



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LIDENES GIRÃO RABELO DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO *PETIT SUISSE* DE AÇAÍ
(*Euterpe oleracea* Mart.) COM BAIXO TEOR DE LACTOSE

LIMOEIRO DO NORTE

2021

LIDENES GIRÃO RABELO DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO *PETIT SUISSE* DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COM BAIXO TEOR DE LACTOSE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Aparecida Liberato Milhome.

Coorientadora: Prof^a. Dra. Virna Luiza de Farias.

LIMOEIRO DO NORTE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48e Oliveira, Lidenes Girão Rabelo de.
 ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO PETIT SUISSE DE AÇAÍ (Euterpe oleracea Mart.)
 COM BAIXO TEOR DE LACTOSE / Lidenes Girão Rabelo de Oliveira. - 2021.
 89 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus
 Limoeiro do Norte, 2021.
 Orientação: Profa. Dra. Dra. Maria Aparecida Liberato Milhome.
 Coorientação: Profa. Dra. Dra. Virna Luiza de Farias.
1. Gelatina. 2. Goma xantana. 3. Lactase. 4. Quark. 5. Textura. I. Título.
- CDD 664
-



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

LIDENES GIRÃO RABELO DE OLIVEIRA

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO PETIT SUISSE DE AÇAÍ (EUTERPE OLERACEA MART.) COM BAIXO TEOR DELACTOSE.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 01/06/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Aparecida Liberato Milhome (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Profª. Dra. Ariosvana Fernandes Lima (Membra Externa Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Mayra Garcia Maia Costa (Membra Externa Titular)
Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (NUTEC)



Documento assinado eletronicamente por **Maria Aparecida Liberato Milhome, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 27/01/2022, às 15:44, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mayra Garcia Maia Costa, Usuário Externo**, em 27/01/2022, às 16:23, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ariosvana Fernandes Lima, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 10/02/2022, às 08:30, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3362520** e o código CRC **E169B399**.

Ao Soberano Deus.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre segurar minhas mãos e me levantar todas as vezes que caí, por estar sempre comigo, guiando meus passos e iluminando minha vida, por não me deixar desistir dos meus planos e sonhos, por ser tão bondoso comigo e por estar sempre comigo, mostrando-me que vai estar sempre!

Agradeço a todos os amigos que estiveram comigo durante essa batalha e que contribuíram de alguma forma para esse título.

Em especial, agradeço às minhas amigas Bianca Mara Reges e Vandesônia Maria de Sousa Oliveira, que sempre acreditaram em mim e me deram todo apoio para o início dessa caminhada acadêmica, e que ficaram comigo até o fim. Sem elas esse título jamais iria existir, pois sempre foram minha base e suporte, desde a graduação, e agora não poderia ser diferente.

A minha amiga Joyciane da Silva Gomes, que esteve ao meu lado durante toda a graduação e que, agora, mesmo de longe, conseguia me dar uma força e ajudar quando estava precisando, sem me deixar de lado em momento algum.

A Professora e Coordenadora do Mestrado, durante praticamente todo o período em que eu estive presente, Dra. Renata Chastinet Braga, pelo incentivo, apoio e amizade. Por ser uma pessoa exemplar e inspiradora. Agradeço imensamente por tudo que fez por mim.

A minha coorientadora, Professora Dra. Virna Luiza de Farias, que foi de suma importância para a realização dessa pesquisa, que esteve comigo em todos os momentos, abraçou minha pesquisa, ajudando em cada detalhe, tirando dúvidas, dando opiniões, colocando-me para trabalhar para que desse tudo certo. Obrigada de coração, sem dúvidas ela me fez crescer e aprender muita coisa durante todo esse período.

A minha orientadora, Professora Dra. Maria Aparecida Liberato Milhome, por ter contribuído com minha pesquisa.

Aos mestres e doutores do curso, que repassaram seus conhecimentos da melhor forma possível, sendo pacientes, mas, acima de tudo, rígidos quando necessário. Muito obrigada a todos que são pessoas maravilhosas.

Aos colegas de turma que se tornaram amigos, que aguentaram meus estresses nos trabalhos em equipe, mas que, com isso, tornaram-se mais próximos e fizeram-me ter um pouco mais de paciência.

As minhas amigas Ana Thaís Campos de Oliveira e Fernanda Tayla de Sousa Silva, que eram de turma diferente da minha, mas que tivemos uma grande aproximação, tornando-nos amigas e confidentes, transformando-se em pessoas que quero levar para o resto da vida.

A minha mãe Josefa Girão de Oliveira (Zélia), por me colocar no mundo com tanta garra e força de vontade de vencer, e que, mesmo sendo difícil e sem perceber, foi me ensinando a ver o verdadeiro amor de uma mãe!

A minha família de criação, que sempre me apoiou e me deu suporte quando eu precisei e que sempre acreditou em mim, mostrando-me que esse sonho ia dar certo.

A minha psicóloga Anny Chirley, que foi de extrema importância na minha vida durante os períodos mais difíceis que eu passava durante o mestrado.

A empresa Globalfood, em nome do Thiago Barbosa, por fazer a doação da enzima e do fermento lácteo necessários para a elaboração do produto da minha pesquisa, além de ter contribuído com informações básicas, porém necessárias, para a realização da pesquisa.

A Indústria de laticínios Betânia Lácteos, por colaborar com essa pesquisa, fazendo a doação de leite pasteurizado e proteína láctea sempre que necessário.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por todo o apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro à pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, pela estrutura concedida para a realização desta pesquisa.

*“Enfrente seus medos, nunca
desista, o mundo está de braços
abertos para te receber, Deus já
preparou sua Vitória, agora vá!”*

Lidenes Oliveira

RESUMO

O *petit suisse* é um queijo fresco, não maturado, obtido por coagulação do leite com coalho e/ou enzimas específicas e/ou bactérias específicas, possuindo alto teor de umidade e elevado teor de proteína, podendo ser consumido por todas as faixas etárias. Porém, uma parcela da população não pode consumi-lo devido à presença de lactose, um dissacarídeo natural do leite, fazendo-se necessário fazer a sua remoção. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi elaborar e caracterizar queijo *petit suisse* com baixo teor de lactose e saborizá-lo com açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) visando uma opção de alimento rico em nutrientes para pessoas que apresentam doenças relacionadas à deficiência de lactase. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e cor instrumental no açaí para verificar sua qualidade antes de aplicá-lo aos queijos. A produção dos queijos foi feita em três etapas de testes, onde se avaliava, em cada teste, diversos aspectos e identificava-se o que seria preciso melhorar no produto para então refazê-lo no teste seguinte. Em todas as formulações foi adicionada a enzima lactase para reduzir o teor de lactose. A elaboração dos *petit suisse* constou da produção do queijo quark seguida de mistura dos ingredientes em batedeira e armazenamento refrigerado. Foram realizadas análises de textura instrumental, umidade, proteína, gordura, açúcares totais, redutores e não redutores, pH, acidez e sólidos solúveis, entretanto, em algumas formulações, realizou-se apenas as análises principais, constando de textura, umidade, proteína e pH, sendo estas consideradas de importância para a qualidade do produto final. Os resultados do açaí demonstraram que ele atendeu aos critérios da legislação para pH, acidez titulável e parâmetros microbiológicos, estando apto para ser consumido e apresentou coloração escura, segundo o sistema CIELAB ($L^* = 11,38$). Percebeu-se diferença significativa ($p < 0,05$) na textura dos queijos quando se adicionou hidrocolóide, melhorando sua consistência, porém a quantidade de 0,2% de goma xantana proporcionou ao produto consistência gelatinosa, descaracterizando-o. Todas as formulações dos queijos atenderam aos critérios da legislação para proteína, que estabelece o mínimo de $6 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$, e umidade, que deve ser superior a $55 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$. Verificou-se que a textura é um fator essencial e crítico na elaboração de *petit suisse*, sendo necessário mantê-lo sempre firme e com aspecto suave. Portanto, o uso do mix de goma xantana e gelatina, na concentração de 0,1%, trouxe ao *petit suisse* melhores características diante de todos os aspectos que estavam sendo analisados e observados, sendo essa considerada a melhor formulação.

Palavras-chave: Gelatina. Goma xantana. Lactase. Quark. Textura.

ABSTRACT

Petit suisse is a fresh, unripened cheese, obtained by coagulating milk with rennet and/or specific enzymes and/or specific bacteria, having a high moisture content and a high protein content, and can be consumed by all age groups. However, a portion of the population cannot consume it due to the presence of lactose, a natural disaccharide in milk, making it necessary to remove it. Therefore, the objective of this research was to elaborate and characterize *petit suisse* cheese with low lactose content and to taste it with açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) aiming at a nutrient-rich food option for people with diseases related to lactase deficiency. Physical-chemical, microbiological and instrumental color analyzes were performed on açaí to verify its quality before applying it to cheeses. The production of cheeses was carried out in three stages of tests, which evaluated, in each test, various aspects and identified what would need to be improved in the product and then redo it in the next test. In all formulations, the enzyme lactase was added to reduce the lactose content in cheeses. In all formulations the enzyme lactase was added to reduce the lactose content. The preparation of *petit suisses* consisted of the production of quark cheese followed by mixing the ingredients in a mixer and refrigerated storage. Instrumental texture, moisture, protein, fat, total sugars, reducing and non-reducing sugars, pH, acidity and soluble solids were performed, however, in some formulations only the main analyzes were performed, consisting of texture, moisture, protein and pH, which are considered important for the quality of the final product. The results of açaí showed that it met the legal criteria for pH, titratable acidity and microbiological parameters, being able to be consumed, and had a dark color according to the CIELAB system ($L^* = 11.38$). There was a significant difference ($p < 0.05$) in the texture of the cheeses when hydrocolloid was added, improving its consistency, but the amount of 0.2% xanthan gum provided the product with a gelatinous consistency, depriving it of character. All cheese formulations met the criteria of the legislation for protein, which establishes a minimum of 6 g.100 g^{-1} , and moisture, which must be greater than 55 g.100 g^{-1} . It was verified that the texture is an essential and critical factor in the preparation of *petit suisse*, being necessary to keep it always firm and with a smooth appearance. Therefore, the use of a mix of xanthan gum and gelatin, at a concentration of 0.1%, brought to the *petit suisse* better characteristics in view of all the aspects that were being analyzed and observed, this being considered the best formulation.

Keywords: Gelatin. Xanthan gum. Lactase. Quark. Texture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Detalhe da palmeira de açaí (<i>Euterepe oleracea</i> Mart.) (A) e Frutos do açaizeiro e açaí processado (B).....	26
Figura 2 – Estrutura genérica de algumas antocianinas.	29
Figura 3 – Estrutura química dos flavonoides.	30
Figura 4 – Açaí após liofilização.	32
Figura 5 – Fluxograma do processamento para a obtenção da massa base (queijo.....	38
Figura 6 – Etapas do processamento da massa base. Leite fermentado (A), coalhada cortada (B) e preparação para o dessoramento (C).....	38
Figura 7 – Fluxograma do processamento do queijo <i>petit suisse</i>	39
Figura 8 – Homogeneização do queijo em batedeira (A) e potes para armazenamento (B).	39
Figura 9 – Formulações de queijo <i>petit suisse</i> controle (A), com açaí congelado (B) e com açaí liofilizado (C).	57
Figura 10 – Queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 1. FT1.1 (A), FT1.2(B), FT1.3 (C).	62
Figura 11 – Queijo <i>petit suisse</i> com açaí.....	62
Figura 12 – Queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 2 após 1 dia de armazenamento. FT2.2 (A) e FT2.3(B).	64
Figura 13 – Queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 3. FT3.1 (A), FT3.2(B) e FT3.3 (C).....	66
Figura 14 – Rendimento das formulações de queijo <i>petit suisse</i> elaboradas.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações de queijo <i>petit suisse</i> elaboradas no Teste 1.	40
Tabela 2 – Formulações de queijo <i>petit suisse</i> elaboradas no Teste 2.	41
Tabela 3 – Formulações de queijo <i>petit suisse</i> de açaí elaboradas no Teste 3.	41
Tabela 4 – Valores (média $\pm$ DP)* dos parâmetros físico-químicos analisados no açaí.	43
Tabela 5 – Parâmetros analisados no açaí e valores estabelecidos pela legislação.	46
Tabela 6 – Valores das coordenadas da análise de cor (média $\pm$ DP)* do açaí.	48
Tabela 7 – Contagem de microrganismos indicadores de contaminação em açaí.	49
Tabela 8 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 1.	51
Tabela 9 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 2.	52
Tabela 10 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 3.	53
Tabela 11 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos <i>petit suisse</i> elaborados no Teste 1.	58
Tabela 12 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos <i>petit suisse</i> formulados no Teste 2.	63
Tabela 13 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos <i>petit suisse</i> formulados no Teste 3.	65
Tabela 14 – Resultado (média $\pm$ DP) da caracterização do <i>petit suisse</i> com as melhores características.	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanit
FAO	Food and Agriculture Organization
IL	Intolerância à Lactose
LNP	Lactase Não Persistente
LP	Persistência da Lactase
LPH	Lactase - Hidrolisina de Florizina
NO	Óxido Nítrico
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
TPA	Análise do Perfil de Textura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 LEITE	19
4.1.1 Lactose	20
4.2 INTOLERÂNCIA À LACTOSE	20
4.2.1 Lactase	22
4.3 PRODUTOS LÁCTEOS	23
4.3.1 Petit suisse.....	24
4.4 AÇAÍ.....	25
4.4.1 Produtos de açaí.....	27
4.5. ANTIOXIDANTES	28
4.5.1 Antocianinas	29
5. MATERIAL E MÉTODOS	31
5.1 MATERIAL	31
5.1.1 Matérias-primas.....	31
5.2 MÉTODOS	32
5.2.1 Determinações analíticas.....	32
5.2.1.1 Análises físico-químicas	32
5.2.1.1.1 pH	32
5.2.1.1.2 Sólidos solúveis	33
5.2.1.1.3 Acidez titulável.....	33
5.2.1.1.4 Relação Brix/acidez (Ratio).....	33
5.2.1.2 Composição centesimal	33
5.2.1.2.1 Umidade	33
5.2.1.2.2 Proteína.....	34
5.2.1.2.3 Gordura.....	34
5.2.1.2.4 Açúcares	34

5.2.1.2.5 Cinzas	35
5.2.1.3 Análises físicas	35
5.2.1.3.1 Cor instrumental	35
5.2.1.3.2 Perfil de textura dos queijos <i>petit suisse</i>	36
5.2.2 Análises microbiológicas do açaí	36
5.2.3 Produção dos queijos <i>petit suisse</i>	36
5.2.3.1 Preparo da cultura láctea	36
5.2.3.2 Obtenção da massa base (queijo quark)	37
5.2.3.3 Elaboração do queijo <i>petit suisse</i>	38
5.2.3.4 Testes preliminares	40
5.2.3.4.1 Teste 1	40
5.2.3.4.2 Teste 2	40
5.2.3.4.3 Teste 3	41
5.2.3.5 Rendimento dos queijos	41
5.2.3.6 Custo da produção dos queijos	42
5.2.4 Análise estatística	42
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS NO AÇAÍ	43
6.1.1 Análises físico-químicas	43
6.1.2 Composição centesimal (%)	45
6.1.3 Cor instrumental	48
6.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO AÇAÍ	49
6.3 PERFIL DE TEXTURA DOS QUEIJOS <i>PETIT SUISSE</i>	51
6.4 TESTE DAS FORMULAÇÕES	56
6.4.1 Teste 1	57
6.4.2 Teste 2	63
6.4.3 Teste 3	65
6.5 RENDIMENTO DOS QUEIJOS	68
6.6 CUSTO DA PRODUÇÃO DOS QUEIJOS	69
7 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE	82

1 INTRODUÇÃO

A intolerância à lactose afeta cerca de 75% da população adulta global, tornando-se necessário a fabricação de produtos sem lactose. Esses produtos atendem pessoas que apresentam sintomas gastrointestinais difusos relacionados ao consumo de leite e derivados, já que seguir uma dieta sem produtos lácteos por toda a vida prejudica a absorção de minerais no organismo, principalmente o cálcio (ANTUNES; AMANCIO, 2020; SURI *et al.*, 2019).

Os produtos lácteos não podem ser consumidos por todos os públicos e parte desse problema ocorre devido à presença da lactose, um dissacarídeo que está presente naturalmente no leite e não consegue ser absorvido diretamente pela mucosa intestinal, sendo necessária sua degradação. No organismo humano, a lactose é degradada pela ação da enzima lactase, que está localizada na borda da escova intestinal, porém existem pessoas que não possuem essa enzima ou não produzem em quantidades suficientes, sendo impossibilitadas de consumirem produtos com lactose (HEINE *et al.*, 2017; SURI *et al.*, 2019).

Nas indústrias de laticínios, a remoção da lactose pode ocorrer de duas formas: uso de enzima (lactase) ou utilização do sistema de filtração, como ultrafiltração, diafiltração e osmose reversa, sendo mais comum o emprego da lactase (KUMAR *et al.*, 2013; PIRES, 2018), possibilitando a elaboração de diferentes produtos lácteos sem lactose. Porém, essas indústrias não aplicam tais tecnologias para a produção de toda a variedade de lácteos, como ocorre com o *petit suisse*, por exemplo, um produto que vem se expandindo no mercado e possui bastante aceitação, estando entre os cinco queijos mais produzidos no Brasil (TEIXEIRA LOPES; PASSOS RODRIGUES; SOUZA DE ARAÚJO, 2018; SILVA, 2012).

Segundo a legislação, *petit suisse* é um queijo fresco, não maturado, obtido por coagulação do leite com coalho e/ou enzimas específicas e/ou bactérias específicas, podendo ser adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, onde os ingredientes não lácteos podem ser de no máximo 30%, sendo classificado dessa forma como queijo *petit suisse* com adições (BRASIL, 2000).

Os queijos frescos, ou *petit suisse*, podem ser aromatizados ou adicionados de fruta ou polpa de frutas (CESBRON-LAVAU *et al.*, 2017), o que pode torná-los mais atrativos, além de proporcionar maior qualidade nutricional, dependendo da fruta a ser utilizada. Dentre as frutas que podem ser adicionadas aos queijos frescos, cita-se o açaí, que tem sido bastante utilizado principalmente no desenvolvimento de produtos lácteos, onde os mais comuns têm sido iogurtes, leites fermentados, sorvetes e sobremesas (CAMPOS *et al.*, 2016; DE ALMEIDA

et al., 2008; DE ALMEIDA *et al.*, 2009; DUARTE; DAMY-BENEDETTI, 2019; MONTEIRO *et al.*, 2015; VASCONCELOS *et al.*, 2014).

A polpa de açaí apresenta alto valor energético e nutricional e possui ação antioxidante, anti-inflamatória, antiproliferativa e cardioprotetoras devido aos compostos que estão presentes nela (COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018). Os benefícios à saúde relacionados ao consumo do açaí estão associados à sua composição química, devido à presença de substâncias bioativas, como fenólicos, flavonoides e antocianinas (YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

2 JUSTIFICATIVA

A literatura tem apresentado um número cada vez maior de pessoas que possuem intolerância à lactose ou problema relacionado à deficiência de lactase. Cerca de 70% da população adulta global e 95% da população asiática têm deficiência de lactase, e por isso, são incapazes de digerir a lactose (GARBALLO-RUBIO *et al.*, 2017; SURI *et al.*, 2019; TOMAR, 2014; VAN SCHEPPINGEN *et al.*, 2017). Assim, as indústrias de laticínios têm buscado formas de processamento que tornem seus produtos aptos para o consumo de um maior público, visto que é possível fazê-lo.

Apesar de essas indústrias buscarem solução para suprir a demanda dessa parcela da população, ainda existem consumidores que têm dificuldade para encontrar no mercado produtos “livres de lactose” que agrade o seu paladar e, muitas vezes, eles optam por comprarem o alimento apenas para satisfazer sua necessidade dietética, e não por gostarem realmente daquele produto, já que a falta de consumo de leite e/ou derivados pode acarretar prejuízos à sua saúde.

Mesmo havendo a produção de alimentos com baixo teor de lactose, ou mesmo sem lactose, existem produtos lácteos que ainda não são ofertados no mercado nesta versão, como é o caso do queijo *petit suisse*. Além disso, a versão tradicional apresenta pouca variedade de sabor. Assim, poderiam ser incorporados a esse produto diferentes ingredientes para diversificar seu sabor, além de poder agregar valor nutricional ao mesmo, e com isso elevar seu consumo.

Para a saborização do *petit suisse*, pensou-se na utilização do açaí, visto que essa fruta vem ganhando espaço cada vez maior entre a população, tanto por suas características sensoriais quanto nutricionais. O açaí possui grande aceitabilidade e apresenta características nutricionais benéficas para a saúde de quem o consome (DA MOTA *et al.*, 2018; DA SILVEIRA *et al.*, 2017; DA SILVEIRA *et al.*, 2019; DE SOUZA LOBATO *et al.*, 2018; GARZÓN *et al.*, 2017; MACHADO *et al.*, 2019; YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

A incorporação de açaí ao *petit suisse* proporcionará uma nova opção de sabor e melhoria da qualidade nutricional, podendo elevar o seu consumo, visto que os consumidores buscam uma ampla variedade de sabores, além de preferirem alimentos com uma versão mais saudável (TORRES *et al.*, 2020), já que eles têm se tornado cada vez mais exigentes e preocupados com a saúde, buscando alimentos de qualidade para inserir em sua dieta.

Algumas pesquisas têm demonstrado a produção de *petit suisse* com vantagens para o consumidor, como *petit suisse* probiótico com adoçante (CARDARELLI *et al.*, 2008), *petit suisse* rico em fenólicos, fabricado com suco orgânico de uva de Bordeaux, pele e extrato de

sementes (PASINI DEOLINDO *et al.*, 2019), *petit suisse* fabricado com concentrado de soro de leite e aplicação de betalaínas (PRUDENCIO *et al.*, 2008) e *petit suisse* probiótico com antioxidante (PEREIRA *et al.*, 2016).

Diante desse contexto, torna-se relevante o estudo sobre a elaboração de queijo *petit suisse* de açaí com baixo teor de lactose, verificando se é possível produzi-lo quando se utiliza a enzima lactase para reduzir o teor de lactose e sua saborização com uso de açaí, para que esse possa agregar seus benefícios ao produto final, podendo esse queijo vir a ser mais uma opção de alimento para fins especiais no mercado.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Elaborar e caracterizar queijo *petit suisse* com baixo teor de lactose e saborizá-lo com açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), visando uma opção de alimento rico em nutrientes para pessoas que apresentam doenças relacionadas à deficiência de lactase.

3.2 Objetivos específicos

- a) caracterizar físico-química e microbiologicamente o açaí;
- b) elaborar formulações de queijo *petit suisse* de açaí com baixo teor de lactose;
- c) avaliar a textura dos queijos *petit suisse* elaborados;
- d) verificar se os queijos elaborados atendem aos requisitos estabelecidos na legislação vigente.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Leite

O leite é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 2002). Sua qualidade microbiológica vai depender, inicialmente, da alimentação e da água de consumo e limpeza de equipamentos de ordenha, sendo necessário cuidado no manejo desses animais (SCHNEIDER *et al.*, 2020). Sua composição pode ser influenciada por diversos fatores, tais como a genética bovina, fatores fisiológicos, estágio de lactação, região de produção, estação do ano, idade, raça, nutrição, balanço energético e estado de saúde do úbere (GAUCHER *et al.*, 2008; HAUG; HØSTMARK; HARSTAD, 2007).

O volume de leite produzido também é influenciado pela estação do ano (FRIGERI *et al.*, 2020). Sua composição possui aproximadamente 87% de água, de 4% a 5% de carboidratos, sendo a lactose o principal, 3% de proteínas, de 3% a 4% de lipídios, 0,8% de minerais e 0,1% de vitaminas (DE MORAES, AMANCIO, 2020; MUEHLHOFF; BENNETT; MCMAHON, 2013).

Devido ao alto teor de proteínas e sais minerais, o leite de vaca é considerado um dos alimentos mais completos em termos nutricionais (LUZ *et al.*, 2011). A quantidade de nutrientes presentes nele contribui significativamente para o atendimento das necessidades do corpo para cálcio, magnésio, selênio, riboflavina, vitamina B12 e ácido pantotênico (vitamina B5), sendo também uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico (MUEHLHOFF; BENNETT; MCMAHON, 2013; USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019).

Além da função nutricional, as proteínas do leite e vários peptídeos bioativos resultantes da hidrólise enzimática têm múltiplas funções biológicas que podem conferir ação protetora à saúde humana. As ações biológicas primárias incluem melhoramento da absorção de outros nutrientes, bem como ações antibacterianas, antitrombóticas, opioides e imunomoduladoras (USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019).

O leite tem um lugar importante na dieta humana, fazendo parte da alimentação de milhões de pessoas. É também matéria-prima para a elaboração de vários outros produtos, utilizando, principalmente, o leite de vaca, e a indústria de laticínios oferece a seus consumidores uma grande variedade de produtos, com lançamento de diversos tipos de alimentos, entre eles, diferentes tipos de queijos (KUMAR *et al.*, 2013; MILLS *et al.*, 2011; TEIXEIRA LOPES; PASSOS RODRIGUES; SOUZA DE ARAÚJO, 2018).

4.1.1 Lactose

A lactose é o principal carboidrato presente no leite dos mamíferos e apresenta importantes propriedades nutricionais. Sua concentração é maior no leite humano (7,0%) que no leite de vaca (4,6%), sendo essencial para promover a saúde dos recém-nascidos. Estudos mostram que pessoas que seguem rigorosamente uma dieta sem lactose sofrem frequentemente de várias deficiências nutricionais que podem gerar várias desvantagens à saúde, como disfunção imunológica, redução da saúde do cólon, dentre outras (USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019; WAHLQVIST *et al.*, 2015).

Por ser um dissacarídeo, quando ela chega ao intestino, precisa ser hidrolisada para assim ser absorvida pela mucosa intestinal. A enzima responsável por essa ação é a lactase (β -galactosidase), que vai transformar a lactose em dois monossacarídeos (glicose e galactose) (GARBALLO-RUBIO *et al.*, 2017; VAN SCHEPPINGEN *et al.*, 2017).

Quando não ocorre a hidrólise, a lactose não é absorvida pelo intestino, passando diretamente para o cólon, onde é fermentada pela microbiota intestinal e resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta e gases, incluindo hidrogênio, dióxido de carbono e metano (VANDENPLAS, 2013). A lactase está presente no intestino, porém, após a infância a atividade dela diminui, o que leva seres humanos adultos a uma intolerância à lactose, ou à chamada não persistência primária da lactase adulta (HEINE *et al.*, 2017).

Para a remoção da lactose do leite ou de produtos lácteos, o mercado disponibiliza a enzima lactase (β -galactosidase) comercial, sendo essa de origem microbiana, como por exemplo, a de *Kluyveromyces lactis* (BRASIL, 2014). Essa enzima é produzida pela levedura *Kluyveromyces lactis* e desempenha um papel importante na indústria de laticínios por catalisar a hidrólise da lactose em glicose e galactose, portanto, é essencial para o desenvolvimento de novos produtos com baixo teor de lactose, sendo capaz de reduzir até para menos de 0,01% (LIMA *et al.*, 2021; VAN SCHEPPINGEN *et al.*, 2017).

4.2 Intolerância à lactose

A intolerância à lactose é uma síndrome clínica na qual o paciente apresenta sintomas gastrointestinais difusos, como dor abdominal, diarreia, náusea, flatulência e inchaço após o consumo de alimentos que contenham lactose. Os sintomas variam entre os indivíduos, de acordo com a quantidade consumida, grau de deficiência de lactase e da forma da substância alimentar em que a lactose é ingerida. Essa condição ocorre pelo fato de a pessoa não conseguir

digerir ou absorver a lactose consumida devido à diminuição geneticamente programada da lactase intestinal (DZIALANSKI *et al.*, 2016; TOMAR, 2014).

A redução da lactase intestinal é decorrente de dano das células epiteliais que revestem o trato digestivo, local onde essa enzima é formada, levando à sua produção inadequada (TOMAR, 2014). A condição decorrente desse processo natural é denominada lactase não persistente (LNP), e a persistência da lactase (LP) é caracterizada por uma produção sustentada ao longo da vida da enzima.

É relevante fazer a diferenciação entre os termos deficiência de lactase, má absorção de lactose e intolerância à lactose, que inúmeras vezes são utilizados indistintamente. A “deficiência de lactase” retrata o estado de expressão reduzida de lactase, comparando com bebês recém-nascidos, enquanto a “má absorção de lactose” indica que a lactose ingerida não foi completamente absorvida, portanto, algumas moléculas conseguiram alcançar o intestino grosso.

A “Intolerância à lactose” (IL) é definida clinicamente como a má absorção de lactose associada a sintomas gastrointestinais, e é dividida em quatro tipos principais: deficiência de lactase de desenvolvimento; deficiência de lactase congênita (alactasia); lactase não persistente (LNP); e intolerância à lactose secundária (HEINE *et al.*, 2017).

Quadro 1 – Classificação clínica de intolerância à lactose.

Deficiência de lactase de desenvolvimento	Observado em bebês prematuros (menos de 34 semanas de gestação) devido à deficiência temporária de lactase, que melhora com o tempo. O pico de expressão da lactase é atingido a termo quando um lactente normalmente tolera até 60-70 g de lactose por dia, correspondendo a um litro de leite materno.
Deficiência de lactase congênita (alactasia)	Transtorno autossômico recessivo raro e grave que se apresenta em recém-nascidos com diarreia osmótica grave no início da amamentação. A atividade da lactase do intestino delgado é completamente ausente. A mucosa do intestino delgado é normal.
Lactase não persistente (hipolactasia)	Decréscimo gradual fisiológico da atividade da lactase após o desmame. Isso ocorre em cerca de 70% da população global. Sintomas gastrointestinais significativos geralmente não ocorrem antes dos 5 anos

	de idade. O início do pico é em adolescentes e adultos jovens. Pequenas quantidades de lactose são toleradas pela maioria dos indivíduos afetados se tomadas em quantidades divididas durante o dia (até 24 g por dia em crianças mais velhas e adultos).
Intolerância à lactose secundária	Pode ocorrer como consequência de lesão do intestino delgado devido a condições como gastroenterite viral, giardíase, doença celíaca ou doença de Crohn. Causas raras de intolerância à lactose secundária incluem síndromes de displasia epitelial (por exemplo, doença de inclusão de microvilos, enteropatia de tufos) que apresentam má absorção grave e insuficiência intestinal no início da infância. Os lactentes com má absorção de glicose-galactose têm atividade normal de lactase, mas apresentam diarreia osmótica devido à incapacidade de absorver glicose e galactose (derivada da lactose).

Fonte: Heine *et al.*, 2017.

4.2.1 Lactase

Lactase-florizina hidrolase, vulgarmente chamada de lactase, ou beta-galactosidase, é uma enzima que tem a função de dividir a lactose em D-glicose e D-galactose (HEINE *et al.*, 2017). Ela é uma enzima hidrolase glicosídica que catalisa a hidrólise da lactose por meio da quebra das ligações glicosídicas, com produção de lactose de baixa dosagem e alimentos sem lactose (WOLF *et al.*, 2019).

A lactase é um membro da família da beta-galactosidase e é expressa apenas por enterócitos maduros, com sua maior expressão no jejuno médio. Essa enzima abrange a membrana apical de enterócitos maduros e é composta por duas cadeias polipeptídicas extracelulares idênticas de 160 kDa, bem como por uma pequena parte intracitoplasmática (HEINE *et al.*, 2017).

O gene da lactase está localizado no braço longo do cromossomo 2 (região 2q21). Sua expressão é regulada por uma região promotora localizada a montante do gene. A máxima expressão de lactase nos enterócitos ocorre durante os primeiros meses de vida e diminui após o desmame. Em pessoas com LNP, os níveis de lactase diminuem gradualmente para cerca de

10 a 25% em comparação com os de lactentes jovens devido a uma diminuição no mRNA (HARVEY *et al.*, 1993; NORÉN, 2001).

As crianças geralmente nascem com níveis de lactase suficientes para serem capazes de digerir a lactose existente no leite materno, porém, durante o crescimento indivíduos com lactase não persistente (LNP) têm a expressão da lactase intestinal diminuída gradualmente, de cerca de 2 a 5 anos de idade. Geralmente, a produção de enzimas cessa completamente aos 9 anos. A maioria da população mundial adulta é LNP, exceto na Europa (DZIALANSKI *et al.*, 2016).

A deficiência de lactase pode levar a sintomas gastrointestinais após a ingestão de leite, conhecida como intolerância à lactose. Estudos mostraram (a maioria realizada em pessoas saudáveis) que indivíduos com intolerância à lactose evitam o consumo de leite, porém, consomem outros laticínios (PAWŁOWSKA; UMŁAWSKA; IWAŃCZAK, 2016).

4.3 Produtos lácteos

Os produtos lácteos são amplamente consumidos em diferentes países (FAO, 2019). Essa área de laticínios tem sido marcada por uma crescente variedade de produtos, devido à exigência cada vez maior dos consumidores na seleção de seus alimentos. É de suma importância a inovação tecnológica, para que assim as expectativas dos consumidores sejam atendidas, sendo oferecidos produtos diferenciados, saudáveis e com qualidade (PRUDENCIO *et al.*, 2008)

Os produtos lácteos exercem uma função primordial na dieta humana, sendo uma rica fonte de minerais, vitaminas e proteínas de alta qualidade, além de ácidos graxos poliinsaturados, especificamente o ácido linoléico (ômega 6) conjugado. Porém, para obter efeitos positivos é necessário que o consumo desses alimentos seja em quantidades adequadas (OHLSSON *et al.*, 2017; USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019).

O consumo desses produtos pode contribuir com a saúde óssea em crianças e adultos, além de ser sugerido também para diminuir o risco de síndrome metabólica (OHLSSON *et al.*, 2017), e o ácido linoleico conjugado modula a produção de ácido araquidônico, prostaciclina, tromboxanos, citocinas e acetilcolina, tendo um efeito benéfico nas doenças inflamatórias intestinais (USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019).

O consumo de produtos lácteos está se ampliando progressivamente. Espera-se um crescimento de 1,7% ao ano para os próximos 10 anos, segundo a FAO (2017). Devido a esse mercado em expansão, surge a necessidade de produtos lácteos diferenciados para um público

específico, como aqueles consumidores que portam alguma aversão ou alergia às proteínas do leite (MENDES; DE MORAIS; RODRIGUES, 2019).

Existe uma forte necessidade de desenvolver alimentos sem lactose e que sejam nutricionalmente adequados, econômicos e bem aceitos pelos consumidores, com foco não só na remoção de alguma matéria-prima, mas em fontes alternativas que não contenham lactose, e assim garantir atributos sensoriais e nutricionais em conformidade com as diretrizes reguladoras e que seja econômico para o consumidor. Todos esses fatores possibilitam a produção de alimentos saudáveis, sem lactose, nutricionalmente completos e seguros para os seres humanos (SURI *et al.*, 2019).

Os derivados lácteos, tais como iogurtes, bebidas lácteas e queijos *petit suisse* permitem que sejam adicionadas frutas e polpas no seu beneficiamento, além de diversos prebióticos e culturas probióticas, tornando assim um produto com características funcionais que são aliados à saúde, se consumidos regularmente em dieta saudável e equilibrada (SILVA; UENO, 2013).

Entre os derivados lácteos, os queijos vêm ganhando destaque no mercado nacional, sendo um produto rico em nutrientes, como proteínas, lipídeos, vitaminas lipossolúveis e minerais, apresentando-se entre os lácteos que possuem uma das principais fontes de cálcio e proteínas de alto valor biológico na dieta dos países industrializados. Os nutrientes presentes neles são advindos do leite empregado em sua elaboração (SILVA; SILVA, 2013; USCANGA-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2019).

4.3.1 *Petit suisse*

O mercado de laticínios, além de amplo, tem uma grande variedade de produtos processados, e dentre eles estão os queijos, bebidas, sobremesas e sorvetes. Nos últimos 15 anos, houve avanços tecnológicos e o surgimento de novas tendências de consumo, fazendo-se necessário que o setor alimentício desenvolvesse novos produtos, como queijo caseiro e de quark (PASINI DEOLINDO *et al.*, 2019).

A obtenção do queijo quark ocorre por meio da fermentação do leite pela ação de cultura mesofílica *starter* (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ou cultura termofílica (*Streptococcus thermophilus*), onde, após a fermentação, a coalhada passa pelo processo de centrifugação para separação do soro (PASINI DEOLINDO *et al.*, 2019; PRUDENCIO *et al.*, 2008).

O queijo quark, oriundo da Europa Oriental e Central, caracteriza-se como um branco desnatado com coalhada macia, não curado e sabor pouco ácido, podendo ser utilizado para fazer vários tipos de queijo, de acordo com ingredientes adicionados, sendo o queijo *petit suisse* uma boa opção (CARDARELLI *et al.*, 2008).

O *petit suisse* é um queijo levemente ácido, macio, cremoso e não curado que apresenta uma textura mais parecida com a de um iogurte muito espesso do que mesmo de um queijo típico (ESMERINO *et al.*, 2015; SARMENTO *et al.*, 2019). Sua obtenção ocorre a partir do queijo quark, seguida da adição, ou não, de ingredientes lácteos autorizados, condimentos doces ou salgados, açúcar, preparado ou polpa de fruta, corante e aromatizante ou outros ingredientes, dentro do limite de até 30% do produto acabado (CESBRON-LAVAU *et al.*, 2017; ESMERINO *et al.*, 2013; PRUDENCIO *et al.*, 2008).

Esse queijo é consumido em todo o mundo, estando entre um dos queijos franceses moles mais apreciados (RAMÍREZ-SANTIAGO *et al.*, 2012). Apresenta consistência cremosa muito suave e sabor delicado, e no Brasil é frequentemente combinado com frutas, geralmente, consumido como sobremesa e projetado para atingir consumidores infantis, embora seja bem aceito por todas as faixas etárias e tenha o consumo potencial a ser explorado por adultos (CARDARELLI *et al.*, 2008; ESMERINO *et al.*, 2015; PRUDENCIO *et al.*, 2008; TORRES *et al.*, 2020).

A produção desse queijo utilizando frutos que apresentam compostos bioativos em sua composição pode agregar valor nutricional a ele, melhorando sua capacidade antioxidante, além de promover maior aceitação (BARCELOS *et al.*, 2020). Porém, são necessários estudos quanto à adição de diferentes ingredientes nesse produto, visto que não adianta ter um alimento com alto valor nutricional e esse não ter aceitação por parte dos consumidores (BERMUDEZ-BELTRÁN *et al.*, 2020).

4.4 Açaí

A palmeira nativa *Euterpe oleracea* Mart. (FIGURA 1A) é uma palmeira grande que cresce abundantemente em planícies de inundação, pântanos e regiões montanhosas no estuário da Amazônia, gerando o fruto conhecido popularmente como açaí (FIGURA 1B). O açaí roxo escuro é o fruto mais representativo da planta, porém, já foram relatados diferentes tipos ou variedades naturais, que diferem entre si de acordo com as características da palma, como o peso, o tamanho e principalmente a cor dos frutos (COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2017).

Figura 1– Detalhe da palmeira de açaí (*Euterepe oleracea* Mart.) (A) e Frutos do açaizeiro e açaí processado (B).



Fonte: Campos (2017).

Essa fruta amazônica brasileira tem chamado à atenção do mercado alimentício e farmacêutico, nas últimas décadas, devido ao seu elevado valor energético e nutricional e por apresentar várias propriedades bioativas, como antioxidantes, analgésicos, neuroprotetores e efeitos anti-inflamatórios (COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018). Esses efeitos têm sido associados à composição da matriz química, que inclui várias moléculas bioativas capazes de interagir positivamente com o metabolismo oxidativo celular (MACHADO *et al.*, 2019).

A cor violeta do açaí é consequência da alta concentração de antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, componentes que pertencem à família dos flavonoides e que conferem uma série de benefícios à saúde (DE SOUZA LOBATO *et al.*, 2018; DOS SANTOS *et al.*, 2019).

O açaí tornou-se popular como alimento funcional por ter uma quantidade significativa de polifenóis, que fornecem uma potente ação antioxidante e importantes efeitos vasodilatadores dependentes do endotélio, aumentando a biodisponibilidade do óxido nítrico (NO) nas células endoteliais, prevenindo ou melhorando a disfunção endotelial (DA MOTA *et al.*, 2018).

O consumo das principais espécies de açaí vem aumentando consideravelmente devido aos trabalhos científicos apresentarem seus benefícios (YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Esse consumo não costuma ocorrer na forma *in natura*, mas, após seu processamento, onde é feita a extração, sendo a polpa a principal forma de consumo (BOEIRA *et al.*, 2020).

Os frutos de açaí são comumente consumidos como polpa, líquidos com textura espessa, macia e lisa, obtidos da extração com água da parte comestível do fruto maduro das espécies vegetais *Euterepe oleracea* e *Euterepe precatoria* (BRASIL, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019). A polpa de açaí tem recebido muita atenção, nos últimos anos, como sendo uma das novas “superfrutas” (YAMAGUCHI *et al.*, 2015).

Estudos fitoquímicos revelam que a polpa de açaí é rica em substâncias bioativas como flavonoides, polifenóis e antocianinas, que têm sido relacionados a propriedades antioxidantes, antiinflamatórias, antiproliferativas e cardioprotetoras, sendo também uma fonte de macro e micronutrientes, energia, fibras, minerais, proteínas, vitaminas e ácidos graxos (BOEIRA *et al.*, 2020; COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Estudos demonstram que o consumo de bebidas à base de polpa de açaí traz benefícios para a saúde humana. Esse resultado é motivado devido aos antioxidantes presentes no fruto, que aumentam a capacidade antioxidante no plasma (YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Também tem sido utilizado na elaboração de diversos produtos, principalmente lácteos.

Na pesquisa de Espírito Santo *et al.* (2010), eles adicionaram polpa de açaí ao leite para a produção de iogurte para avaliar o perfil de ácidos graxos e a viabilidade das bactérias probiótica e observaram que os iogurtes de açaí apresentaram maior teor de ácidos graxos poliinsaturados, e que a adição de açaí favoreceu o aumento de *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* e *Bifidobacterium longum*.

Também foi verificado que a adição de polpa de açaí influenciou a avaliação sensorial de iogurtes probióticos elaborados por De Almeida *et al.* (2009), onde observaram que quanto mais se adicionava a polpa de açaí, maior aceitabilidade tinha o produto, principalmente devido ao seu sabor e cor, apesar de sua consistência e aroma também serem importantes.

4.4.1 Produtos de açaí

O açaí tem sido utilizado para a produção de diferentes produtos, agregando valor aos mesmos. Boeira *et al.* (2020) produziram bebidas alcoólicas com esse fruto e verificaram que, além de estarem de acordo com os padrões exigidos pela legislação, algumas delas apresentaram capacidade antioxidante atribuída ao açaí.

Da Silveira *et al.* (2017) elaboraram suco de açaí branco e avaliaram a composição fenólica de não-antocianina, a capacidade de eliminação de espécies reativas de oxigênio e o poder de inibição da reação de nitrosação, utilizando carne vermelha em sistema gástrico *in vitro*, e perceberam que o suco de açaí branco possui alta capacidade de eliminação de espécies radicais com relevância fisiológica, destacando-se das polpas de frutas comumente consumidas.

Dos Santos *et al.* (2019) pesquisaram os benefícios da inclusão de óleo de açaí na dieta de ovinos leiteiros no estresse térmico e concluíram que a utilização do óleo de açaí tem ações antioxidante e anti-inflamatória, podendo esses efeitos serem refletidos na qualidade do

leite, portanto indicam que a inclusão de 2% do óleo de açaí pode ser usada para melhorar a saúde e o desempenho de ovelhas leiteiras.

Augusto (2017) desenvolveu chocolate branco com adição de polpa de açaí liofilizada e atomizada, com objetivo de obter um produto mais nutritivo e sensorialmente agradável. Realizou análise sensorial e percebeu que os chocolates com açaí liofilizado tiveram maior aceitação dos consumidores para os atributos aparência, aroma e textura, comparada ao uso de polpa de açaí atomizada.

Cipriano (2011) produziu bebidas isotônicas adicionadas de extrato de antocianinas de açaí e avaliou-as, percebendo que as mesmas continham elevada atividade antioxidante e alto teor de antocianinas, além de estar de acordo com o padrão de identidade e qualidade para bebidas dessa categoria. Foi possível concluir que a utilização de corantes naturais na formulação de bebidas isotônicas é possível, que além de atenderem às exigências da legislação, podem trazer benefícios à saúde pela presença de compostos bioativos.

Também foi possível a produção de barras de cereais à base de polpa de açaí, proporcionando aumento da qualidade nutricional e sabor único a esse produto. O estudo da produção e aceitação desse alimento foi realizado por Prazeres *et al.* (2017), onde identificaram índice de aceitação superior a 70% nos atributos aparência, cor, textura e impressão global, sendo inferior a isso apenas no sabor.

4.5. Antioxidantes

Os antioxidantes atuam nos organismos vivos por meio de diferentes mecanismos de prevenção, sendo eles o método da captura de radicais livres, pela complexação de íons metálicos, pela inibição de enzimas que poderão gerar espécies reativas de oxigênio e nitrogênio ou pela decomposição de peróxidos (VASCONCELOS *et al.*, 2006).

O papel dos antioxidantes na prevenção de citotoxicidade induzida por radical de oxigênio e peróxido de hidrogênio e dano tecidual em várias doenças humanas está se tornando cada vez mais conhecido. É importante conhecer os constituintes antioxidantes dos materiais vegetais na manutenção da saúde e proteção contra doenças cardíacas e câncer, sendo assunto de interesse para os cientistas, fabricantes de alimentos e consumidores, visto que a procura por alimentos funcionais e com efeitos benéficos à saúde aumenta cada vez mais (ROESLER *et al.*, 2007).

O principal sistema antioxidante enzimático inclui superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase e glutathione reduzida; enquanto compostos antioxidantes da dieta que

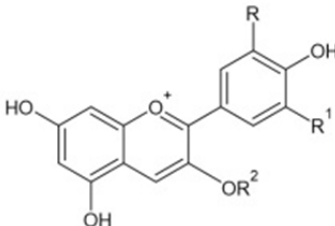
fazem parte do sistema não enzimático são a vitamina E, vitamina C, carotenoides, ácido úrico e polifenóis. Juntos, esses sistemas agem por meio de mecanismos para prevenir e controlar a formação de espécies reativas de oxigênio (ARANHA *et al.*, 2020).

Compostos com reconhecida atividade antioxidante incluem fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavonoides, tocóis, fosfolipídios, aminoácidos e peptídeos, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis. Os antioxidantes fenólicos são antioxidantes primários, que atuam como terminadores de radicais livres (ROESLER *et al.*, 2007). A ingestão regular de frutas, vegetais e outros alimentos ricos em antioxidantes estão associadas a vários efeitos benéficos à saúde, reduzindo a incidência de doenças como aterosclerose, câncer e outras doenças degenerativas (BARBOSA *et al.*, 2016).

4.5.1 Antocianinas

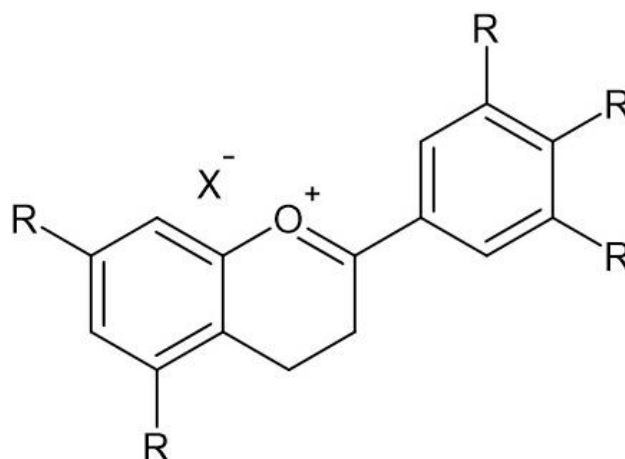
As antocianinas (FIGURA 2) são pigmentos amplamente distribuídos na natureza, solúveis em água e de cor intensa, pertencente ao grupo dos flavonoides (FIGURA 3), compostos fenólicos caracterizados por apresentar o núcleo básico *flavilium* (cátion 2-fenilbenzopirílio), o qual consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos, que são condensados por um oxigênio (CAMPOS, 2017; COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018; JACQUES; ZAMBIAZE, 2011).

Figura 2 – Estrutura genérica de algumas antocianinas.

	Antocianina	Grupo R	Grupo R ¹	Grupo R ²
	Cianidina 3-glicosídeo	OH	H	glicose
	Cianidina 3-galactosídeo	OH	H	galactose
	Cianidina 3-rutinosídeo	OH	H	rutinose
	Delfinidina 3-glicosídeo	OH	OH	glicose
	Pelargonidina 3-glicosídeo	H	H	glicose
	Malvidina 3-glicosídeo	OCH ₃	OCH ₃	glicose
	Peonidina 3-glicosídeo	OCH ₃	H	glicose

Fonte: Favaro, 2008.

Figura 3 – Estrutura química dos flavonoides.



Fonte: Belitz, Grosch, Schieberle, 2009.

Esses pigmentos são responsáveis pela coloração azul, vermelha, violeta e púrpura de muitas espécies do reino vegetal, e a intensidade vai depender da concentração desse composto no produto. Também possuem alta capacidade antioxidante e evitam a formação de radicais livres, pois são oxidadas pelos radicais, resultando em um radical menos reativo e mais estável (CAMPOS, 2017; COSTA; SILVA; VIEIRA, 2018).

As propriedades das antocianinas são influenciadas pela sua estrutura, pH, temperatura, dentre outros, e desempenham um papel crítico na qualidade da cor de muitas frutas frescas e processadas (PRUDENCIO *et al.*, 2008).

5. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no IFCE *Campus* Limoeiro do Norte – CE. O processamento dos queijos foi realizado na Planta de Processamento de Leite e Derivados. As análises químicas, físico-químicas e microbiológicas foram efetuadas no Laboratório de análises de Leite e Derivados, no Laboratório de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, no Laboratório de Química de Alimentos e no Laboratório de Microbiologia.

5.1 Material

5.1.1 *Matérias-primas*

Os ingredientes utilizados foram adquiridos em comércio local: açaí (Oca do açaí), açúcar cristal (Amareco), creme de leite (Betânia) sem lactose (17% de gordura), composto lácteo sem lactose (Nestlé), goma xantana comercial e gelatina sem sabor (Royal). O leite integral pasteurizado e padronizado (3% de gordura) e o concentrado de proteína (caseína, 70%, fornecedor Fonterra) foram adquiridos através de doação da Indústria Betânia Lácteos. A enzima lactase (Maxilact LGI 5000) de origem microbiana, conforme especificado pela legislação brasileira na Resolução RDC nº 53 de 07 de outubro de 2014 e a cultura láctea mesofílica (DELVO®TEC LL 50ª 0,5U) contendo *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* foram adquiridas por meio de doação da empresa Globalfood.

Após a aquisição do açaí, parte dele foi liofilizado (FIGURA 4) para que se pudesse testar sua aplicação dessa forma. Inicialmente, o açaí foi colocado em frasco de borosilicato de 250 mL, recoberto com papel alumínio para proteção do material contra a incidência de luz, e congelado em freezer a -18° C. Em seguida, o frasco foi acoplado ao liofilizador L101 (Liotop®-Liobras, Brasil) e manteve-se o processo até que o açaí alcançasse umidade em torno de 5,8%. Após a liofilização, o açaí foi armazenado no refrigerador em frasco de vidro com tampa e também recoberto com papel alumínio.

Figura 4 – Açaí após liofilização.



Fonte: Elaborada pela autora.

5.2 Métodos

5.2.1 Determinações analíticas

As determinações analíticas realizadas no açaí comercial foram: sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez titulável (% ácido cítrico), relação Brix/acidez (ratio), umidade ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$), proteínas totais ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), lipídeos totais ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), cinzas totais ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$) e cor instrumental. Nas formulações de queijo *petit suisse*, realizaram-se as análises de sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez titulável (% ácido láctico), umidade ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), proteínas ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), gordura ($\text{g } 100\text{ g}^{-1}$), e açúcares totais, redutores e não redutores, onde todas essas análises foram realizadas apenas no Teste 1, sendo umidade, proteína e pH realizadas em todas as formulações. Todas essas análises foram realizadas em triplicata. Também foram realizadas análises do perfil de textura de todas as formulações de queijos elaboradas.

5.2.1.1 Análises físico-químicas

5.2.1.1.1 pH

O pH foi determinado por potenciometria em pHmetro de bancada da marca HANNA Instruments®, modelo HI2221, devidamente calibrado com soluções padrões de pH 4,0, 7,0 e 10,0.

5.2.1.1.2 Sólidos solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada em refratômetro digital de bancada, modelo Abbe Refractometer Optronic®[®], conforme indicação do fabricante. As amostras foram diluídas com água destilada na proporção de 1:2 e 1:10 para açaí e queijo *petit suisse*, respectivamente, para efetuar a leitura.

5.2.1.1.3 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por volumetria potenciométrica, sendo baseada na titulação potenciométrica da amostra com solução de hidróxido de sódio (0,1 N), onde se determina o ponto de equivalência pela medida do pH da solução. Os resultados foram expressos em % ácido láctico e em % de ácido cítrico para os queijos e para o açaí, respectivamente (AOAC, 2000).

5.2.1.1.4 Relação Brix/acidez (Ratio)

A relação Brix/acidez (Ratio) consiste no cálculo da relação entre sólidos solúveis totais (°Brix) por acidez, expressa em ácido orgânico. Foi calculada essa relação para o açaí com base na Equação 1 (IAL, 2008).

$$\frac{brix}{acidez} = relação\ brix/acidez \quad (1)$$

5.2.1.2 Composição centesimal

5.2.1.2.1 Umidade

A umidade (g 100 g⁻¹) do açaí foi determinada por gravimetria, em estufa a 105 °C. Pesou-se, em balança analítica, aproximadamente 3 g da amostra em cápsula de alumínio previamente tarada com areia, levando-as para estufa por 6 horas, seguida de esfriamento em dessecador por 30 minutos para a realização da pesagem. Posteriormente, esse processo se repetiu, com apenas 1 hora em estufa, efetuando-se a pesagem das amostras até peso constante (AOAC, 2000).

A umidade ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) dos queijos foi determinada por infravermelho em medidor de umidade Marte® ID200, onde foram pesados aproximadamente 5 gramas da amostra, no próprio equipamento, e esperou-se o resultado no leitor do medidor.

5.2.1.2.2 Proteína

As proteínas ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) foram determinadas pelo método de Kjeldahl, com uso de bloco digestor e destilador de nitrogênio, e para o cálculo da proteína foi usado o fator de conversão 6,25 para o açaí e 6,38 (específico para lácteos) para os queijos (AOAC, 2000).

5.2.1.2.3 Gordura

O teor de gordura ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) do açaí foi determinado seguindo a metodologia de Bligh e Dyer (1978), adaptada por IAL (2008). Foram pesados cerca de 10 gramas da amostra em béquer de 250 mL e adicionado 10 mL de clorofórmio P.A e 20 mL de metanol P.A, manteve-se a mistura sob agitação, em agitador mecânico, por 15 minutos, em seguida foi adicionado novamente 10 mL de clorofórmio e 10 mL de água destilada, agitando-se por mais 15 minutos. Ao fim da agitação, o material foi filtrado, com auxílio de funil de vidro com papel de filtro contendo sulfato de sódio anidro P.A, em um funil de separação. Após completa separação, a camada de clorofórmio foi recolhida em becker, previamente tarado. O becker foi levado para estufa, à 105°C , por 1 hora para as operações de pesagem, que foram repetidas até peso constante.

O teor de gordura ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) dos queijos foi obtido pelo método butirométrico, que se baseia no tratamento das amostras com ácido sulfúrico e álcool isoamílico, seguido de centrifugação. A leitura do percentual de gordura foi realizada na escala graduada do butirômetro (PEREIRA *et al.*, 2001).

5.2.1.2.4 Açúcares

A determinação dos açúcares foi feita pelo método Lane-eynon (Fehling). Para os açúcares redutores pesou-se cerca de 10 g da amostra, em becker, e, com o auxílio de água destilada, transferiu-se para balão volumétrico de 250 mL, e adicionou-se 5 mL de solução de ferrocianeto de potássio a 15% (m/v) e 5 mL de solução de acetado de zinco a 30% (m/v). Completou-se o balão com água destilada, tampando e misturando o conteúdo cuidadosamente,

em seguida, foi feita a filtração, com auxílio de papel de filtro e Erlenmeyer para receber o filtrado. Parte do filtrado obtido foi transferido para uma bureta para fazer a titulação de 5 mL de Fehling A e 5 mL de Fehling B, juntamente com 40 mL de água destilada, que foram colocados em Erlenmeyer com pérolas de ebulição. A solução foi aquecida até ebulição e então começou-se a titulação com a solução da amostra, adicionando-se 1 gota de azul de metileno a 1% (m/v), e a titulação continuou, sob ebulição e sem agitação, até o aparecimento da cor vermelho tijolo. Para os açúcares não redutores utilizou-se 50 mL do filtrado obtido anteriormente, que foi colocado em balão volumétrico de 100 mL, adicionando 2 mL de ácido clorídrico P.A, em seguida, foi levado para banho-maria a 60 °C por 60 minutos. Após esfriar, fez-se a neutralização dessa solução e completou-se o balão com água destilada. Em seguida, procedeu-se como na análise de açúcares redutores.

5.2.1.2.5 Cinzas

O teor de cinzas ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) foi determinado por calcinação, incinerando aproximadamente 2 g da amostra em cadinho de porcelana previamente tarado em mufla (Quimis, Q-318m24) a 550 °C por 1 hora. Posteriormente, as amostras foram levadas para forno mufla a 550 °C durante 7 horas, e após esse tempo foi levada para estufa por 1 hora, seguida de esfriamento dessecador, por 30 minutos, e efetuada a pesagem. Repetiu-se esse procedimento até peso constante (AOAC, 2000).

5.2.1.3 Análises físicas

5.2.1.3.1 Cor instrumental

A determinação de cor instrumental do açaí foi realizada em colorímetro digital miniScan EZ HunterLab® com medição das coordenadas L^* , a^* e b^* pelo sistema CIELAB, em que para L^* 0% representa o preto e 100% o branco; para a^* , quando positivo, contribui para cor vermelha, e quando negativo, para cor verde; e para b^* , quando positivo, contribui para cor amarelo, e quando negativo, para cor azul. Foram calculados, o valor de croma (C^*) e o ângulo Hue (h°), de acordo com as Equações 2 e 3, respectivamente (McGUIRE, 1992).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

$$h^{\circ} = \arctg \frac{b^{*}}{a^{*}} \quad (3)$$

5.2.1.3.2 Perfil de textura dos queijos *petit suisse*

O perfil de textura das formulações foi determinado por meio do teste de dupla penetração TPA (Análise do Perfil de Textura) realizando cinco repetições, onde as amostras foram colocadas em cápsulas de alumínio para a realização do teste. Foi utilizada “probe” de 36 mm de diâmetro (P/36), em analisador de textura TA-XT2i (Stable Micro Systems). Os parâmetros analisados foram: firmeza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade. As configurações do equipamento para realização dos testes foram de 2 cm de altura, 6,2 cm de diâmetro e 10 mm de distância e as velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram 1, 1 e 2 mm/s, respectivamente, seguindo a metodologia descrita por Barcelos (2017), com modificações. Os dados foram coletados utilizando o programa *Exponente Lite Express*.

5.2.2 Análises microbiológicas do açaí

As análises microbiológicas foram realizadas no açaí utilizando os métodos recomendados pela American Public Health Association (APHA, 2001). Foi realizada pesquisa de *Salmonella* sp. (ausência em 25 g), *Escherichia coli*/g e bolores e leveduras, conforme exigido pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019.

5.2.3 Produção dos queijos *petit suisse*

Para a produção dos queijos *petit suisse*, primeiramente, foi efetuada a limpeza e sanitização dos equipamentos e utensílios, utilizando solução de hipoclorito de sódio 50 ppm (v/v) por 30 minutos e álcool 70%. A elaboração dos queijos foi feita em etapas subsequentes, conforme descritos nos itens 5.2.3.1 ao 5.2.3.3.

5.2.3.1 Preparo da cultura láctea

A cultura consta de fermento liofilizado para incubação direta, sendo necessário fazer a diluição do conteúdo do sachê em meio litro de leite, onde se utilizou leite integral

esterilizado (UHT), à temperatura ambiente. Fez-se a homogeneização até completa dissolução do fermento, em seguida realizou-se o fracionamento, em recipientes de vidro âmbar tampados e sanitizados, e armazenamento a -18 °C até o momento da fabricação dos queijos.

5.2.3.2 Obtenção da massa base (queijo quark)

Para a produção do queijo quark foi utilizado leite integral pasteurizado e padronizado, proteína láctea (concentrado de proteína ou composto lácteo), cultura láctea e enzima lactase. A proteína láctea foi dissolvida no leite, que depois foi aquecido até 90 °C, seguido de resfriamento a 36 °C. Após atingir a temperatura desejada, a cultura láctea e a enzima lactase foram adicionadas na proporção recomendada pelo fabricante, homogeneizadas e incubadas a 36 °C (± 1) em câmara de incubação de laticínios (MEMMERT), por um período de 12 horas, até atingir pH 4,8, que determinou o grau de fermentação desse produto.

A coalhada obtida após a fermentação foi cuidadosamente cortada em cubos de aproximadamente 2 centímetros, esperando-se 5 minutos para separação parcial do soro e precipitação da massa, para então ser colocada em sacos de tecido de algodão, previamente esterilizados, para a drenagem do soro à temperatura de refrigeração ($8\text{ °C} \pm 1$), durante 16 horas. A FIGURA 5 apresenta o fluxograma das etapas para a obtenção do queijo quark (massa base) e a FIGURA 6 a representação dessas etapas.

Figura 5 – Fluxograma do processamento para a obtenção da massa base (queijo quark).

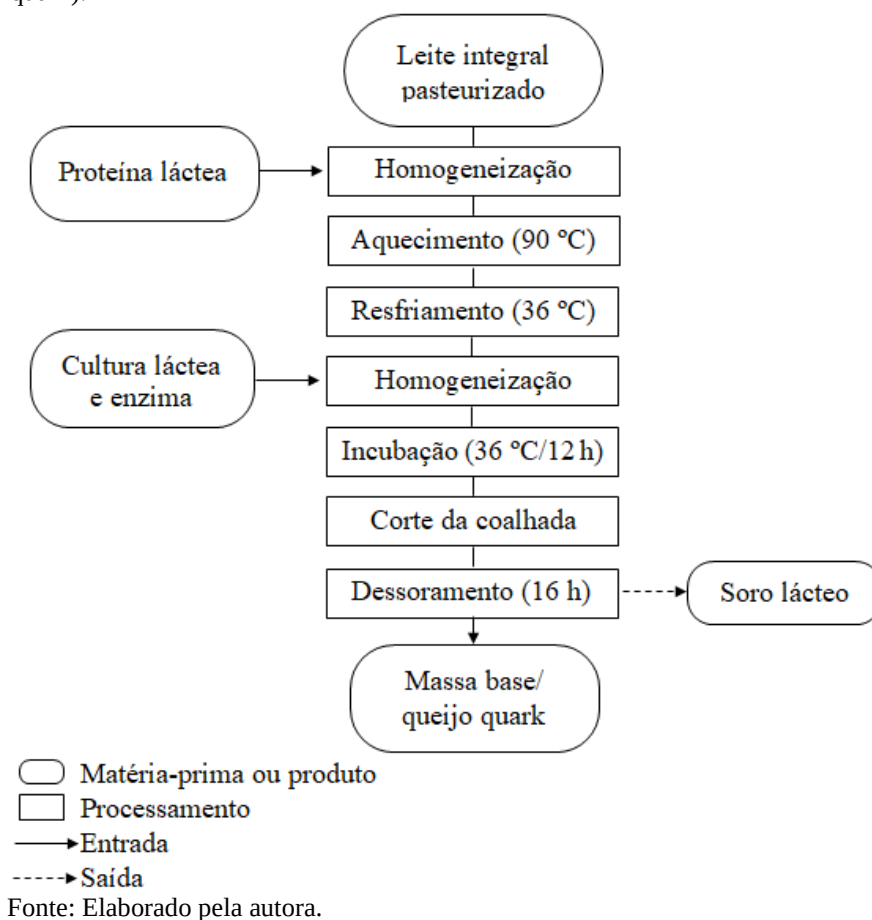
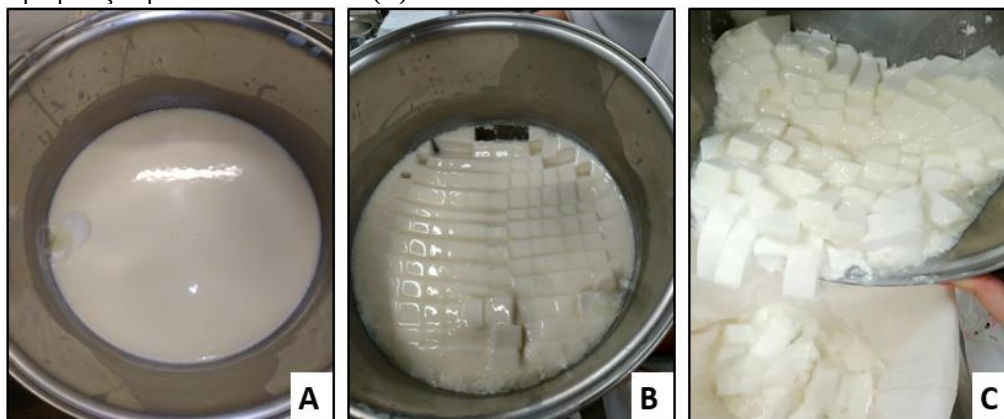


Figura 6 – Etapas do processamento da massa base. Leite fermentado (A), coalhada cortada (B) e preparação para o dessoramento (C).



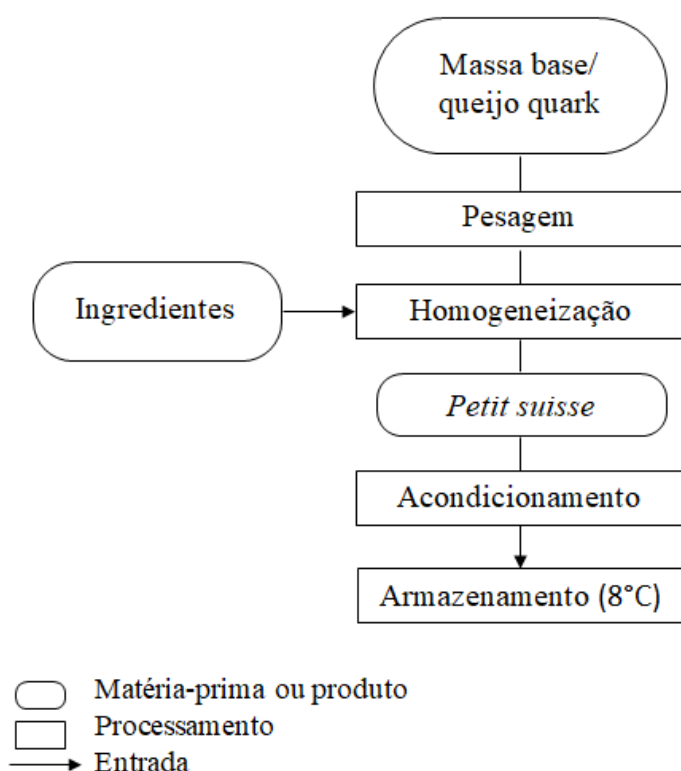
Fonte: Elaborada pela autora.

5.2.3.3 Elaboração do queijo *petit suisse*

A elaboração dos queijos *petit suisse* foi realizada seguindo a metodologia descrita por Esmerino *et al.* (2013), com modificações. Após a obtenção da massa base, foi efetuada a

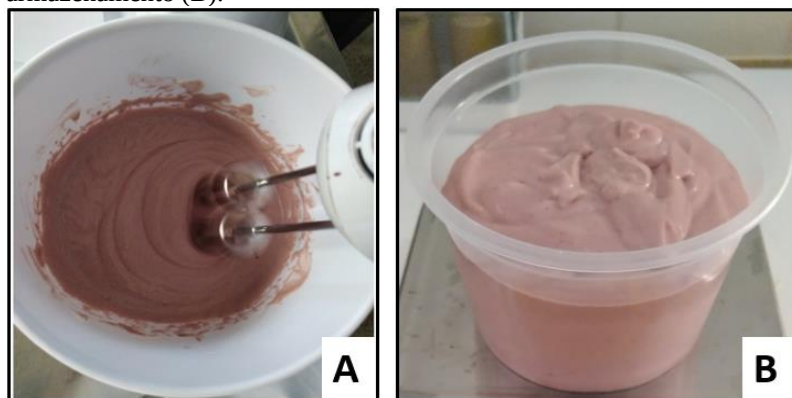
pesagem da mesma, e a partir dessa quantidade foram pesados os demais ingredientes de acordo com cada formulação, podendo se observar o fluxograma do processamento do queijo *petit suisse* na FIGURA 7. Em seguida, fez-se a completa homogeneização dos componentes em batedeira doméstica (FIGURA 8A) e ao final da produção, os queijos foram acondicionados em potes plásticos (FIGURA 8B) e armazenado sob refrigeração em geladeira a 8 °C (± 1).

Figura 7 – Fluxograma do processamento do queijo *petit suisse*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 – Homogeneização do queijo em batedeira (A) e potes para armazenamento (B).



Fonte: Elaborada pela autora.

5.2.3.4 Testes preliminares

Os queijos foram elaborados em etapas de teste, onde, em cada período, identificava-se a melhor forma de produzi-lo, e no teste seguinte, foram produzidas novas formulações, com bases nos resultados da etapa anterior, até identificar qual formulação apresentava as melhores características de *petit suisse*.

5.2.3.4.1 Teste 1

Nesta etapa, explorou-se possíveis formas de elaboração do queijo *petit suisse*, testando-se três formulações: controle, com açaí congelado e com açaí liofilizado. Diferentemente da metodologia de referência, não foi utilizado espessante em nenhuma formulação desse teste, e para a produção do queijo quark foi utilizado 6% de concentrado de proteína. As formulações e os ingredientes do Teste 1 estão descritos na TABELA 1.

Tabela 1 – Formulações de queijo *petit suisse* elaboradas no Teste 1.

INGREDIENTES	FORMULAÇÃO*(%)		
	FT1.1	FT1.2	FT1.3
Queijo quark	70	62,9	62,9
Açaí congelado	-	10	-
Açaí liofilizado	-	-	10
Creme de leite	12	10,6	10,6
Açúcar cristal	18	16,5	16,5
TOTAL		100%	

Fonte: Elaborada pela autora.

*FT1.1 - Formulação controle; FT1.2 - Formulação com açaí congelado; FT1.3 - Formulação com açaí liofilizado.

5.2.3.4.2 Teste 2

A partir dos resultados obtidos no Teste 1, percebeu-se a necessidade de fazer uma modificação nas formulações e foi testado o uso de goma xantana, que tem a função de espessante e emulsificante nesse produto. Na preparação do queijo quark, desse teste também foi utilizado o concentrado de proteína (4%), e as formulações e ingredientes do teste estão expostos na TABELA 2.

Tabela 2 – Formulações de queijo *petit suisse* elaboradas no Teste 2.

INGREDIENTES	FORMULAÇÃO*(%)		
	FT2.1	FT2.2	FT2.3
Queijo quark	69,8	62,7	62,7
Açaí congelado	-	10	-
Açaí liofilizado	-	-	10
Creme de leite	12	10,6	10,6
Açúcar cristal	18	16,5	16,5
Goma xantana	0,2	0,2	0,2
TOTAL		100%	

Fonte: Elaborada pela autora.

*FT2.1 - Formulação controle com espessante; FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

5.2.3.4.3 Teste 3

Esse teste fundamentou-se nos resultados obtidos no Teste 2, percebendo-se a relevância de realização de outro teste, onde houve modificação da proteína láctea utilizada, usando-se para a produção do queijo quark dessas formulações o composto lácteo (4%). Houve também a redução da concentração de goma xantana e a sua utilização combinada, e em igual proporção, com a gelatina, que é tida como um ingrediente opcional nesse produto (BRASIL, 2000). As novas formulações e ingredientes testados se encontram na TABELA 3.

Tabela 3 – Formulações de queijo *petit suisse* de açaí elaboradas no Teste 3.

INGREDIENTES	FORMULAÇÃO (%)*		
	FT3.1	FT3.2	FT3.3
Queijo quark	62,80	62,80	62,80
Açaí congelado	10,00	10,00	10,00
Creme de leite	10,60	10,60	10,60
Açúcar cristal	16,50	16,50	16,50
Goma xantana	0,10	-	0,05
Gelatina	-	0,10	0,05
TOTAL		100%	

Fonte: Elaborada pela autora.

*FT3.1 - Formulação com açaí congelado e goma xantana; FT3.2 - Formulação com açaí congelado e gelatina; FT3.3 - Formulação com açaí congelado e mix de goma xantana e gelatina.

5.2.3.5 Rendimento dos queijos

A princípio, foi calculado o rendimento do queijo quark obtido no Teste 3, fazendo uma regra de três simples em relação ao leite e composto lácteo utilizado para produzi-lo. E para o rendimento total dos queijos, efetuou-se o cálculo com base no peso de cada ingrediente

utilizado para sua elaboração e o total de queijo obtido ao final do processamento, conforme mostra a Equação 4.

$$R = \frac{pt*100}{pi} \quad (4)$$

Em que:

R = rendimento;

pt = peso total da formulação;

pi = peso dos ingredientes;

100 = para transformar em porcentagem.

5.2.3.6 Custo da produção dos queijos

Para calcular o quanto se gastou na elaboração dos queijos foi levado em consideração o preço de cada ingrediente utilizado. O custo dos queijos foi calculado para 500g do produto e apenas nas formulações elaboradas no Teste 3. Foi realizada uma pesquisa de mercado em quatro supermercados da cidade de Morada Nova – CE a fim de verificar os preços dos *petit suisse* comerciais e compará-los com o da presente pesquisa.

5.2.4 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados entre si pelo teste de Tukey e teste t de Student, ambos ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa Statistica® versão 7, expressos como média seguida do desvio-padrão (STATSOFT, 2004).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Determinações analíticas no açaí

6.1.1 Análises físico-químicas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos do açaí analisado se encontram na TABELA 4. O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de açaí (RTIQ) (BRASIL, 2018) estabelece que o mesmo tenha pH mínimo de 4,0 e máximo de 6,2, portanto, o açaí analisado nesse estudo apresentou-se de acordo com o estabelecido na legislação para esse parâmetro.

Tabela 4 – Valores (média $\pm$ DP)* dos parâmetros físico-químicos analisados no açaí.

PARÂMETROS	AÇAÍ	Valores estabelecidos**
pH	5,25 $\pm$ 0,05	4,0 – 6,2
Sólidos solúveis (°Brix)	26,07 $\pm$ 0,30	-
Acidez titulável (g ác. cítrico 100g ⁻¹)	0,16 $\pm$ 0,01	Max. 3,2
Ratio (°Brix/acidez)	148,45 $\pm$ 12,86	-

Fonte: Dados da pesquisa.

*Média seguida de desvio padrão. **Portaria nº 37 de 01 de outubro de 2018.

Esse açaí está classificado como um alimento de baixa acidez, pois seu pH se apresentou maior que 4,5, indicando que esse produto pode estar susceptível à contaminação por fungos e bactérias (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

O resultado dessa pesquisa está de acordo com o trabalho de Dias-Souza *et al.* (2018), que obtiveram valor de pH de 5,2 para uma polpa de açaí fabricada artesanalmente, porém, diferiu dos valores encontrados por Freitas *et al.* (2015), que analisaram 3 marcas comerciais de polpa de açaí e obtiveram resultados que variaram de 4,22 a 4,33.

Em pesquisa realizada por Neves *et al.* (2015), no qual produziram polpa de açaí de forma artesanal e avaliaram durante 5 dias de armazenamento refrigerado em garrafas PET, detectaram redução de pH durante o armazenamento, com variação de 4,80 a 5,08, mas, ainda assim, encontraram-se dentro dos padrões da legislação. Campos (2017) também obteve resultado semelhante, onde o pH da polpa de açaí foi de 4,91.

As variações de pH são devido aos ácidos orgânicos presentes nesse fruto. A sazonalidade e as condições edafoclimáticas às quais o fruto é submetido também explicam a variação de pH encontrada em diferentes pesquisas. As especificidades referentes às áreas de produção, como a temperatura, a umidade relativa, o tipo de solo e a própria composição

química dos solos, podem influenciar nas características físico-químicas dos frutos e, consequentemente, de suas polpas (NEVES *et al.*, 2015).

O pH mais elevado do açaí analisado nesse estudo pode ter diferido dos demais por conta da acidez que esta foi baixa. A oxidação e a validade do açaí também podem resultar em menores valores de pH, portanto, pode-se dizer que o açaí desse estudo apresentou características de qualidade, com utilização de matéria-prima mais nova para sua produção.

A Instrução Normativa nº 37 de 1 de outubro de 2018 não estabelece valores de referência para sólidos solúveis. O teor de sólidos solúveis encontrado nessa pesquisa (26,07 °Brix) foi muito superior ao da pesquisa de Campos (2017), que detectou 4,50 °Brix em polpa de açaí congelada, embora o açaí aqui analisado também tenha sido congelado.

Neves *et al.* (2015) analisaram açaí artesanal durante 5 dias e verificaram que, até o quarto dia, os sólidos solúveis estavam aumentando (de 4,00 a 4,27 °Brix), porém, houve redução no quinto dia (3,60 °Brix), e Freitas *et al.* (2015) detectaram 1,0, 1,4 e 2,3 °Brix nas três marcas que avaliaram.

Já Aquino *et al.* (2019) analisaram gelado comestível de açaí de onze pontos comerciais da cidade de Limoeiro do Norte – CE e verificaram diferença significativa entre eles, onde foi percebida variação de 16,63 a 29,73 °Brix, e indicaram que, por se tratarem de gelados comestíveis à base de açaí prontos para o consumo, contém diversos ingredientes adicionais, como sacarose comercial, xarope, entre outros, e, por isso, terem teores mais altos que o relatado nas demais pesquisas.

No açaí do presente estudo também se percebeu elevado valor de sólidos solúveis quando comparado aos demais estudos, podendo ser justificado pelos ingredientes que compõem esse produto, segundo o rótulo, como açúcar, xarope de glicose de milho e aroma artificial de guaraná, não sendo possível identificar a quantidade exata dos sólidos solúveis presentes no próprio açaí.

O RTIQ de açaí estabelece acidez máxima de 3,2 g ác. cítrico 100 g⁻¹, portanto, a acidez detectada nessa pesquisa (0,16 g ác. cítrico 100 g⁻¹) indica que ele está dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2018). Segundo Oliveira e Santos (2011), o açaí é uma bebida pouco ácida, não havendo variação significativa de acidez durante o tempo de armazenamento, o que o faz se manter com essa característica até o final de sua validade.

Em pesquisa realizada por Freitas *et al.* (2015), que avaliaram 3 marcas comerciais de polpa de açaí, perceberam que todas as marcas apresentaram acidez diferente, sendo elas 0,09, 0,13 e 0,15 g ác. cítrico 100 g⁻¹, portanto, abaixo do encontrado nessa pesquisa, mas dentro do que é exigido pela legislação.

Em sua pesquisa, Campos (2017) obteve acidez de 0,26 g ác. cítrico 100 g⁻¹ em polpa de açaí congelada, corroborando com estudo de Dias-Souza *et al.* (2018), que obtiveram valor de 0,29 g ácido cítrico 100 g⁻¹. Já Neves *et al.* (2015) encontraram acidez acima dos estudos citados anteriormente, com variação de 1,73 à 2,47 g ácido cítrico 100 g⁻¹ durante 5 dias de armazenamento, porém, apesar dessa variação, não houve diferença significativa nesse período, ressaltando o relatado por Oliveira e Santos (2011) no seu estudo.

A relação Brix/acidez (ratio) é considerada um critério de avaliação do sabor em frutos, sendo mais representativa que a medição desses parâmetros isoladamente (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A relação encontrada na presente pesquisa se apresentou muito elevada, sendo causada pelo alto teor de sólidos solúveis, além de baixa acidez do açaí. Na pesquisa de Cipriano (2011), foi detectado 17,52 para esse parâmetro, sendo muito abaixo do resultado aqui detectado.

Na pesquisa de Neves *et al.* (2015), os resultados da relação Brix/acidez da polpa de açaí analisada variou entre 1,61 e 2,43 durante cinco dias de armazenamento, sendo detectado valores diferentes todos os dias, porém, sem haver diferença significativa. Almico *et al.* (2018) também verificaram valores baixos para a relação Brix/acidez em amostras de 3 marcas de polpa de açaí comercializadas em Aracaju - SE, que teve diferença significativa entre elas, sendo eles 0,55, 0,77 e 1,54.

Portanto, percebe-se que o açaí analisado nessa pesquisa apresentou o maior valor para o parâmetro ratio, sendo muito discrepante das demais pesquisas, porém esse resultado é proveniente do alto teor de sólidos solúveis detectados. O teor de sólidos solúveis vai influenciar diretamente no sabor doce da fruta ou da polpa, quanto mais alto os sólidos solúveis, mais doce é o produto.

6.1.2 Composição centesimal (%)

Os resultados expressos em base úmida e base seca para as análises que fazem parte da composição centesimal realizadas no açaí são exibidos na TABELA 5.

Tabela 5 – Parâmetros analisados no açaí e valores estabelecidos pela legislação.

PARÂMETROS ANALISADOS	Média ± DP Base úmida	Média ± DP Base seca	Valores estabelecidos* (b.s)
Sólidos totais (g.100 g ⁻¹)	24,95 ± 0,35	-	Min. 8,0
Umidade (g.100 g ⁻¹)	75,05 ± 0,35	-	-
Proteína (g.100 g ⁻¹)	1,23 ± 0,00	4,93 ± 0,00	Min. 7,0
Gordura (g.100 g ⁻¹)	2,47 ± 0,34	9,90 ± 1,36	-
Cinzas (g.100 g ⁻¹)	0,30 ± 0,01	1,19 ± 0,02	-

Fonte: Dados da pesquisa.

*Portaria nº 37 de 01 de outubro de 2018.

A classificação do açaí é dada de acordo com a quantidade de água empregada no processo de extração da parte comestível, bem como as etapas de elaboração subsequentes (BRASIL, 2018). O teor mínimo de sólidos totais é de 8 g 100 g⁻¹, portanto, o açaí analisado nessa pesquisa se encontra dentro do padrão exigido na legislação, apresentando 24,95 g 100 g⁻¹ de sólidos totais. Na pesquisa realizada por Aquino *et al.* (2019), foram detectados sólidos totais um pouco mais baixos, que variaram de 18,13 a 24,30 g 100 g⁻¹ em onze amostras de açaí, que apresentaram diferença significativa em nove dessas.

A umidade encontrada no açaí aqui analisado se encontra próxima à maioria dos açaís analisados por Aquino *et al.* (2019), que obtiveram valores que variaram de 65,87 a 80,82 g 100 g⁻¹. Silva *et al.* (2017), avaliaram polpa de açaí comercial da cidade de Belém e detectaram valor de 85,36 g 100g⁻¹ de umidade. Canuto *et al.* (2010) conseguiram valor de 83,3 g 100 g⁻¹ em polpa de açaí, e Costa, Silva e Vieira (2018) analisaram açaí-berry e encontraram 88,34 g 100 g⁻¹ de umidade.

A maioria das pesquisas realizadas pelos autores aqui citados revelaram elevados teores de umidade, portanto, podemos perceber que o açaí é um alimento altamente perecível. O conhecimento desse parâmetro é essencial, visto que, através dele, é possível conhecer a estabilidade do produto e, então, aplicar condições de processamento e armazenamento adequados para a sua conservação (IAL, 2008).

Em relação à proteína, a legislação estabelece o valor mínimo de 7 g 100 g⁻¹ em base seca para o açaí, portanto, o açaí aqui analisado se encontra abaixo do padrão, registrando 4,93 g 100 g⁻¹. Na pesquisa realizada por Oliveira e Santos (2011), foi detectado alto teor de proteína, sendo este 26,42 g 100 g⁻¹ em base seca. Já Costa, Silva e Vieira (2018) perceberam teor de proteína mais baixo (9,47 g 100 g⁻¹) em açaí-berry, mas dentro do limite mínimo estabelecido.

Nas pesquisas de Alexandre, Cunha e Hubinger (2004) e Pereira, Queiroz e Figuerêdo (2002) foram percebidos valores de proteína, em base úmida, próximos ao da

presente pesquisa ($1,23 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), sendo estes $1,50 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $1,63 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ respectivamente, porém, em base seca, percebe-se que o teor de proteína dessas duas pesquisas é mais que o dobro ($10,69 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $10,75 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ respectivamente) do resultado da presente pesquisa ($4,93 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Essa grande diferença percebida é proveniente do cálculo efetuado para transformar o resultado em base seca, onde se utiliza a umidade, e seu teor é mais elevado nas pesquisas citadas.

Apesar de o teor de umidade detectada nesta pesquisa ser mais baixo que nas demais, o baixo teor proteico do açaí analisado pode ser justificado por esse açaí estar mais diluído, podendo ter sido adicionado açúcar para reduzir sua umidade, o que levou à redução dos nutrientes. Outra justificativa para o baixo teor de proteína são os fatores extrínsecos, como temperatura, umidade relativa, tipo e composição química do solo (NEVES *et al.*, 2015).

A legislação vigente não estabelece valores mínimos ou máximos para a gordura de açaí. Oliveira e Santos (2011) encontraram $46,74 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de gordura, em base seca, em polpa de açaí, corroborando com o estudo de Costa, Silva e Vieira (2018), que obtiveram $47,59 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de gordura em açaí-berry. Freitas *et al.* (2015) também encontraram altos teores de gordura em três marcas de polpa de açaí (38 , 58 e $46 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente).

Minighin *et al.* (2020) analisaram 3 tipos de açaí roxo comercial classificados como grosso, médio e fino, onde verificaram que a gordura do açaí fino foi $2,94 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, em base úmida, sendo, portanto, próximo ao detectado nesse estudo ($2,47 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), porém, em base seca, diferiu da presente pesquisa, com teor mais elevado ($36,68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), sendo justificado também pelo cálculo, como na proteína. Todas as pesquisas citadas diferiram desta pesquisa para o teor de gordura de açaí, em base seca.

O baixo teor de gordura detectado nessa pesquisa, comparado às demais, pode ser proveniente da própria produção do açaí, que tem sua composição afetada por diversos motivos, por se tratar de um produto de origem vegetal e decorrer da variedade da planta, época da colheita dos frutos, processamento industrial e condições de armazenamento.

O teor de cinzas detectado, em base úmida, nessa pesquisa ($0,30 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) corroborou com os estudos de Oliveira e Santos (2011) e Do Nascimento *et al.* (2008), que encontraram $0,39 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $0,41 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente, em polpa de açaí. E diferiu dos resultados de Costa, Silva e Vieira (2018) e Pereira, Queiroz e Figuerêdo (2002), que obtiveram $4,41 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $4,21 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente, de cinzas em base seca, uma vez que o da presente pesquisa foi $1,19 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. A legislação não estabelece um padrão para o teor de cinzas, porém, sabe-se que esse parâmetro corresponde à quantidade de minerais presentes nos alimentos, portanto, identifica-se que o açaí analisado possui baixo teor de minerais.

6.1.3 Cor instrumental

O parâmetro L^* representa a luminosidade ou claridade de uma amostra, e pode variar de 0 (preto) a 100 (branco), onde quanto mais próxima de 100, mais clara é a amostra (MUNHOZ *et al.*, 2019). A luminosidade do açaí analisado se encontra mais próxima de 0, indicando que ele é muito escuro (TABELA 6). Essa coloração é decorrente da quantidade de antocianinas presente nesse fruto, que deve ser roxo (BRASIL, 2018).

Tabela 6 – Valores das coordenadas da análise de cor (média $\pm$ DP)* do açaí.

ATRIBUTOS	AÇAÍ
Luminosidade (L^*)	11,38 $\pm$ 0,21
Tom ^(Hue) e/ou cor (a^*)	8,04 $\pm$ 0,24
Saturação da cor (b^*)	2,44 $\pm$ 0,28
Pureza ^(Croma) (C^*)	8,40 $\pm$ 0,29
Ângulo Hue (h^*)	16,88 $\pm$ 1,63

Fonte: Dados da pesquisa.

*Média seguida de desvio padrão.

Munhoz *et al.* (2019) avaliaram a cor de polpa de açaí *in natura* que seria aplicada em iogurtes com adição de prebióticos e observaram luminosidade mais alta que o presente estudo (L^* 21,87). Eles também avaliaram a cor do iogurte de açaí com e sem adição de prebióticos e identificaram que o iogurte com adição de prebiótico que continha 20% de polpa de açaí foi o que obteve menor L^* , indicando ser o mais escuro.

Na pesquisa de Aquino *et al.* (2019), foi encontrada luminosidade ainda mais baixa que na presente pesquisa, com variação de L^* 1,21 a 4,12, onde essas estão muito próximas ao preto, indicando ser bastante escura. Já Canuto *et al.* (2010) observaram luminosidade mais próxima à presente pesquisa (16,6) em polpa de açaí processadas a partir de frutos colhidos na região da Amazônia.

Em relação ao parâmetro croma, que define saturação e pureza da cor como um todo, nessa pesquisa, identificou-se que os valores apresentaram cor saturada e pura em relação ao branco. Canuto *et al.* (2010) analisaram a cor de diferentes polpas de frutos colhidos na região da Amazônia, onde para a polpa de açaí obtiverem resultado de C^* um pouco maior que na presente pesquisa (12,9).

Silva *et al.* (2020) analisaram polpa de açaí liofilizada de 3 localidades da região Amazônica e verificaram valores de croma de 3,22, 3,77 e 5,27, sendo, portanto, mais baixos

que a presente pesquisa, mas, ainda assim, estão próximos. Cipriano (2011) também encontrou resultados semelhantes para o croma de polpa de açaí, sendo esse 1,06.

O ângulo Hue (h^*) encontrado nesse estudo (16,88) foi diferente dos estudos de Aquino *et al.* (2019), Canuto *et al.* (2010) e Munhoz *et al.* (2019), onde o primeiro detectaram valores muito mais baixos, variando de 0,42 a 1,01, e os demais autores encontraram 25,52 e 48,7, respectivamente para polpa de açaí.

O Hue indica a tonalidade da cor do produto analisado, onde o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro; e o 270, o azul puro, e é calculado através dos parâmetros a^* e b^* . O açaí do presente estudo possui valores de a^* e b^* positivos, indicando que tem tendência a ser vermelho e azul, porém, com o valor de b^* baixo, há maior tendência para o vermelho. Percebe-se grande variação de Hue nos estudos com amostras de açaí, não sendo possível identificar o valor ideal para esse produto.

6.2 Análises microbiológicas do açaí

O uso de frutas ou polpa de frutas na elaboração de produtos tem sido comum, porém, devido à possibilidade de risco de contaminação microbiológica nessas, por serem perecíveis ou exigirem muitos cuidados de manipulação e armazenamento, a realização de análises para garantir a qualidade desse produto se torna essencial, visto que, a contaminação pode ocorrer não só durante a produção, mas no armazenamento, podendo haver quebra da cadeia do frio e assim tornar o produto inadequado para o consumo.

Para a contagem de microrganismos indicadores de contaminação em polpa, a Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 determina ausência de *Salmonella* em 25 g de amostra, 10 NMP/g para *Escherichia coli* e 10^3 UFC/g para bolores e leveduras, portanto, o açaí analisado nesse estudo atende aos padrões microbiológicos exigidos (TABELA 7) pela legislação vigente, podendo ser utilizado nas preparações sem riscos.

Tabela 7 – Contagem de microrganismos indicadores de contaminação em açaí.

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	AÇAÍ
<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)*	< 3
Bolores e leveduras (UFC/g)**	1×10^2

Fonte: Dados da pesquisa.

*NMP – número mais provável; **UFC – unidade formadora de colônia.

A pesquisa de *Salmonella* sp. desse estudo foi negativa, indicando ausência da mesma. Um estudo realizado por Jones e Lemos (2014) também demonstrou ausência de *Salmonella* sp. para dez amostras comerciais de polpa de açaí, sendo elas de embalagens a granel e individuais, comercializadas em uma cidade no sul de Minas. No estudo de Cayres, Pereira e Penteado (2017) também foi constatada ausência desse microrganismo em 54 amostras de açaí congelado, adquiridas em comércio varejista da cidade do Rio de Janeiro.

Também não foi detectada a presença de *Escherichia coli* no presente estudo, diferente da pesquisa realizada por Marinho *et al.* (2018) que analisaram dez amostras de polpa de açaí congelado, coletadas em cinco mercados públicos de São Luís - MA, e verificaram que todas possuíam altas contagens para coliformes a 35 e a 45 °C, além de ter sido detectada a presença de *Escherichia coli* e outras bactérias do gênero *Serratia*, estando impróprias para o consumo. Cayres, Pereira e Penteado (2017) detectaram que 2 amostras das quais analisaram apresentaram contagens de *Escherichia coli*, ambas estando acima do máximo estabelecido pela legislação vigente.

O resultado para bolores e leveduras encontrado nesse estudo (1×10^2 UFC/g) diferiu da pesquisa de Marinho *et al.* (2018), onde todas as suas amostras apresentaram altas contagens para bolores e leveduras. Cayres, Pereira e Penteado (2017) analisaram fungos filamentosos e leveduras e detectaram que, das seis marcas analisadas, cinco apresentaram contagens acima do permitido pela legislação em pelo menos um lote.

Em pesquisa realizada por Dos Santos *et al.* (2016), onde avaliaram vinte amostras de polpa de açaí comercial, coletadas em diferentes pontos de venda de São Paulo, detectaram contaminação por algum tipo de microrganismo em todas as amostras, e em 66,6% destas estavam contaminadas por mais de um tipo de microrganismo.

De Jesus *et al.* (2018) avaliaram a qualidade microbiológica de dez amostras de açaí batido comercializado no bairro Santa Rita na cidade de Macapá - Amapá, onde, em todas as amostras analisadas constataram-se a ausência de *Salmonella* sp., porém, observaram que a contagem de coliformes termotolerantes foram positivas e estavam maiores que $1,1 \times 10^3$ NMP/mL, determinando, dessa forma, número elevado nas amostras, sendo superior ao permitido pela ANVISA, que é de 10^2 NMP/mL.

Souza e Gomes (2019) analisaram quatro amostras de polpa de açaí coletadas em feiras livres de Porto Velho e identificaram ausência de *Salmonella* sp. em todas as amostras, mas foram detectados coliformes totais e termotolerante em três delas, porém esses valores se encontram dentro do limite aceitável para consumo estabelecido pela legislação.

6.3 Perfil de textura dos queijos *petit suisse*

A Análise do Perfil de Textura (TPA) é um teste de compressão de dois ciclos que simula as duas primeiras mordidas em um alimento. Os parâmetros de TPA são, frequentemente, relacionados a termos sensoriais de compressão, como firmeza e adesividade (JOYNER, 2018). Na análise do perfil de textura instrumental são aplicadas sucessivas forças deformantes, numa simulação da ação de compressão e corte dos dentes durante a mastigação. Sua determinação é importante para avaliar a consistência e estabilidade do produto, fornecendo informações sobre a estrutura deste (DE SOUZA *et al.*, 2011).

A análise de textura instrumental foi realizada em todas as formulações com objetivo de averiguar o comportamento dos queijos, verificando a existência de diferença entre as formulações e em quais parâmetros são mais relevantes para esse produto. Os resultados da textura instrumental de cada teste estão dispostos nas TABELAS 8, 9 e 10.

Tabela 8 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos *petit suisse* elaborados no Teste 1.

PARÂMETROS	FT1.1	FT1.2	FT1.3
Firmeza (N)	1,14a $\pm$ 0,02	0,72b $\pm$ 0,03	1,07a $\pm$ 0,05
Adesividade	-463,88c $\pm$ 14,85	-240,33a $\pm$ 11,02	-370,36b $\pm$ 27,08
Elasticidade (mm)	0,957b $\pm$ 0,00	0,963a $\pm$ 0,00	0,954b $\pm$ 0,00
Coesividade	0,646a $\pm$ 0,01	0,571b $\pm$ 0,00	0,563b $\pm$ 0,02
Gomosidade (N)	0,74a $\pm$ 0,02	0,42c $\pm$ 0,02	0,58b $\pm$ 0,03
Mastigabilidade (N.mm)	0,71a $\pm$ 0,02	0,40c $\pm$ 0,02	0,54b $\pm$ 0,02

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FT1.1 - Formulação controle; FT1.2 - Formulação com açaí congelado; FT1.3 - Formulação com açaí liofilizado.

A textura das formulações do Teste 1 apresentou diferença significativa em todos os parâmetros, onde para a adesividade, gomosidade e mastigabilidade, todas as formulações diferiram entre si ($p < 0,05$). A utilização do açaí congelado resultou em um produto menos firme, diferindo das demais formulações, sendo explicado pelo alto teor de umidade deste.

Tabela 9 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos *petit suisse* elaborados no Teste 2.

PARÂMETROS	FT2.1	FT2.2	FT2.3
Firmeza (N)	2,53a $\pm$ 0,01	1,86b $\pm$ 0,04	2,47a $\pm$ 0,04
Adesividade	-742,86b $\pm$ 19,31	-584,21a $\pm$ 23,89	-847,13c $\pm$ 25,11
Elasticidade (mm)	0,904a $\pm$ 0,01	0,907a $\pm$ 0,01	0,910a $\pm$ 0,00
Coesividade	0,542a $\pm$ 0,01	0,533a $\pm$ 0,01	0,545a $\pm$ 0,00
Gomosidade (N)	1,38a $\pm$ 0,03	0,98b $\pm$ 0,04	1,37a $\pm$ 0,05
Mastigabilidade (N.mm)	1,25a $\pm$ 0,04	0,89b $\pm$ 0,03	1,24a $\pm$ 0,05

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FT2.1 - Formulação controle com espessante; FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

A adição de goma xantana aos queijos proporcionou maior estabilidade entre eles, onde o *petit suisse* com açaí liofilizado (FT2.2) diferiu da formulação controle (FT2.1) apenas na adesividade, já a formulação com açaí congelado (FT2.2) apresentou comportamento semelhante aos demais, apenas em dois parâmetros (elasticidade e coesividade).

Ao comparar as formulações controle dos Testes 1 e 2 (FT1.1 e FT2.1) percebeu-se que existe diferença significativa ($p < 0,05$) entre todos os parâmetros analisados (Apêndice A), mostrando que a adição da goma xantana modificou completamente a textura desses queijos. As gomas, também conhecida como hidrocoloides, são aditivos alimentares que têm a função de espessar, estabilizar, encorpar, conferir viscosidade, elasticidade e dar a textura desejada ao alimento produzido (SILVA, 2012), portanto, seu uso modifica a textura do alimento, como comprovado nesse teste.

Apesar de o uso de gomas afetar a elasticidade, percebeu-se que esse foi o parâmetro no qual ocorreu menor modificação entre as duas formulações controle. A elasticidade é a velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois de removida a força (TEIXEIRA, 2009).

Assim como aconteceu na formulação controle, os queijos elaborados com açaí congelado também obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros, sendo a adesividade o de maior alteração (Apêndice B). A adesividade é a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o alimento está em contato (FERREIRA, 2012).

A adição de goma xantana também modificou os parâmetros de textura dos queijos elaborados com açaí liofilizado, e, assim como no uso de açaí congelado, a maior modificação também foi percebida na adesividade (Apêndice C).

Ao fazer a comparação entre os resultados da textura instrumental do *petit suisse* produzido com o açaí congelado e o liofilizado, verificou-se que existe diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros analisados, com exceção da elasticidade (Apêndice D). O uso do açaí liofilizado possibilitou consistência mais firme ao produto. Pesquisas indicam que o queijo *petit suisse* com consistência mais firme é considerado melhor e tem maior aceitação sensorial (BARCELOS, 2017; MATIAS *et al.*, 2014; MARUYAMA *et al.*, 2006; RAMOS *et al.*, 2009).

Apesar de o uso de açaí liofilizado tornar a consistência do *petit suisse* melhor, sua aplicação não foi possível neste produto, visto que o mesmo causou descoloração e manchas nesse queijo, não permitindo que a coloração ficasse homogênea. Outro fato importante para citar é o custo do produto final, pois a liofilização aumentaria bastante o preço do produto, podendo impedir seu acesso para todos os públicos.

Dessa forma, optou-se por utilizar o açaí congelado. Pereira *et al.* (2016) relataram que nas repostas dos avaliadores de suas amostras de *petit suisse* com incorporação de diferentes antioxidantes também perceberam manchas nas formulações.

De maneira geral, percebeu-se que a firmeza dos queijos com adição de goma xantana foi mais elevada que quando não se usou esse espessante. A firmeza é o parâmetro que tem maior impacto na textura dos queijos *petit suisse*, os consumidores preferem esse produto mais consistente (DE SOUZA *et al.*, 2011), entendendo-se que a aplicação de um espessante ao mesmo seria necessária.

Embora a firmeza das formulações tenha aumentado ao utilizar um espessante, elas apresentaram aspecto gelatinoso, o que descaracteriza o *petit suisse*, observando então que seria necessário a redução da porcentagem usada. Os *petit suisse* comerciais apresentam variação de hidrocoloides (DE SOUZA *et al.*, 2011), e cada marca possui uma combinação. Por esse motivo foi testado o uso de outro espessante (gelatina), além do mix destes (goma xantana e gelatina) e com isso verificar sua textura (TABELA 10).

Tabela 10 – Parâmetros da análise do Perfil de Textura (TPA) instrumental (média $\pm$ DP)* dos queijos *petit suisse* elaborados no Teste 3.

PARÂMETROS	FT3.1	FT3.2	FT3.3
Firmeza (N)	1,09a $\pm$ 0,03	0,97a $\pm$ 0,11	1,08a $\pm$ 0,08
Adesividade	-421,10a $\pm$ 13,07	-464,90b $\pm$ 20,93	-445,53ab $\pm$ 24,21
Elasticidade (mm)	0,923a $\pm$ 0,01	0,941b $\pm$ 0,00	0,920a $\pm$ 0,01
Coesividade	0,591b $\pm$ 0,01	0,635a $\pm$ 0,02	0,595b $\pm$ 0,01
Gomosidade (N)	0,65a $\pm$ 0,02	0,61a $\pm$ 0,07	0,64a $\pm$ 0,03
Mastigabilidade (N.mm)	0,60a $\pm$ 0,02	0,58a $\pm$ 0,06	0,59a $\pm$ 0,03

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FT3.1 - Formulação com açaí congelado e goma xantana; FT3.2 - Formulação com açaí congelado e gelatina; FT3.3 - Formulação com açaí congelado e mix de goma xantana e gelatina.

Quanto à redução da porcentagem de goma xantana, observou-se que todos os parâmetros de textura apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com exceção da elasticidade, para os queijos preparados com açaí congelado (Apêndice E). Apesar de a firmeza ser mais baixa, a menor quantidade de goma utilizada proporcionou ao produto melhor aparência visual, além de não apresentar aspecto gelatinoso, que não é característico desse tipo de queijo.

As formulações do Teste 3 apresentaram-se muito semelhantes, onde FT3.1 e FT3.3 não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$) para nenhum parâmetro, e FT3.2 diferiu de FT3.3 apenas em dois (elasticidade e cesevidade). Maruyama *et al.* (2006) testaram o uso de gelatina em queijos *petit suisse* e perceberam que ela conferiu às formulações testadas uma consistência semelhante a uma mousse, não condizente com a esperada para esse tipo de queijo, com isso descartaram seu uso.

A firmeza dos queijos do Teste 3 não diferiu estatisticamente, porém apresentaram valores mais baixos que os *petit suisse* de cinco marcas comerciais analisados por De Souza *et al.* (2011), que obtiveram variação de 5,42 a 6,65 N. Entretanto, aproximou-se dos resultados obtidos por Matias *et al.* (2014), em queijo *petit suisse*, com espessantes goma guar, carragena e xantana, que observaram variação de 1,58 a 1,87 N.

Santos *et al.* (2018) relatam que o *petit suisse* apresenta pouca firmeza por ser um queijo cremoso, mas esta característica pode ser modificada, de forma a aumentar sua firmeza, por meio da adição de agentes espessantes.

A adesividade apresenta alta variabilidade, portanto, não é possível mensurá-la com precisão (SILVA, 2013), porém, os resultados mostram pouca variação nesse parâmetro. Do ponto de vista sensorial, ela é a força necessária para remover o alimento do palato ou dos dentes durante a mastigação (SZCZESNIAK, 2002). Dessa forma, a menor força foi verificada na formulação FT3.2, seguida de FT3.3 e FT3.1, respectivamente.

Os valores negativos da adesividade correspondem à área de força negativa para a primeira mordida, representando o trabalho necessário para puxar o êmbolo de compressão para longe da amostra (BORGES *et al.*, 2020).

A elasticidade de FT3.2 diferiu das demais formulações ($p < 0,05$), sendo ela maior, indicando que esta recuperou com mais facilidade a sua forma inicial após o processo de

compressão. Resultados semelhantes foram observados por De Souza *et al.* (2011), onde detectaram variação de 0,95 a 0,97 para a elasticidade de queijos *petit suisse* comercial.

Matias *et al.* (2014) também obtiveram elasticidade semelhante (0,91) durante armazenamento de 28 dias de queijo *petit suisse* preparado com mix de goma guar, carragena e xantana, enquanto Santos *et al.* (2018), estudando queijo *petit suisse* prebiótico de leite de búfala fermentado com kefir, encontraram elasticidade de 1,03 mm para os queijos elaborados com inulina.

A força das ligações internas dos constituintes de uma dada amostra será melhor quando valores mais altos forem alcançados para a coesividade (Szczeniak, 1963). Coesividade é a força que pode deformar um material antes de rompê-lo (TEIXEIRA, 2009). Nos queijos elaborados, verificou-se que FT3.2 diferiu ($p < 0,05$) das demais formulações do Teste 3, apontando maior média.

Tendo em vista que a goma xantana está presente nas outras formulações (FT3.1 e FT3.3), esse espessante pode ter sido o promotor de menores valores para esse parâmetro nesses queijos, corroborando com o estudo de Maruyama *et al.* (2006), que verificaram coesividade mais baixa nas duas formulações que traziam goma xantana, comparado ao que continham apenas o mix de goma carragena e guar.

Menores valores para coesividade foram observados por Santos *et al.* (2018) em queijos prebióticos de leite de búfala fermentado com kefir, em que os autores obtiveram variação de 0,35 a 0,50. Já De Oliveira *et al.* (2015) encontraram variação entre 0,471 e 0,645 ao avaliarem cinco marcas de queijo *petit suisse* comercializados na cidade de Lavras – MG.

A gomosidade é um parâmetro derivado da firmeza na TPA (CHEN; OPARA, 2013), portanto, é comum que esses parâmetros apresentem comportamento similar, como foi observado nesse estudo. As três formulações não diferiram na gomosidade, mesmo uma delas (FT2.2) não contendo a goma xantana, provavelmente, a pequena quantidade de espessante utilizada em cada formulação não tenha causado interferência.

Formulações de *petit suisse* contendo goma xantana em sua composição apresentaram maiores valores de gomosidade, comparado a que não continha (MARUYAMA *et al.*, 2006), corroborando com os resultados dessa pesquisa. Matias *et al.* (2014) obtiveram gomosidade de 0,54 a 0,71 N durante o período de armazenamento de queijo *petit suisse* com mix de gomas.

A mastigabilidade também é um parâmetro derivado da firmeza (BARCELOS, 2017). Nesse estudo, percebeu-se que ambas portaram o mesmo comportamento, portanto, as

formulações não mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) para mastigabilidade, indicando que as três formulações necessitam da mesma força para mastigar.

De acordo com Santagiuliana *et al.* (2018), a mastigabilidade pode ser definida como a quantidade de trabalho necessária para mastigar o alimento em um estado pronto para engolir. Essa relação direta entre a firmeza e a mastigabilidade também pode ser verificada na pesquisa de Li *et al.* (2020), na qual analisaram os parâmetros de textura de queijo de soja cremoso durante a maturação.

De Souza *et al.* (2011) obtiveram resultado para mastigabilidade mais altos que no presente estudo, onde variou de 3,10 a 4,83 N nos *petit suisse* comerciais analisados, sendo necessário, portanto, maior tempo de mastigação nesses queijos comerciais do que os queijos da presente pesquisa.

Comparando a formulação que contém gelatina (FT3.2) com a formulação com o mix (FT3.3), percebeu-se que, apesar de a textura instrumental serem semelhantes, visualmente FT3.2 possui textura mais granulada e FT3.3 mais lisa. Na pesquisa de Matias *et al.* (2014), foi identificado que os consumidores relataram que a textura de *petit suisse* deve ser mais suave e menos granulada.

Na avaliação sensorial feita por De Souza *et al.* (2011) com cinco marcas de queijo *petit suisse* foram percebidas duas marcas com melhores escores, não apresentando diferença significativa ($p \geq 0,05$), onde uma continha como agente de corpo goma alfarroba, pectina, gelatina, goma xantana e goma carragena e a outra amido modificado, goma jataí, goma carragena e goma xantana.

O uso de diferentes espessantes confere ao produto textura distintas e diferentes efeitos sobre sua macro e microestrutura (DE SOUZA *et al.*, 2011), portanto, em cada estudo são realizados testes para que seja verificado qual o melhor hidrocoloide a ser utilizado. Portanto, nesse estudo, percebeu-se que o uso de mix de goma xantana e gelatina na elaboração do queijo *petit suisse* apresentou melhor textura e melhor aparência visual.

6.4 Teste das formulações

Além da análise de textura, foi feita uma análise visual em cada formulação, observando a cor, a liberação de soro e a textura, visto que, esses são os fatores mais relevantes no aspecto visual e que, se alterados, causam descaracterização do *petit suisse*. Com intuito de se obter apenas uma formulação com açaí, em cada teste era excluída a formulação que menos se enquadrava nas características desse produto e, a partir dessa, elaborar outras formulações

modificando a concentração de açaí e açúcar, e com isso caracterizá-los e realizar os testes sensoriais, porém, não foi possível a continuação da pesquisa por conta da pandemia.

A realização da análise de proteína também era essencial, visto que, a Instrução Normativa nº 53, de 29 de dezembro de 2000 aponta o valor mínimo de 6% para queijo *petit suisse*, portanto, em todas as formulações elaboradas foi quantificado esse parâmetro para verificar se o produto elaborado atendia aos critérios da legislação vigente.

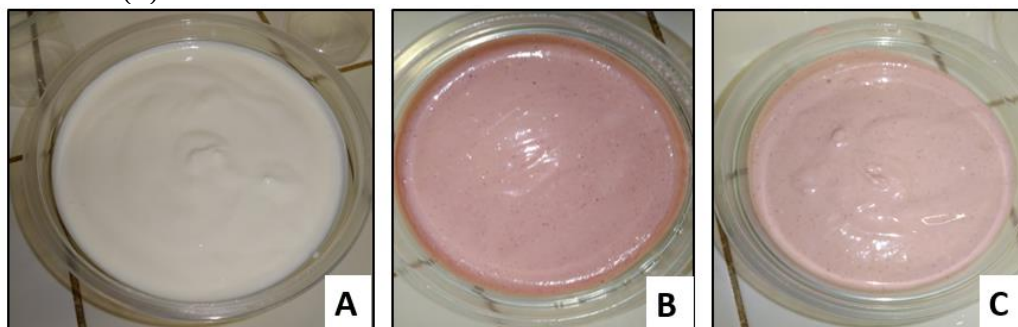
O teor de umidade dos queijos foi mensurado em todas as formulações para verificar se eles se enquadravam em queijos de muito alta umidade, como classificado pela legislação, com umidade superior a $55\text{ g } 100\text{ g}^{-1}$ (BRASIL, 1996) e se a mudança de algum ingrediente causava alteração nos mesmos.

O valor de pH foi verificado em todos os queijos por ser um parâmetro de importância para a conservação desse produto. O pH desse tipo de queijo se encontra em torno de 4,8, por ser o momento em que cessa a fermentação, podendo haver redução durante o dessoramento. Porém, a adição do açaí com pH mais alto pode ajudar a manter esse pH, entretanto, o produto ficou classificado como de baixa acidez ($\text{pH} > 4,5$), o que o pode tornar propício ao desenvolvimento de bactérias, bolores e leveduras (FRANCO, LANDGRAF, 2008).

6.4.1 Teste 1

As formulações elaboradas no Teste 1 são apresentadas na FIGURA 9. Nesse teste foi realizada a caracterização dos queijos, constando apenas de algumas análises da composição centesimal, para verificar quais seriam os valores aproximados nas próximas formulações, visto que, os possíveis ingredientes que seriam modificados e/ou adicionados não iriam interferir muito na sua composição.

Figura 9 – Formulações de queijo *petit suisse* controle (A), com açaí congelado (B) e com açaí liofilizado (C).



Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados das análises realizadas no Teste 1 são apresentados na TABELA 11. Todas as formulações apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para a umidade. Foi percebido que a formulação controle (FT1.1) apresentou maior teor de umidade, não sendo um resultado esperado, visto que, em sua formulação continha apenas um ingrediente com umidade mais elevada (creme de leite), ao contrário da formulação com açaí (FT1.2), que além do creme de leite, continha o açaí congelado, que apresenta elevado teor de umidade. No estudo realizado por Cadarelli *et al.* (2008) também foi observado maior teor de umidade na formulação de queijo *petit suisse* controle, comparado às demais formulações, onde traziam inulina, oligofructose, mel ou combinação desses em sua composição.

Tabela 11 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos *petit suisse* elaborados no Teste 1.

PARÂMETROS	FORMULAÇÃO**		
	FT1.1	FT1.2	FT1.3
Umidade (g.100 g ⁻¹)	64,77a $\pm$ 0,66	62,70b $\pm$ 0,20	60,40c $\pm$ 0,17
Proteína (g.100 g ⁻¹)	9,40a $\pm$ 0,70	8,27a $\pm$ 0,38	9,04a $\pm$ 0,38
Gordura (g.100 g ⁻¹)	6,50a $\pm$ 0,50	4,83b $\pm$ 0,58	5,50ab $\pm$ 0,50
Açúcares totais (g.100 g ⁻¹)	13,10c $\pm$ 0,58	17,29b $\pm$ 0,57	18,65a $\pm$ 0,35
Açúcares redutores (g.100 g ⁻¹)	3,91b $\pm$ 0,25	5,78a $\pm$ 0,05	5,50a $\pm$ 0,15
Açúcares não redutores (g.100 g ⁻¹)	9,77c $\pm$ 0,41	12,47b $\pm$ 0,54	13,96a $\pm$ 0,41
pH	4,53a $\pm$ 0,06	4,60a $\pm$ 0,00	4,63a $\pm$ 0,06
Acidez (g.100 g ⁻¹ de ác. láctico)	1,02ab $\pm$ 0,01	0,99b $\pm$ 0,02	1,07a $\pm$ 0,04
Sólidos solúveis (°Brix)	20,33c $\pm$ 1,15	24,00b $\pm$ 0,00	27,00a $\pm$ 0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). **FT1.1 - Formulação controle; FT1.2 - Formulação com açaí congelado; FT1.3 - Formulação com açaí liofilizado.

A formulação elaborada com açaí liofilizado (FT1.3) atingiu menor teor de umidade, sendo este um resultado já previsto, visto que houve redução da água do açaí, resultando em produto com baixo teor de umidade. Bermudez-Beltrán *et al.* (2020), ao utilizarem pó de folha de moringa em uma de suas formulações de queijo *petit suisse*, verificaram que esta formulação alcançou menor teor de umidade.

O teor de umidade dos queijos dessa pesquisa corroborara com os resultados relatados por Matias *et al.* (2014), que produziram um produto inovador probiótico à base de soja como alternativa ao queijo *petit suisse*, obtendo 63,90, 67,25 e 66,69 g 100g⁻¹ de umidade para queijo *petit suisse* à base de leite, produto misto com creme de leite e soja e produto à base de leite de soja, respectivamente. Portanto, a utilização de uma bebida à base de soja substituindo o leite para a produção do *petit suisse* não causou muita alteração na umidade desse produto.

Em pesquisa realizada com queijo *petit suisse* caprino potencialmente probiótico com polpa de acerola, Barcelos *et al.* (2020) obtiveram umidade acima dos valores encontrados nessa pesquisa, tanto para a formulação controle quanto para a que continha a polpa (73,83 a 75,27 g 100 g⁻¹, respectivamente). Esses resultados corroboram com os de Pereira *et al.* (2016), que encontraram umidade acima de 70 g 100 g⁻¹ para todas as formulações de queijo *petit suisse* adicionado de antioxidantes. Já Pasini Deolindo *et al.* (2019) encontraram valores bem abaixo (34 a 35 g 100g⁻¹) durante 28 dias de armazenamento de queijo *petit suisse* fabricado com suco de uva Bordeaux orgânico, casca e extrato de semente, ficando fora da classificação de queijos de muito alta umidade.

Todas as formulações apresentaram teor de proteínas dentro do padrão estabelecido pela legislação vigente, com, pelo menos, 6 g 100 g⁻¹ de proteína (BRASIL, 2000), não havendo diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre elas. O alto teor de proteína detectado nessas formulações é decorrente do processo de fabricação, que ocorre a concentração das mesmas devido à etapa de dessoragem.

A adição de concentrado de proteína também justifica esse fato, onde essa é adicionada ao leite antes da fermentação para que haja maior interação entre eles e assim reduzir o dessoramento. O concentrado proteico de soro de leite modifica as propriedades de textura e dessoragem dos produtos aos quais são aplicados (De Souza *et al.* 2011).

Os resultados de proteína do Teste 1 corroborou com os resultados do estudo de Cardarelli *et al.* (2008), que detectaram variação de 8,89 a 9,93 g 100 g⁻¹ de proteína em oito formulações de *petit suisse* produzidas com oligofrutose, inulina e oligossacarídeos. E diferiu das pesquisas de Barcelos *et al.* (2020), que detectaram teor proteico de 6,73 g 100 g⁻¹ e 6,31 g 100 g⁻¹ para as formulações controle e com polpa de acerola, respectivamente, e Prudêncio *et al.* (2008), que encontraram 6,22 g 100 g⁻¹ e 6,71 g 100 g⁻¹ de proteína em queijo *petit suisse* fabricado com 70% de concentrado de soro de leite e 100% de leite, respectivamente, onde a diferença entre as formulações foi justificada pela utilização do soro na formulação.

Houve oscilação no teor de gordura (4,83 a 6,5 g 100 g⁻¹) dos queijos produzidos, onde a formulação controle apresentou diferença significativa da formulação com açaí congelado, e essas não diferiram da formulação com açaí liofilizado. A maior porcentagem de gordura foi identificada na formulação controle, resultando da utilização de maior quantidade de queijo quark e de creme de leite, já que possui bastante gordura, portanto, a utilização de açaí congelado reduziu significativamente o teor de gordura do *petit suisse* quando comparado à formulação controle.

Na pesquisa de Barcelos (2017), foi detectado teor de gordura próximo à formulação controle desta pesquisa, onde foi verificado 6,50 e 7,17 g 100 g⁻¹ de gordura em *petit suisse* caprino potencialmente probiótico com adição de polpa de acerola e controle, não havendo diferença significativa entre elas, onde a proximidade do valor detectado é justificado pela semelhança no teor de gordura do leite das duas espécies animais. Já de Prudêncio *et al.* (2008) detectaram menor teor de gordura na sua pesquisa, com 4,60 g 100 g⁻¹ para *petit suisse* feito com 70% de concentrado de soro e 4,30 g 100 g⁻¹ para o queijo com 100% de leite.

Percebeu-se diferença significativa ($p < 0,05$) nos açúcares totais de todas as formulações elaboradas, e, apesar de a maior quantidade de açúcar cristal (18%) ter sido usada na formulação controle (FT1.1), os resultados obtidos indicaram que ela possui menor teor de açúcares totais. Esse fato pode ter ocorrido devido a maior porcentagem de queijo quark utilizada para sua elaboração, comparado às demais, ou por não conter açaí na composição, que é um alimento que contém grandes quantidades de açúcares totais.

O teor de açúcares totais encontrados por Barcelos (2017) na formulação controle foram mais baixos que o dessa pesquisa, com variação de 7,59 a 7,88 g 100 g⁻¹ durante o armazenamento, porém ele usou menor porcentagem de açúcar que no presente estudo. Prudêncio *et al.* (2008) encontraram carboidratos totais próximos aos açúcares totais da formulação controle dessa pesquisa, sendo 12,08 g 100 g⁻¹ para *petit suisse* produzido com 100% de leite, já Cardarelli *et al.* (2008) observaram valores mais altos, onde a formulação controle possuía 18,53 g 100 g⁻¹ de carboidratos totais.

Os açúcares redutores detectados nessa pesquisa foram semelhantes aos resultados encontrados por Barcelos (2017) na formulação de *petit suisse* com polpa de acerola durante o período de armazenamento. E os resultados para os açúcares não redutores desta pesquisa foram mais elevados que os detectados por Barcelos (2017) nas duas formulações.

Quanto ao pH, não houve diferença significativa entre as formulações ($p \geq 0,05$), mas percebeu-se uma pequena redução do pH após o fim da fermentação, já que o corte da coalhada foi efetuado com pH 4,8. A redução do pH é comumente observadas em queijos e outros lácteos fermentados, pois é um processo natural causado pela produção contínua de ácido láctico e outros ácidos (CARDARELLI *et al.*, 2008), porém, a redução no teor de lactose causada pelo uso de lactase pode ter ajudado a cessar a fermentação.

Valores de pH inferiores ao dessa pesquisa foi detectado por Pasini Deolindo *et al.* (2019), que obtiveram variação entre 3,58 e 4,02, no período de 0 a 28 dias de armazenamento, bem como Barcelos (2017), que encontrou pH próximos (3,86 a 4,07). Os resultados conseguidos por Prudêncio *et al.* (2008) para o pH dos seus queijos foram próximos aos

encontrados nesta pesquisa, sendo eles 4,55 e 4,57 para *petit suisse* com e sem soro, respectivamente. E Matias *et al.* (2014) também verificaram pH semelhantes em suas amostras, variando de 4,28 a 4,58 durante o período de armazenamento.

Houve pouca variação de acidez, porém apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, em que FT1.3 obteve maior acidez, não diferindo de FT1.1, e essa não diferiu de FT1.2, portanto, a utilização do açaí congelado pode ter interferido na acidez do produto final, visto que esse açaí possuía baixa acidez ($0,16 \text{ g ac. cítrico.}100 \text{ g}^{-1}$).

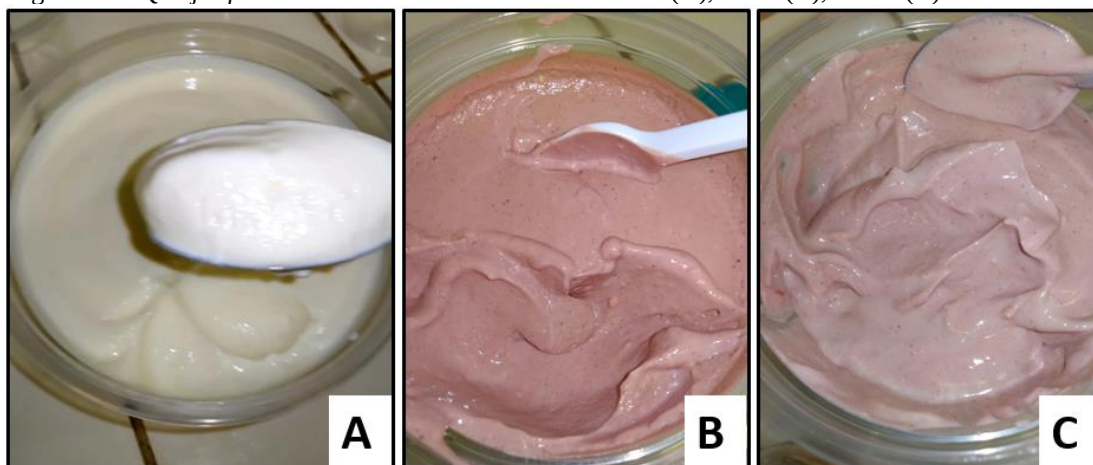
A acidez dos *petit suisse* estudados por Pasini Deolindo *et al.* (2019) apresentaram variação durante a vida de prateleira, onde o maior percentual ocorreu com 7 dias de armazenamento, chegando a atingir $1,84 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido láctico. Na pesquisa de Barcelos *et al.* (2020) foi detectado variação de $0,58$ a $0,62 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido láctico nas duas formulações elaboradas durante 28 dias de armazenamento.

O maior teor de sólidos solúveis foi obtido nas formulações com açaí, seja ele congelado ou liofilizado, havendo diferença significativa ($p < 0,05$) para a formulação controle, portanto, a adição do açaí tornou esse produto mais doce. Esses resultados corroboram com os resultados de açúcares totais dessas formulações, percebendo que a amostra com menor teor de sólidos solúveis foi a que alcançou menor teor de açúcares totais.

Os resultados obtidos diferem dos resultados de Barcelos (2017), que não verificou diferença significativa nos sólidos solúveis de *petit suisse* com adição de polpa de acerola e controle. Teor de sólidos solúveis mais baixos que este estudo foi mostrado por Pasini Deolindo *et al.* (2019) em *petit suisse* produzido com extrato de semente de uva liofilizado, onde houve variação de 12 a 15 °Brix durante 28 dias de armazenamento. Esmerino *et al.* (2013) constataram que 15,2% é a concentração considerada ideal de sacarose para queijo *petit suisse* probiótico. No presente estudo, foi utilizada uma concentração um pouco mais alta para todas as formulações.

Os queijos elaborados nesse teste foram observados durante o armazenamento, sob refrigeração, onde foram percebidas algumas alterações (FIGURA 10) no sétimo dia de armazenamento. Todos os queijos desse teste apresentaram dessoramento, e a formulação controle, apesar de dispor de maior teor de umidade, apresentou-se com menos soro.

Figura 10 – Queijos *petit suisse* elaborados no Teste 1. FT1.1 (A), FT1.2(B), FT1.3 (C).



Fonte: Elaborada pela autora.

FT1.1 - Formulação controle; FT1.2 - Formulação açaí congelado; FT1.3 - Formulação açaí liofilizado.

Houve bastante dessoramento na formulação com açaí congelado (FIGURA 11), o que pode ter ocorrido devido ao alto teor de umidade do açaí utilizado, ou ainda pela falta de um espessante nesse produto, visto que os produtos lácteos já possuem tendência a dessorar, principalmente quando existem fatores que causam modificações nos mesmos. Já o queijo produzido com açaí liofilizado (FIGURA 10C) apresentou descoloração na parte interna, onde apenas a superfície externa ficou com a colocação inicial.

Figura 11 – Queijo *petit suisse* com açaí congelado.



Fonte: Elaborada pela autora.

Com o surgimento de soro em todas as formulações do Teste 1, e por não ter sido adicionado nenhum espessante a essas formulações, optou-se por reformular o produto, adicionando-se goma xantana com o propósito de sanar esse problema.

6.4.2 Teste 2

Os resultados para as análises realizadas no Teste 2 estão descritos na TABELA 12. O teor de umidade das formulações elaboradas com uso de goma xantana apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas em FT2.3, portanto, a formulação controle e com açaí congelado não diferiram, assim como na pesquisa de Barcelos (2017), onde não houve diferença significativa na umidade da formulação controle e com polpa, quando usado espessante.

Tabela 12 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos *petit suisse* formulados no Teste 2.

PARÂMETROS	FORMULAÇÃO**		
	FT2.1	FT2.2	FT2.3
Umidade (g.100g ⁻¹)	62,67a $\pm$ 0,42	62,90a $\pm$ 0,35	60,47b $\pm$ 0,06
Proteína (g.100g ⁻¹)	8,28a $\pm$ 0,67	8,30a $\pm$ 0,50	9,38a $\pm$ 0,33
Açúcares totais (g.100g ⁻¹)	19,73a $\pm$ 0,21	19,40a $\pm$ 0,73	20,34a $\pm$ 0,27
Açúcares redutores (g.100g ⁻¹)	3,95c $\pm$ 0,03	6,15a $\pm$ 0,06	5,57b $\pm$ 0,04
Açúcares não redutores (g.100g ⁻¹)	16,04a $\pm$ 0,22	14,23b $\pm$ 0,72	15,52ab $\pm$ 0,27
pH	4,80a $\pm$ 0,03	4,76a $\pm$ 0,06	4,68a $\pm$ 0,02

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). **FT2.1 - Formulação controle com espessante; FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

Observou-se também redução significativa na umidade da formulação controle do Teste 2, comparado ao Teste 1 (Apêndice F), acreditando-se ter sido acarretada pelo uso da goma xantana, visto que, elas interagem com as proteínas do leite podendo resultar em alterações na estabilidade e consistência (MARUYAMA *et al.*, 2006).

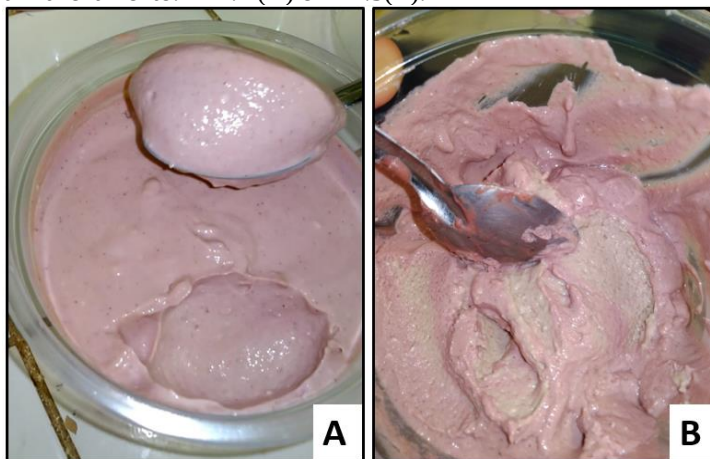
Quanto ao teor de proteína, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as formulações, e, apesar de ter reduzido 2% do concentrado de proteína nesse teste, também não diferiram dos resultados das formulações testadas anteriormente (Apêndice G), portanto, foi possível fazer a redução do concentrado de proteína nessa proporção sem comprometer a qualidade e as características desse produto, e em caso de o produtor desejar fazer essa redução para diminuir o custo do produto, por exemplo, ela pode ser feita.

Percebeu-se que, de forma geral, apenas os açúcares totais não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$) nessas amostras, e os açúcares redutores apresentaram comportamentos semelhantes nos dois testes. O pH das amostras desse teste também não apresentaram diferença estatística ($p \geq 0,05$), apresentando-se muito próximos ao pH que é feito o corte da coalhada.

A adição de goma xantana nessa concentração (0,2%) conferiu ao queijo consistência gelatinosa, o que mostra o alto poder espessante dessa goma. Porém, houve redução na quantidade de soro liberado durante o armazenamento, comparando-se ao teste anterior. A utilização de goma alfarroba, pectina, gelatina e/ou goma jataí em produtos lácteos aumenta a força do gel, aumentando, assim, as propriedades de textura (BAYARRI *et al.*, 2004; BAYARRI *et al.*, 2005).

Houve descoloração nas amostras FT2.2 e FT2.3 após um dia de fabricação (FIGURA 12), sendo mais perceptível no *petit suisse* com açaí liofilizado (FIGURA 12B), porém, as duas formulações foram alteradas, apresentando a cor inicial do produto na parte externa e descoloração na parte interna, onde a descoloração foi mais acentuada em FT2.2 durante o armazenamento.

Figura 12 – Queijos *petit suisse* elaborados no Teste 2 após 1 dia de armazenamento. FT2.2 (A) e FT2.3(B).



Fonte: Elaborada pela autora.

FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

Acredita-se que a descoloração do *petit suisse* possa ter sido causada pela adição de goma xantana, porém, não foram encontradas, na literatura, informações que comprovassem esse ocorrido. Com os resultados obtidos nesse teste, decidiu-se descartar a possibilidade de usar o açaí liofilizado nesse produto, visto que sua coloração está sendo alterada desde o primeiro teste, além de aumentar o custo da produção.

Apesar de FT2.1 ter apresentado modificação na cor, tentou-se ajustar essa formulação para torná-la mais característica de *petit suisse*, por meio de um novo teste, havendo redução da concentração de goma xantana, testando-se também a aplicação de gelatina sem sabor e o mix dos dois para as novas formulações.

A Instrução Normativa nº 53 (BRASIL, 2000) traz a gelatina como um ingrediente opcional, sendo usada como agente de corpo para dar mais estrutura no produto, melhorando sua textura. Por esse motivo, a quantidade de gelatina usada foi na mesma proporção que a de goma xantana, por possuírem propriedades semelhantes.

6.4.3 Teste 3

As novas formulações elaboradas nesse teste apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para o teor de umidade (TABELA 13), e esses resultados foram semelhantes aos obtidos no teste anterior.

Tabela 13 – Resultados (média $\pm$ DP)* das análises realizadas nos queijos *petit suisse* formulados no Teste 3.

PARÂMETROS	FORMULAÇÃO**		
	FT3.1	FT3.2	FT3.3
Umidade (g.100g^{-1})	63,07a $\pm$ 0,15	62,00b $\pm$ 0,23	62,17b $\pm$ 0,38
Proteína (g.100g^{-1})	6,00a $\pm$ 0,32	6,54a $\pm$ 0,05	6,51a $\pm$ 0,65
pH	4,72a $\pm$ 0,01	4,69a $\pm$ 0,08	4,63a $\pm$ 0,12

Fonte: Dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). **FT3.1 - Formulação com açaí congelado e goma xantana; FT3.2 - Formulação com açaí congelado e gelatina; FT3.3 - Formulação com açaí congelado e mix de goma xantana e gelatina.

O teor de proteína das formulações do Teste 3 apresentaram-se mais baixo que nos Testes 1 e 2, sendo causado pela mudança de proteína láctea utilizada, onde, inicialmente, utilizou-se concentrado de proteína 70% e nesse teste foi usado o composto lácteo com 17% de proteína, porém, os resultados obtidos ainda se enquadram dentro do padrão estabelecido na legislação vigente (6%).

O pH das formulações permaneceram próximos ao pH do ponto de corte, porém é normal ocorrer redução, visto que as bactérias adicionadas para a fermentação continuam agindo no produto e produzindo ácido láctico. O controle do pH em produtos lácteos fermentados é essencial para manter as suas características, visto que uma redução brusca pode causar dessoramento, além de tornar o produto mais ácido, causando rejeição por parte dos consumidores.

Com os resultados obtidos apenas nas três análises realizadas não seria possível identificar qual a melhor formulação, visto que os parâmetros analisados apresentaram pouca diferença, assim como ocorreu para os resultados de textura, portanto, a avaliação visual dos

queijos elaborados se tornou necessária para identificar a formulação que apresentava características mais próximas aos *petit suisse* que são conhecidos no mercado.

A porcentagem de hidrocolóides utilizada nesse teste evitou o dessoramento constante dos queijos, onde foi observada apenas uma pequena liberação de soro, que é normal para esse tipo de produto. Também não apresentou aspecto gelatinoso, diferente do observado no Teste 2.

As formulações produzidas nesse teste podem ser observadas na FIGURA 13. Pode-se perceber que o uso de gelatina sozinha tornou esse produto com aparência granulosa, além de descoloração na parte interna do queijo. Nas formulações FT3.1 e FT3.3 ocorreu descoloração logo nas duas primeiras horas após a elaboração, porém, diferente das demais, a cor foi ficando mais uniforme, e a parte externa tinha a cor um pouco mais clara e a interna apresentava a coloração real do produto.

Figura 13 – Queijos *petit suisse* elaborados no Teste 3. FT3.1 (A), FT3.2(B) e FT3.3 (C).



Fonte: Elaborada pela autora.

FT3.1 - Formulação com congelado e goma xantana; FT3.2 - Formulação com açaí congelado e gelatina;

FT3.3 - Formulação com açaí congelado e mix de goma xantana e gelatina.

A mudança na cor pode ter ocorrido devido à degradação das antocianinas presentes no açaí, principalmente por ter modificado mais na parte externa, que está em maior contato com o ambiente, por conta da embalagem utilizada, sendo necessário, portanto, a utilização de embalagens adequadas, que mantivessem o produto totalmente isolado do ambiente, ao abrigo da luz e do oxigênio.

Fato semelhante foi relatado por Campos (2017), onde se observou que os parâmetros L^* , a^* e b^* de suas amostras (leite fermentado com açaí e iogurte de açaí) foram influenciados proporcionalmente pelos teores de polpa de açaí e pelo tempo de prateleira, verificando perda de cor ao fim dos 28 dias de armazenamento, provavelmente relacionada à degradação das antocianinas.

O mix de goma xantana e gelatina proporcionou ao produto estrutura melhor que quando utilizado apenas um agente de corpo. As indústrias que produzem *petit suisse* adicionam mistura de agente de corpo com o propósito de torná-lo mais atrativo para os consumidores e de fazê-lo permanecer da mesma forma até o final da vida de prateleira (DE SOUZA *et al.*, 2011). Na TABELA 14, podem ser observados os resultados das demais análises realizadas no *petit suisse* que apresentou as melhores características para esse produto.

Tabela 14 – Resultado (média $\pm$ DP) da caracterização do *petit suisse* com as melhores características.

PARÂMETROS	FT3.3*
Gordura (g 100 g ⁻¹)	6,17 $\pm$ 0,58
Açúcares totais (g 100 g ⁻¹)	21,30 $\pm$ 0,67
Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹)	6,87 $\pm$ 0,08
Açúcares não redutores (g 100 g ⁻¹)	15,54 $\pm$ 0,62
Acidez (g.100g ⁻¹ de ác. láctico)	0,56 $\pm$ 0,00
Sólidos solúveis (°Brix)	27,30 $\pm$ 0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

*FT3.3 - Formulação com açaí congelado e mix de goma xantana e gelatina.

O resultado do teor gordura detectado em FT3.3 é próximo ao encontrado por Barcelos *et al.* (2020) na formulação controle de queijo *petit suisse* potencialmente probiótico, onde foi usado o leite de cabra. Esses resultados corroboraram por conta de o teor de gordura dos dois tipos de leite (cabra e vaca) utilizados nessas pesquisas serem próximos.

O teor de açúcares totais desta formulação se aproximou dos resultados detectados por Renhe *et al.* (2018) em *petit suisse* com baixo teor de lactose (21,8 g 100g⁻¹) e em *petit suisse* com redução de 20% de açúcar (21,6 g 100g⁻¹), porém, ao comparar com os açúcares redutores e não redutores da mesma pesquisa, verifica-se que os resultados obtidos foram divergentes, onde os autores obtiveram 11,2 g 100g⁻¹ para os açúcares redutores, e 10,5 g 100g⁻¹ para os açúcares não redutores no *petit suisse* com baixo teor de lactose.

A acidez da formulação FT3.3 diferiu de todos os resultados encontrados por Pasini Deolindo *et al.* (2019) durante 28 dias de armazenamento de *petit suisse* fabricado com extrato de sementes de uva liofilizado, que variou de 1,84 a 0,83 g 100 g⁻¹ de ác. láctico, mas corroborou com os resultados de Barcelos *et al.* (2020), que verificaram variação de 0,60 a 0,62 g 100 g⁻¹ de ác. láctico no queijo com adição de polpa de acerola.

O teor de sólidos solúveis identificado em FT3.3 diferiu dos resultados encontrados por Barcelos (2017) ao longo de 28 dias de armazenamento do *petit suisse* potencialmente probiótico com polpa de acerola (15 a 16 °Brix). Porém, a quantidade de açúcar usada para

fabricar o queijo da presente pesquisa (16,5%) foi muito maior que a fração utilizada por Barcelos (9,1%), sendo esse o motivo da diferença.

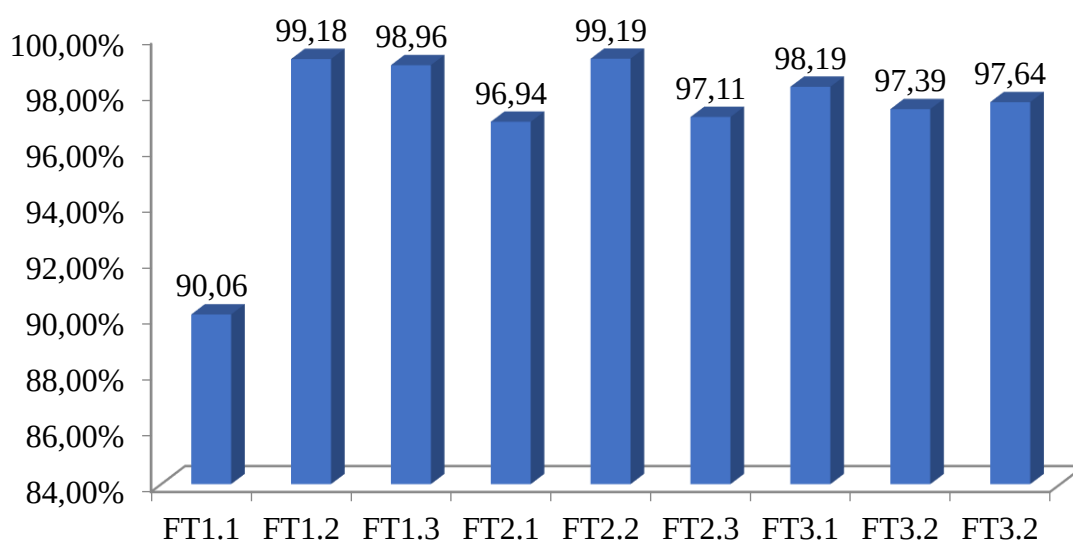
6.5 Rendimento dos queijos

Em pesquisa realizada por Morgado e Brandão (1998) foi identificado que são necessários, em média, 4,62 litros de leite para obter 1 quilo de *petit suisse* dessorado, porém, nesta pesquisa foi verificado resultado divergente. Para o rendimento do queijo quark, a utilização de leite e composto lácteo (Teste 3) resultou em um rendimento de 38,81%, sendo considerado um bom rendimento.

Esses resultados também diferiram da pesquisa de Lima (2017), que detectou rendimento de 21,28% para o leite de vaca e 28,33% para o leite de búfala, em que ambos foram utilizados para a produção de *petit suisse*. O rendimento dos queijos depende de alguns fatores, como do teor de gordura do leite e do tipo de pasteurização usada (LIMA, 2017; SILVEIRA & ABREU, 2003).

Na FIGURA 14 é possível observar o rendimento total de todas as formulações elaboradas, onde todos os queijos obtiveram mais de 96% de rendimento, com exceção de FT1.1, após a obtenção do queijo quark.

Figura 14 – Rendimento das formulações de queijo *petit suisse* elaboradas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados obtidos demonstram que após mistura dos ingredientes para homogeneização é possível obter um bom rendimento desse tipo de produto, havendo poucas perdas durante o processo de produção.

Para obter maior rendimento, Oliveira (2015) estudou o emprego de diferentes culturas lácteas na produção de queijo *petit suisse* com retenção de soro, e verificou que o emprego das culturas termofílica e mistana na fabricação dos *petit suisse* com retenção de soro é tecnologicamente e sensorialmente viável.

6.6 Custo da produção dos queijos

Os queijos produzidos no Teste 3 apresentaram custo de R\$ 7,02, R\$ 7,06 e R\$ 7,05 para FT3.1, FT3.2 e FT3.3, respectivamente. Podemos observar que a variação de preço entre eles é muito baixa, resultando do uso dos mesmos ingredientes, com exceção do espessante, portanto, na escolha da melhor forma de produzi-lo, o preço não seria um fator a ser considerado.

Na pesquisa de mercado realizada, identificou-se que o *petit suisse* custa, em média, R\$ 8,04, das marcas pesquisadas, três apresentam conteúdo líquido de 320 g e uma de 360 g. Transformando esse valor para 500 g de produto, custaria R\$ 12,56, estando, portanto, mais elevado que o custo para a produção dos queijos dessa pesquisa, mesmo usando ingredientes com preços mais altos por terem sido adquiridos diretamente do supermercado. O custo da produção para comercialização dos queijos aqui elaborados poderia ser modificado, visto que ainda falta a embalagem, além de todo o gerenciamento da industrialização, mas por se tratar de um alimento para fins especiais (com baixo teor de lactose), é natural que tenha o custo mais elevado que o produto tradicional.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas análises do açaí, percebeu-se que ele atendeu aos critérios da legislação vigente para os parâmetros pH e acidez, porém, um pouco abaixo para o teor de proteína, podendo estar relacionado a alguns fatores intrínsecos do próprio açaí. Em relação às análises microbiológicas, o açaí estava apto para ser utilizado nos queijos testados, visto que atendeu a todos os padrões microbiológicos exigidos.

Quanto aos testes dos queijos, foi possível identificar a melhor formulação que seria usada nas próximas etapas dessa pesquisa, não sendo possível a continuação da mesma devido à pandemia do novo coronavírus. Verificou-se que todas as formulações elaboradas atenderam aos parâmetros analisados que são exigidos pela legislação para proteína e umidade e que a textura é um fator essencial e crítico na elaboração de *petit suisse*, sendo necessário mantê-lo sempre firme e com aspecto suave. Portanto, o uso do mix de goma xantana e gelatina, na concentração de 0,1%, proporcionou ao *petit suisse* melhores características diante de todos os aspectos que estavam sendo analisados e observados, sendo essa considerada a melhor formulação.

Os queijos apresentaram bom rendimento. Notou-se que o custo para a produção do *petit suisse* desta pesquisa está viável para ser um produto aplicado no mercado, pois não está distante do valor que se encontra no mercado, visto que é um produto que tem baixo teor de lactose, e esse sempre se torna de maior custo, além de não estar utilizando corantes e aromatizantes artificiais, tornando o produto mais natural. Para maiores resultados de aplicação ao mercado, seria necessária a realização de pesquisa sensorial, além da avaliação da vida de prateleira, portanto, para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **LWT - Food Science and Technology**, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.
- ALMICO, J. D.; FERREIRA, I. M.; RAMOS, G. D.; SILVA, A. A. M. O. E.; CARVALHO, M. G. de. Avaliação da qualidade microbiológica, físico-química e química de polpas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) pasteurizadas congeladas comercializadas em Aracaju-SE. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 2, p. 156-168, 2018.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, 2001. 676 p.
- ARANHA, L. N.; UEHARA, S. K. LUÍZ, R. R.; NOGUEIRA NETO, J. F.; ROSA, G.; OLIVEIRA, G. M. M. Effects of a hypoenergetic diet associated with açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp consumption on antioxidant status, oxidative stress and inflammatory biomarkers in overweight, dyslipidemic individuals. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 1464-1469, 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2000. v1 e v2.
- BARBOSA, P. O.; PALA, D.; SILVA, C. T.; DE SOUZA, M. O.; DO AMARAL, J. F.; VIEIRA, R. A. L.; FOLLY, G. A. F.; VOLP., A. C. P.; DE FREITAS, R. N. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 674-680, 2016.
- BARCELOS, S. C. de. **Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit-suisse caprino potencialmente probiótico com polpa de acerola (*Malpighia emarginata* DC)**. 2017. 172 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2017.
- BARCELOS, S. C.; EGITO, A. S.; SANTOS, K. M. O.; MORAES, G. M. D.; TEIXEIRA SÁ, D. M. A. Effect of acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp incorporation on potentially probiotic Petit-Suisse goat cheese. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 7, 2020.
- BAYARRI, S.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Influence of sweeteners on the viscoelasticity of hydrocolloids gelled systems. **Food Hydrocolloids**, v. 18, s/n, p. 611-619, 2004.
- BAYARRI, S.; DURÁN, L.; IZQUIERDO, L.; COSTELL, E. Effect of substitution of aspartame for sucrose on instrumental texture profile of hydrocolloids gelled systems. **European Food Research and Technology**. v. 220, p. 25-30, 2005.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. 2009. **Food Chemistry**. Springer. 1114 p.
- BERMUDEZ-BELTRÁN, K. A.; MARZAL-BOLANO, J. K.; OLIVERA-MARTINEZ, A. B.; ESPITIA, P. J. P. Cape gooseberry Petit Suisse Cheese incorporated with moringa leaf powder and gelatin. **LWT - Food Science and Technology**. 123. 2020.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37: 911-917. 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 53, de 29 de dezembro de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo *Petit Suisse*. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Regulamento sobre os parâmetros analíticos de suco e de polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, 01 out. 2018. Seção 1, p. 23, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de março de 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Seção 1, p. 133, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 53 de 07 de outubro de 2014. Dispõe sobre a lista de enzimas, aditivos alimentares e veículos autorizados em preparações enzimáticas para uso na produção de alimentos em geral. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 194, 08 out. 2014. Seção 1, p. 118.

BOEIRA, L. S.; FREITAS, P. H. B.; UCHÔA, N. R.; BEZERRA, J. A.; CÁD, S. V.; JUNIOR, S. D.; ALBUQUERQUE, P. M.; MAR, J. M.; RAMOS, A. S.; MACHADO, M. B.; MACIEL, L. R. Chemical and sensorial characterization of a novel alcoholic beverage produced with native acai (*Euterpe precatoria*) from different regions of the Amazonas state. **LWT - Food Science and Technology**, v. 117, s/n, p. 108632, 2020.

BORGES, A. R.; PIRES, A. F.; MARNOTES, N. G.; GOMES, D. G.; HENRIQUES, M. F.; PEREIRA, C. D. Dairy by-products concentrated by ultrafiltration used as ingredients in the production of reduced fat washed curd cheese. **Foods**, v. 9, n. 1020, p. 1-14, 2020.

CAMPOS, Daniela Cavalcante dos Santos. **Compostos bioativos em produtos lácteos adicionados de polpa de açaí e camu-camu suplementados com bactérias probióticas**. 2017. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede Bionorte) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, 2017.

CAMPOS, D. C. S.; NEVES, L. T. B. C.; FLACH, A.; COSTA, L. A. M. A.; SOUSA, B. O. Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açaí fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, p. 1-13, 2016.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. 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.

CARDARELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 6, p. 1037-1046, 2008.

CAYRES, C. A.; PEREIRA, K. S.; PENTEADO, A. L. Qualidade microbiológica de açaí industrializado. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 268-269, p. 134-138, 2017.

CESBRON-LAVAU, E.; LUBRANO-LAVADERA, A. S.; BRAESCO, V.; DESCHAMPS, E. Fromages blancs, petits-suisses et laits fermentés riches en protéines. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, v. 52, n. 1, p. 33-40, 2017.

CHEN, L.; OPARA, U.; L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review. **Journal of Food Engineering**, v. 119, n. 3, p. 497-507, 2013.

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

COSTA, H. C. B.; SILVA, D. O.; VIEIRA, L. G. M. Physical properties of açaí-berry pulp and kinetics study of its anthocyanin thermal degradation. **Journal of food engineering**, v. 239, p. 104-113, 2018.

DA MOTA, D. S. C.; SICURO, F. L.; RESENDE, A. C.; DE MOURA, R. S.; BOTTINO, D. A.; BOUSKELA, E. Effects of açaí and cilostazol on skin microcirculation and viability of TRAM flaps in hamsters. **Journal of Surgical Research**, v. 228, s/n, p. 253-262, 2018.

DA SILVEIRA, T. F. F.; CRISTIANINI, M.; KUHNLE, G. G.; RIBEIRO, A. B.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Anthocyanins, non-anthocyanin phenolics, tocopherols and antioxidant capacity of açaí juice (*Euterpe oleracea*) as affected by high pressure processing and thermal pasteurization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 55, s/n, p. 88-96, 2019.

DA SILVEIRA, T. F. F.; DE SOUZA, T. C. L.; CARVALHO, A. V.; RIBEIRO, A. B., KUHNLE, G. G. C.; GODOY, H. T. White açaí juice (*Euterpe oleracea*): phenolic composition by LC-ESI-MS/MS, antioxidant capacity and inhibition effect on the formation of colorectal cancer related compounds. **Journal of functional foods**, v. 36, s/n, p. 215-223, 2017.

DE ALMEIDA, M. H. B.; DA CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; MOURA, M. R. L.; DE CARVALHO, L. M.; FREITAS, M. C. J. Effect of the açaí pulp on the sensorial attributes of probiotic yogurts. **International Journal of Probiotics and Prebiotics**, v. 4, n. 1, p. 41-44, 2009.

DE ALMEIDA, M. H. B.; ZOELLNER, S. S.; DA CRUZ, A. G.; MOURA, M. R. L.; DE CARVALHO, L. M.; FREITAS, M. C. J.; DE S SANT'ANA, A. Potentially probiotic açaí yogurt. **International Journal of Dairy Technology**, v. 61, n. 2, p. 178-182, 2008.

DE OLIVEIRA, R. F.; DE SOUSA CAMPOS, S. A.; PAIXÃO, M. G.; PINTO, S. M. Análise do perfil de textura instrumental de queijos petit suisse comercializados na cidade de Lavras—Minas Gerais. In: Congresso Nacional de Laticínios - Minas Láctea, 30, 2015, Juiz de Fora. Anais... Belo Horizonte: EPAMIG, 2015. 5 p.

DE AQUINO, C. M.; MOREIRA, L. F.; MENDES, A. H. L.; SANTOS, S. M. L.; MONTE, A. L. S. Avaliação físico-química e microbiológica de açaí (*Euterpe oleracea*) congelado pronto para o consumo comercializado em Limoeiro do Norte-Ceará. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 9, n. 3, p. 35-40, 2019.

DE SOUSA LOBATO, K. B.; ALAMAR, P. D.; DOS SANTOS CARAMÊS, E. T.; PALLONE, J. A. L. Authenticity of freeze-dried açaí pulp by near-infrared spectroscopy. **Journal of Food Engineering**, v. 224, s/n, 105-111, 2018.

DE SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; GOMES, U. J.; CARNEIRO, J. D. S. Avaliação e definição do perfil de textura ideal de queijo Petit Suisse. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 382, p. 48-53, 2011.

DIAS-SOUZA, M. V.; SANTOS, R. M.; CERÁVOLO, I. P.; COSENZA, G.; MARÇAL, P. H. F.; FIGUEIREDO, F. J. B. *Euterpe oleracea* pulp extract: Chemical analyses, antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, cytotoxicity and interference on the activity of antimicrobial drugs. **Microbial pathogenesis**, v. 114, s/n, p. 29-35, 2018.

DO NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Fatty acids composition of açaí pulp oil obtained by enzymatic technology and hexane. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

DOS PRAZERES, I. C.; DOMINGUES, A. F. N.; CAMPOS, A. P. R.; CARVALHO, A. V. Elaboração e caracterização de barras de cereais à base de ingredientes da amazônia. **Acta Amazonica**, v. 47, n. 2, p. 103-110, 2017.

DOS SANTOS, B. A. Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas na cidade de São Paulo. **RBAC**, v. 48, n. 1, p. 53-7, 2016.

DOS SANTOS, D. D. S.; KLAUCK, V.; CAMPIGOTTO, G.; ALBA, D. F.; DOS REIS, J. H.; GEBERT, R. R.; SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; SCHOGOR, A. L. B.; SANTOS, I. D.; WAGNER, R.; VEDOVATTO, M.; DA SILVA, A. S. Benefits of the inclusion of açaí oil in the diet of dairy sheep in heat stress on health and milk production and quality. **Journal of thermal biology**, v. 84, s/n, p. 250-258, 2019.

DUARTE, I. A.; DAMY-BENEDITTI, P. C. Desenvolvimento e aceitação de sorvete artesanal de açaí zero lactose com baixo teor de açúcar e sorvete de açaí tradicional. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.

DZIALANSKI, Z. BARANY, M.; ENGFELDT, P.; MAGNUSON, A. OLSSON, L. A.; NILSSON, T. K. Lactase persistence versus lactose intolerance: is there an intermediate phenotype?. **Clinical biochemistry**, v. 49, n. 3, p. 248-252, 2016.

ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G.; PEREIRA, E. P. R.; RODRIGUES, J. B.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. The influence of sweeteners in probiotic Petit Suisse cheese in concentrations equivalent to that of sucrose. **Journal of dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5512-5521, 2013.

ESMERINO, E. A. PAIXÃO, J. A.; CRUZ, A. G.; GARITTA, L.; HOUGH, G.; BOLINI, H. M. A. Survival analysis: A consumer-friendly method to estimate the optimum sucrose level in probiotic petit suisse. **Journal of dairy Science**, v. 98, n. 11, p. 7544-7551, 2015.

ESPÍRITO SANTO, A. P. DO; 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**, v. 20, n. 6, p. 415-422, 2010.

FAVARO, M. M. A. **Extração, estabilidade e quantificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação industrial como corantes**. 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – UNICAMP, Campinas, 2008.

FERREIRA, L. O.; PEREIRA, P. A. P.; MARIA, J.; PINTO, S. M. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 387, p. 5-11, 2012.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2017). OCDE-FAO perspectivas agrícolas 2017-2026. Paris: Edição OCDE. Available in: <http://www.fao.org/3/a-i7465s.pdf>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2019). Dairy market review. Geneva: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/ca3879en/ca3879en.pdf>.

FRANCO, B. D. G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.

FREITAS, B.; BENTO, F. S., DE QUEIROZ SANTOS, F.; FIGUEIREDO, M.; AMÉRICA, P.; MARÇAL, P. Características Físico-químicas, Bromatológicas, Microbiológicas e Microscópicas de Polpas de Açai (*Euterpe oleraceae*) Congeladas do Tipo B. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences – JAPHAC**, v. 2, n. 2, p. 2-13, 2015.

FRIGERI, K. D. M.; SANTIN, T. P.; AGOSTINI, A.; NOGARA, K. F.; FRIGERI, K. D. M. Estudo longitudinal sobre o efeito das estações do ano na produção, composição centesimal, qualidade microbiológica e preço do litro do leite em uma fazenda leiteira no Rio Grande do Sul–Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e1419119490-e1419119490, 2020.

GARBALLO-RUBIO, A.; SOTO-CHINCHILLA, J.; A. MORENO, A.; ZAFRA-GÓMEZ, A. Determination of residual lactose in lactose-free cow milk by hydrophilic interaction liquid chromatography (HILIC) coupled to tandem mass spectrometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, s/n, p. 39-45, 2018.

GARZÓN, G.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; VINCKEN, J. P.; GRUPPEN, H. Astrid et al. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food chemistry**, v. 217, s/n, p. 364-372, 2017.

GAUCHER, I. BOUBELLOUTA, T.; BEAUCHER, E.; PIOT, M.; GAUCHERON, F.; DUFOUR, E. Investigation of the effects of season, milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: a multidimensional statistical approach. **Dairy Science and Technology**, v. 88, n. 3, p. 291-312, 2008.

HAUG, A.; HØSTMARK, A. T.; HARSTAD, O. M. Bovine milk in human nutrition—a review. **Lipids in health and disease**, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2007.

HARVEY, C. B. FOX, M. F.; JEGGO, P. A.; MANTEI, N.; POVEY, S.; SWALLOW, D. M. Regional localization of the lactase-phlorizin hydrolase gene, LCT, to chromosome 2q21. **Annals of human genetics**, v. 57, n. 3, p. 179-185, 1993.

HEINE, R. G.; ALREFAEE, F.; BACHINA, P.; De LEON, J. C.; GENG, L.; GONG, S.; MADRAZO, J. A.; NGAMPHAIBOON, J.; ONG, C.; ROGACION, J. M. Lactose intolerance and gastrointestinal cow's milk allergy in infants and children—common misconceptions revisited. **World Allergy Organization Journal**, v. 10, n. 1, p. 41, 2017.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 1020p.

JONES, L. C.; LEMES, R. M. Análise microbiológica de polpas de açaí comercializadas em uma cidade do sul de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 12, n. 2, p. 601-608, 2014.

JOYNER, Helen S. Explaining food texture through rheology. **Current Opinion in Food Science**, v. 21, s/n, p. 7-14, 2018.

KUMAR, P.; SHARMA, N.; RANJAN, R.; KUMAR, S.; BHAT, Z. F.; JEONG, D. K. Perspective of membrane technology in dairy industry: A review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 26, n. 9, p. 1347, 2013.

LANÇAS, F. M. A Cromatografia Líquida Moderna e a Espectrometria de Massas: finalmente “compatíveis”. **Scientia chromatographica**, v. 1, n. 2, p. 35-61, 2009.

LI, Y.; ZHANG, X.; YANG, J-J.; MA, X-Y.; JIA, X-D.; DU, P.; LI, A-I. Influence of the addition of *Geotrichum candidum* on the microbial, chemical, textural, and sensory features of soft soy cheese. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 11, p. 1-11, 2020.

LIMA, Q. da S. O. **Queijo Petit Suisse à base de leite de vaca e leite de búfala enriquecido com pólen apícola**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

LUZ, D. F.; BICALHO, F. A.; OLIVEIRA, M. V. M.; SIMÕES, A. R. P. Avaliação microbiológica em leite pasteurizado e cru refrigerado de produtores da região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 367-374, 2011.

MACHADO, A. K.; CADONÁ, F. C.; ASSMANN, C. E.; ANDREAZZA, A. C.; DUARTE, M. M. M. F.; BRANCO, C. S.; ZHOU, X.; SOUZA, D. V.; RIBEIRO, E. E.; DA CRUZ, I. B. M. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) has anti-inflammatory potential through NLRP3-inflammasome modulation. **Journal of Functional Foods**, v. 56, p. 364-371, 2019.

MARINHO, S. C.; MOUTA, A. R. N.; RABÊLO, H. P. S. M.; SILVA, G. M.; FURTADO, J. G. C. Condições microbiológicas de polpas congeladas de açaí comercializadas em mercados públicos de São Luís—MA. **Journal of Health Connections**, v. 2, n. 1, 2018.

MARUYAMA, L. Y.; CARDARELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 386-393, 2006.

MATIAS, N. S.; BEDANI, R.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, n.1, p. 411-417, 2014.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MENDES, M. O.; DE MORAIS, M. F.; RODRIGUES, J. F. A2A2 milk: Brazilian consumers' opinions and effect on sensory characteristics of Petit Suisse and Minas cheeses. **LWT - Food Science and Technology**, v. 108, s/n, p. 207-213, 2019.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MILLS, S.; ROSS, R. P.; HILL, C.; FITZGERALD, G. F.; STANTON, C. Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. **International dairy journal**, v. 21, n. 6, p. 377-401, 2011.

MINIGHIN, E. C.; ANASTÁCIO, L. R.; MELO, J. O. F.; LABANCA, R. A. Açaí (*Euterpe oleracea*) and its contributions to achieve acceptable daily intake of essential fatty acids. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e760986116, 2020.

MONTEIRO, R. C. R. M.; VELOSO, C. R.; NERES, L. S.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; PACHECO, E. A.; ABE SATO, S. T.; SANTOS, M. A. S.; MAHUM, B. S.; RIBEIRO, I. A. Desenvolvimento e avaliação da qualidade de sorvete de iogurte simbiótico, de leite de búfala enriquecido com polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 237-244, 2015.

MORGADO, F. E. F.; BRANDÃO, S. C. C. Ultrafiltração do leite para produção de queijo tipo petit-suisse. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 2, n. 13, p. 35-44, 1998.

MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. Milk and dairy products in human nutrition. Rome: **Food and agriculture organization of the united nations (FAO)**, 2013.

MUNHOZ, C. L.; HIRATA, V. G.; FRIA, S. B.; FERREIRA, T. H. B. Elaboração de iogurtes de açaí (*Euterpe oleracea*) com adição de prebióticos. **Global science and technology**, v. 12, n. 3, p. 20-31, 2019.

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. M. Qualidade de frutos processados artesanalmente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 729-738, 2015.

NORÉN, OVE; SJÖSTRÖM, HANS. Structure, biosynthesis and regulation of lactase-phlorizin hydrolase. **Näringsforskning**, v. 45, n. 1, p. 156-160, 2001.

OHLSSON, J. A. JOHANSSON, M.; HANSSON, H.; ABRAHAMSON, A.; BYBERG, L.; SMEDMAN, N.; LINDMARK-MÅNSSON, H. LUNDH. Å. Lactose, glucose and galactose content in milk, fermented milk and lactose-free milk products. **International dairy journal**, v. 73, s/n, p. 151-154, 2017.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. DA C. Processamento e avaliação da qualidade de licor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 534-541, 2011.

OLIVEIRA, R. F. de. **Efeito De Diferentes Culturas Láticas Nas Características De Queijo Tipo Petit Suisse Com Retenção De Soro**. 2015. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015.

PAWŁOWSKA, K.; UMŁAWSKA, W.; IWAŃCZAK, B. The impact of lactose malabsorption and lactose intolerance on dairy consumption in children and adolescents with selected gastrointestinal diseases. **Pediatrics Polska**, v. 91, n. 3, p. 192-198, 2016.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. DE M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 526-530, 2002.

PEREIRA, E. P. R.; CAVALCANTI, R. N.; ESMERINO, E. A.; SILVA, R.; GUERREIRO, L. R. M.; CUNHA, R. L.; BOLINI, H. M. A.; MEIRELES, M. A.; FARIA, J. A. F.; CRUZ, A. G. Effect of incorporation of antioxidants on the chemical, rheological, and sensory properties of probiotic petit suisse cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p. 1762-1772, 2016.

PEREIRA BOMFIM, M.; LIMA, G. P. P.; VIANELO, F.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização dos compostos bioativos em frutas e hortaliças adquiridas no comércio de Padova-Itália. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 2, p. 82-92, 2017.

PRUDENCIO, I. D.; PRUDÊNCIO, E. S.; GRIS, E. F.; TOMAZI, T.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Petit suisse manufactured with cheese whey retentate and application of betalains and anthocyanins. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 5, p. 905-910, 2008.

RAMÍREZ-SANTIAGO, C. Lobato-Calleros, C.; Espinosa-Andrews, H.; Vernon-Carter, E. J. Viscoelastic properties and overall sensory acceptability of reduced-fat Petit-Suisse cheese made by replacing milk fat with complex coacervate. **Dairy Science & Technology**, v. 92, n. 4, p. 383-398, 2012.

RAMOS, T. M.; GAJO, A. A.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R.; PINHEIRO, A. C. Perfil de textura de labneh (iogurte grego). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 369, p. 8-12, 2009.

RENHE, I. R. T.; FRANCISQUINI, J. D'ALMEIDA; PEREIRA, D. B. C.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A. F. DE; PERRONE, Í. T. Obtenção de Petit Suisse com baixo teor de lactose e adição reduzida de açúcares. **Revista Do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 1, p. 43-50, 2018.

ROESLER, R.; CATHARINO, R. R.; MALTA, L. G.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: Characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 104, s/n, p. 1048-1054, 2007.

SANTAGIULIANA, M.; CHRISTAKI, M.; PIQUERAS-FISZMAN, B.; SCHOLTEN, E.; STIEGER, M. Effect of mechanical contrast on sensory perception of heterogeneous liquid and semi-solid foods. **Food Hydrocolloids**, v. 83, s/n, p. 202-212, 2018.

SANTOS, R. M. S.; DE SOUSA, F. M.; ALVES, J. I. D. S.; DE ALMEIDA, R. D.; DE GUSMÃO, R. P.; GUSMÃO, T. A. S. Elaboração e caracterização física de petit suisse prebiótico de leite de búfala fermentado com kefir. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 8, n. 3, p. 10-14, 2018.

SARMENTO, É. G.; CESAR, D. E.; MARTINS, M. L.; DE OLIVEIRA GÓIS, E. G.; FURTADO MARTINS, E. M.; DA ROCHA CAMPOS, A. N.; DEL'DUCA, A.; DE OLIVEIRA MARTINS, A. D. Effect of probiotic bacteria in composition of children's saliva. **Food Research International**, v. 116, s/n, p. 1282-1288, 2019.

SILVA, A. K. N.; BECKMAN, J. C.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M.; Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.

SILVA, B. C. **Efeitos do congelamento e do tempo de armazenamento nos queijos petit suisse processados com diferentes espessantes**. 2012. 71 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SILVA, F. DA; SILVA, G. da. **Análise microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados na microrregião de Francisco Beltrão-PR**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, M. P.; SOUSA, S. H. B.; CUNHA, V. M. B.; SALAZAR, M. DE LOS A. R.; AMARANTE, C. B.; ARAUJO, M. E.; CARVALHO JUNIOR, R. N. Avaliação da estrutura morfológica, química elementar, parâmetros de cor e composição em minerais da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) De três diferentes localidades da região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18793-18803, 2020.

SILVA, W.S. **Comportamento mecânico do queijo de coalho tradicional, com carne seca, tomate seco e orégano armazenados sob refrigeração**. 2013. 61 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SILVEIRA, P. R. DA; ABREU, L. R. DE. Rendimento e composição físico-química do queijo prato elaborado com leite pasteurizado pelo sistema HTST e injeção direta de vapor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1340-1347, 2003.

SOUZA, A. B. N.; GOMES, M. A. DE S. Análise microbiológica da polpa de açaí comercializada em feiras livres na cidade Porto Velho/RO. **Revista saber científico**. 2019.

STATSOFT. **Statistica for Windows-computer programme manual**, versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2004.

SURI, S.; KUMAR, V.; PRASAD, R.; TANWAR, B.; GOYAL, A.; KAUR, S.; GAT, Y.; KUMAR, A.; KAUR, J.; SING, D. Considerations for development of lactose-free food. **Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism**, v. 15, s/n, p. 27-34, 2019.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, s/n, p. 215-225, 2002.

TEIXEIRA LOPES, M. M.; PASSOS RODRIGUES, M. DO C.; SOUZA DE ARAÚJO, A. M. Influence of Expectation Measure on the Sensory Acceptance of Petit Suisse Product. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, p. 798-803, 2018.

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

TOMAR, B. S. Lactose intolerance and other disaccharidase deficiency. **The Indian Journal of Pediatrics**, v. 81, n. 9, p. 876-880, 2014.

TORRES, F. R.; SILVA, H. L. A. DA; CUTRIM, C. S.; CORTEZ, M. A. S. Consumer perception of Petit-Suisse cheese: identifying market opportunities for the Brazilian dairy industry. **Food Science and Technology**, v. 40, n 2, p. 653-660, 2020.

VANDENPLAS, Yvan et al. Treating cow's milk protein allergy: a double-blind randomized trial comparing two extensively hydrolysed formulas with probiotics. **Acta Paediatrica**, v. 102, n. 10, p. 990-998, 2013.

VAN SCHEPPINGEN, W. B.; VAN HILTEN, P. H.; VIJVERBERG, M. P.; DUCHATEAU, A. L. L. Selective and sensitive determination of lactose in low-lactose dairy products with HPAEC-PAD. **Journal of Chromatography B**, v. 1060, s/n, p. 395-399, 2017.

VASCONCELOS, B. G.; MARTINEZ, R. C. R.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Innovative açai (*Euterpe oleracea*, Mart., *Arecaceae*) functional frozen dessert exhibits high probiotic viability throughout shelf-life and supplementation with inulin improves sensory acceptance. **Food science and biotechnology**, v. 23, n. 6, p. 1843-1849, 2014.

VASCONCELOS, S. M. L.; SILVA, A. M.; GOULART, M. O. F. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 31, s/n, p. 95-118, 2006.

WAHLQVIST, M. L. Lactose nutrition in lactase nonpersisters. **Asia Pacific journal of clinical nutrition**, v. 24, n. Supplement, p. S21, 2015.

WOLF, M.; BELFIORE, L. A.; TAMBOURGI, E. B.; PAULINO, A. T. Production of low-dosage lactose milk using lactase immobilised in hydrogel. **International dairy journal**, v. 92, s/n, p. 77-83, 2019.

YAMAGUCHI, K. K. DE LIMA; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food chemistry**, v. 179, s/n, p. 137-151, 2015.

APÊNDICE

**APÊNDICE A – PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA)
INSTRUMENTAL DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* CONTROLE.**

**PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL
(MÉDIA ± DP)* DAS FORMULAÇÕES CONTROLE DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE*
ELABORADOS.**

PARÂMETROS	FT1.1	FT2.1
Firmeza (N)	1,14b ± 0,02	2,53a ± 0,01
Adesividade	-463,88a ± 14,85	-742,86b ± 19,31
Elasticidade (mm)	0,957a ± 0,00	0,904b ± 0,01
Coesividade	0,646a ± 0,01	0,542b ± 0,01
Gomosidade (N)	0,74b ± 0,02	1,38a ± 0,03
Mastigabilidade (N.mm)	0,71b ± 0,02	1,25a ± 0,04

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

FT1.1 - Formulação controle; FT2.1 - Formulação controle com espessante.

**APÊNDICE B – PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA)
INSTRUMENTAL DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* ELABORADOS COM AÇAÍ
CONGELADO SEM E COM 0,2% DE GOMA XANTANA.**

**PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL
(MÉDIA ± DP)* DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* ELABORADOS COM AÇAÍ
CONGELADO SEM E COM 0,2% DE GOMA XANTANA.**

PARÂMETROS	FT1.2	FT2.2
Firmeza (N)	0,72b ± 0,03	1,86a ± 0,04
Adesividade	-240,33b ± 11,02	-584,21a ± 23,89
Elasticidade (mm)	0,963a ± 0,00	0,907b ± 0,01
Coesividade	0,571a ± 0,00	0,533b ± 0,01
Gomosidade (N)	0,42b ± 0,02	0,98a ± 0,04
Mastigabilidade (N.mm)	0,40b ± 0,02	0,89a ± 0,03

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

FT1.2 - Formulação com açaí congelado; FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante.

**APÊNDICE C – PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA)
INSTRUMENTAL DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* COM AÇAÍ LIOFILIZADO.**

**PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL
(MÉDIA ± DP)* DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* ELABORADOS COM AÇAÍ
LIOFILIZADO SEM E COM 0,2% DE GOMA XANTANA.**

PARÂMETROS	FT1.3	FT2.3
Firmeza (N)	1,07b ± 0,05	2,47a ± 0,04
Adesividade	-370,36a ± 27,08	-847,13b ± 25,11
Elasticidade (mm)	0,954a ± 0,00	0,910b ± 0,00
Coesividade	0,563a ± 0,02	0,545b ± 0,00
Gomosidade (N)	0,58b ± 0,03	1,37a ± 0,05
Mastigabilidade (N.mm)	0,54b ± 0,02	1,24a ± 0,05

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

FT1.3 - Formulação com açaí liofilizado; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

APÊNDICE D – PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* COM AÇAÍ CONGELADO E LIOFILIZADO.

PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL (MÉDIA ± DP)* DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* ELABORADOS COM AÇAÍ CONGELADO E LIOFILIZADA COM 0,2% DE GOMA XANTANA.

PARÂMETROS	FT2.2	FT2.3
Firmeza (N)	1,86b ± 0,04	2,47a ± 0,04
Adesividade	-584,21a ± 23,89	-847,13b ± 25,11
Elasticidade (mm)	0,907a ± 0,01	0,910a ± 0,00
Coesividade	0,533b ± 0,01	0,545a ± 0,00
Gomosidade (N)	0,98b ± 0,04	1,37a ± 0,05
Mastigabilidade (N.mm)	0,89b ± 0,03	1,24a ± 0,05

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.

APÊNDICE E – PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* COM AÇAÍ CONGELADO COM 0,1 E 0,2% DE GOMA XANTANA.

PARÂMETROS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA (TPA) INSTRUMENTAL (MÉDIA ± DP)* DOS QUEIJOS *PETIT SUISSE* ELABORADOS COM AÇAÍ CONGELADO COM 0,1 E 0,2% DE GOMA XANTANA.

PARÂMETROS	FT2.2	FT3.1
Firmeza (N)	1,86a ± 0,04	1,09b ± 0,03
Adesividade	-584,21b ± 23,89	-421,10a ± 13,07
Elasticidade (mm)	0,907a ± 0,01	0,923a ± 0,01
Coesividade	0,533b ± 0,01	0,591a ± 0,01
Gomosidade (N)	0,98a ± 0,04	0,65b ± 0,02
Mastigabilidade (N.mm)	0,89a ± 0,03	0,60b ± 0,02

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT3.1 - Formulação com açaí congelado e goma xantana.

**APÊNDICE F – RESULTADOS DAS ANÁLISES REALIZADAS NAS
FORMULAÇÕES DE QUEIJOS *PETIT SUISSE* CONTROLE.**

**RESULTADOS (MÉDIA ± DP)* DAS ANÁLISES REALIZADAS NAS
FORMULAÇÕES DE QUEIJOS *PETIT SUISSE* CONTROLE.**

PARÂMETROS	FORMULAÇÕES**	
	FT1.1	FT2.1
Umidade (g.100g ⁻¹)	64,77a ± 0,66	62,67b ± 0,42
Proteína (g.100g ⁻¹)	9,40a ± 0,70	8,28a ± 0,67
Açúcares totais (g.100g ⁻¹)	13,10b ± 0,58	19,73a ± 0,21
Açúcares redutores (g.100g ⁻¹)	3,91a ± 0,25	3,95a ± 0,03
Açúcares não redutores (g.100g ⁻¹)	9,77b ± 0,41	16,04a ± 0,22
pH	4,53b ± 0,06	4,80a ± 0,03

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de t de Student ($p \geq 0,05$).

**FT1.1 - Formulação controle; FT2.1 - Formulação controle com espessante.

APÊNDICE G – RESULTADOS DA ANÁLISE DE PROTEÍNA DOS QUEIJOS *PETIT SUISE* DOS TESTES 1 E 2.

RESULTADOS (MÉDIA ± DP)* DA ANÁLISE DE PROTEÍNA DOS QUEIJOS *PETIT SUISE* DOS TESTES 1 E 2.

FORMULAÇÕES**	PROTEÍNA
FT1.1	9,40a ± 0,70
FT1.2	8,27a ± 0,38
FT1.3	9,04a ± 0,38
FT2.1	8,28a ± 0,67
TF2.2	8,31a ± 0,50
FT2.3	9,38a ± 0,33

Fonte: dados da pesquisa.

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

**FT1.1 - Formulação controle; FT1.2 - Formulação com açaí congelado; FT1.3 - Formulação com açaí liofilizado; FT2.1 - Formulação controle com espessante; FT2.2 - Formulação com açaí congelado e espessante; FT2.3 - Formulação com açaí liofilizado e espessante.