição de polpa de murici (15%), e a menor atividade antioxidante obtida foi para a formulação 7, que teve menor adição de polpa de murici (10%). No geral, as formulações com maior adição de polpa (F2, F4, F6 e F8) apresentaram maior atividade antioxidante, com exceção da formulação 6,

que, apesar de apresentar atividade antioxidante menor, não diferiu da formulação 5 quanto ao conteúdo de fenólicos totais.

Essas variações podem indicar que o potencial antioxidante pode estar relacionado com outros compostos químicos da polpa do fruto, não somente dos compostos fenólicos. Alguns desses compostos são os carotenoides, presentes em elevadas concentrações no murici coletado na mesma região (BELISÁRIO et al., 2020).

5.3.4 Estabilidade durante o armazenamento

Para avaliar a estabilidade das bebidas lácteas formuladas, foram realizadas as análises de pH, acidez em ácido láctico e sólidos solúveis totais nos dias 0, 7, 14, 21 e 28 de armazenamento (Tabela 5).

TABELA 5 - Resultados dos parâmetros físico-químicos das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici avaliadas em diferentes dias de armazenamento.

| Dia | Formulações | | | | | | | |
|-----|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 |
| | pH | | | | | | | |
| 0 | 4,15 ^a | 4,13 ^{ab} | 4,02 ^a | 4,15 ^a | 4,07 ^a | 3,93 ^a | 4,08 ^a | 4,02 ^a |
| 7 | 4,08 ^a | 4,00 ^a | 4,08 ^a | 4,07 ^a | 4,12 ^a | 4,04 ^a | 4,12 ^a | 3,97 ^a |
| 14 | 4,05 ^a | 4,64 ^b | 4,43 ^a | 4,00 ^a | 3,93 ^a | 3,89 ^a | 3,97 ^a | 3,76 ^a |
| 21 | 3,94 ^a | 3,89 ^a | 4,00 ^a | 4,02 ^a | 4,04 ^a | 3,97 ^a | 4,06 ^a | 4,05 ^a |
| 28 | 4,24 ^a | 4,22 ^{ab} | 4,22 ^a | 4,15 ^a | 4,17 ^a | 4,06 ^a | 4,04 ^a | 3,93 ^a |
| | Acidez (g 100g⁻¹ de ácido láctico) | | | | | | | |
| 0 | 0,67 ^a | 0,67 ^{ab} | 0,63 ^a | 0,57 ^a | 0,58 ^a | 0,66 ^a | 0,60 ^a | 0,54 ^a |
| 7 | 0,64 ^{ab} | 0,69 ^a | 0,56 ^{ab} | 0,57 ^a | 0,53 ^a | 0,52 ^b | 0,54 ^{ab} | 0,52 ^a |
| 14 | 0,58 ^{ab} | 0,53 ^c | 0,52 ^b | 0,53 ^a | 0,52 ^a | 0,53 ^b | 0,52 ^b | 0,53 ^a |
| 21 | 0,55 ^c | 0,55 ^c | 0,58 ^{ab} | 0,51 ^a | 0,53 ^a | 0,53 ^b | 0,51 ^b | 0,51 ^a |
| 28 | 0,60 ^{abc} | 0,60 ^{bc} | 0,56 ^{ab} | 0,56 ^a | 0,52 ^a | 0,51 ^b | 0,50 ^b | 0,52 ^a |
| | Sólidos solúveis (°Brix) | | | | | | | |
| 0 | 16,4 ^a | 18,1 ^a | 17,23 ^a | 17,06 ^a | 16,97 ^a | 15,73 ^a | 17,7 ^a | 16,73 ^a |
| 7 | 15 ^b | 14,8 ^b | 14,9 ^b | 15,0 ^b | 15,07 ^b | 14,4 ^b | 14,10 ^b | 14,47 ^b |
| 14 | 15,73 ^{ab} | 15,03 ^b | 15,17 ^b | 14,9 ^b | 15,03 ^b | 14,5 ^b | 14,27 ^b | 14,9 ^b |
| 21 | 12,76 ^c | 12,4 ^c | 12,13 ^c | 11,93 ^c | 12,17 ^c | 11,57 ^c | 11,6 ^c | 11,97 ^c |
| 28 | 12,60 ^c | 12,53 ^c | 12,57 ^c | 12,17 ^c | 12,3 ^c | 11,83 ^c | 11,43 ^c | 11,76 ^c |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados do teste de média de Tukey, para a interação entre as formulações e as variáveis físico-químicas, e entre os dias de armazenamento e as variáveis físico-químicas, respectivamente.

TABELA 6 - Médias dos parâmetros físico-químicos das diferentes formulações de bebida láctea saborizada com polpa de murici.

| Formulação | pH | Acidez | Sólidos solúveis |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| F1 | 3,95 ^a | 0,61 ^a | 14,50 ^a |
| F2 | 4,18 ^a | 0,61 ^a | 14,57 ^a |
| F3 | 4,15 ^a | 0,57 ^{ab} | 14,40 ^{ab} |
| F4 | 4,08 ^a | 0,55 ^{bc} | 14,21 ^{abc} |
| F5 | 4,07 ^a | 0,54 ^{bc} | 14,31 ^{abc} |
| F6 | 3,98 ^a | 0,55 ^{bc} | 13,61 ^d |
| F7 | 4,05 ^a | 0,53 ^{bc} | 13,82 ^{cd} |
| F8 | 3,95 ^a | 0,52 ^c | 13,97 ^{bcd} |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 7 - Médias dos parâmetros físico-químico dos diferentes dias de armazenamento das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici.

| Dia | pH | Acidez | Sólidos solúveis |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| 0 | 4,13 ^a | 0,62 ^a | 16,99 ^a |
| 7 | 4,07 ^{ab} | 0,57 ^b | 14,71 ^b |
| 14 | 4,06 ^{ab} | 0,53 ^c | 14,94 ^b |
| 21 | 4,08 ^{ab} | 0,53 ^c | 12,07 ^c |
| 28 | 3,90 ^b | 0,55 ^{bc} | 12,15 ^c |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

O pH das bebidas lácteas está diretamente relacionado ao aspecto visual do produto final durante o armazenamento em temperaturas baixas. É importante que haja controle rigoroso desta variável, evitando fenômenos como a separações de fases e acidificação elevada, influenciados pelo tempo de fermentação, dentre outras alterações nas características sensoriais que podem tornar o produto indesejável. Além disso, o pH tem influência sob a viabilidade da microflora probiótica em leites fermentados pois, com redução do pH, ocorre redução nas contagens de células viáveis de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* durante a estocagem refrigerada de iogurtes Thamer e Penna (2005). A Figura 5 apresenta as variações do pH das bebidas lácteas fermentadas durante o armazenamento.

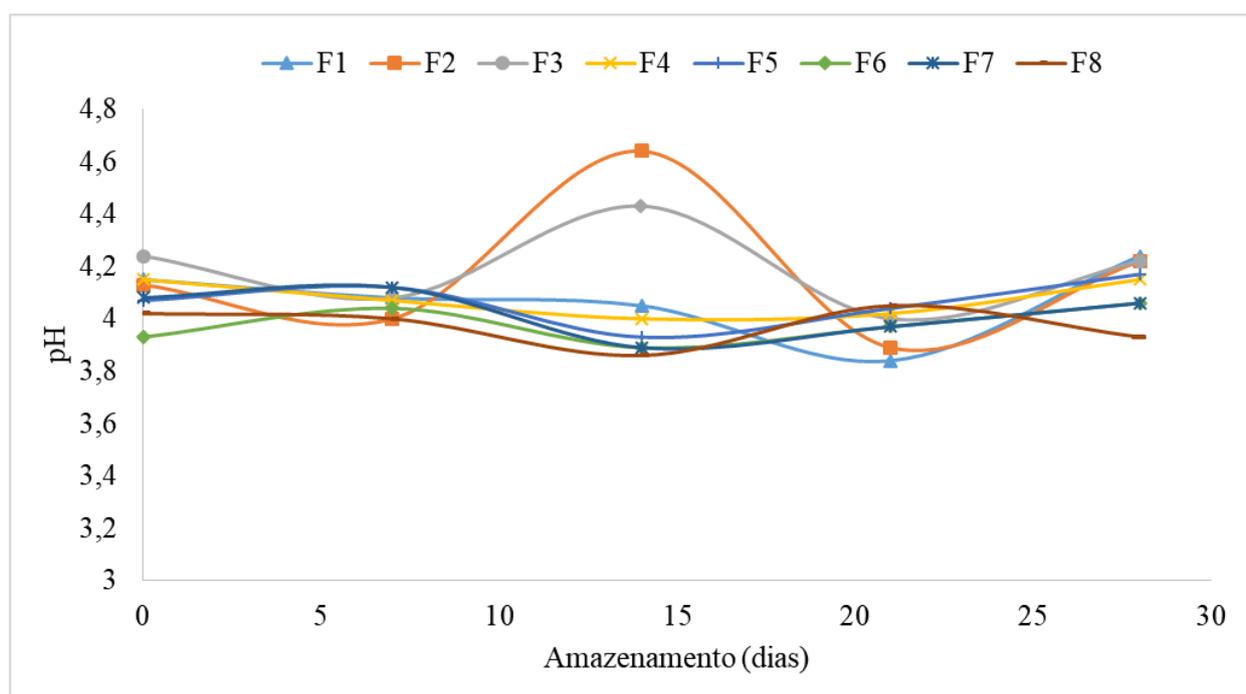


FIGURA 5 - pH das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici durante o armazenamento.

O pH apresentou decréscimo nas formulações durante o tempo de armazenamento. Santo et al. (2010), ao avaliarem iogurte probiótico elaborado a partir de fermentação de diferentes culturas lácteas, também observaram o mesmo fenômeno. Ramos et al., (2013), em contrapartida, não verificaram alterações do pH em bebidas lácteas fermentadas probióticas durante a estocagem por 28 dias, resultado semelhante ao obtido no presente estudo, em que apenas a formulação F3 apresentou variação do pH durante o armazenamento, apresentando diferença significativa do dia 14 para o dia 7 e 21 de armazenamento. Apesar da igualdade dos resultados a partir do teste de média aplicado, tendenciosamente houve redução do pH durante o armazenamento. Essa pequena redução de pH nas formulações é esperada, pelo fato das bactérias lácticas, mesmo em baixas temperaturas, conseguirem metabolizar a lactose e gerar ácido láctico, promovendo o processo denominado pós-acidificação.

Nos experimentos realizados com as bebidas lácteas, os valores de pH finais variando de 3,93 a 4,24, valores próximos aos relatados pelos autores Gurgel & Oliveira (1995) que observaram redução acentuada dos valores de pH, em temperaturas mais altas durante o tempo de armazenamento de iogurtes. Apesar das variações, as formulações não apresentaram diferença entre os valores de pH, sendo que estas pequenas variações podem estar relacionadas a quantidade de soro de leite e de polpa de murici utilizadas na elaboração das bebidas lácteas.

Em relação à acidez, as formulações variaram de 0,51% a 0,69% de ácido láctico (Figura 6). Resultados semelhantes foram reportados por Oliveira (2006) avaliando bebida láctea fermentada sabor graviola, com valores de acidez entre 0,6% e 0,62% de ácido láctico e por Costa (2007) que

relatou 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, diferentemente do presente trabalho, que a fermentação foi interrompida em pH 4,5.

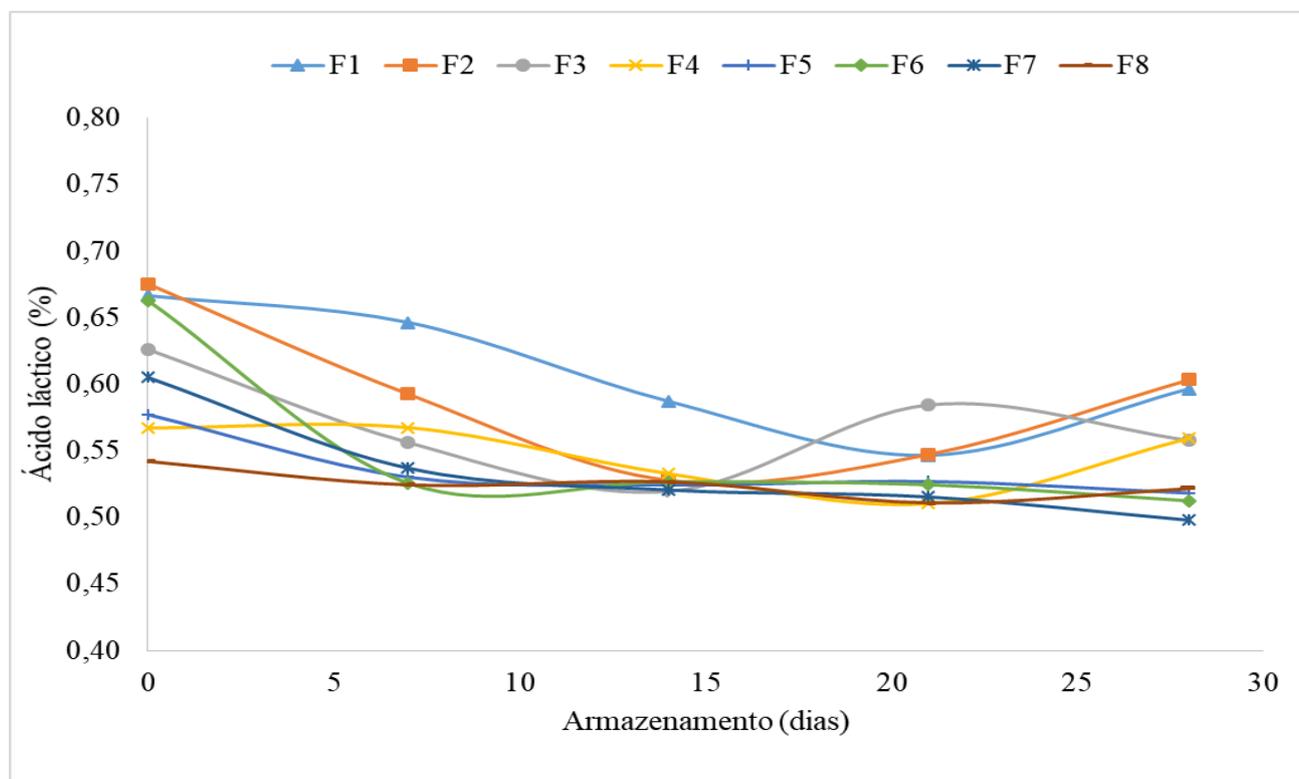


FIGURA 6 - Acidez em ácido láctico das bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici durante o armazenamento.

Para os teores de sólidos solúveis totais, os resultados variaram entre 11,43 e 18,1 para as diferentes formulações em diferentes dias de armazenamento, valores inferiores aos obtidos por Penna, Sivieri e Oliveira (2001) (19,01 a 21,71%), para bebidas lácteas comerciais, elaboradas com teores de soro entre 30 e 50 %. Foi verificada a redução dos sólidos solúveis totais durante o armazenamento (Figura 7), e pode estar relacionado ao consumo da lactose por parte das culturas lácteas. Verificou-se ainda que as formulações com maiores substituições de leite por soro de leite apresentaram significativamente menores teores de sólidos solúveis totais, provavelmente pelo fato do leite apresentar maior teor de sólidos solúveis totais do que o soro de leite.

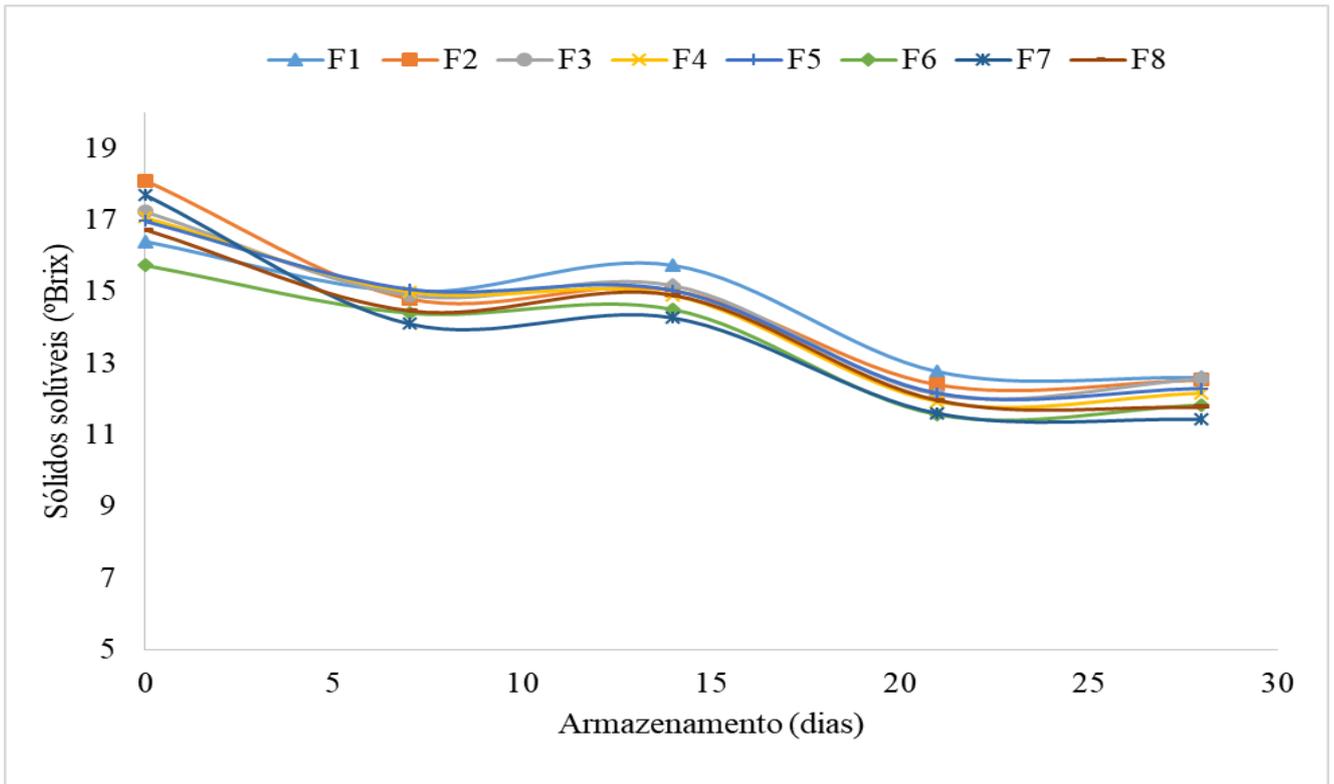


FIGURA 7 - Sólidos solúveis das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de murici durante o armazenamento.

O controle de pH é importante no processo de fermentação, pois a liberação do soro está diretamente relacionada com este parâmetro. No entanto, em bebidas lácteas fermentadas com pH maior que 4,6, a coalhada não é suficientemente formada, favorecendo a sinérese (Figura 8), observada visualmente nos tratamentos a partir da primeira semana de armazenamento.



FIGURA 8 - Sinérese em amostras de bebidas lácteas saborizadas com polpa de murici após 28 dias de armazenamento a 5°C. (Fonte: Geisa Priscilla Araújo Gomes Maia).

Mesmo após o resfriamento, o processo de fermentação das culturas lácteas continua lentamente, sendo assim, é indicado iniciar o resfriamento das bebidas lácteas pH próximo a 4,8, para evitar o abaixamento excessivo do pH. Em contrapartida, esse resfriamento não pode ser tardio, pois em produtos com pH menor que 4,0, ocorre separação do soro pela redução da hidratação das proteínas e contração do coágulo (BRANDÃO, 1997).

5.3.5 Análises microbiológicas

Com o objetivo de avaliar as condições higiênico-sanitárias da bebida láctea fermentada com adição de polpa de murici, foram realizadas as análises microbiológicas previstas pela RDC 12/2001 da ANVISA. A Tabela 8 apresenta os resultados das análises microbiológicas com seus respectivos limites de tolerância.

TABELA 8 - Avaliação da qualidade microbiológica da bebida láctea fermentada no final dos 28 dias de armazenamento.

| Formulação | Coliformes totais | Coliformes Fecais | Bolores e leveduras | Culturas lácticas (UFC mL⁻¹) |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
| F1 | Ausência | Ausência | Ausência | 8,4 x 10 ⁶ |
| F2 | Ausência | Ausência | Ausência | 4,3 x 10 ⁶ |
| F3 | Ausência | Ausência | Ausência | 4,3 x 10 ⁶ |
| F4 | Ausência | Ausência | Ausência | 4,2 x 10 ⁶ |
| F5 | Ausência | Ausência | Ausência | 1,9 x 10 ⁶ |
| F6 | Ausência | Ausência | Ausência | 1,8 x 10 ⁶ |
| F7 | Ausência | Ausência | Ausência | 2,6 x 10 ⁶ |
| F8 | Ausência | Ausência | Ausência | 1,4 x 10 ⁶ |
| Limite | <100 NMP/mL | <10 NMP/mL | <2x10 ² UFC.g ⁻¹ | >1 x 10 ⁶ |

As análises microbiológicas realizadas nas amostras de bebida láctea fermentada indicaram ausência para coliformes totais e coliformes fecais, estando dentro dos padrões de referência da legislação em vigor (BRASIL, 2005).

A inexistência de coliformes nas bebidas lácteas fermentadas, provavelmente está relacionada à pasteurização realizada na base láctea (leite + soro de leite) e a polpa de murici utilizada no processo, além da possível ação das bactérias ácidos lácticas que produzem metabólitos durante a fermentação que atuam como inibidores (MORENO, 1995). A ausência de coliformes no produto final, também pode ser indicativo de boas condições higiênico-sanitárias durante o processo de elaboração das bebidas (TEBALDI et al., 2007).

A inexistência de levedura nas amostragens realizadas (Tabela 14), apresentaram-se dentro do limite máximo dos padrões estabelecidos para leites fermentados (BRASIL, 2007), que é de 2,0 x 10² UFC g⁻¹ para o produto ainda na indústria. Apesar de não existir padrão microbiológico de leveduras para bebida láctea fermentada (BRASIL, 2005), a presença de tais microrganismos pode fornecer informações a respeito das condições higiênico-sanitárias de elaboração do produto, ou a sua multiplicação no produto pelas falhas no processamento, acondicionamento ou armazenamento das matérias-primas ou da bebida láctea fermentada (TEBALDI et al., 2007). No caso da análise de bolores, esta é importante pois alguns bolores são produtores de micotoxinas que podem afetar a saúde humana, não podendo ser encontrados em contagens elevadas.

Para avaliar a viabilidade das culturas lácteas, as contagens foram realizadas após os 28 dias de armazenamento para verificar se, sob as condições de processamento, acondicionamento e armazenamento aplicadas, o produto apresentaria contagens adequadas, dentro do determinado pela legislação, que estabelece o valor mínimo de 10⁶ UFC/mL de bactérias lácticas em bebidas lácteas fermentadas Brasil, (2005).

Todas as contagens de células viáveis na bebida láctea fermentada no último dia de armazenamento se mostraram dentro dos limites recomendados para este produto, tornando-o atrativo como adjunto na dieta humana. A principal função das bactérias lácticas na bebida láctea fermentada é a acidificação destas em pH próximo de quatro, que inviabiliza o crescimento de bactérias indesejáveis pela produção de ácidos orgânicos, majoritariamente, o ácido láctico (FORSYTHE, 2002). Essa acidificação aumenta o tempo de conservação dos produtos fermentados em relação a produtos no qual a matéria-prima não foi fermentada; além de desenvolver as propriedades sensoriais características de produtos fermentados (TEBALDI et al., 2007).

5.3.6 Custo unitário de produção

A partir dos valores gastos para aquisição das matérias-primas (Tabela 9), determinou-se o custo de produção das bebidas lácteas fermentadas saborizadas com polpa de murici (Tabela 10).

TABELA 9 - Custo unitário dos ingredientes utilizados nas formulações.

| Ingrediente | Leite | Soro de leite | Açúcar | Culturas lácteas | Polpa de murici | Embalagem de polietileno |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Custo (R\$ 200g⁻¹) | 2,50/L | 0,80/L | 2,00/kg | 1,35/100mg | 20,00/kg | 0,5/unidade |

TABELA 10 - Custo unitário de produção das formulações.

| Formulação | Custo dos insumos/embalagem de 200g (R\$ 200g⁻¹) | | | | | | Custo total (R\$ 200g⁻¹) |
|-------------------|--|----------------------|---------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--|
| | Leite | Soro de Leite | Açúcar | Culturas lácteas | Polpa de murici | Embalagem De polietileno | |
| F1 | 0,33 | 0,03 | 0,03 | 0,90 | 0,33 | 0,50 | 2,12 |
| F2 | 0,32 | 0,03 | 0,03 | 0,90 | 0,48 | 0,50 | 2,26 |
| F3 | 0,25 | 0,05 | 0,03 | 0,90 | 0,33 | 0,50 | 2,06 |
| F4 | 0,24 | 0,05 | 0,03 | 0,90 | 0,48 | 0,50 | 2,20 |
| F5 | 0,17 | 0,08 | 0,03 | 0,90 | 0,33 | 0,50 | 2,01 |
| F6 | 0,16 | 0,08 | 0,03 | 0,90 | 0,48 | 0,50 | 2,15 |
| F7 | 0,08 | 0,11 | 0,03 | 0,90 | 0,33 | 0,50 | 1,95 |
| F8 | 0,08 | 0,10 | 0,03 | 0,90 | 0,48 | 0,50 | 2,09 |

A formulação com o menor custo de produção foi a formulação F7, ou seja, a formulação com maior substituição de leite por soro e com a menor adição de polpa. Os maiores custos unitários de produção foram observados nas formulações F2 e F4, apesar do leite possuir um alto custo com relação ao soro, a matéria-prima de maior valor foi a polpa de murici, sendo assim, esta teve maior influência no custo final da bebida láctea. Em escala industrial esses valores certamente

seriam reduzidos, considerando que a partir da obtenção das matérias-primas em grandes volumes, os custos seriam menores.

5.4 CONCLUSÃO

As bebidas lácteas elaboradas se enquadraram na categoria de parcialmente desnatadas. Os maiores teores de carboidratos foram obtidos nas formulações com maior teor de leite na composição podendo estar relacionado ao fato de o leite ser rico em lactose, apresentando, conseqüentemente, maiores valores energéticos. O maior percentual de atividade antioxidante e de compostos fenólicos totais foram obtidos para formulações que receberam maiores adições de polpa de murici (15%), sendo estas, as formulações F4 e F8, respectivamente. O valor de pH não apresentou diferença entre as formulações, mas apresentou redução durante o armazenamento, comportamento semelhante ao apresentado pelos parâmetros de acidez e sólidos solúveis totais, que também reduziram durante o armazenamento. Todas as formulações de bebida láctea se apresentaram dentro dos padrões microbiológicos de referência da legislação em vigor. A partir de todas as avaliações, conclui-se que a elaboração dessa bebida é viável e pode aumentar o valor agregado desse fruto nativo, contribuindo também para a exploração sustentável de espécies nativas do Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography–mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). **Journal of Chromatography A**, v. 985, n. 1-2, p. 297-301, 2003.

ANDRADE, R. L.P.; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Food Science and Technology**, v. 22, n. 3, p. 249-253, 2002.

Atwater, W. O.; Woods, C. D.; The Chemical Composition of American Food Materials, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.

BASTIANI, M. I. D. Iogurte adicionado de concentrado proteico de soro de leite e farinha de linhaça: desenvolvimento, qualidade nutricional e sensorial. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BLIGH, E. G. AND DYER, W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917.

BELISÁRIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. D. S.; RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, 2020.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção industrial de iogurte. **Leite & Derivados**, v. 4, n. 25, p. 24-38, 1995.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. n° 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n° 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Instrução Normativa n° 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 de setembro de 2003. Seção 1, p.14.

BRASIL. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.

COSTA, N. M. B.; SILVA, M. R.; FERREIRA, C. L. F.; FRANCESCHINI, S. C. C. Fortificação do soro de queijo com ferro. **Revista Médica de Minas Gerais**, v.17, p.51-5. 2007.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Ingredient supplementation effect on viability of probiotic bacteria in yogurt. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.11, p.2804-25, 1998.

FORSYTHE, S. J. Microbiologia da segurança alimentar. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424p.

GURGEL, M. S. C. C. A., OLIVEIRA, A. J. Avaliação das características físico-químicas do iogurte. **Leite & Derivados**, v. 4, n. 22, p. 38-43, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KANESIRO, M. A. B. Variação do grau de acidez e densidade em leite pasteurizado tipo “C”, fervido ou não, quando armazenado à temperatura de 7°C. **Científica, Jaboticabal**, v. 5, n. 2, p. 236-240, 1977.

LIMA, F. M.; BRUNINI, M. A; MACIEL JÚNIOR, V. A.; MORANDIN, C. de S.; RIBEIRO, C. T. Qualidade de leite UHT integral e desnatado, comercializado na cidade de São Joaquim da Barra, SP. **Nucleus Animalium**, v.1, n.1, maio de 2009.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant Activity by the Use of DPPH free Radical. **Method Phytotherapy Research**, v.15, n.2, p.127-130, 2001.

MORENO, I. O iogurte. *Revista Leite e Derivados*, São Paulo, v.4, n.22, p.56-58, 1995.

OLIVEIRA V. M.; CORTEZ M. A. S.; FREITAS M. Q.; FRANCO R. M.; 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.

OLIVEIRA, Ricardo Pinheiro de Souza. Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba-SP. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, V. M.; CORTEZ, M. A. S.; FREITAS, M. Q.; FRANCO, R. M. Avaliação sensorial de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 2, 2006.

PENNA, A. L. B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N.; Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering, Essex**, v. 49, p. 7-13, 2001.

PFRIMER, R. T. Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leite e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*). 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

PINHEIRO, M. V. S. Caracterização de iogurtes fabricados com edulcorantes, fermentados por cultura láctica probiótica. 2003. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – IBILCE / UNESP, São José do Rio Preto.

RAMOS, A. C. S. M.; STANFORD, T. L. M.; MACHADO, E. C. L.; de LIMA, M. F. R. B.; GARCIA, E. F.; ANDRADE, S. A. C. A.; da SILVA, C. G. M. Elaboração de bebidas lácteas fermentadas: aceitabilidade e viabilidade de culturas probióticas. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 34, n. 6, p. 2817-2828, 2013.

REZENDE, Claudia M.; FRAGA, Sandra RG. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

SANDOVAL-CASTILLAA, O.; LOBATO-CALLEROSA, C.; AGUIRREMANDUJANO, E.; VERNON-CARTER, E. J. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. **International Dairy Journal, Barking**, v.14, n.2, p.151-159, fev. 2004.

SANTO, A. P. E.; SILVA, R. C.; SOARES, F. A. S. M.; ANJOS, D.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. **International Dairy Journal, Barking**, v. 20, n. 6, p. 415-422, 2010.

SILVA, C. A.; HERNAN-GOMEZ, R, C. Qualidade proteica do soro de leite fermentado pela levedura *Kluyveromyces fragilis*. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.30, n. 3, p. 515-520, 2000.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de métodos de análises microbiológicas em alimentos. São Paulo: Varela, 2010. 317 p.

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

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. Yogur ciência y tecnologia. Zaragoza: Acribia, 1991.

TEBALDI, V. M. R.; RESENDE, J. D. G. O. S.; RAMALHO, G. C. D. Á.; OLIVEIRA, T. L. C. D.; ABREU, L. R. D.; PICCOLI, R. H. Avaliação microbiológica de bebidas lácteas fermentadas adquiridas no comércio varejista do sul de Minas Gerais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1085-1088, 2007.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.1, p.243-250, 2008.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de alimentos, Campinas**, v. 26, n.3, p 589-595, jul./set. 2006.

THAMER, Karime Giannetti; PENNA, Ana Lúcia Barretto. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 3, p. 393-400, 2005.

YOO, S. S.; KOOK, S. H.; PARK, S. Y.; SHIM, J. H.; CHIN, K. B. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by

various fat levels and fat replacers. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v.42, n.9, p.1114-1122, 2007.

ZADOW, J.G. Modern dairy technology: advances in milk processing. London: Elsevier, v 2, 1997.

ZERBIELLI, Klerber Marcos. Bebida láctea fermentada com cultura probiótica adicionada de semente de chia (*Salvia hispanica* L.). 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

6 CONCLUSÃO GERAL

A partir do presente estudo, foi possível elaborar oito formulações de bebidas lácteas fermentadas, saborizadas com polpa de murici, que se enquadraram nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos determinados pela legislação.

O uso da polpa de murici na saborização das bebidas lácteas, além de aumentar a valorização dos frutos nativos, intensificou a quantidade de compostos bioativos nos produtos obtidos. Além disso, a utilização do soro de queijo líquido contribui para redução da poluição ambiental gerada por este, quando descartado de forma inadequada.

Desta forma, conclui-se viável o emprego do soro de queijo líquido na alimentação humana e a utilização do murici para o aumento das propriedades funcionais das bebidas lácteas fermentadas e contribuição para a diversificação de derivados lácteos com possível aplicação industrial e comercial.