

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS  
LABORATÓRIO DE ZOOTECNIA**

**RAFAEL DOS SANTOS COSTA**

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE PREBIÓTICO COM ADIÇÃO DE BIOMASSA  
DE BANANA VERDE (*Musa spp.*)**

**Campos dos Goytacazes – RJ**

**2021**

**RAFAEL DOS SANTOS COSTA**

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE PREBIÓTICO COM ADIÇÃO DE BIOMASSA  
DE BANANA VERDE (*Musa spp.*)**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração de Zootecnia.

**ORIENTADOR: FÁBIO DA COSTA HENRY**

**Campos dos Goytacazes – RJ**

**2021**

RAFAEL DOS SANTOS COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE PREBIÓTICO COM ADIÇÃO DE BIOMASSA  
DE BANANA VERDE (*Musa spp.*)**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Doutor em Ciência Animal, na área de  
concentração de Zootecnia.

Aprovada em: 25 de junho de 2021.

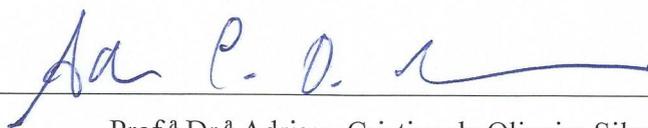
BANCA EXAMINADORA



---

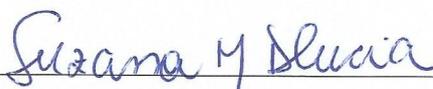
Prof. Dr. Fábio da Costa Henry (UENF)

Orientador



---

Prof.ª Dr.ª Adriana Cristina de Oliveira Silva (UFF)



---

Prof.ª Dr.ª Suzana Maria Della Lucia (UFES)



---

Prof. Dr. Alexandre Cristiano Santos Júnior (IFES)

Campos dos Goytacazes – RJ

2021

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em meu lar;

A Deus, por ter aberto todas as portas durante a minha vida para que eu atingisse o sucesso profissional;

À minha mãe, Carmen Lídia dos Santos Costa (*in memoriam*), que me ensinou sempre a buscar o conhecimento para me tornar uma pessoa mais evoluída;

À minha companheira, Vanessa Silva Fernandes, que, ao longo da nossa caminhada juntos, vem me apoiando, hoje e sempre, no meu desenvolvimento pessoal e profissional;

Aos meus colegas de trabalho do Serviço de Inspeção Estadual (SIE/RJ), Leonardo Tavares Primo, Manoel Carlos Alves, Milton Osvaldo dos Santos Junior e José Álvaro Barreto de Sá (*in memoriam*), que sempre me apoiam no meu crescimento profissional;

Ao meu orientador, Fábio da Costa Henry, pelo apoio e pela paciência;

À Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado;

A todos os professores e técnicos da UENF, em especial, a Jovana, Conceição, Val (LTA), Prof.<sup>a</sup> Daniela, Karla, Meire, Prof. Eder e o Prof. Jurandir;

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre, por disponibilizar a estrutura para a realização das minhas análises de composição centesimal, e às técnicas de laboratório, Jaqueline Rodrigues e Alessandra Ulisses;

Agradeço aos colegas, em especial, a Maria Cecília, Wesley Adonai, Carolina Gaspar, Edinaldo de Oliveira e Daniele Pereira.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade tecnológica do iogurte com adição de biomassa de banana verde (*Musa spp.*), considerando o amido resistente da biomassa de banana verde (BBV) como um potencial ingrediente prebiótico e agente de textura. Foram elaboradas quatro formulações de iogurte: controle; 3% de BBV; 5% de BBV; e 10% de BBV. Essas formulações foram submetidas às análises de % amido resistente, teor de lactose, teor de gordura, extrato seco total, extrato seco desengordurado, teor de umidade, teor de cinzas, proteínas, determinação de pH e acidez titulável; análise da sinérese (espontânea, drenagem e centrifugação), análise instrumental da textura (adesividade, coesividade, firmeza e gomosidade) e análise instrumental de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Todas as quatro formulações atenderam às exigências do regulamento de identidade e qualidade de leites fermentados em relação aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Na análise instrumental de cor, em todos os tratamentos com adição de BBV, verificou-se o escurecimento após 21 dias, com a redução da coordenada  $a^*$  e o aumento da coordenada  $b^*$ . Na análise instrumental de textura, o iogurte do tratamento Controle obteve a maior firmeza (0.430 N), aos 21 dias, entre os tratamentos avaliados. Entre os tratamentos com adição de BBV, o iogurte com adição de 5% de BBV apresentou os melhores resultados para aumento da viabilidade das bactérias lácticas. Verificou-se que o iogurte com adição de BBV é uma alternativa promissora na elaboração de produtos lácteos funcionais, agregando valor à cadeia produtiva da banana por reduzir o desperdício com os frutos verdes.

Palavras-chave: Alimento funcional. Amido resistente. Leite fermentado. Textura.

## ABSTRACT

This study evaluated the technological viability of yogurt with the addition of green-banana biomass (*Musa* spp.) considering the resistant starch of green-banana biomass (BBV, abbreviation in Portuguese) as a potential prebiotic ingredient and texture agent. Four yogurt formulations were prepared: control; 3% BBV; 5% BBV; and 10% BBV. They were subjected to analysis of % resistant starch, lactose content, fat content, total dry extract, defatted dry extract, moisture content, ash content, proteins, pH determination and titratable acidity; syneresis analysis (spontaneous, drainage, and centrifugation), instrumental texture analysis (adhesion, cohesiveness, firmness, and gumminess), and instrumental color analysis ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). All four formulations met the requirements of the identity and quality regulation for fermented milks regarding the physicochemical and microbiological parameters. In the instrumental color analysis, in all treatments with added BBV, darkening was observed after 21 days, with a reduction of  $a^*$  coordinate and an increase of  $b^*$  coordinate. In the instrumental texture analysis, the yogurt in the Control treatment had the highest firmness (0.430 N) at 21 days among these treatments. Among the treatments with added BBV, the yogurt with 5% added BBV showed the best results for increasing the viability of lactic bacteria. It was found that yogurt with added BBV is a promising alternative in the elaboration of functional dairy products, adding value to the banana production chain by reducing the green fruit waste.

Keywords: Functional food. Resistant starch. Fermented milk. Texture.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Quadro 1.</b> Definições sobre alimentos funcionais nos diversos países do mundo .....	14
<b>Quadro 2.</b> Definições das características de textura .....	35
<b>Figura 1.</b> Fluxograma do processamento dos iogurtes tradicional, batido e líquido .....	19
<b>Figura 2.</b> Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b) .....	26
<b>Figura 3.</b> Processos de gelatinização e retrogradação do amido .....	30
<b>Figura 4.</b> Banana verde cozida .....	37
<b>Figura 5.</b> Biomassa de banana verde .....	37
<b>Figura 6.</b> Fluxograma de fabricação do iogurte .....	39
<b>Figura 7.</b> Iogurtes armazenados na geladeira a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	40
<b>Figura 8.</b> Iogurtes na bancada para análise do índice de sinérese espontânea .....	42
<b>Figura 9.</b> Iogurtes em análise do índice de sinérese por drenagem .....	43
<b>Figura 10.</b> Texturômetro TA.XT Express .....	44
<b>Figura 11.</b> Curvas de pH dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	51
<b>Figura 12.</b> Curvas de acidez titulável (g/100g) dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	54
<b>Figura 13.</b> Evolução da coordenada L* nos iogurtes com BBV nos 1° e 21° dias.....	55
<b>Figura 14.</b> Evolução da coordenada a* nos iogurtes com BBV nos 1° e 21° dias .....	58
<b>Figura 15.</b> Evolução da coordenada b* nos iogurtes com BBV nos 1° e 21° dias .....	60
<b>Figura 16.</b> Curvas da sinérese por drenagem nos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	61
<b>Figura 17.</b> Curvas da sinérese por centrifugação nos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	63
<b>Figura 18.</b> Curvas de adesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias ..	65
<b>Figura 19.</b> Curvas de coesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias ..	66
<b>Figura 20.</b> Curvas de firmeza dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	67
<b>Figura 21.</b> Curvas de gomosidade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias ..	69

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição centesimal dos iogurtes com biomassa de banana verde .....	48
<b>Tabela 2.</b> Valores de pH dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	52
<b>Tabela 3.</b> Valores de acidez titulável (g/100g) dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	54
<b>Tabela 4.</b> Valores da coordenada L* dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias .....	57
<b>Tabela 5.</b> Valores da coordenada a* dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias .....	59
<b>Tabela 6.</b> Valores da coordenada b* dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias .....	61
<b>Tabela 7.</b> Valores de sinérese por drenagem dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	62
<b>Tabela 8.</b> Valores de sinérese por centrifugação dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	64
<b>Tabela 9.</b> Valores de adesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias ...	65
<b>Tabela 10.</b> Valores de coesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .	67
<b>Tabela 11.</b> Valores de firmeza dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .....	68
<b>Tabela 12.</b> Valores de gomosidade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias .	69
<b>Tabela 13.</b> Resultados médios das análises microbiológicas realizadas nos iogurtes com BBV .....	70

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS .....	13
3.2 IOGURTE .....	16
3.3 FIBRAS ALIMENTARES .....	22
3.4 PREBIÓTICOS .....	24
3.5 AMIDO RESISTENTE .....	25
<b>3.5.1 Propriedades do amido resistente</b> .....	29
3.6 BIOMASSA DE BANANA VERDE .....	31
3.7 ANÁLISE DE COR DO IOGURTE .....	33
3.8 ANÁLISE DE TEXTURA DO IOGURTE .....	34
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	36
4.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	36
4.2 MATERIAL .....	36
4.3 MÉTODOS .....	37
<b>4.3.1 Biomassa de banana verde</b> .....	37
<b>4.3.2 Fabricação do iogurte</b> .....	38
<b>4.3.3 Quantificação de amido resistente na biomassa de banana verde</b> .....	41
<b>4.3.4 Composição centesimal</b> .....	41
<b>4.3.5 Determinação do pH e da acidez titulável</b> .....	42
<b>4.3.6 Análise da sinérese</b> .....	42
<b>4.3.7 Análise instrumental da textura</b> .....	43
<b>4.3.8 Análise instrumental de cor</b> .....	45
<b>4.3.9 Análises microbiológicas</b> .....	45
4.3.9.1 Contagem de coliformes a 35 °C e coliformes a 45 °C .....	45

4.3.9.2 Contagem de bolores e leveduras .....	46
4.3.9.3 Contagem dos <i>Streptococcus thermophilus</i> e <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> .....	47
<b>4.3.10 Análise estatística .....</b>	<b>47</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a população mundial tem adotado novos hábitos alimentares devido à escassez de tempo para preparar refeições no domicílio, além da maior disponibilidade de acesso a alimentos prontos para consumo entregues em casa. Assim, os alimentos funcionais tornaram-se uma prioridade de pesquisa na área de tecnologia de alimentos, em vista do interesse dos consumidores em adotar uma dieta saudável, fato este exacerbado pela reflexão mundial sobre a segurança dos alimentos durante a pandemia de Covid-19.

O setor lácteo não foge a essa tendência de alimentos funcionais, sendo que os produtos lácteos funcionais contribuem com 73% do total das vendas entre os alimentos funcionais e 11% entre todos os produtos lácteos vendidos no Brasil. Com uma grande variedade de itens no mercado brasileiro, diversas entidades desenvolvem pesquisas para a formulação de produtos que potencializem ainda mais os benefícios do leite e seus derivados (LOPES, 2010).

O iogurte é mais digerível do que o leite. A etapa de aquecimento no processamento do iogurte desnatura as proteínas do soro do leite. A fermentação subsequente resulta na digestão parcial da caseína e da proteína do soro do leite pelas enzimas hidrolíticas da cultura láctea do iogurte. O seu teor de ácido láctico e de vitamina B auxilia na digestão em geral. Ademais, o iogurte é fonte de peptídeos biologicamente ativos, que propiciam benefícios aos sistemas imunológico, nervoso, gastrointestinal e cardiovascular, o que torna este alimento um promotor de saúde (SPADOTI et al., 2011; CHANDAN; GANDHI; SHAH, 2017).

O Brasil apresenta um consumo per capita de 6,5 kg de iogurtes por ano, nível baixo se comparado ao da Holanda (42 kg), ao da França (20,7 kg) e ao da Argentina (13 kg) (EUROMONITOR, 2016). Segundo a pesquisa da Embrapa Gado de Leite sobre o consumo de lácteos na pandemia de Covid-19, apenas 0,5% dos brasileiros entrevistados relataram dificuldades de acesso aos produtos lácteos, demonstrando que a cadeia do leite continuou operando sem comprometer o abastecimento do mercado brasileiro. Além disso, 58,5% dos entrevistados mantiveram os padrões do consumo de iogurte, como também houve uma variação positiva de 5,63% no consumo médio de iogurtes (SIQUEIRA et al., 2020).

A banana, da família Musaceae, é uma planta amplamente cultivada em países de clima tropical e subtropical. No entanto, quase um terço da sua produção é perdido, uma vez que a

principal demanda de mercado é por bananas maduras. Porém, estas frutas maduras são perecíveis durante a maturação e propensas a danos mecânicos, o que dificulta seu armazenamento e transporte até os centros consumidores. A otimização do processamento da banana foi estudada para reduzir a geração de resíduos (a rejeição é de cerca de 1/4 da banana) aprimorando a biodisponibilidade e o aproveitamento dos nutrientes desta fruta, com destaque para o uso da banana verde (ANYASI; JIDEANI; MCHAU, 2013; JIANG et al., 2015).

A banana verde mostra-se extremamente versátil, podendo ser utilizada nas formas de farinha e biomassa, devido às suas propriedades tecnológicas de emulsificação, e como espessante, com elevação do valor nutricional dos teores de fósforo, ferro, manganês, magnésio, potássio e zinco. A banana verde é rica em amido resistente (AR) — presente na polpa e na casca —, em fibras, vitamina B6, vitamina C, em betacarotenos (provitamina A) e compostos fenólicos com função antioxidante (BIANCHI, 2010; FALCOMER et al., 2019). Além da atividade antioxidante, diversos autores relatam que os compostos fenólicos apresentam várias atividades biológicas, incluindo efeitos antibacteriano, antitrombótico, vasodilatador, anti-inflamatório e anticarcinogênico, mediados por diferentes mecanismos de ação (GIBELLINI et al., 2011).

A banana verde é uma fonte de carboidratos para consumo alimentar, em vista de que seus amidos são relativamente baixos em conteúdo de amilose com alta resistência ao calor e à ação da amilase, com baixo intumescimento e baixa retrogradação, o que propicia a sua aplicação na indústria de alimentos como agente gelificante, espessante e estabilizador. Essas características são pertinentes à indústria de lácteos; por ser considerado um ingrediente insípido, inodoro e solúvel, poderia ser empregada na formulação de alimentos funcionais (PADAM et al., 2014).

O interesse no AR da banana verde se deve ao seu papel fisiológico. Por não ser digerido no intestino delgado, é fermentado pela microbiota do cólon intestinal, portanto, pode ser considerado um ingrediente funcional prebiótico (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010). A biomassa de banana verde (BBV) é obtida por meio do cozimento da banana verde com cascas imersas em água, seguido da separação das cascas e da polpa para a obtenção do purê, conhecido como biomassa (OLIVEIRA et al., 2015).

Visando ao desenvolvimento de um iogurte prebiótico com adição da BBV considerando a presença do AR como um potencial ingrediente prebiótico e agente de textura, este estudo avaliou a viabilidade tecnológica deste produto lácteo direcionado a dietas promotoras de saúde agregando valor à cadeia produtiva da banana por reduzir o desperdício com os frutos verdes.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar as características do iogurte adicionado com a biomassa de banana verde (*Musa* spp.) como potencial agente prebiótico.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o iogurte adicionado com diferentes formulações de biomassa de banana verde (3%, 5% e 10%).
- Avaliar as características físico-químicas dos iogurtes elaborados com a biomassa de banana verde.
- Avaliar a textura dos iogurtes elaborados por meio da análise instrumental nos períodos pré-estabelecidos (1, 7, 14 e 21 dias).
- Avaliar a cor dos iogurtes elaborados por intermédio da análise instrumental nos períodos pré-estabelecidos (1 dia e 21 dias).
- Avaliar a viabilidade da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” durante o prazo de validade dos iogurtes elaborados mediante as análises microbiológicas nos períodos pré-estabelecidos (1 dia e 21 dias).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

A ideia de que alimentos poderiam ser utilizados na prevenção e no tratamento de doenças surgiu há milênios. Hipócrates dizia: “Que o teu remédio seja o teu alimento e o teu alimento seja o teu remédio” (HIPPOCRATES, 1992). Assim, a expressão “alimentos funcionais” teve sua origem no Japão (década de 1980) para alimentos que tinham sua composição enriquecida com componentes especiais e com uma característica fisiológica especial. No Japão (década de 1990) o termo recebeu a designação em inglês FOSHU (*Food for Specified Health Uses*, em português, alimentos para uso específico de saúde), a qual se refere aos alimentos de uma dieta normal que demonstram benefícios fisiológicos para a saúde ou reduzem os riscos de doenças crônicas, além das suas funções básicas nutricionais (KAUR; DAS, 2011; COSTA; ROSA, 2016).

Com base no critério de saúde e de alimentos com características específicas de saúde, tem havido uma crescente demanda por alimentos funcionais. Este fato pode ser explicado pelo aumento do custo dos cuidados de saúde, pelo constante aumento da expectativa de vida, devido à adoção de hábitos para promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças, com melhoria da qualidade de vida e bem-estar contribuindo para uma longevidade saudável (SHAHIDI, 2009).

Em decorrência da demanda de mercado, pesquisas estão sendo realizadas pelas indústrias alimentícias para lançar alimentos funcionais. Estas guardam semelhanças com as indústrias farmacêuticas na busca por novos medicamentos, já que ambos consomem muito tempo e grandes investimentos. Entretanto, apesar das semelhanças, é um equívoco pensar que os produtos funcionais possuem as mesmas capacidades curativas de um remédio ou que podem substituir um tratamento médico (IKEDA; MORAES; MESQUITA, 2010). Esses alimentos reúnem compostos funcionais como: probióticos, prebióticos, peptídeos bioativos, compostos antioxidantes, vitaminas e minerais específicos (MORELLI; CALLEGARI; PATRONE, 2018).

O termo que incluiu a criação de alegações de saúde específicas para este tipo de alimento foi adotado em muitos países, porém as denominações e os critérios para aprovação como alimento funcional variam conforme a regulamentação local.

Desta forma, encontram-se apresentadas no Quadro 1 as diferentes definições de alimentos funcionais em vários países do mundo.

**Quadro 1.** Definições sobre alimentos funcionais nos diversos países dos mundo.

<b>País</b>	<b>Definição<sup>1</sup></b>
<b>Canadá (Health Canada)</b>	Componentes alimentares que, além das suas funções nutritivas básicas, fornecem benefícios fisiológicos comprovados ou reduzem o risco de doença crônica. Um alimento funcional é semelhante a um alimento convencional e seus componentes ativos que ocorrem naturalmente.
<b>Estados Unidos da América (Institute of Food Technologists)</b>	Alimentos e componentes alimentares que, além da nutrição básica, trazem benefícios à saúde de uma determinada população. Existem nessas substâncias nutrientes essenciais muitas vezes além das quantidades necessárias para manutenção, crescimento e desenvolvimento normais e/ou outros componentes biologicamente ativos que beneficiam a saúde com efeitos fisiológicos esperados.
<b>Japão (Japanese Department of Health)</b>	Com base no conhecimento acerca da relação entre o alimento ou seus componentes e a saúde, são substâncias que propiciam benefícios à saúde e recebem selo de certificação com essa garantia.
<b>União Europeia (European Commission, Health and Consumer Protection)</b>	Alimento que, além do seu valor nutritivo, beneficia comprovadamente uma ou várias funções do organismo, de modo que melhore o estado de saúde, promova o bem-estar e/ou reduza os riscos de doença.
<b>Austrália (National Centre of Excellence in Functional Foods)</b>	Alimentos que correspondem às demandas dos consumidores em relação à saúde e ao bem-estar geral o que previnem doenças ou revertam condições que comprometam a saúde.

Fonte: JONES; VARADY, 2008.

Nota: <sup>1</sup> Somente no Japão a expressão "alimento funcional" é definida por lei.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução n.º 18, de 30/04/1999 (1999a), não define o alimento funcional, entretanto, esta resolução define o alimento com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde e estabelece as diretrizes para sua utilização. A alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, no desenvolvimento, na manutenção e em outras funções normais do organismo humano. Já a alegação de propriedade de saúde é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre alimento ou ingrediente e doença ou condição relacionada à saúde. Em síntese, define que todo alimento ou ingrediente que, além das funções metabólicas normais básicas quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde deve ser seguro para o consumo sem supervisão médica, mas não sendo permitidas alegações de saúde que façam referência a qualquer cura ou prevenção de doenças.

A Resolução n.º 19, de 30/04/1999 (1999b), da ANVISA regulamenta os procedimentos para o registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde em sua rotulagem. Entre a documentação necessária, estão previstos o texto e a cópia do esboço com os dizeres da rotulagem do produto, as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedade funcional ou de saúde alegadas na rotulagem do produto. Os produtos são avaliados, e seus processos de registro devem apresentar as documentações necessárias para a comprovação de sua segurança e eficácia na área de alimentos. Alimentos que já possuem registro e que queiram fazer alegações de propriedades funcionais, além de adotar os procedimentos administrativos para a modificação de fórmula e de rotulagem, devem apresentar o relatório técnico-científico. Os alimentos que apresentarem, nos rótulos das embalagens ou material publicitário, as alegações aprovadas pela ANVISA devem ser registrados nas categorias de “Alimentos com Alegação de Propriedade Funcional e ou de Saúde” (BRASIL, 1999a) ou de “Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde” (BRASIL, 2002).

Segundo o relatório de alimentos funcionais e fortificados publicado pela Euromonitor (2016), o mercado mundial de comidas e bebidas orgânicas, funcionais e ligadas à saúde e ao bem-estar gerou receitas de 726 bilhões de dólares. Neste universo, a significativa parcela de 264 bilhões de dólares corresponde somente aos produtos funcionais ou fortificados, alimentos e bebidas que contam com ingredientes especiais em suas fórmulas para trazer benefícios para a saúde dos consumidores.

A ascensão do mercado de alimentos funcionais no Brasil está ocorrendo em decorrência da mudança no perfil do consumidor em razão do aumento do poder aquisitivo da classe C e à maior consciência da população, principalmente, dos idosos em relação aos benefícios dos alimentos funcionais, sendo considerados como os principais fatores para o sucesso do mercado de funcionais, apresentando como setores mais promissores os de iogurtes probióticos, de barras de cereais, de águas e de sucos funcionais.

Neste contexto, o Brasil é considerado o quinto maior mercado de alimentos saudáveis, movimentando 27,5 bilhões de dólares. Entre 2010 e 2015, o crescimento acumulado brasileiro foi de 44%, quase o triplo da média mundial (15%). O excelente desempenho brasileiro ainda garante ao país uma colocação entre os dez mercados que mais crescem no mundo. Apesar do desaquecimento da economia brasileira, o mercado de alimentação saudável experimenta um período de prosperidade nunca visto. As vendas deste tipo de produto praticamente dobraram (98%) nos últimos cinco anos e cresceram acima da demanda por alimentos tradicionais (67%) no mesmo período (EUROMONITOR, 2016). Isso demonstra que se trata de um segmento de mercado em ascensão, resiliente inclusive ao cenário macroeconômico.

### 3.2 IOGURTE

A acidificação é um dos métodos mais remotos de preservação do leite. O leite fermentado surgiu na Mesopotâmia há cerca de 5000 a.C. O iogurte é um alimento e bebida tradicional nos Bálcãs e na Ásia Mediterrânea, e a palavra “iogurte” é derivada da palavra turca *jugurt*, sendo conhecida por uma abundância de nomes em diferentes países (TAMIME; ROBINSON, 2007). Alguns historiadores acreditam que o leite era armazenado em recipientes inapropriados e, quando exposto a altas temperaturas, favorecia o desenvolvimento de bactérias ácidas que fermentavam o leite e o transformavam em iogurte (SILVA, 2013).

Os primeiros iogurtes comerciais foram produzidos na França e na Espanha em 1920 e, nos Estados Unidos, em 1940, mas somente a partir da década de 1960 é que houve um aumento no consumo deste produto devido a melhorias nas técnicas de processamento, ao reconhecimento da qualidade nutritiva e da função terapêutica. No Brasil, o iogurte foi introduzido, nos anos

1930, com a imigração europeia por um pequeno grupo de consumidores (TAMIME; ROBINSON, 2007).

De acordo com a legislação brasileira, entende-se por leites fermentados os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. Entre os leites fermentados, o iogurte — *yogur* ou *yoghurt* — define-se pela fermentação realizada com cultivos protossimbóticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido lácticas (BAL) que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

As bactérias lácticas tradicionais na fabricação de iogurtes são *S. thermophilus* (cocos unidos, geralmente em cadeias curtas) e *L. bulgaricus* (bastonetes unidos em cadeias longas). Ambos são termofílicos e homofermentativos. O crescimento associado entre cocos e bacilos, numa relação ótima de 1:1, proporciona um menor tempo de coagulação do leite, uma maior produção de ácido láctico e um maior desenvolvimento de sabor e aroma no iogurte. O *S. thermophilus* é muito menos acidificante do que o *L. bulgaricus* (TAMIME; ROBINSON, 2007). A ação simbiótica destes cultivos produz acetaldeído, um dos principais componentes aromáticos do iogurte com cheiro etéreo, fresco e picante. Além de ácido láctico e acetaldeído, os compostos diacetil, 2-butanona, acetona e acetoína também contribuem para o aroma e o sabor do iogurte. O diacetil tem cheiro de manteiga, creme e baunilha; 2-butanona possui nota doce e frutada; a acetona contém aroma doce e frutado; enquanto a acetoína apresenta cheiro amanteigado (CHENG, 2010).

A acidez provocada pela fermentação, além de estar associada ao desenvolvimento do sabor, torna os iogurtes relativamente estáveis e inibe o crescimento de bactérias deteriorantes. As BAL possuem atividade antimicrobiana contra diversos patógenos de origem alimentar. Culturas isoladas de BAL em amostras de “Nunu”, leite fermentado típico em Gana, inibiram o crescimento dos seguintes patógenos humanos: *Escherichia coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* (AKABANDA et al., 2014). O pH do produto final deve estar entre 4,2 e 4,4, uma vez que a produção exagerada de ácido conduz a uma

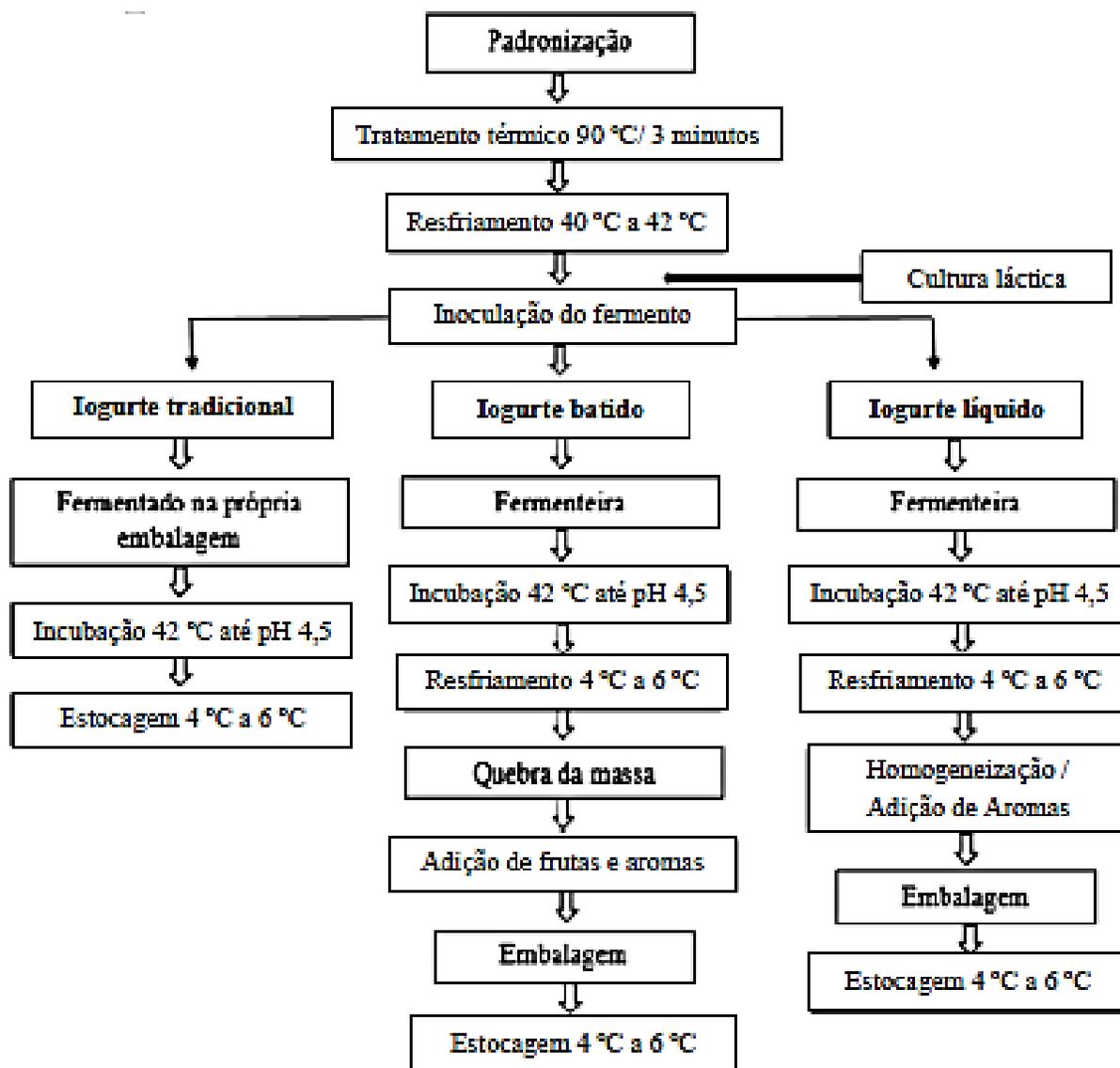
superacidificação durante a incubação, o resfriamento e armazenamento, promovendo características indesejáveis ao produto (BASTIANI, 2009).

Segundo a legislação brasileira, o iogurte pode apresentar consistência firme, pastosa, semissólida ou líquida, cor branca ou de acordo com a(s) substância(s) alimentícia(s) e/ou corante(s) adicionado(s). Seus odor e sabor devem ser característicos ou conforme a substância(s) alimentícia(s) e/ou substância(s) aromatizante(s)/saborizantes(s) adicionada(s). De acordo com os requisitos físico-químicos, o iogurte deve apresentar acidez variando de 0,6 a 1,5 (g de ácido láctico/100g), proteínas lácteas com, no mínimo, 2,9 (g/100g) e contagem de bactérias lácticas totais de, no mínimo,  $10^7$  (UFC/g), sendo que os microrganismos dos cultivos utilizados devem ser viáveis e ativos e estar em concentração igual ou superior a  $10^7$  UFC/g no produto final e durante seu prazo de validade. Em relação à matéria gorda láctea, os iogurtes podem ser classificados em: "iogurte com creme" com, no mínimo, 6,0 g/100g; "iogurte integral" variando entre 3,0 e 5,9 g/100g; "iogurte parcialmente desnatado" variando entre 0,6 e 2,9 g/100g; e "iogurte desnatado" com, no máximo, 0,5 g/100g (BRASIL, 2007).

Os iogurtes são usualmente classificados de acordo com o processo de elaboração, adição de ingredientes, composição, consistência e textura entre os seguintes:

- ✓ Iogurte tradicional (firme) – caracteriza-se pela fermentação dentro da própria embalagem. Como não sofre homogeneização após a sua fermentação, acarreta um produto firme, mais ou menos consistente. Pode ser comercializado na sua forma natural (sem adição de açúcar, aromatizantes e saborizantes), na forma aromatizada (com adição de açúcar, corantes, aromatizantes e saborizantes) ou tipo “sundae” (uma camada de polpa de fruta no fundo da embalagem coberta por iogurte).
- ✓ Iogurte batido – é produzido a partir do leite inoculado e incubado em tanques (com ou sem adição de açúcar, corantes, aromatizantes e saborizantes). Após a completa fermentação, o gel do iogurte é quebrado durante o batimento e embalado; após o resfriamento, o iogurte atinge a textura semissólida.
- ✓ Iogurte líquido (iogurte para beber) – é um iogurte batido de baixa viscosidade, consumido de forma natural ou adicionado de açúcar, corantes, aromatizantes e saborizantes. A produção é realizada em tanques de fermentação, sendo comercializado em embalagens plásticas (garrafas ou bandejas) ou embalagens multicamadas (CARNEIRO et al., 2012; PIMENTEL et al., 2017).

A Figura 1 apresenta o fluxograma da produção de iogurte tradicional, batido e líquido.



**Figura 1.** Fluxograma do processamento dos iogurtes tradicional, batido e líquido.

Fonte: CÉLIA, 2015.

As propriedades físicas do iogurte são de grande importância, pois quanto maior o conteúdo em sólidos da mistura destinada à elaboração do iogurte, maior a consistência e a viscosidade do produto final. Na prática, utiliza-se leite em pó (integral, semidesnatado ou desnatado) com o objetivo de alcançar a concentração de sólidos necessária para a melhoria de sua consistência (TAMIME; ROBINSON, 2007).

A etapa da homogeneização previne a formação de aglomerados sólidos durante a incubação e assegura que a gordura do leite esteja distribuída uniformemente. A homogeneização vai levar à redução do tamanho dos glóbulos de gordura tornando a consistência mais lisa. Nesta fase, ainda acrescentam-se os aditivos adoçantes e estabilizadores (gelatina, ágar-ágar etc.), que pretendem aumentar o teor em açúcares e aumentar a viscosidade, respectivamente.

O processo de homogeneização causa modificações relacionadas ao iogurte:

#### a) AUMENTO

- ✓ Viscosidade – redução do tamanho do glóbulo de gordura e aumento na adsorção das micelas da caseína.
- ✓ Cor (branca) – aumento do número dos glóbulos de gordura, o que afeta a reflexão da luz.
- ✓ Lipólise – aumento na área total de superfície da gordura disponível para a atuação da lipase. Destruição da membrana do glóbulo de gordura, o que pode favorecer lipólise pela cultura "starter".

#### b) DIMINUIÇÃO

- ✓ Tamanho do glóbulo de gordura – prevenção da formação de camada superior de creme no iogurte durante a fermentação.
- ✓ Estabilidade da proteína – mudanças na interação proteína-proteína como resultado de desnaturação parcial e mudança no equilíbrio salino.
- ✓ Caseína na fase aquosa – transferência parcial da caseína da fase aquosa para constituir uma nova membrana nos glóbulos de gordura recém-formados.
- ✓ Sinérese – aumento na capacidade hidrofílica e de absorção de água devido à interação caseína-membrana do glóbulo de gordura e a outras interações proteína-proteína (TAMIME; ROBINSON, 2007).

A fermentação ocorre a 40-43 °C por cerca de 4-6 h, dependendo da cultura láctea e do pH inicial do leite (6,3-6,5). O ácido láctico produzido pelas BAL ajuda a desestabilizar o complexo de micelas de caseína e proteínas de soro de leite desnaturadas por solubilização dos íons cálcio e fosfato; quando o pH atinge 4,6-4,7, o ponto isoelétrico da caseína, as micelas se agregam para produzir um gel no qual todos os componentes são aprisionados com pouca ou nenhuma sinérese (saída de água ligada a gel) (SOUKOULIS et al., 2007).

Os microrganismos utilizados como inóculo são *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, na proporção de 1:1, numa concentração de  $2 \times 10^6$  a  $4 \times 10^6$  células/mL e

quantidade de 2 a 3% da mistura básica, o pH e a temperatura ótima para o desenvolvimento desses microrganismos são 6,0/43 °C e 6,8/38 °C, respectivamente. Quando se emprega a cultura liofilizada, a proporção numérica das bactérias continua sendo de 1:1, mas a concentração celular aumenta para 10<sup>8</sup> células/ml. O *S. thermophilus* cresce rapidamente durante a fase inicial da incubação, pois os aminoácidos e peptídeos liberados pelo *L. bulgaricus* estimulam seu desenvolvimento acelerado. Com o aumento da produção de ácido láctico, a velocidade de crescimento do *S. thermophilus* diminui, e o *L. bulgaricus* acelera seu desenvolvimento que, em parte, é estimulado graças aos compostos gerados pelo *S. thermophilus* (ácido fórmico, gás carbônico e redução de oxigênio disponível no meio) (BEZERRA et al., 2011).

Quando ocorre uma associação entre *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, a temperatura ótima de crescimento fica entre 40-45 °C, e a coagulação pode demorar mais que quatro horas, dependendo da porcentagem de inóculo adicionada. Após o iogurte ter atingido o pH desejável (geralmente pH 4,6), o gel é resfriado a uma temperatura menor que 10 °C. O pH final da maioria dos iogurtes varia entre 4,6-4,0 (LUCEY; SINGH, 1998).

A embalagem deve seguir alguns critérios como: ser impermeável aos sabores, corantes, odores do ambiente, oxigênio e contaminações externas; resistir à acidez do iogurte, à umidade, a golpes mecânicos a que o produto é sujeito durante o transporte e armazenamento; e não permitir exposição do produto à luz. Uma boa opção para produção em pequena escala é a embalagem de polietileno termoformada, que apresenta também facilidade para o fechamento térmico. A temperatura de armazenamento deve ser de 2 a 5 °C para conservar e melhorar a consistência do iogurte, que deve ser consumido à temperatura de 10 a 12 °C, na qual o sabor torna-se mais apreciável (TAMIME; ROBINSON, 2007).

O iogurte possui 10 vezes mais ácido fólico que o leite utilizado na elaboração. As principais vitaminas, em unidades/100g, presentes no iogurte desnatado são: vitamina A, 70; vitamina B1, 42; vitamina B2, 200; vitamina B6, 46; vitamina B12, 0,23; vitamina C, 0,7; ácido fólico, 4,1; ácido nicotínico, 125; ácido pantotênico, 381; biotina, 2,6; e colina, 0,6 (TAMIME; ROBINSON, 2007). Entretanto, algumas das vitaminas B (como B12) podem ter uma diminuição nos produtos fermentados, pois as BAL as utilizam durante a fermentação. A quantidade de vitamina A (solúvel em gordura) depende do nível de gordura no produto. Em geral, o teor de vitaminas no iogurte é maior do que no leite (CHANDAN; GANDHI; SHAH, 2017).

### 3.3 FIBRAS ALIMENTARES

Fibra alimentar (FA) ou fibra dietética é um elemento essencial para uma dieta saudável, e sua relação benéfica com a saúde humana foi comprovada pela comunidade científica (KACZMARCZYK; MILLER; FREUND, 2012). Existem várias definições para o termo FA, sendo que a Associação Americana de Químicos de Cereais (*American Association of Cereal Chemists – AACC*) descreve FA como a parte comestível das plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes à digestão e absorção pelo intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (AACC, 2001).

Segundo o “Codex Alimentarius”, a FA é constituída por polímeros de carboidratos com dez ou mais unidades monoméricas que não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas no intestino delgado de humanos (CODEX, 2017). As fibras alimentares incluem os polissacarídeos naturais sem amido, como celulose, hemicelulose,  $\beta$ -glucanos, polifrutose (inulina), gomas naturais e heteropolímeros (pectina) e oligossacarídeos sintetizados, como o fruto-oligossacarídeos (FOS) e galacto-oligossacarídeos (GOS) (JONES, 2014).

Por ser considerada o principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, a FA possibilita que estes alimentos possam ser incluídos na categoria dos alimentos funcionais (MELO; TEIXEIRA; ZANDONADI, 2010). A classificação da FA é feita de acordo com sua solubilidade em fibra solúvel e insolúvel, com efeitos fisiológicos distintos.

As fibras insolúveis (FI) incluem celulose, hemicelulose e lignina, que são os principais componentes das paredes de células vegetais de cereais, grãos, vegetais e frutas (MÜLLER; CANFORA; BLAAK, 2018). As FI aumentam o volume fecal e o conteúdo de água das fezes devido à sua alta capacidade de se ligar à água, conseqüentemente, estimula, mecanicamente, a secreção de muco e o peristaltismo acarretando a diminuição do tempo de trânsito intestinal (VRIES; MILLER; VERBEKE, 2015).

O aumento do volume fecal altera a biodisponibilidade de macronutrientes que podem ser menos acessíveis à digestão e à absorção reduzindo a ingestão energética. Pode ocorrer a modulação da microbiota intestinal por causa do aumento da disponibilidade de água e retenção de nutrientes nas fezes (GRUNDY et al., 2016).

As fibras solúveis (FS) e viscosas incluem polissacarídeos (pectinas derivadas de plantas),  $\beta$ -glucanos, psyllium, gomas naturais e alginatos. Quando dissolvidas na água, formam géis que retardam o esvaziamento gástrico e a absorção de glicose, diminuindo a glicemia pós-prandial reduzindo o colesterol sérico em razão da sua característica física de conferir viscosidade. No caso das FS e não viscosas, tem-se como exemplos: frutanos (inulina, FOS, GOS), amidos resistentes e polissacarídeos análogos (polidextrose), que são fermentáveis pela microbiota intestinal do cólon. Algumas FS, como inulina, FOS e GOS, são classificadas como prebióticos indigestíveis definidos como um substrato utilizado seletivamente por micro-organismos hospedeiros que conferem um benefício à saúde (FULLER et al., 2016).

A ingestão de FS (inulina, FOS, GOS) é classificada como prebiótica por propiciar a multiplicação de bactérias (*Bifidobacteria* e *Lactobacillus*) benéficas à saúde. Esses gêneros proporcionam o fortalecimento da função da barreira intestinal, melhoram a imunidade da mucosa do hospedeiro, aumentam a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e a proteção contra patógenos intestinais oportunistas (GIBSON et al., 2017).

Em comparação com as FI, as FS demonstram maior capacidade de viscosidade, de formar géis e/ou ação emulsificante. Em vista destas propriedades, a indústria de alimentos pode melhorar a viscosidade, a textura, as características sensoriais e o prazo de validade de seus produtos devido à sua capacidade de se ligar à água. Subprodutos de frutas são fontes superiores de FS, seguidas por frutas, vegetais e cereais, que podem ser incorporados a produtos alimentícios por causa do baixo custo, atuar como agentes de volume não calórico na substituição parcial de farinha, gordura ou açúcar, ação de retenção de água e óleo no intuito de melhorar a emulsão ou a estabilidade oxidativa. Entretanto, a porcentagem de fibra que pode ser adicionada é finita, já que pode causar mudanças na cor e na textura dos alimentos (ELLEUCH et al., 2011).

A FA pode ser utilizada na indústria de alimentos na substituição de gordura ou como agente estabilizante, espessante, emulsificante. Desta forma, podem ser aproveitadas no processamento de vários produtos, tais como: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010). A suplementação dos iogurtes com FA pode proporcionar benefícios nutricionais para a saúde, além de aumentar o apelo a este produto lácteo (NAJGEBAUER-LEJKO; GREGA; TABASZEWSK, 2014).

### 3.4 PREBIÓTICOS

Os prebióticos são definidos como polissacarídeos não digeríveis e oligossacarídeos que promovem o crescimento de BAL no cólon e exercem antagonismo a *Salmonella* sp. ou *Escherichia coli* limitando sua proliferação (PATEL; GOYAL, 2012).

Embora todos os prebióticos sejam considerados fibras, nem todas as fibras são conceituadas como prebióticos. Para um ingrediente alimentar ser classificado dessa forma, deve atender aos seguintes critérios: resistir à acidez gástrica, à hidrólise por enzimas e à absorção no trato gastrointestinal; ser fermentado pela microbiota intestinal; estimular o crescimento e/ou a atividade de bactérias intestinais potencialmente associadas à saúde e ao bem-estar (SLAVIN, 2013; YOUNIS; AHMAD; JAHAN, 2015).

Os prebióticos comumente utilizados na indústria alimentícia são: FOS, GOS, inulina, isomalto-oligossacarídeo (IMO), beta-glucano, psyllium, amido modificado e AR. Várias fibras prebióticas são notáveis substitutos de gordura, pois reduzem o atrito e proporcionam a lubrificação da língua (SINGLA; CHAKKARAVARTHI, 2017).

Os prebióticos que se enquadram como ingredientes para alimentos funcionais devem ser quimicamente estáveis em alta temperatura, baixo pH e condições de reação de Maillard, que são recorrentes durante o processamento de alimentos. A inulina é frequentemente usada como substituto de gordura ou modificador de textura em produtos lácteos com baixo teor de gordura, como bebidas lácteas, queijos frescos, iogurtes e sobremesas lácteas. Além disso, a inulina é usada como prebiótico por melhorar a viabilidade das culturas probióticas em produtos lácteos durante o processamento e armazenamento de alimentos (KARIMI et al., 2015).

O leite é considerado um bom veículo para transmissão de prebióticos, pois contém um grande número de compostos bioativos, tais como: peptídeos bioativos, lipídios, minerais, vitaminas, imunoglobinas, fatores de crescimento e citocinas, que são benéficos para a saúde (GUERIN et al., 2017). Os leites fermentados, como os iogurtes, devido à sua aceitação pelo mercado consumidor, propriedades nutricionais e boa compatibilidade, são considerados um importante veículo para inserção de probióticos e prebióticos na suplementação da dieta humana (HEYDARI et al., 2018; SOLTANI; HEKMAT; AHMADI, 2018). O GOS é usado para melhorar as propriedades texturais dos iogurtes em virtude da sua alta capacidade de retenção de umidade e

à sua elevada estabilidade ácida. A adição da mistura de GOS e FOS em fórmulas infantis estimula o crescimento de bifidobactérias (OTIENO; AHRING, 2012).

Em um estudo randomizado duplo-cego realizado com crianças, Van Hoffen (2009) observou que o uso de prebióticos levou a uma redução significativa no nível de IgE total, IgG1, IgG2 e IgG3, modulou a resposta imune e reduziu o risco do aparecimento de manifestações alérgicas. Alguns estudos ainda relataram que os prebióticos são eficazes em melhorar o perfil lipídico, incluindo a redução do colesterol total, LDL – colesterol e triglicérides (PARNELL; REIMER, 2010; ABHARI et al., 2015).

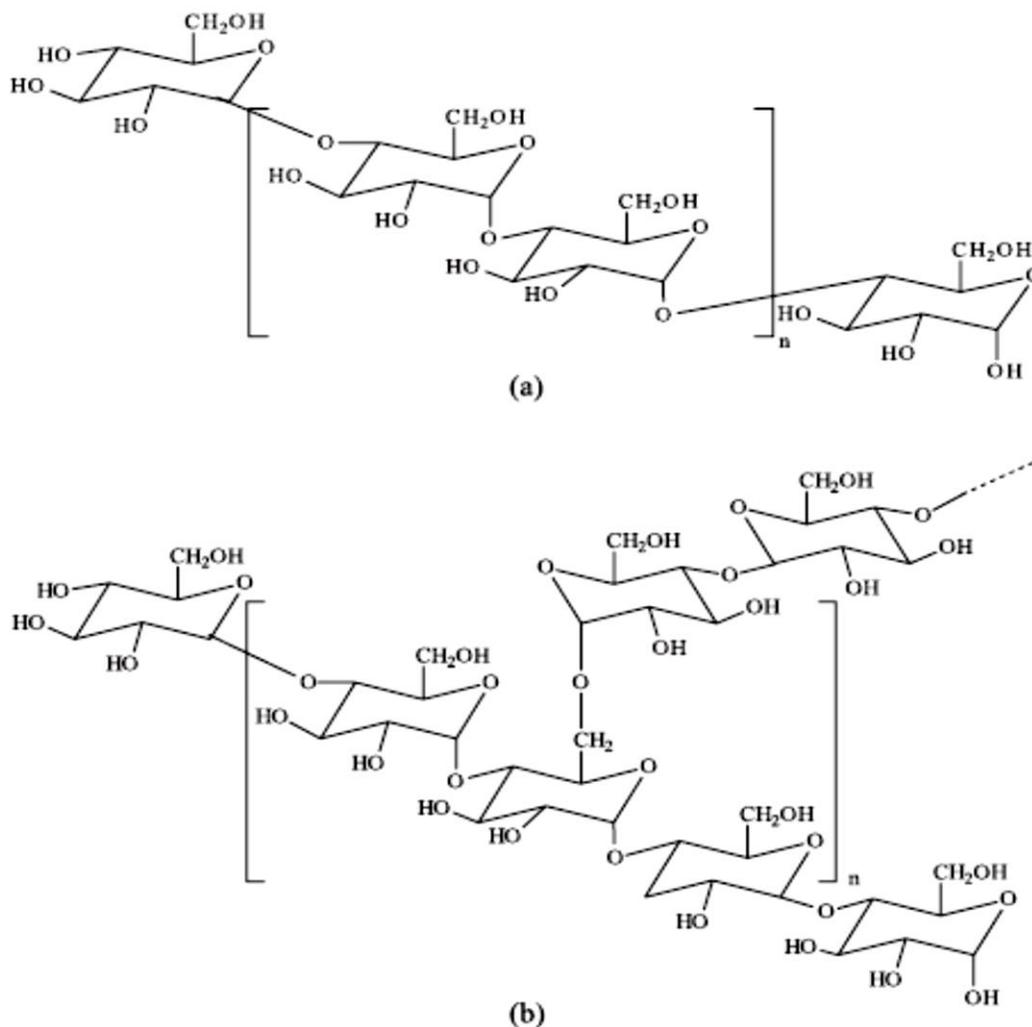
Quando um prebiótico é adicionado a um probiótico, a atividade probiótica aumenta significativamente. A adição de AR proveniente de banana verde apresenta-se como alternativa à interação entre probiótico e prebiótico, promovendo uma vantagem competitiva para o probiótico se este for consumido juntamente com o prebiótico (CHOO; AZIZ, 2010).

### 3.5 AMIDO RESISTENTE

Em função de sua abundância nos vegetais, o amido é a principal fonte de carboidratos na dieta humana. O amido é composto por polímeros de glicose de alto peso molecular – a amilose e amilopectina – depositado sobre a forma de grânulos nas células vegetais (SWEEDMAN et al., 2013). O amido resistente (AR) não é digerível durante sua passagem pelo trato gastrointestinal sendo fermentado pela microbiota do cólon intestinal, portanto, é considerado um ingrediente prebiótico (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010).

A relação dos dois polissacarídeos varia de acordo com a origem botânica do amido e do estágio de crescimento do vegetal. Os amidos cerosos contêm menos de 15% de amilose, o normal é 20-35%, e os amidos com elevado teor de amilose apresentam mais que 40% de amilose. A amilose é uma macromolécula linear formada por unidades de D-glicose, unidas por ligações  $\alpha$ -(1→4), com menos de 0,1% de ramificação (ligações  $\alpha$ -1→6). Apresenta grau de polimerização entre 200 e 2.000 unidades de D-glicose e massa molar média de  $1,5 \times 10^5$  a  $1,0 \times 10^6$  g/mol. A amilopectina é uma macromolécula ramificada formada por unidades de D-glicose unidas por ligações  $\alpha$ -(1→4) e com 5 a 6% de ligações  $\alpha$ -(1→6) responsáveis pela ramificação da

molécula. Apresenta grau de polimerização entre  $10^4$  e  $10^5$  unidades de D-glicose, massa molar média de  $5,0 \times 10^7$  a  $1,0 \times 10^9$  g/mol com comprimento variável das ramificações entre 20 e 30 unidades de glicose (Figura 2) (POLESI, 2011; PELISSARI et al., 2012).



**Figura 2.** Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b).

Fonte: CORRADINI et al., 2005.

A classificação do amido se dá em função da sua estrutura físico-química e de sua susceptibilidade à hidrólise enzimática, sendo realizada de acordo com a velocidade à qual ele é digerido in vitro. Conforme a velocidade de digestão, o amido divide-se em: **rapidamente digerível**, quando submetido à incubação com α-amilase pancreática e amiloglicosidase a 37 °C, converte-se em glicose em 20 minutos; **lentamente digerível**, se, nas condições anteriores, é

convertido em 120 minutos; e **AR**, quando resiste à ação das enzimas digestivas. Existe ainda um quarto tipo de AR, formado por modificações químicas, físicas ou enzimáticas. O amido rapidamente digerível está relacionado com a elevação do índice glicêmico, o qual aumenta o risco do desenvolvimento de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e obesidade. O amido lentamente digerível proporciona a liberação lenta da glicose durante a passagem no intestino delgado, o que pode afetar o nível de atividade e o estado de alerta mental (PELISSARI et al., 2012; ALMEIDA, 2013).

O AR pode ser classificado em 4 tipos principais:

- ✓ Tipo 1: representado pelo grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, fundamentalmente por causa das paredes celulares e proteínas. É encontrado nos grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais, leguminosas e outros materiais contendo amido, nos quais o seu tamanho ou a sua composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas.
- ✓ Tipo 2: referente aos grânulos de amido nativo encontrados no interior das células vegetais, especialmente na banana verde, batata crua e em alimentos processados com gelatinização incompleta. Apresenta lenta digestibilidade, sendo altamente resistente à hidrólise enzimática. As plantas podem apresentar três tipos de grânulos de amido: o polimorfo tipo A, caracterizado por cadeias externas curtas de amilopectina; o polimorfo tipo B, que apresenta cadeias externas maiores das moléculas de amilopectina; e o polimorfo tipo C, considerado um intermediário entre os tipos A e B. O AR tipo 2 exhibe o polimorfo tipo B ou tipo C.
- ✓ Tipo 3: presente em alimentos com o amido cozido e refrigerado (batata e arroz), no pão e em amido modificado hidrotermicamente, consiste em polímeros de amido retrogradado, principalmente amilose, produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização. Como as moléculas de amilose apresentam estruturas lineares, elas têm uma grande tendência a formar duplas hélices, em temperaturas de refrigeração (4-5 °C) e com teor de umidade adequado. As duplas hélices do amido não são quebradas pela amilase e, assim, não podem ser digeridas por essa enzima. O reaquecimento reduz o conteúdo deste tipo de amido mostrando que a retrogradação é um fenômeno reversível.
- ✓ Tipo 4: formado através de modificações químicas, físicas ou enzimáticas, formado por ligações cruzadas ou por adição de derivados químicos, a fim de impedir o acesso às

enzimas digestivas. Esses produtos incluem os amidos substituídos quimicamente com grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas, sendo esses também resistentes à digestão no intestino delgado (LEONEL; FREITAS; MISCHAN, 2009; ALMEIDA, 2013; BIRT et al., 2013).

O AR do tipo 3 é de grande interesse das indústrias de alimentos em função de sua funcionalidade física e nutricional, além da estabilidade térmica durante o processamento (THOMPSON, 2000). Um mesmo alimento pode conter mais de um tipo de AR, como ocorre em bananas verdes, em que são encontrados os AR tipos 1 e 2 (ALMEIDA, 2009).

O AR apresenta diferentes propriedades funcionais; nota-se que revela melhor desempenho tanto quando comparado com as FS quanto com as FI. Pode-se dizer que o AR é fisiologicamente analisado como uma fibra solúvel e, quimicamente, como uma fibra insolúvel (PEREIRA, 2007; BIANCHI, 2010).

O principal interesse em relação ao AR envolve seu papel fisiológico. Por não ser digerido no intestino delgado, torna-se um substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon, produzindo efeitos benéficos atribuídos à FA no trato gastrintestinal (POLESI, 2011). É considerado um ingrediente prebiótico, já que possui baixo índice glicêmico, podendo ser consumido por portadores de diabetes tipo 2, e apresenta grande poder de saciedade, o que o torna um elemento interessante em dietas voltadas ao controle da obesidade e do colesterol (ZANDONADI, 2009; WANG et al., 2014).

Além desses benefícios, está relacionado também com o aumento do volume fecal. Pode ser utilizado como agente espessante, aumentar a viscosidade e a textura de alguns produtos. Em função dos benefícios tanto tecnológicos quanto funcionais apresentados pelo amido resistente, sua utilização pela indústria de alimentos vem aumentando de forma considerável. (LEONEL; FREITAS; MISCHAN, 2009).

O AR pode ser encontrado em grãos de cereais, sementes e alimentos que são fontes naturais de amido. Outra fonte natural dele é a banana verde. Seu consumo traz benefícios à saúde; este fato é associado à presença do AR, que representa cerca de 47 a 57 %, em massa, da composição deste alimento (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010). Dessa forma, é um bom substrato para a fermentação pela microbiota intestinal, conseqüentemente, aumenta os AGCC e diminui o pH intestinal (HIGGINS, 2014).

### 3.5.1 Propriedades do amido resistente

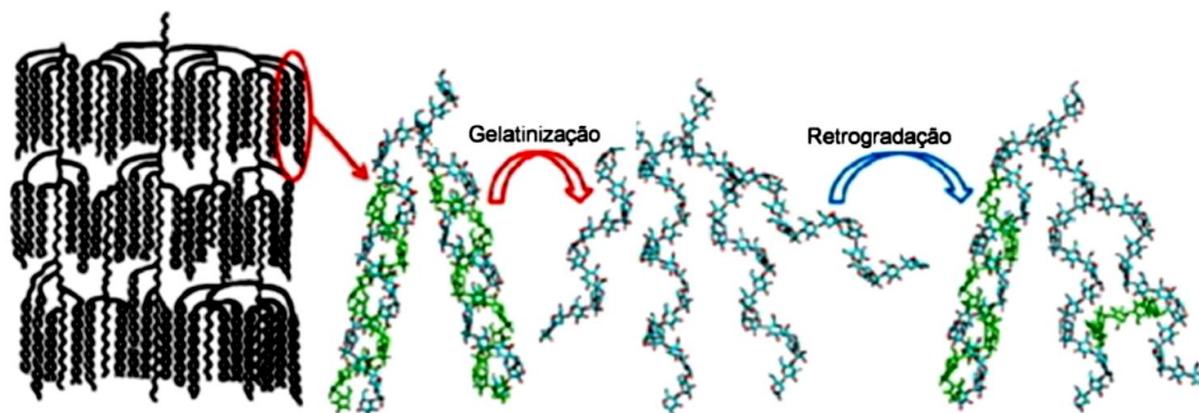
Quando aquecido na presença de água, o amido sofre o processo de gelatinização. Ocorre a partir do hilo do grânulo de amido afetando inicialmente a região amorfa, devido às fracas ligações de hidrogênio, e se estende até a periferia, região com fortes ligações de hidrogênio. As ligações de hidrogênio entre as cadeias de amilose e amilopectina são rompidas levando à interação de suas hidroxilas com as moléculas de água durante o aquecimento. A presença de amilose reduz o ponto de fusão na região cristalina e a quantidade de energia necessária para iniciar a gelatinização (SASAKI et al., 2000; PARKER; RING, 2001).

Esse processo inicia-se pela hidratação do grânulo à temperatura ambiente, com absorção de água na faixa de 10% a 20% de seu peso (m/v), sendo irreversível a partir de determinada temperatura. O grânulo absorve uma maior quantidade de água com perda da estrutura cristalina ocorrendo o intumescimento do grânulo rapidamente. Em seguida, acontece o rompimento estrutural com a solubilização parcial das moléculas de amilose e amilopectina, o que resulta no aparecimento das propriedades viscoelásticas do amido (SPIER, 2010; IZIDORO et al., 2011).

A solubilidade do amido pode ser elevada em razão da diminuição da estabilidade dos grânulos quando submetidos a altas temperaturas imersas em água, resultando em um arranjo desordenado das duplas hélices presentes na estrutura cristalina nos grânulos de amido nativos. Assim, esta solubilidade em água aumenta linearmente com o aumento da temperatura (YADAV; GULERIA; YADAV, 2013).

Quando a temperatura da solução com amido é reduzida à temperatura ambiente, alguns polímeros de amilose e amilopectina solubilizados começam a se reassociar formando um precipitado ou gel com aumento de sua opacidade. Os precipitados são gerados em virtude da tendência à formação de ligações intermoleculares da fração linear, o que não ocorre tão prontamente com a amilopectina em razão da presença das ramificações. Este processo é conhecido como retrogradação. A associação destas moléculas propicia o desenvolvimento de uma rede tridimensional mantida coesa pelas áreas cristalinas. No decorrer do tempo, dá-se a saída de água do gel por causa da forte tendência à retrogradação; este processo é conhecido como sinérese (ALBUQUERQUE, 2011; BEMILLER, 2011).

A Figura 3 apresenta uma representação esquemática dos processos de gelatinização e retrogradação do amido.



**Figura 3.** Processos de gelatinização e retrogradação do amido.  
Fonte: XU et al., 2013.

A recristalização do amido ocorre facilmente em temperaturas abaixo de 0 °C, mas também acima de 100 °C. A retrogradação do amido é intensificada por congelamento e descongelamento repetidos da pasta. Algumas pesquisas mostraram que as proteínas e os lipídeos formam complexos com amido que retardam o processo de retrogradação durante o armazenamento sob refrigeração (WU et al., 2010). A presença de outros carboidratos, sais e polifenóis também afetam significativamente a retrogradação (FU et al., 2015).

Os amidos nativos (exemplo da banana verde) têm alguns inconvenientes, tais como: baixa resistência ao cisalhamento, baixa decomposição, alta retrogradação, além da instabilidade estrutural em diferentes condições de temperatura, pH e pressão, sendo inapropriado para uso em produtos refrigerados ou congelados devido à susceptibilidade à sinérese limitando o seu uso industrial. Para superar isso, podem ser realizadas modificações por meio de métodos físicos (tratamento hidrotérmico ou exposição a radiações), processos químicos ou enzimáticos com o propósito de se adequar às demandas tecnológicas, como: promover espessamento, aprimorar retenção de água, adicionar estabilidade, melhorar sensação ao paladar, gelificar, dispersar ou atribuir opacidade (AURORE; PARFAIT; FAHRASMANE, 2009; GONÇALVES et al., 2009; PELISSARI et al., 2012).

### 3.6 BIOMASSA DE BANANA VERDE

A banana é a quarta colheita mais importante em todo o mundo (SASIPRIYA; MARIA; SIDDHURAJU, 2014). Dessa forma, assume importância econômica e social, sendo cultivada em mais de 80 países tropicais, especialmente por pequenos agricultores (GONÇALVES et al., 2008). O Brasil é o quarto produtor mundial com aproximadamente sete milhões de toneladas de banana (FAO/WHO, 2019) e apresenta um consumo domiciliar per capita de aproximadamente 7,0 kg de banana/ano, de acordo com os dados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017/2018, sendo considerada a fruta tropical mais consumida no Brasil (IBGE, 2020). Porém, apresenta um alto índice de perdas na cadeia produtiva em razão de falhas na colheita, pós-colheita e nos sistemas de transporte, distribuição e armazenamento (CARMO, 2015), principalmente no caso das bananas maduras, por serem perecíveis e propensas a danos mecânicos, o que acarreta a redução do seu valor comercial.

No Brasil, a banana é uma das frutas mais consumidas pelas classes de menor poder aquisitivo, sendo importante na alimentação dessa população não só pelo alto valor nutritivo, mas também pelo baixo custo. Apesar de ser um produto de fácil acesso, ter boa aceitação pelos consumidores e possuir grande variedade de subprodutos que podem ser desenvolvidos ou enriquecidos a partir da banana verde, os brasileiros desconhecem o seu potencial funcional de consumo na forma de biomassa e os benefícios para simbiose intestinal (BIANCHI, 2010).

A BBV é considerada um alimento com alegação de propriedades funcionais, pois apresenta alto teor de AR, baixos teores de açúcares e compostos aromáticos, além de ser rica em flavonoides atuando na mucosa gástrica (OLIVEIRA et al., 2015). A BBV é a polpa de banana verde cozida e processada. Não apresenta sabor característico, o que permite que seja adicionada na formulação de alimentos sem que haja alterações sensoriais de sabor ou odor. Além dos benefícios nutricionais e fisiológicos, a produção de biomassa e da farinha de banana verde causa um impacto positivo na cadeia produtiva da banana por meio da utilização de subprodutos, reduzindo a contaminação ambiental e diminuindo o desperdício (CARMO, 2015).

A polpa da banana em estado de maturação verde confere forte adstringência na sensação oral pela grande quantidade de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos, que causam ressecamento e franzimento no epitélio da boca. À medida que ocorre o amadurecimento da fruta,

estes compostos sofrem polimerização, diminuindo a adstringência e aumentando sua doçura. Porém, quando a banana verde é submetida ao tratamento térmico de cozimento, acaba degradando boa parte desses compostos tornando-a mais palatável (BENIS et al., 2019).

Os grânulos do amido de banana verde apresentam uma superfície lisa e densa, o que contribui para sua resistência. Esses grânulos diferem por possuir uma camada externa mais grossa do que as internas formadas por abundantes “blocklets”, que impedem a ação das enzimas e reduzem a taxa de hidrólise. Predominam formas lisas, ovais, alongadas e de tamanhos diferenciados; essa diversidade no tamanho dos grânulos se dá por causa do processo de formação dos frutos já colhidos no estado de maturação verde (IZIDORO et al., 2011).

O AR contribui para a redução do índice glicêmico dos alimentos, proporcionando uma menor resposta glicêmica, conseqüentemente, uma menor liberação de insulina, o que auxilia na prevenção e no tratamento do diabetes tipo 2. A não digestão do AR no intestino delgado permite que ele chegue ao intestino grosso e seja fermentado pelas bactérias colônicas, produzindo AGCC (acetato, propionato e butirato) (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2010).

A inibição da resposta glicêmica exacerbada contribui para uma menor exposição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) à glicosilação, o que as tornaria mais lesivas ao endotélio. Da mesma forma, a redução da resposta insulinêmica também é considerada um fator protetor, pois a elevação da insulina predispõe ao desenvolvimento de diabetes tipo 2, dislipidemias, hipertensão arterial e disfunção endotelial, promovendo o incremento das doenças cardiovasculares (MOREIRA et al., 2011). Alguns estudos têm relatado que o AR da polpa da banana verde tem sido utilizado em humanos para tratamento de diarreia aguda e crônica tanto em hospitais como no tratamento domiciliar e têm apresentado resultados importantes e mais rápidos que o tratamento convencional (ZANDONADI, 2009).

A adição de AR proveniente de banana verde cultivar *Musa* spp. melhorou a ação probiótica contra a *Salmonella*, com redução logarítmica de *Salmonella typhimurium* em tratamento suplementado com AR, sugerindo aumento da competição da microflora fecal. Sua adição promoveu o aumento da atividade anti-*Salmonella* por aumentar a produção de ácido láctico com diminuição dos AGCC e pH. Isto se deve à estimulação seletiva de lactobacilos benéficos e bifidobactérias disponíveis no intestino, contribuindo, principalmente, para um pH baixo e para a inibição sinérgica contra *Salmonella* (GOPI et al., 2014).

### 3.7 ANÁLISE DE COR DO IOGURTE

A avaliação dos atributos sensoriais de um produto é um fator de extrema relevância para verificar sua aceitabilidade pelos consumidores. A avaliação desses fatores é realizada de várias maneiras, sendo que a cor é um fator crucial, por estar ligada à atratividade ao produto pelo consumidor devendo ser avaliada, principalmente, no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (CUNHA et al., 2009) e nos programas de controle de qualidade dos alimentos.

Assim, a cor pode ser determinada instrumentalmente com o uso de colorímetros ou espectrofotômetros. Colorímetros fornecem medições que podem ser correlacionadas com a percepção entre o olho e o cérebro humano fornecendo dados colorimétricos mensuráveis em três coordenadas diferentes ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Colorímetros são menos complexos e são utilizados nas análises de rotina do controle de qualidade. Espectrofotômetros oferecem análise espectral de **comprimento de onda por comprimento de onda** das propriedades de reflexão e/ou transmissão dos objetos mensurados por dados colorimétricos. Devido à sua complexidade, é utilizado em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (HUNTERLAB, 1995).

León et al. (2006) recomendam a análise instrumental de cor com base nas três diferentes coordenadas representadas em um diagrama tridimensional, a fim de definir a coloração do produto. A coordenada  $L^*$  varia de 0 a 100, o máximo representa uma perfeita reflexão difusa indicando a coloração branca, enquanto o valor mínimo representa coloração preta. Já os eixos  $a^*$  e  $b^*$  não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada  $a^*$  varia do vermelho (+  $a^*$ ) ao verde (-  $a^*$ ), e a coordenada  $b^*$ , do amarelo (+  $b^*$ ) ao azul (-  $b^*$ ) (HUNTERLAB, 1996).

Sabores e corantes regulamentados são geralmente adicionados aos iogurtes para melhorar o apelo visual e o perfil de sabor. O uso de corantes em preparados de frutas para uso em produtos lácteos é universal. No entanto, as preferências do consumidor e os padrões da indústria estão conduzindo a uma conversão de cores sintéticas em naturais na indústria de laticínios. As cores naturais em uso para tons de amarelo-laranja são: açafrão, beta-caroteno e páprica, enquanto, para as cores vermelhas, são utilizadas as antocianinas e o carmim. Contudo, algumas dessas cores são instáveis quando expostas ao processamento em altas temperaturas ou em diferentes valores de pH (GAWAI; MUDGAL; PRAJAPATI, 2017). Entretanto, a vantagem do

uso de cores artificiais (vermelho 40; azul 1; amarelo 5; e amarelo 6) é que são muito estáveis durante o processamento (O'RELL; CHANDAN, 2006).

A pasta de amido transparente possui pouca associação das cadeias após a formação de pasta, sem estrutura granular, o que favorece a passagem de luz através dela. Já a pasta de amido opaca apresenta uma estrutura granular mais organizada, com maior associação entre as cadeias, o que dificulta a passagem de luz. Entre essas pode haver variações na claridade de acordo com a associação molecular (ALMEIDA, 2013).

### 3.8 ANÁLISE DE TEXTURA DO IOGURTE

Textura é uma manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e de superfície dos alimentos detectada pelos sentidos da visão, da audição, do tato e da cinestesia, que somente os humanos podem perceber e descrever (SZCZESNIAK, 2002). Várias tentativas para definir textura de alimentos resultaram numa padronização internacional, a **ISO 5492:2008**, determinada pela “International Organization for Standardization”. Esta norma definiu textura como: todos os atributos mecânicos, geométricos e superficiais de um produto, perceptíveis pelos sentidos da visão, audição, tato e paladar (ISO, 2008).

O contato dos receptores sensoriais humanos com a estrutura do alimento permite a percepção da sua textura. A primeira impressão é a visual e continua com o contato manual, no qual são aplicadas forças não destrutivas pelos dedos, sendo obtidas mais informações sobre a sua textura. A ingestão do alimento aliada à mastigação aplica forças de deformação ao alimento com os dentes e a língua e provoca sensações simultâneas detectadas nos receptores táteis de toda a cavidade oral. Tais sensações são provocadas pela aplicação de forças de reação do alimento à sua ruptura, pela percepção da umidade, da oleosidade, do tamanho e formato das partículas do alimento. A junção dessas diferentes sensações dentro da boca ao mesmo tempo forma a complexa percepção da textura de um alimento (KOÇ et al., 2013; LILLFORD, 2018).

A textura é a manifestação sensorial da estrutura do alimento e a maneira como esta estrutura reage às forças aplicadas, que pode ser avaliada instrumental e sensorialmente (FACETO, 2019).

A análise instrumental utiliza o texturômetro que possui a função de exercer, sobre o alimento, forças de ruptura análogas às realizadas pelos dentes humanos durante a mastigação, com a mensuração das forças de corte, compressão, extrusão e cisalhamento (BOURNE, 2002). Entretanto, fatores como incorporação de saliva e temperatura do interior não podem ser mimetizados pelo texturômetro e consistem em limitações da avaliação instrumental da textura de alimentos (MOSCA; CHEN, 2017).

A classificação dos termos de textura a sólidos e semissólidos levou ao desenvolvimento de um método de perfil de descrição da textura (*Texture Profile Analysis – TPA*) elaborado por Civille e Szczesniak (1973) (Quadro 2).

**Quadro 2.** Definições das características de textura.

<b>Propriedades</b>	<b>Físicas</b>
<b>Dureza</b>	Força necessária para produzir certa deformação.
<b>Coesividade</b>	Extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura.
<b>Viscosidade</b>	Velocidade de fluxo por unidade de força.
<b>Elasticidade</b>	Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois que a força de deformação é removida.
<b>Adesividade</b>	Energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com os quais o alimento está em contato.
<b>Fraturabilidade</b>	Força pela qual o material se fratura (produto com alto grau de dureza).
<b>Mastigabilidade</b>	Energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição.
<b>Gomosidade</b>	Energia requerida para desintegrar um alimento semissólido até estar pronto para a deglutição.

**Fonte:** CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os procedimentos experimentais de fabricação dos iogurtes, as análises microbiológicas e as físico-químicas foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da UENF; as análises de composição centesimal, no Laboratório de Química Aplicada do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-Alegre); e a análise instrumental de textura foi feita no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Pós-colheita da UENF.

### 4.2 MATERIAL

As bananas (*Musa* spp.) verdes cultivar ‘Prata’ foram obtidas diretamente do produtor rural do município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, imediatamente após sua colheita, sem qualquer tratamento pós-colheita. A escolha da banana foi realizada conforme seu estágio de maturação, segundo a escala de maturação de Von Loesecke (1950), referente ao estágio 1 com casca totalmente verde (PBMH & PIF, 2006). Foi utilizada a cultura láctea liofilizada “Ricaferm YR03<sup>®</sup>”, com cepas mistas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* adquiridas diretamente da empresa Rica Nata<sup>®</sup> Indústria e Comércio Ltda. destinada à fabricação de iogurtes com fermentação rápida.

Para a fabricação do iogurte, foi utilizado leite integral homogeneizado pasteurizado da marca FIORE<sup>®</sup> produzido pelo estabelecimento Laticínios FIORE<sup>®</sup> registrado no Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (SIF 1300), que foi adquirido em comércio local e transportado até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF em caixa isotérmica para garantia da manutenção de sua temperatura até 7 °C. O leite em pó desnatado instantâneo da marca ITAMBÉ<sup>®</sup> Alimentos S/A (SIF 769) utilizado na fabricação do iogurte também foi adquirido em comércio local.

## 4.3 MÉTODOS

### 4.3.1 Biomassa de banana verde

Segundo Mendonça et al. (2017), as etapas de obtenção da BBV foram as seguintes: os frutos foram recepcionados no LTA da UENF e selecionados de acordo com sua integridade e estágio 1 de maturação (PBMH & PIF, 2006). As bananas verdes foram lavadas com casca em água corrente potável com auxílio de uma escovinha de cerdas macias para remover possíveis sujidades. Posteriormente, foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm por 15 minutos, seguido de enxágue em água corrente potável para remoção de resíduos de cloro. As bananas com casca foram imersas em água potável na panela de pressão e cozidas por oito minutos (após início da pressão). Depois desse período, o aquecimento foi interrompido, sendo deixadas em repouso até a perda da pressão. As bananas cozidas foram descascadas ainda quentes com o auxílio de um pegador de inox e cortadas em rodelas com a ajuda de faca de aço inoxidável (Figura 4). A polpa foi processada no Mixer High Power Oster® 550 W até atingir a formação de uma massa homogênea e espessa. A BBV foi acondicionada em potes plásticos transparentes de polipropileno (250 mL) previamente sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 1%, identificados e armazenados em temperatura média de 0 °C (Figura 5). Esta BBV foi pré-aquecida à temperatura de 42 °C na incubadora B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), no intuito de facilitar a sua homogeneização nos iogurtes dos respectivos tratamentos.



**Figura 4.** Banana verde cozida.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.



**Figura 5.** Biomassa de banana verde.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

### 4.3.2 Fabricação do iogurte

De acordo com testes preliminares laboratoriais e baseados nas metodologias adotadas por Costa et al. (2017) e Mendonça et al. (2017) com modificações. A cultura láctica mista “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” liofilizada foi utilizada para a fermentação do leite e obtenção dos iogurtes. Em função do pequeno volume de leite utilizado em cada processamento (3,2 litros) e, conseqüentemente, devido à pequena quantidade de cultura láctica necessária para a coagulação, optou-se por ativar a cultura liofilizada e preparar uma cultura-mãe para a fabricação dos iogurtes elaborados neste estudo.

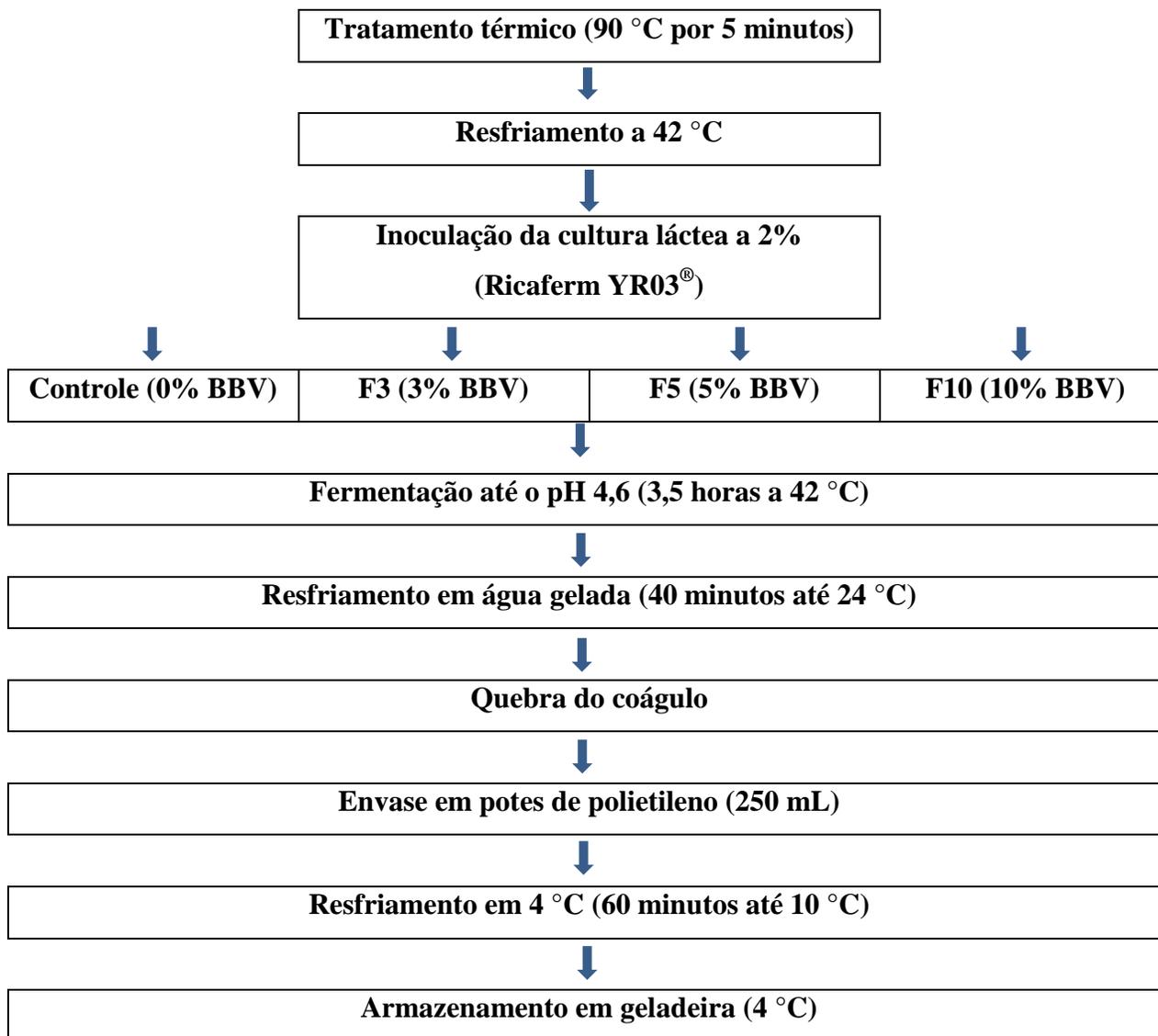
A cultura foi ativada, segundo as recomendações do fabricante, em leite em pó desnatado e incubada a 42 °C durante 5 horas até que atingisse pH 4,6 ±0,1. Em seguida, foi mantida sob refrigeração a 0 °C e utilizada para a fabricação do iogurte. Para cada repetição do experimento, foi preparada uma nova cultura-mãe seguindo o mesmo protocolo.

Para o processamento de fabricação do iogurte, usou-se leite integral homogeneizado pasteurizado da marca FIORE<sup>®</sup> (3,2 litros) adicionado com 3% de leite em pó desnatado instantâneo. A mistura foi submetida ao tratamento térmico (90 °C por 5 minutos), resfriada a 42 °C e dividida em quatro porções de 800 mL, às quais foram adicionados 2% da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” ativada. A partir desse processamento inicial, foram divididas em 4 (quatro) tratamentos com as suas respectivas porcentagens de adição de BBV (antes da fermentação):

- ✓ 2% da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” (Controle);
- ✓ 2% da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” + 3% de biomassa de banana verde (F3);
- ✓ 2% da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” + 5% de biomassa de banana verde (F5);
- ✓ 2% da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” + 10% de biomassa de banana verde (F10).

Os lotes de cada tratamento foram armazenados em seus correspondentes copos Beckers de vidro (1 litro) com tampa e levados para fermentação na incubadora B.O.D. à temperatura de 42 °C ±1 °C. Para avaliação do tempo de fermentação, a cada 60 minutos foram coletadas amostras de cada tratamento para avaliação do pH por meio do potenciômetro digital portátil AKSO<sup>®</sup> AK 90 e avaliação da acidez titulável.

O tempo de fermentação dos iogurtes foi considerado o necessário para que o produto atingisse pH 4,6  $\pm$ 0,1 (Figura 6).



**Figura 6.** Fluxograma de fabricação do iogurte.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

Ao final da fermentação, os iogurtes foram submetidos ao resfriamento em duas etapas. Na primeira etapa, os copos Beckers foram imersos em uma caixa térmica com água gelada, sendo a água substituída até que a temperatura do iogurte atingisse em torno de 24 °C, no intuito de inibir a produção de ácido láctico. Porém, este resfriamento ocorreu de forma lenta, em torno de 40 minutos, para evitar o choque térmico. Nesta etapa, foi realizada a quebra do coágulo com o

uso de um bastão de vidro (máximo de 20 segundos) para homogeneizar cada tratamento e evitar a ocorrência de sinérese. Após esse processo, os iogurtes foram acondicionados em potes redondos de polietileno com tampa (250 mL), previamente lavados com água destilada e esterilizados com o auxílio de um bastão de irradiação ultravioleta (comprimento de onda de 254 nm) durante 60 segundos a uma distância de, no máximo, 10 cm (ALEXANDRE; FARIA; CARDOSO, 2008). Os recipientes utilizados para o armazenamento dos iogurtes foram identificados com etiquetas autoadesivas com a descrição do tratamento.

A segunda etapa foi realizada em geladeira à temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  até a redução da temperatura do iogurte atingir a temperatura de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  num período máximo de 1 hora. Estas amostras permaneceram armazenadas durante os 21 dias de avaliação dos tratamentos em geladeira à temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 7).



**Figura 7.** Iogurtes armazenados na geladeira a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

### 4.3.3 Quantificação de amido resistente na biomassa de banana verde

A determinação do AR foi quantificada baseada no método AOAC 2002.02, de acordo com a “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC), (McCLEARY; MONAGHAN, 2002), com modificações. A determinação foi feita em triplicata, e os resultados foram expressos em g por 100 g de amostra na base integral.

### 4.3.4 Composição centesimal

As amostras de iogurtes com quatro dias de armazenamento a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  foram analisadas, em triplicata, de acordo com as seguintes metodologias:

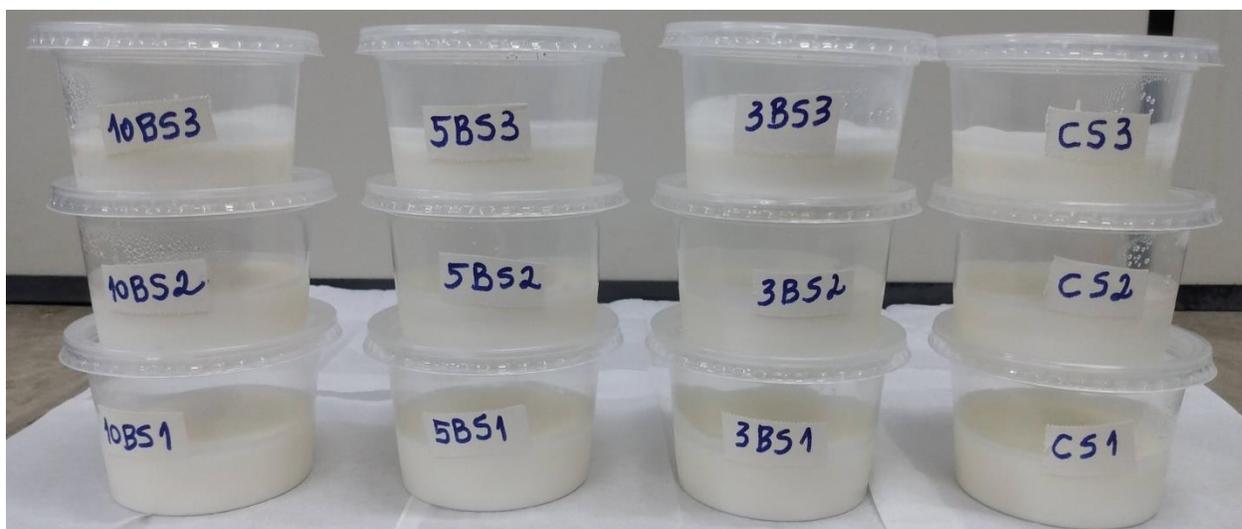
- ✓ **Teor de lactose:** método de DNS (ácido dinitrosalicílico) (MILLER, 1959) baseou-se na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarelo), reduzido ao ácido 3-amino-5-nitrosalicílico (avermelhado). Foi feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm e realizado o teste de DNS (CECCHI, 2003; MALDONADE; CARVALHO; FERREIRA, 2013).
- ✓ **Teor de gordura:** método de Gerber utilizando o butirômetro e a centrífuga (AOAC, 2019).
- ✓ **Extrato seco total (EST):** método de secagem em estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  (AOAC, 2019).
- ✓ **Extrato seco desengordurado (ESD):** determinado pela diferença entre o extrato seco total (EST) e o teor de gordura (AOAC, 2019).
- ✓ **Teor de umidade:** método gravimétrico por aquecimento em estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  até a obtenção de peso constante (AOAC, 2019).
- ✓ **Teor de cinzas:** método gravimétrico por incineração em forno mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  até a obtenção de cinzas claras (AOAC, 2019).
- ✓ **Proteínas:** método de Kjeldahl, no qual a fração proteica foi obtida pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra, e o resultado, multiplicado pelo fator de conversão (6,38) para proteínas lácteas (AOAC, 2019).

#### 4.3.5 Determinação do pH e da acidez titulável

O pH e a acidez titulável do iogurte foram determinados, em triplicata, após os períodos de 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento dos iogurtes a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O pH foi especificado com um potenciômetro digital portátil AKSO AK 90 calibrado a pH 7 e pH 4. A acidez titulável foi determinada pela quantidade de ácido láctico (g/100g) de cada amostra adotando a seguinte equação: ácido láctico (g/100g) =  $V \times f \times 0,9/m$  ( $V$  = volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação, em mL;  $f$  = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 N; 0,9 = fator de conversão para ácido láctico;  $m$  = massa da amostra, em ml) (BRASIL, 2019).

#### 4.3.6 Análise da sinérese

**Sinérese espontânea:** determinada através da coleta do soro liberado de forma espontânea de 100 g do produto para obtenção do **índice de sinérese (%)** =  $100 \times (\text{massa do soro aspirado} / 100 \text{ g do produto})$  (FISZMAN; LLUCH; SALVADOR, 1999) (Figura 8).



**Figura 8.** Iogurtes na bancada para análise do índice de sinérese espontânea.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

**Sinérese por drenagem:** determinada pela quantidade de soro drenado por 30 minutos a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  usando uma peneira de aço inoxidável de 120 mesh (DE WIT, 1988) para obtenção do **índice de sinérese (%)** =  $100 \times (\text{massa do soro drenado} / \text{massa da amostra})$  (Figura 9).



**Figura 9.** Iogurtes em análise do índice de sinérese por drenagem.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

**Sinérese por centrifugação:** determinada pela expulsão do soro sob a força centrífuga pela metodologia de Farnsworth et al. (2006) com algumas modificações. Amostras de 10 gramas de iogurte ( $4 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) foram submetidas à centrifugação de 3.400 rpm por 10 minutos (centrífuga QUIMIS<sup>®</sup>, modelo Q222T). O soro sobrenadante foi aspirado e pesado para obtenção do **índice de sinérese (%)** =  $100 \times (\text{massa do soro sobrenadante} / \text{massa da amostra})$ . Todas as análises de sinérese foram realizadas em triplicata e nos 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento dos iogurtes.

#### 4.3.7 Análise instrumental da textura

A análise instrumental da textura analisou as amostras ( $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) nos seguintes períodos: 1, 7, 14 e 21 dias. Foi realizada a análise do perfil de textura (TPA) de acordo com a

metodologia de Ramos et al. (2009), com adaptações, no texturômetro TA.XT Express (Stable Micro Systems®, Godalming, UK) pelo método de extrusão traseira (*Back Extrusion Cell* – probe A/BE de alumínio com disco de 35 mm e extensor com célula de carga 5kg). Alíquotas das amostras (100 mL) foram homogeneizadas e inseridas em copo Becker de vidro de 125 mL (diâmetro de 50 mm) com cerca de 75% do seu volume ocupado. Os parâmetros adotados foram os seguintes: velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade do teste: 2,0 mm/s; velocidade pós-teste: 2,0 mm/s; distância que o dispositivo penetra na amostra: 20 mm; distância percorrida na penetração da amostra: 20 mm; tempo de contato: 5s e com força de contato: 1 g (0,009807 N). Foram realizadas oito replicatas para cada tratamento e obtidos os seguintes parâmetros de textura: **adesividade**, **coesividade**, **firmeza** e **gomosidade** (Figura 4) (SZCZESNIAK, 1963).



**Figura 10.** Texturômetro TA.XT Express.  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR.

#### 4.3.8 Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor das amostras foi realizada, em triplicata, no primeiro dia e aos 21 dias de armazenamento dos iogurtes a  $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  com auxílio de Espectrofotômetro Portátil Modelo MiniScan<sup>®</sup> XE Plus – HunterLab, utilizando iluminante D65, ângulo de observação de  $10^\circ$ , pelo sistema CIELAB. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares  $L^*$  = luminosidade (0 = preto e 100 = branco),  $a^*$  (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho) e  $b^*$  (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo). As amostras foram homogeneizadas e dispersas sobre uma cubeta de vidro óptico de borossilicato em quantidade suficiente para cobrir a base da cubeta e serem analisadas (HUNTERLAB, 1996; KONICA MINOLTA, 1998).

#### 4.3.9 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas das amostras dos 4 tratamentos avaliados foram realizadas segundo os protocolos postulados pelo Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal adotados pelo MAPA (BRASIL, 2019) e proposto por Silva et al. (2010), no primeiro dia e aos 21 dias de armazenamento. Os resultados foram comparados com os padrões aceitáveis regulamentados pela Instrução Normativa n.º 46 (BRASIL, 2007) para coliformes a  $35\text{ °C}$ , coliformes a  $45\text{ °C}$ , bolores e leveduras e avaliação da viabilidade da cultura láctea “Ricaferm YR03<sup>®</sup>” durante o seu prazo de validade.

##### 4.3.9.1 Contagem de coliformes a $35\text{ °C}$ e coliformes a $45\text{ °C}$

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2007), foi necessária a análise relativa a coliformes  $45\text{ °C}$  utilizando o método da American Public Health Association (APHA). Dessa

forma, alíquotas de 1 ml de cada diluição foram inoculadas em séries de cinco tubos contendo 10 ml de caldo lactosado (LST), com tubo de Durham invertido (teste presuntivo). Os tubos foram incubados a 35 °C por 24-48 horas. Após esse período, foi efetuada a leitura dos tubos.

Os tubos que apresentaram produção de gás devido à fermentação da lactose do meio foram considerados positivos no teste presuntivo. Então, com o auxílio de uma alça, foram realizadas inoculações a partir de tubos positivos do teste presuntivo para tubos contendo caldo bile verde brilhante (BVB) e tubo com caldo EC.

Os BVB foram incubados em estufa a 35 °C por 24-48 h para testes confirmativos de coliformes totais e tubos de EC em banho-maria a 44,5-45 °C por 24 h para testes confirmativos de coliformes a 45 °C. Após os períodos de incubação, verificou-se a produção de gás nos tubos de Durham colocados nos meios de cultura do teste confirmativo e, a partir destes testes, os tubos positivos (gás). Foram feitas consultas na tabela para estimar o NMP de coliformes a 30 °C e coliformes a 45 °C (SILVA et al., 2010).

#### 4.3.9.2 Contagem de bolores e leveduras

Para a determinação de bolores e leveduras, usou-se o meio Agar Batata Dextrose (BDA), seguindo-se as instruções dadas pelo fabricante, subsequente homogeneização e aquecimento em chapa aquecedora, com posterior autoclavagem. Após ser acidificado com ácido tartárico 10% (1 ml de ácido para cada 100 ml de meio), o meio de cultura foi distribuído em uma quantidade de 20 ml em placas de Petri estéreis.

Foi utilizado o método de plaqueamento direto em superfície das diluições seriadas ( $10^{-1}$  até  $10^{-3}$ ) previamente preparadas. Para tal, inoculou-se 0,1 ml de cada diluição na superfície do meio BDA solidificado nas placas de Petri. Com o auxílio de uma alça de Drigalski, foi espalhado o inóculo cuidadosamente em toda sua superfície até a completa absorção.

As placas foram incubadas em estufa a 25 °C por 5 dias, e o resultado, expresso pelo número de unidades formadoras de colônia por ml de amostra (SILVA et al., 2010).

#### 4.3.9.3 Contagem dos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

A abertura dos potes de iogurtes ocorreu no interior da câmara de fluxo laminar para prevenir qualquer contaminação ambiental da amostra. Uma alíquota de 1 ml de amostra foi transferida para um tubo com rosca contendo 9 ml de solução de água peptonada estéril 0,1%. A partir dessa diluição, foram feitas diluições subsequentes necessárias a esta análise.

Após o tempo de incubação requerido para cada meio de cultura, a contagem foi realizada em placas de Petri, que apresentaram entre 25 e 250 colônias. Os meios seletivos foram elaborados com o intuito de favorecer o crescimento da bactéria de interesse, impedindo o crescimento das outras. Para a enumeração de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*, foi utilizado o meio ágar M 17. A inoculação foi realizada por profundidade. Após a inoculação, as placas de Petri foram incubadas invertidas em aerobiose a 37 °C por 48 horas.

As colônias típicas do *Streptococcus thermophilus* apresentam formato de lentilhas e possuem diâmetro entre 1 e 2 milímetros. Para a enumeração de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, foi utilizado o meio MRS ágar glicose acidificado. A inoculação foi realizada por profundidade. Após a inoculação, as placas de Petri foram incubadas invertidas em jarras contendo gerador de anaerobiose Anaerobac (PROBAC) a 37 °C por 72 horas (IDF, 1997).

#### 4.3.10 Análise estatística

Os resultados das análises microbiológicas (contagem de: coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C, bolores e leveduras, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), físico-químicas (% AR, teor de lactose, teor de gordura, extrato seco total, extrato seco desengordurado, teor de umidade, teor de cinzas, proteínas, determinação de pH e acidez titulável), análise da sinérese, análise instrumental da cor e da textura foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Student-Newman-Keuls (SNK), em nível de 5% de significância, sendo utilizado o programa de análise estatística SAS University Edition (SAS Institute Inc, 2018).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal das formulações analisadas atende aos padrões da legislação brasileira vigente referente aos seus constituintes, principalmente em relação ao teor de proteínas lácteas em leites fermentados de, no mínimo, 2,9 g/100g. Na Tabela 1, verificou-se que o teor de gordura varia entre 0,93 e 0,97 g/100g, classificando-o como iogurte parcialmente desnatado, já que a legislação estabelece um intervalo de 0,6 a 2,9 g/100g de gordura nesta categoria (BRASIL, 2007). Foi utilizado, neste estudo, leite integral homogeneizado com 4,00 g/100g de gordura.

**Tabela 1.** Composição centesimal dos iogurtes com biomassa de banana verde.

Parâmetros (g/100g)	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>Extrato seco total</b>	13,55 ± 0,04 <sup>b</sup>	13,71 ± 0,19 <sup>b</sup>	13,64 ± 0,21 <sup>b</sup>	14,35 ± 0,41 <sup>a</sup>
<b>Gordura</b>	0,96 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,93 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,93 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>Extrato seco desengordurado</b>	12,58 ± 0,09 <sup>b</sup>	12,74 ± 0,13 <sup>b</sup>	12,70 ± 0,12 <sup>b</sup>	13,41 ± 0,36 <sup>a</sup>
<b>Umidade</b>	86,34 ± 0,02 <sup>a</sup>	86,09 ± 0,18 <sup>b</sup>	86,05 ± 0,04 <sup>b</sup>	85,66 ± 0,15 <sup>c</sup>
<b>Cinzas</b>	0,90 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,01 <sup>b</sup>
<b>Proteínas</b>	4,44 ± 0,24 <sup>a</sup>	4,31 ± 0,21 <sup>a</sup>	4,60 ± 0,24 <sup>a</sup>	4,22 ± 0,23 <sup>a</sup>
<b>Lactose</b>	5,22 ± 0,07 <sup>b</sup>	6,33 ± 0,06 <sup>a</sup>	6,23 ± 0,10 <sup>a</sup>	5,00 ± 0,09 <sup>c</sup>

Nota: Médias ± desvio padrão, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Ao analisarem os parâmetros físico-químicos de iogurte probiótico com adição de BBV (3, 5 e 10%), Costa et al. (2017) encontraram os teores de gordura variando entre 2,6 e 3,2 g/100g, valores divergentes dos observados neste estudo. Ao verificarem os parâmetros físico-químicos de iogurte com adição de BBV (5, 10 e 15%), Silveira et al. (2017) descobriram teores de gordura em torno de 2,5 g/100g. Esses valores divergem dos encontrados neste estudo, entre 0,93 e 0,97 g/100g, não havendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Tal fato pode ser justificado, já que o teor de gordura na BBV adicionada não é significante ( $< 0,05$

g/100g) para alterar a concentração de gordura entre as diferentes formulações. Leonel et al. (2011) realizaram análises físico-químicas de BBV de sete diferentes cultivares e encontraram teores de gordura variando entre 0,08 e 0,2 g/100g, valores não significantes semelhantes aos deste estudo.

A Tabela 1 apresenta os teores de proteína variando entre 4,60 g/100g (5% BBV) e 4,22 g/100g (10% BBV) não havendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Estes resultados demonstram que a adição de BBV não representa incremento no valor proteico nas formulações analisadas. Costa et al. (2017) encontraram, em iogurte com 3% BBV, o teor de proteína de 4,4 g/100g, valor similar ao deste estudo, de 4,31 g/100g (3% BBV). Porém, os teores de proteínas para 5% e 10% de BBV encontrados foram 2,7 e 2,6 g/100g, respectivamente, divergentes dos teores de proteína deste estudo nos tratamentos com 5% e 10% de BBV.

Os teores de proteína deste estudo são maiores do que Silveira et al. (2017) verificaram com teores de proteínas entre 3,81 g/100g (15% BBV) e 3,92 g/100g (5% BBV). Tal divergência pode ser explicada, visto que, neste estudo, foram adicionados 3% de leite em pó desnatado a fim de aumentar o teor de sólidos nas formulações para formação de um coágulo mais firme e amenizar a ocorrência de sinérese. Em tal fato recorrentemente observado em testes preliminares, quando não se utilizou o leite em pó desnatado, ocorreu sinérese nos testes preliminares.

A Tabela 1 apresenta os valores para cinzas (0,90 g/100g), assim não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, com exceção do F10, com 10% de BBV (0,87 g/100g). Tal fato pode ser explicado devido à maior porcentagem de matéria orgânica advinda da BBV (F10) entre os tratamentos avaliados, que foi degradada durante o processo de incineração a 550 °C, resultando no menor teor de cinzas, enquanto, nos demais tratamentos, existe maior porcentagem de minerais, como o cálcio, advindos do leite presente nas cinzas. Costa et al. (2017) encontraram o menor teor de cinzas no tratamento com 10% BBV, fato semelhante ao que foi avaliado neste estudo, contudo, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos com iogurte probióticos com BBV. Valores de cinzas menores foram verificados por Silveira et al. (2017), entre 0,63 e 0,73 g/100g, e Lucatto (2013), entre 0,74 e 0,72 g/100.

Em relação aos valores de extrato seco total (EST), não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos (13,55 a 13,71 g/100g), com exceção do F10, com 10% de BBV (14,35 g/100g). Também os valores de extrato seco desengordurado (ESD) não apresentam diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos (12,58 a 12,74 g/100g), exceto o tratamento F10,

com 10% de BBV (13,41 g/100g) (Tabela 1). Em ambos os casos, o tratamento F10 apresenta os maiores valores de EST e ESD em decorrência da maior adição de BBV (sólidos orgânicos), não degradados no método de secagem em estufa a 105 °C. Ao analisar um iogurte simbiótico com polpa de banana verde (8%), Lucatto (2013) relatou valores de EST (19,88 a 20,35 g/100g) e de ESD (18,63 a 19,09 g/100g). Valores acima dos encontrados neste estudo podem ser justificados, já que foi utilizado leite em pó integral reconstituído adicionado de açúcar (12%) o que aumentou o teor de sólidos dos seus iogurtes simbióticos. Entretanto, neste estudo, os iogurtes foram elaborados sem adição de açúcar, proporcionalmente, menor teor de sólidos nas formulações.

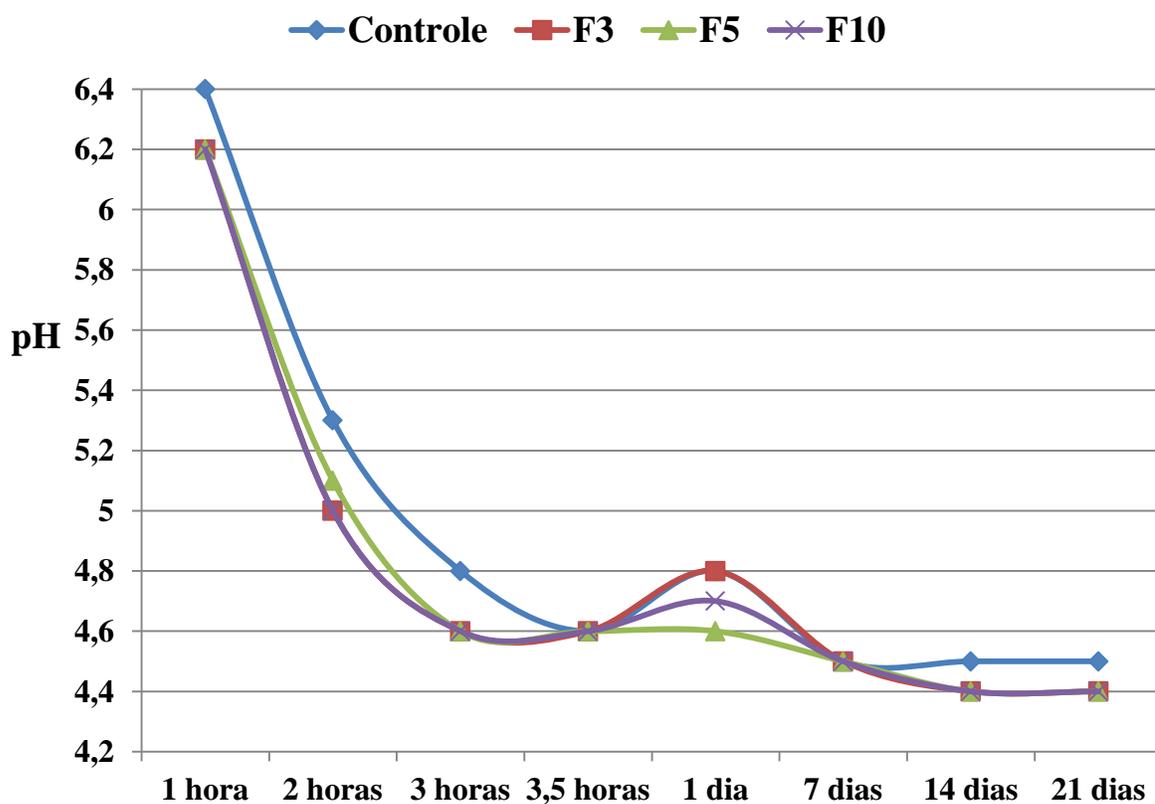
Neste estudo, os teores de umidade variam entre 86,34 g/100g (Controle) e 85,66 g/100g (10% BBV) (Tabela 1). O menor teor de umidade no tratamento com 10% de BBV é devido a um maior índice de sinérese que ocorre no decorrer do tempo com a saída de água do gel devido à retrogradação do amido presente em maior porcentagem de BBV adicionada. Estes valores apresentam diferença significativa entre os tratamentos ( $p \leq 0,05$ ), com exceção dos tratamentos com 3% e 5% de BBV, nos quais não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Costa et al. (2017) encontraram teores de umidade variando entre 86,0 g/100g (10% BBV) e 88,0 g/100g (Controle), intervalo de valores semelhantes ao encontrado neste estudo. Além disso, foi relatada a ausência de diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos 3% e 5% de BBV, mesmo fato relatado neste estudo.

O teor de lactose encontrado no leite utilizado foi de 5 g/100g, valor semelhante ao encontrado por Lucatto (2013) (4,94 g/100g) no leite de vaca usado para o iogurte simbiótico com polpa de banana verde. Os teores de lactose, na Tabela 1, variam entre 5,00 g/100g (10% BBV) e 6,33 g/100g (F3 – 3% BBV). Estes valores apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos, com exceção dos tratamentos com 3% e 5% de BBV, nos quais não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre eles. Pode-se sugerir que, em ambas as formulações (3% e 5% de BBV), houve uma maior solubilização da BBV, a qual apresentaria maior superfície de contato para ação das BAL para utilização do AR presente na BBV como substrato energético, em detrimento da utilização da lactose como fonte de energia. Tal fato pode ser corroborado pelo menor teor de lactose no tratamento com 10% de BBV, já que, devido à maior concentração de BBV, houve uma sedimentação dela, formando grumos densos insolúveis do provável amido retrogradado, diminuindo a superfície de contato da BBV, o que dificultou uma possível atividade amilolítica das BAL sobre o AR, propiciando a ação das BAL na degradação da lactose.

Alves (2014) apresentou diversos estudos relatando a existência de algumas espécies de BAL capazes de converter amido diretamente em ácido láctico, dividindo-as em dois grupos: amilolíticas e não amilolíticas. As amilolíticas produzem enzimas que hidrolisam amido em açúcar fermentescível, e as não amilolíticas necessitam de um tratamento prévio de hidrólise. Sugere-se que futuros estudos analisem a capacidade amilolíticas das BAL (*S. thermophilus* e *L. bulgaricus*) para obter informações detalhadas sobre novas tecnologias para a indústria alimentícia. Os teores de lactose (Tabela 1) são semelhantes aos relatados por Borges et al. (2010) analisando iogurtes com pedaços (4,85 g/100g). Porém, havia baixos teores de lactose em iogurtes com aroma (4,20 g/100g) e líquidos (3,41 g/100g).

A Figura 11 apresenta a curva de decaimento do pH dos iogurtes com BBV no decorrer do tempo, durante a etapa de fabricação dos iogurtes e durante os períodos pré-estabelecidos (1, 7, 14 e 21 dias). Todos os tratamentos com adição de BBV atingem o pH de 4,4 (21 dias), com exceção do tratamento controle que atinge o pH 4,5 aos 21 dias.



**Figura 11.** Curvas de pH dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Na Tabela 2, os valores de pH variam entre 6,4 (1 hora) e 4,5 (21 dias) (Controle) e, em todos os tratamentos com adição de biomassa de banana verde, o pH varia entre 6,2 (1 hora) e 4,4 (21 dias). Verifica-se que houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos, com estabilidade no pH final em 4,5 para o tratamento Controle a partir de 7 dias de armazenamento, não havendo diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) até os 21 dias de armazenamento. Tal fato demonstra que, mesmo durante o período refrigerado do iogurte, as culturas lácteas permanecem ativas, fermentando a lactose e produzindo pequenas quantidades de ácido láctico, resultando na diminuição do pH e no aumento da acidez (SOARES et al., 2011).

**Tabela 2.** Valores de pH dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Períodos – h (horas) - d (dias)	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
1 h	<sup>A</sup> 6,4 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 6,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 6,2 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 6,2 ± 0,0 <sup>b</sup>
2 h	<sup>B</sup> 5,3 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 5,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 5,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 5,0 ± 0,0 <sup>c</sup>
3 h	<sup>C</sup> 4,8 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>b</sup>
3,5 h	<sup>D</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>a</sup>
1 d	<sup>C</sup> 4,8 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,8 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 4,6 ± 0,0 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 4,7 ± 0,0 <sup>b</sup>
7 d	<sup>E</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>E</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>E</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>
14 d	<sup>E</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>F</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>E</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>F</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>
21 d	<sup>E</sup> 4,5 ± 0,0 <sup>a</sup>	<sup>F</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>E</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>	<sup>F</sup> 4,4 ± 0,0 <sup>b</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos; e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Na Tabela 2, os valores de pH durante o processo de fabricação do iogurte apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre tratamentos com BBV. Porém, com 3 horas do processo de fermentação, os três tratamentos com adição de BBV atingem o pH 4,6; entretanto, o tratamento controle somente atinge esse valor de pH com 3,5 horas de fermentação.

Pode-se concluir que a BBV propicia um meio adequado à atividade das BAL com o incremento de sua atividade metabólica, em vista do menor pH mensurado nos tratamentos com BBV, o que permite acelerar o processo de fabricação de iogurte. Esse fato é de extrema relevância, já que possibilitaria uma produção em menor tempo, o que poderia representar lucros por maior eficiência na escala produtiva na indústria alimentícia.

Os tratamentos com adição de 3, 5 e 10% de biomassa de banana verde analisados apresentam a estabilidade no pH final em 4,4 somente com 14 dias de armazenamento, não havendo diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) a partir desse período até os 21 dias de avaliação neste estudo.

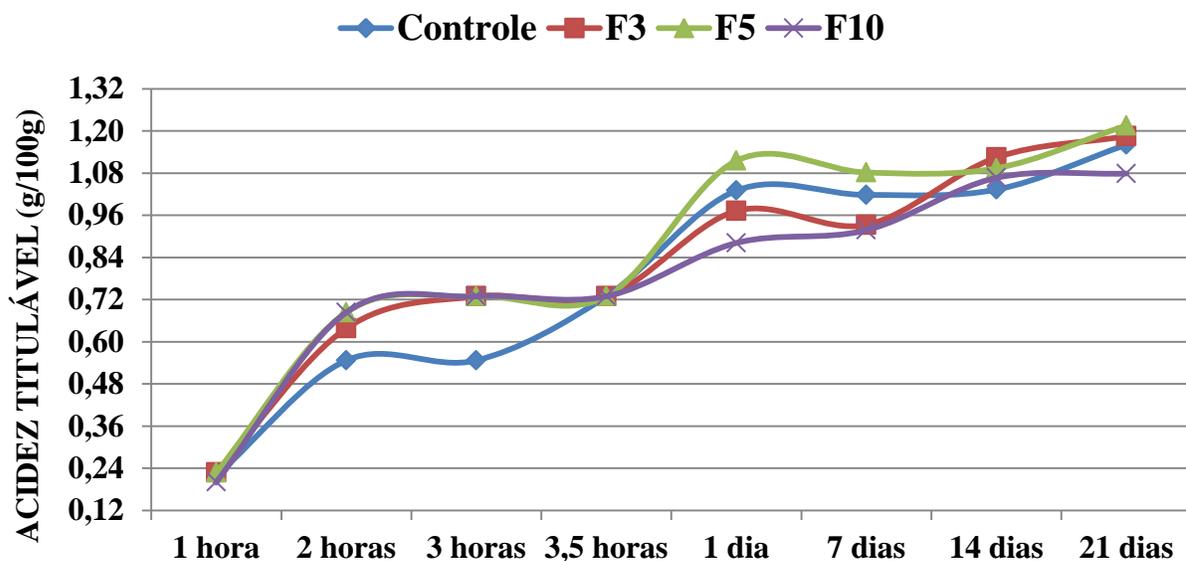
Importante ressaltar que a avaliação dos valores de pH durante o seu prazo de validade é importante no controle de qualidade, porque, quando um iogurte apresenta baixa acidez ( $\text{pH} > 4,6$ ), ocorre a separação do soro pela deficiência da formação da estrutura de gel com susceptibilidade à sinérese. Como também no caso de valores de  $\text{pH} < 4,0$ , ocorre a contração do coágulo devido a uma redução da hidratação de proteínas tornando a sinérese susceptível (THAMER; PENNA, 2006). Em todos os tratamentos, constata-se o decaimento do pH durante o prazo de validade de todas as formulações analisadas dentro dos padrões tecnológicos tradicionais de fabricação de iogurtes (Figura 11). Porém, verifica-se que todos os demais tratamentos com adição de BBV ( $\text{pH} = 4,4$ ) apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação ao tratamento Controle ( $\text{pH} = 4,5$ ). O menor pH nos tratamentos com adição de BBV pode estar relacionado com a disponibilização de AR presente na BBV, que teria ação prebiótica para as BAL aumentando a atividade de produção de ácido láctico.

Os valores de pH final deste estudo variaram entre 4,5 (Controle) e 4,4 para os demais tratamentos com adição de BBV. Valores semelhantes são encontrados por Lucatto (2013), entre 4,33 e 4,38, e por Furlani et al. (2020) avaliando iogurtes comercializados com pH de 4,33.

Ao analisarem iogurtes probióticos com adição de BBV (3%, 5% e 10%), Costa et al. (2017) encontraram valores similares ao deste estudo, variando entre 4,5 e 4,3.

De acordo com Caldeira et al. (2010), o pH é um parâmetro fundamental relacionado com o aspecto visual do produto lácteo; portanto, é necessário que os laticínios adotem rigorosos programas de controle de qualidade para que não ocorra separação de fases, acidificação elevada influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações nas características sensoriais que poderão tornar um produto lácteo indesejável.

Verifica-se, na Figura 12, um aumento crescente dos teores de ácido láctico no decorrer da vida útil e com variação dos teores de acidez titulável entre 0,20 e 1,22 g/100g (Tabela 3).



**Figura 12.** Curvas de acidez titulável (g/100g) dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos pré-estabelecidos (1, 7, 14 e 21 dias).

**Tabela 3.** Valores de acidez titulável (g/100g) dos iogurtes com BBV durante o processo de fabricação e nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Períodos – h (horas) - d (dias)	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
1 h	<sup>E</sup> 0,22 ± 0,00 <sup>b</sup>	<sup>E</sup> 0,23 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>E</sup> 0,23 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>E</sup> 0,20 ± 0,00 <sup>c</sup>
2 h	<sup>D</sup> 0,55 ± 0,00 <sup>c</sup>	<sup>D</sup> 0,64 ± 0,00 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 0,68 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 0,68 ± 0,00 <sup>a</sup>
3 h	<sup>D</sup> 0,55 ± 0,00 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>
3,5 h	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0,73 ± 0,00 <sup>a</sup>
1 d	<sup>B</sup> 1,03 ± 0,03 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0,97 ± 0,03 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 1,12 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0,88 ± 0,03 <sup>d</sup>
7 d	<sup>B</sup> 1,02 ± 0,03 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0,93 ± 0,01 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 1,08 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0,92 ± 0,03 <sup>c</sup>
14 d	<sup>B</sup> 1,03 ± 0,03 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 1,12 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 1,09 ± 0,00 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 1,07 ± 0,02 <sup>ab</sup>
21 d	<sup>A</sup> 1,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 1,19 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 1,22 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 1,08 ± 0,03 <sup>b</sup>

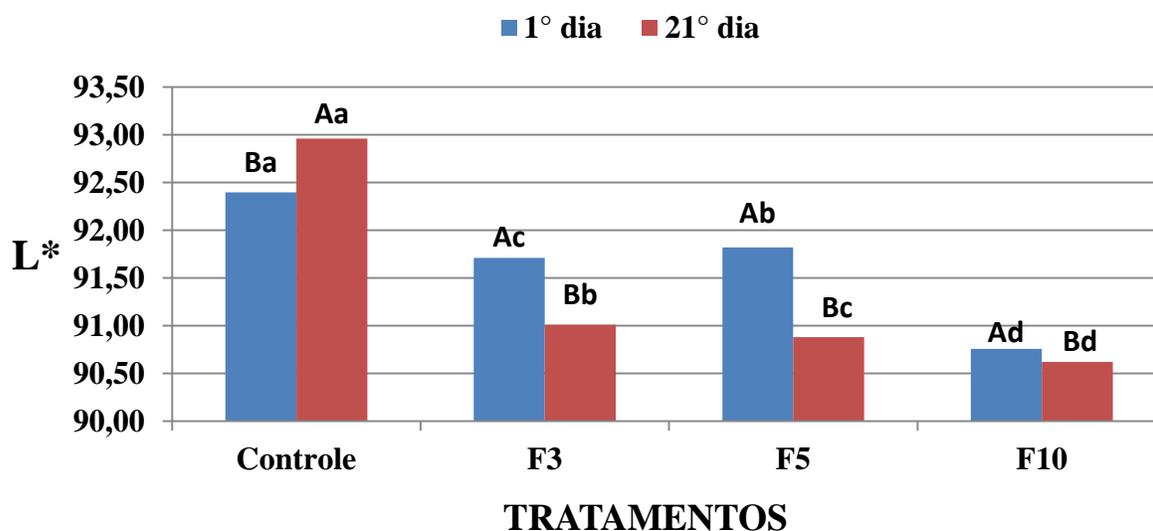
Notas: Resultados expressos como média (g/100g) ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

O intervalo de variação dos teores de acidez titulável de todos os tratamentos deste estudo são semelhantes aos relatados por Furlani et al. (2020) (0,59 a 0,94 g/100g) e por Mendonça et al. (2017) (0,61 a 1,13 g/100g). Na Tabela 3, os valores de acidez titulável durante o processo de fabricação do iogurte apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre tratamentos com BBV. Porém, com 3 horas do processo de fermentação, os três tratamentos com adição de BBV atingem o teor de acidez titulável de 0,73 g/100g. No entanto, o tratamento controle somente atinge este valor de acidez titulável (0,73 g/100g) com 3,5 horas de fermentação. Não se verificam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), aos 21 dias, entre os pH dos tratamentos avaliados.

Contudo, a acidez titulável do tratamento com 10% BBV varia de 0,20 g/100g (1 hora) a 1,08 g/100g (21 dias). Pode-se notar que, entre os tratamentos analisados, o menor teor de acidez titulável no início da fabricação do iogurte e o menor pH final detectados foi do tratamento com 10% BBV. A Tabela 3 apresenta diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos analisados nos dois períodos supracitados. Os resultados deste estudo se enquadram no padrão legal que determina o iogurte com acidez variando de 0,6 a 1,5 (g de ácido láctico/100g) (BRASIL, 2007).

Em relação à coordenada  $L^*$  (luminosidade), verifica-se, na Figura 13, uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos, no primeiro dia e aos 21 dias.



**Figura 13.** Evolução da coordenada  $L^*$  nos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Verifica-se um progressivo escurecimento dos iogurtes à medida que se aumenta a porcentagem de BBV adicionada ao iogurte, já que o coágulo do iogurte é de cor mais branca e a biomassa de banana verde é de cor mais escura (Figura 13). Tal fato pode ser explicado já que, durante o processo de obtenção da BBV, a banana verde é submetida ao aquecimento imersa em água, acarretando a gelatinização do seu amido. Em água fria, o amido é insolúvel. Porém, quando aquecido, as moléculas iniciam um processo vibratório intenso com a quebra das pontes de hidrogênio intermoleculares. Este processo permite a entrada de água, que promove a gelatinização acarretando o intumescimento dos grânulos de amido e o aumento da viscosidade.

A transparência da pasta de amido pode variar de transparente a opaca. Esta propriedade está relacionada com a dispersão da luz resultante da associação da amilose e de outros componentes dentro do amido. Após o cozimento da suspensão de amido, os grânulos intumescem e perdem a birrefringência, permitindo a passagem de luz, sendo possível, desta forma, detectar a sua transparência (CONTO et al., 2011). Entretanto, o escurecimento da BBV no decorrer do tempo de armazenamento em refrigeração resulta do fenômeno da retrogradação do amido com o rearranjo das macromoléculas de amilose e da amilopectina formando uma estrutura granular mais organizada, com maior associação entre as cadeias, o que dificulta a passagem de luz.

Ao analisarem BBV de sete cultivares diferentes, Leonel et al. (2011) encontraram que teores de amidos extraídos apresentam consideráveis teores de amilose (26,68 a 33,95%), elevados picos de viscosidade e viscosidade final, tendência à retrogradação e faixa de gelatinização de 60 a 73 °C. Assim, a utilização da cultivar “Prata” neste estudo e seu aquecimento à temperatura acima de 100 °C para obtenção da BBV levou à formação do amido retrogradado, que favoreceu o escurecimento da BBV. Além disso, os consideráveis teores de amilose nas BBV proporcionam maior susceptibilidade ao fenômeno da retrogradação.

A tendência da pasta do amido em tornar-se opaca se deve à retrogradação, que acarreta o decréscimo na transmitância da luz, sendo mais acentuada no amido nativo de banana, que apresentou maior tendência à retrogradação. A gelatinização dos grânulos de amido está associada à perda da birrefringência e da estrutura cristalina em razão da quebra da dupla hélice na região cristalina e da lixiviação da amilose (JIMÉNEZ MARCO et al., 2012).

A recristalização do amido ocorre facilmente em temperaturas abaixo de 0 °C, mas também acima de 100 °C. A retrogradação do amido é intensificada por congelamento e

descongelamento repetidos da pasta (WU et al., 2010). Em vista desta citação, este estudo estabeleceu o porcionamento da BBV em potes de 250 mL, para que, em cada repetição do processo de fabricação do iogurte, somente fosse utilizada BBV descongelada uma única vez, com o intuito de reduzir a probabilidade de ocorrência do fenômeno de retrogradação.

O fenômeno da gelatinização pode explicar outro fato que propiciou uma maior solubilidade da BBV quando adicionada ao leite à temperatura de 42 °C, antes do processo de fermentação, já que a BBV esteve exposta ao aquecimento contínuo por 3,5 horas, o que permitiu a gelatinização do amido. Visto que testes preliminares demonstraram a formação de grumos de amido insolúveis quando a BBV foi adicionada depois da fermentação, este escurecimento pode prejudicar a aceitação dos consumidores em relação ao produto lácteo. Faz-se, assim, necessário um painel sensorial com a adoção de um teste de aceitação para sanar essas dúvidas.

Em relação à coordenada L\* (luminosidade), verifica-se, na Tabela 4, uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos. No tratamento Controle, o valor da coordenada L\* variou de 92,40 (1º dia) para 92,96 (21 dias). A cor deste iogurte ficou mais clara, já que no decorrer do tempo por ação do pH abaixo do ponto isoelétrico das proteínas lácteas (4,6) tornando o coágulo firme no decorrer do seu prazo de validade. Além disso, a ausência de BBV no tratamento Controle propiciou maior luminosidade, visto que a presença dela provoca o escurecimento da formulação por causa do amido retrogradado com estrutura granular, que aumenta a quantidade de luz absorvida e diminui a quantidade de luz refletida.

**Tabela 4.** Valores da coordenada L\* dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

Coordenada L* / dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
1º dia	<sup>B</sup> 92,40 ± 0,14 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 91,71 ± 0,04 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 91,82 ± 0,08 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 90,76 ± 0,03 <sup>d</sup>
21º dia	<sup>A</sup> 92,96 ± 0,09 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 91,01 ± 0,08 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 90,88 ± 0,15 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 90,62 ± 0,02 <sup>d</sup>

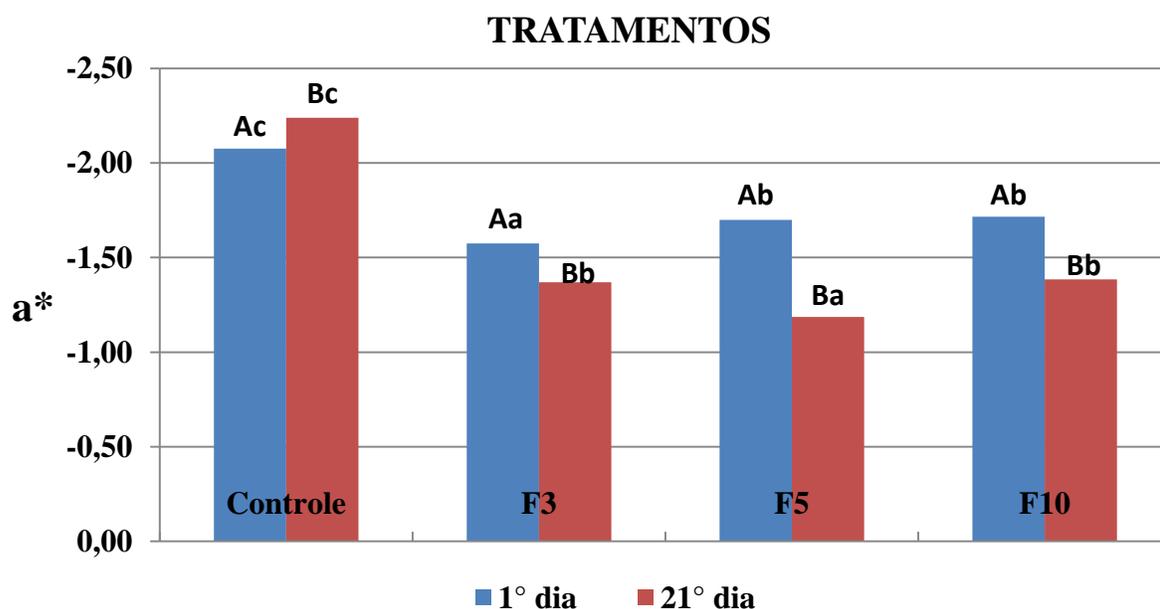
Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Os valores da coordenada L\* indicam um escurecimento no decorrer dos períodos com adição de BBV (Tabela 4). Tal fato é corroborado por Riquette et al. (2019) que avaliaram a influência do tempo de armazenamento refrigerado e congelado sob o índice de escurecimento da BBV. Os pesquisadores observaram que o armazenamento em congelamento aumentou significativamente a taxa de escurecimento do produto após 30 dias.

Os valores da coordenada L\* obtidos neste estudo no primeiro dia e aos 21 dias, respectivamente, para os tratamentos com 3% de BBV (91,71 e 91,01), 5% de BBV (91,82 e 90,88) e com 10% de BBV (90,76 e 90,62) são semelhantes aos valores encontrados por Silveira et al. (2017) para o tratamento com 5% de BBV (87,12) e com 10% de BBV (88).

Com relação à coordenada a\* (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho), a Figura 14 apresenta uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o primeiro dia e aos 21 dias como também entre os tratamentos.



**Figura 14.** Evolução da coordenada a\* nos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Estudos demonstram que os pigmentos apresentam variações de cor de acordo com o tratamento térmico exposto. Após os tratamentos térmicos, os seguintes pigmentos apresentam certas alterações: pigmentos de clorofila (verde), termossensíveis, se apresentaram mais escuros

devido à expulsão de gás dos espaços intercelulares; pigmentos carotenoides (amarelo, laranja e vermelho) não foram afetados pelo calor, mas houve pequenas modificações com o cozimento em meio básico; no caso do pigmento antocianina (vermelho, roxo e azul), tanto em meio ácido quanto em meio básico, se apresentam estáveis ao aquecimento (ROCHA; REED, 2014). Primeiramente, por ser a clorofila termossensível, parte dela foi degradada durante o processo de obtenção da BBV e, durante o tempo de armazenagem dos iogurtes com BBV, apresentou perda da coloração verde. Este fato pode decorrer da provável degradação da clorofila em razão do decaimento do pH dos iogurtes avaliados. Assim decorre exposição da cor expressa pelos pigmentos carotenoides e as antocianinas que, por serem termoestáveis, persistiram na BBV mesmo após o processo de aquecimento (Figura 5).

Os valores da coordenada  $a^*$  obtidos neste estudo no primeiro dia e aos 21 dias, respectivamente, para os tratamentos com 3% de BBV (-1,57 e -1,37), 5% de BBV (-1,70 e -1,19) e 10% de BBV (-1,72 e -1,32). No primeiro dia, à medida que se aumenta a concentração de BBV indica à tendência a cor verde. Silveira et al. (2017) encontraram valores aproximados aos valores deste estudo com os valores da coordenada  $a^*$  no tratamento com 5% de BBV (0,28) e 10% de BBV (0,27). A coordenada  $a^*$  apresenta uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o primeiro dia e aos 21 dias do tratamento Controle (-2,08 a -2,24) (Tabela 5). Contudo, no tratamento Controle, foi identificada uma tendência oposta, com aumento da coloração verde.

**Tabela 5.** Valores da coordenada  $a^*$  dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

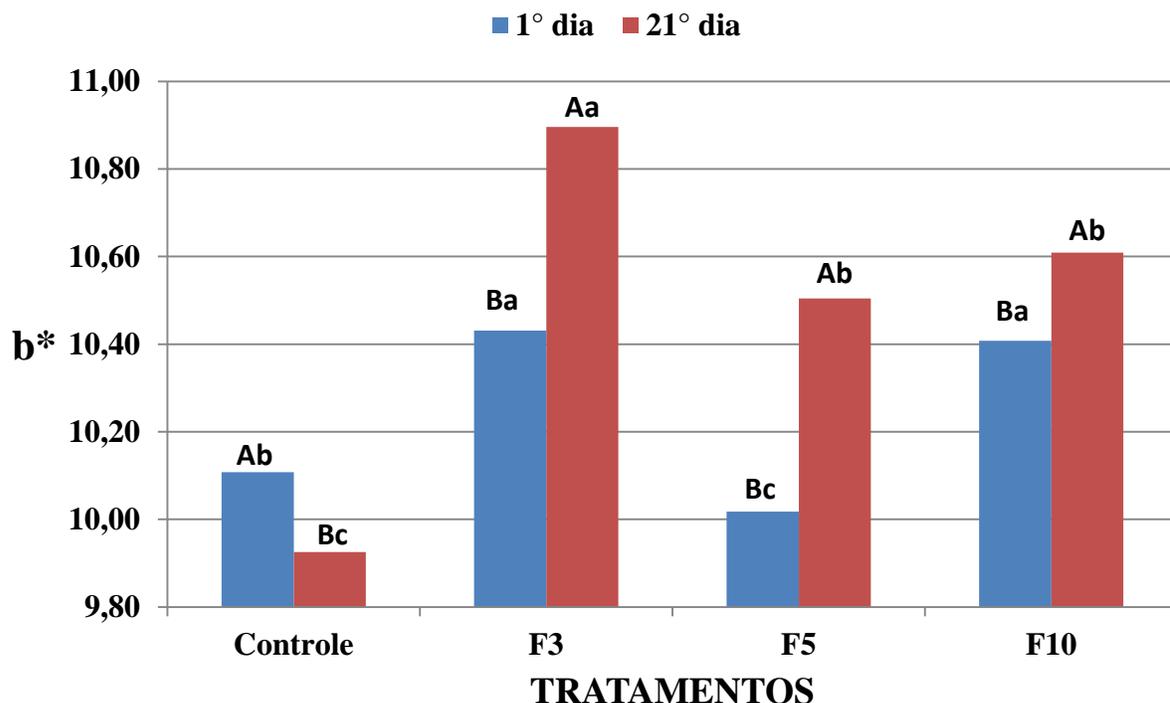
Coordenada $a^*$ /	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>1º dia</b>	<sup>A</sup> -2,08 ± 0,06 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> -1,57 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -1,70 ± 0,06 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> -1,72 ± 0,03 <sup>b</sup>
<b>21º dia</b>	<sup>B</sup> -2,24 ± 0,04 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> -1,37 ± 0,04 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> -1,19 ± 0,04 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> -1,38 ± 0,03 <sup>b</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Com relação à coordenada  $b^*$  (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo), verifica-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos no primeiro dia e aos 21 dias, com

exceção do tratamento Controle, com inclinação para perda da cor amarela tendendo ao aumento da cor azul. Porém, os demais tratamentos com BBV de acordo com crescente adição de BBV indicam propensão ao aumento da coloração amarelada (Figura 15).



**Figura 15.** Evolução da coordenada b\* nos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Com relação à coordenada b\*, verifica-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). A Figura 15 apresenta uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o primeiro dia e aos 21 dias de cada tratamento, com exceção do tratamento Controle, com tendência de perda da cor amarela voltando-se para a cor azul. No decorrer do tempo, ela indica a propensão ao aumento da cor amarela decorrente da degradação da clorofila e síntese dos pigmentos carotenoides e/ou revelação dos pigmentos preexistentes na BBV que expressam a cor amarela.

Os valores da coordenada b\* obtidos no primeiro dia e aos 21 dias, respectivamente, para os tratamentos com 3% de BBV (10,43 e 10,90), 5% de BBV (10,02 e 10,50) e 10% de BBV (10,41 e 10,61). Silveira et al. (2017) encontraram valores aproximados aos valores deste estudo,

com os valores da coordenada  $b^*$  no tratamento com 5% de BBV (12,63) e com 10% de BBV (13,31) (Tabela 6). Com relação à coordenada  $b^*$ , verifica-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o primeiro dia e aos 21 dias no Controle (10,11 e 9,93).

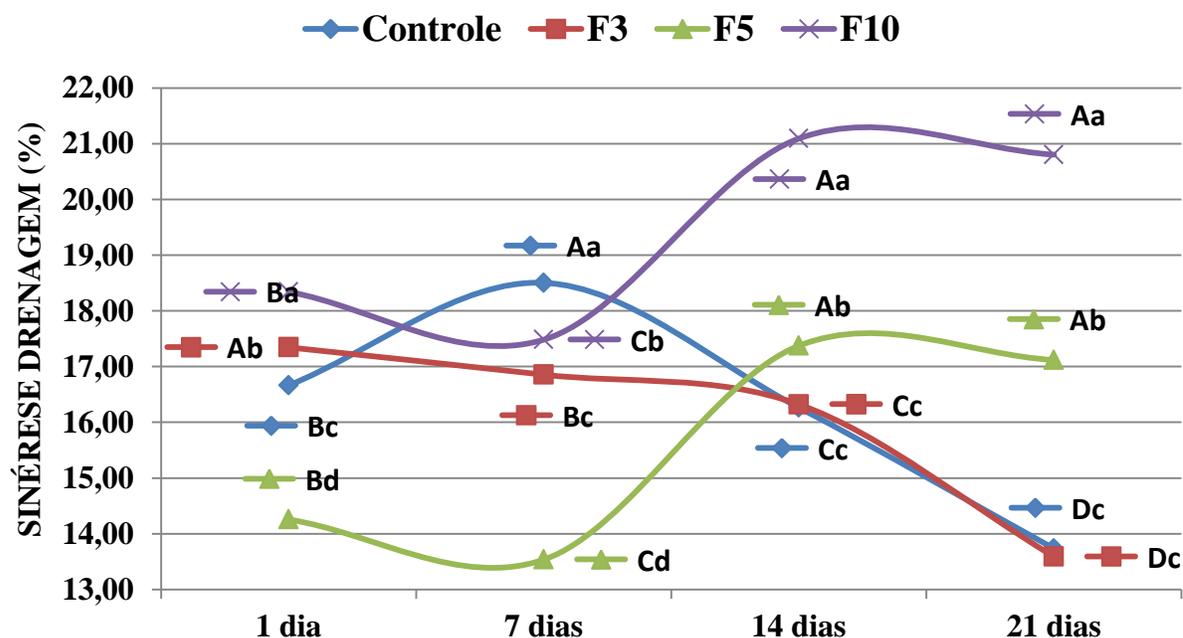
**Tabela 6.** Valores da coordenada  $b^*$  dos iogurtes com BBV nos 1º e 21º dias.

Coordenada $b^*$ /	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
1º dia	<sup>A</sup> 10,11 ± 0,04 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 10,43 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 10,02 ± 0,11 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 10,41 ± 0,04 <sup>a</sup>
21º dia	<sup>B</sup> 9,93 ± 0,14 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 10,90 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 10,50 ± 0,03 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 10,61 ± 0,17 <sup>b</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

A Figura 16 apresenta as curvas de sinérese por drenagem dos iogurtes avaliados.



**Figura 16.** Curvas da sinérese por drenagem nos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Não houve valores de sinérese espontânea em nenhum dos tratamentos, fato que pode ser explicado, já que, durante a coleta de dados desta análise, houve menor perturbação física das amostras, o que manteve os coágulos firmes, com capacidade de reter a água livre e evitar a sinérese. Os valores foram extremamente diversos dos apresentados em comparação aos outros dois métodos analisados (por drenagem e centrifugação). Em um estudo para o desenvolvimento de um método para caracterizar a separação de soro de forma espontânea, concluiu-se que o método de sinérese espontânea é dependente do recipiente de incubação (HATANAKA, 2009).

Analisando os dados da Tabela 7 e da Figura 16, tanto no tratamento Controle quanto com 3% de BBV, constata-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos em questão com a diminuição progressiva da sinérese por drenagem, no decorrer do prazo de validade, devido a formação de um coágulo firme capaz de reter a água livre desta solução. Nos resultados de sinérese por drenagem (Tabela 7) na relação entre os tratamentos analisados, percebe-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), com o maior índice de sinérese do tratamento a 10% de BBV (20,80%) seguido pelo tratamento 5% de BBV (17,12%). Contudo, na relação entre o tratamento Controle (13,73%) e o tratamento com 3% de BBV (13,59%), não houve diferença significativa, os valores dos índices de sinérese por drenagem são similares.

**Tabela 7.** Valores de sinérese por drenagem dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Sinérese / dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>Drenagem (%)</b>				
<b>1 dia</b>	<sup>B</sup> 16,66 ± 0,27 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 17,34 ± 0,21 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 14,26 ± 0,12 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 18,34 ± 0,44 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>	<sup>A</sup> 18,50 ± 0,27 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 16,85 ± 0,11 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 13,54 ± 0,11 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 17,48 ± 0,16 <sup>b</sup>
<b>14 dias</b>	<sup>C</sup> 16,26 ± 0,06 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 16,32 ± 0,16 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 17,37 ± 0,31 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 21,09 ± 0,54 <sup>a</sup>
<b>21 dias</b>	<sup>D</sup> 13,73 ± 0,70 <sup>c</sup>	<sup>D</sup> 13,59 ± 0,10 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 17,12 ± 0,39 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 20,80 ± 0,56 <sup>a</sup>

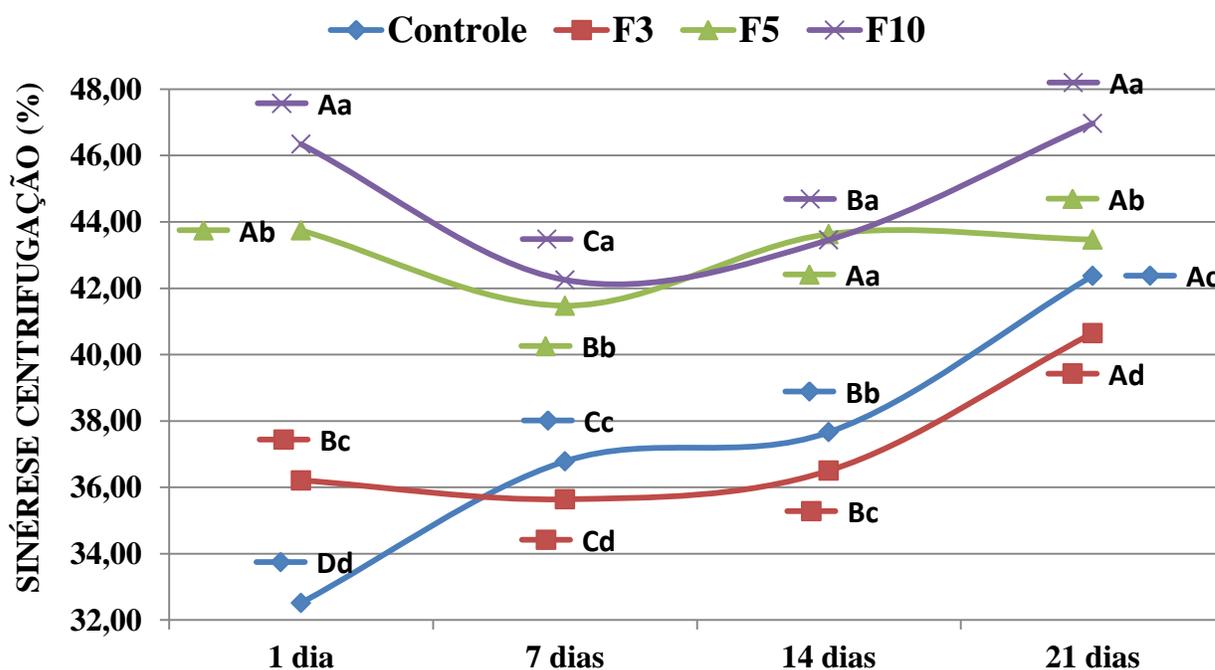
Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

No entanto, no caso dos tratamentos com 10% de BBV e 5% de BBV, os resultados apresentam uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 7) entre os períodos. Nestes casos em questão, com o aumento progressivo da sinérese de drenagem no decorrer do prazo de validade, houve a sedimentação da BBV no tratamento com 10% de BBV com a diminuição da capacidade de retenção de água destas amostras e os maiores índices de sinéreses aos 21 dias.

A presença de amido nativo na BBV propicia alguns inconvenientes tecnológicos, pois características como baixa resistência ao cisalhamento e decomposição, alta retrogradação e sinérese, instabilidade de sua estrutura em diferentes condições de temperatura, pH e pressão, dificultam a utilização de amidos nativos (ZIEBA; SZUMNY; KAPELKO, 2011). Entretanto, modificações podem ser feitas antes da aplicação de amidos nativos para fins industriais. A sinérese foi bastante reduzida nos amidos modificados da banana (ALMEIDA, 2013).

A Figura 17 apresenta as curvas de sinérese por centrifugação dos iogurtes avaliados neste estudo em questão.



**Figura 17.** Curvas da sinérese por centrifugação nos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Nos resultados da Tabela 8 e da Figura 17, tanto no tratamento Controle quanto no tratamento com 3% de BBV, constata-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos em questão com o aumento progressivo da sinérese por centrifugação. Nos resultados de sinérese por centrifugação (Tabela 8) na relação entre os tratamentos analisados, nota-se uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) com o maior índice de sinérese do tratamento a 10% de BBV (46,97%) seguido de 5% de BBV (43,47%), Controle (42,78%) e com 3% de BBV (40,65%) aos 21 dias. Tais fatos estão relacionados com o fenômeno que ocorre após o resfriamento da BBV, no qual alguns polímeros de amilose e amilopectina solubilizados começam a se reassociar e formam um precipitado ou gel ocorrendo um aumento de opacidade e coesão da BBV (retrogradação) (ALBUQUERQUE, 2011). Como consequência deste fenômeno, deu-se a sinérese no tratamento com 10% de BBV (46,97%), que se apresentava em maior porcentagem de BBV adicionada na sua formulação entre os tratamentos avaliados.

**Tabela 8.** Valores de sinérese por centrifugação dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

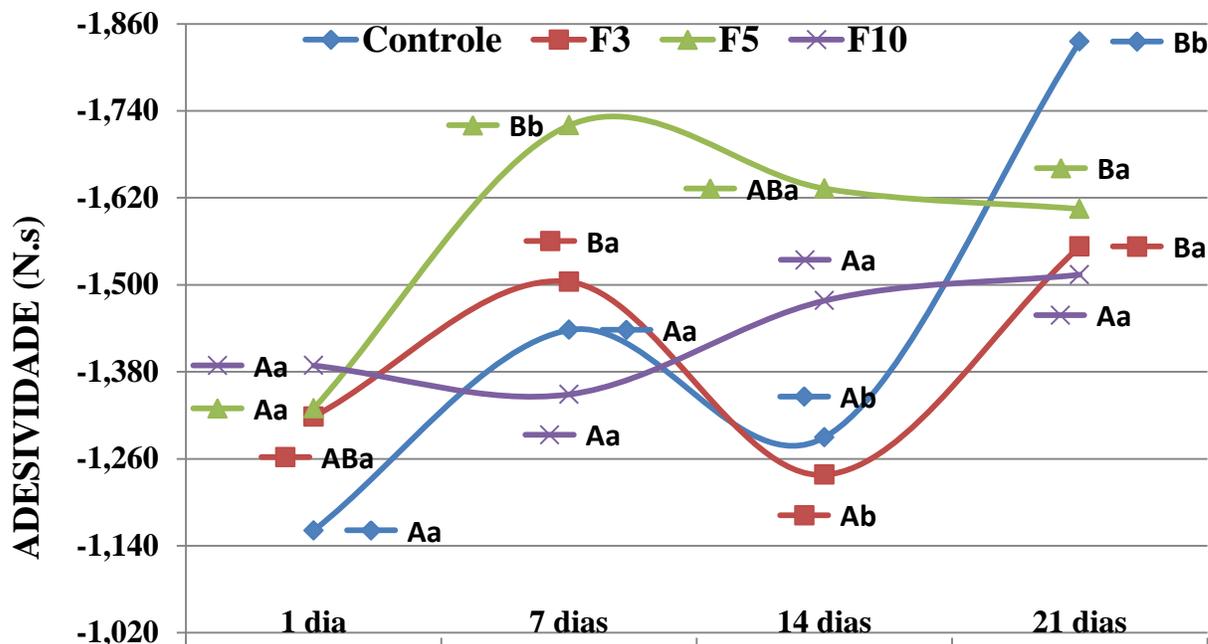
Sinérese / dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>Centrifugação (%)</b>				
<b>1 dia</b>	<sup>D</sup> 32,52 ± 0,20 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 36,21 ± 0,16 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 43,74 ± 0,27 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 46,34 ± 0,29 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>	<sup>C</sup> 36,78 ± 0,09 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 35,64 ± 0,14 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 41,48 ± 0,22 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 42,25 ± 0,16 <sup>a</sup>
<b>14 dias</b>	<sup>B</sup> 37,66 ± 0,12 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 36,50 ± 0,28 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 43,63 ± 0,24 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 43,46 ± 0,18 <sup>a</sup>
<b>21 dias</b>	<sup>A</sup> 42,38 ± 0,42 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 40,65 ± 0,17 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 43,47 ± 0,27 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 46,97 ± 0,52 <sup>a</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Nos tratamentos com 10% de BBV e 5% de BBV, os resultados não apresentam diferença significativa ( $p > 0,05$ ) (Tabela 8) entre o primeiro e o 21º dias de armazenamento devido ao aumento progressivo da sinérese por centrifugação no decorrer do tempo. Valores menores foram relatados por Cavalcanti (2016) 23.60% e Hatanaka (2009) 23,70%.

A Figura 18 apresenta as curvas de adesividade, e a Tabela 9 mostra os valores de adesividade avaliados em todos os tratamentos nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.



**Figura 18.** Curvas de adesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

**Tabela 9.** Valores de adesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Adesividade (N.s) / dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>1 dia</b>	<sup>A</sup> -1,161 ± 0,221 <sup>a</sup>	<sup>AB</sup> -1,318 ± 0,167 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -1,329 ± 0,165 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -1,389 ± 0,254 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>	<sup>A</sup> -1,438 ± 0,194 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> -1,504 ± 0,113 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> -1,720 ± 0,065 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> -1,349 ± 0,119 <sup>a</sup>
<b>14 dias</b>	<sup>A</sup> -1,290 ± 0,184 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> -1,238 ± 0,100 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> -1,633 ± 0,164 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -1,478 ± 0,183 <sup>a</sup>
<b>21 dias</b>	<sup>B</sup> -1,835 ± 0,054 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> -1,553 ± 0,093 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> -1,605 ± 0,062 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> -1,514 ± 0,157 <sup>a</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

A Tabela 9 apresenta os resultados de adesividade nos quais todos os tratamentos analisados apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) aos 21 dias, com exceção do tratamento com 10% de BBV, em que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Apesar disso, em todos os tratamentos, ocorre um progressivo aumento dos seguintes intervalos de adesividade na ordem decrescente: Controle (-1,835 a -1,161 N.s); 5% de BBV (-1,514 a -1,389 N.s); 3% de BBV (-1,553 a -1,318 N.s); e 10% de BBV (-1,514 a -1,389 N.s).

Os menores valores de adesividade, aos 21 dias, nos iogurtes com BBV demonstram a interferência na adesividade, visto que o iogurte controle apresentou maior adesividade. Em relação aos valores de adesividade aos 21 dias, verifica-se que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos com adição de BBV, porém, o Controle apresenta uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos.

Nos resultados de coesividade dos tratamentos deste estudo, não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos tratamentos analisados aos 21 dias. O intervalo de valores de coesividade é de 0,67 a 0,71. Os valores de coesividade similar em todos os tratamentos demonstram a não interferência da BBV neste parâmetro, e esta característica está relacionada com a formação do coágulo nos iogurtes (Figura 19).

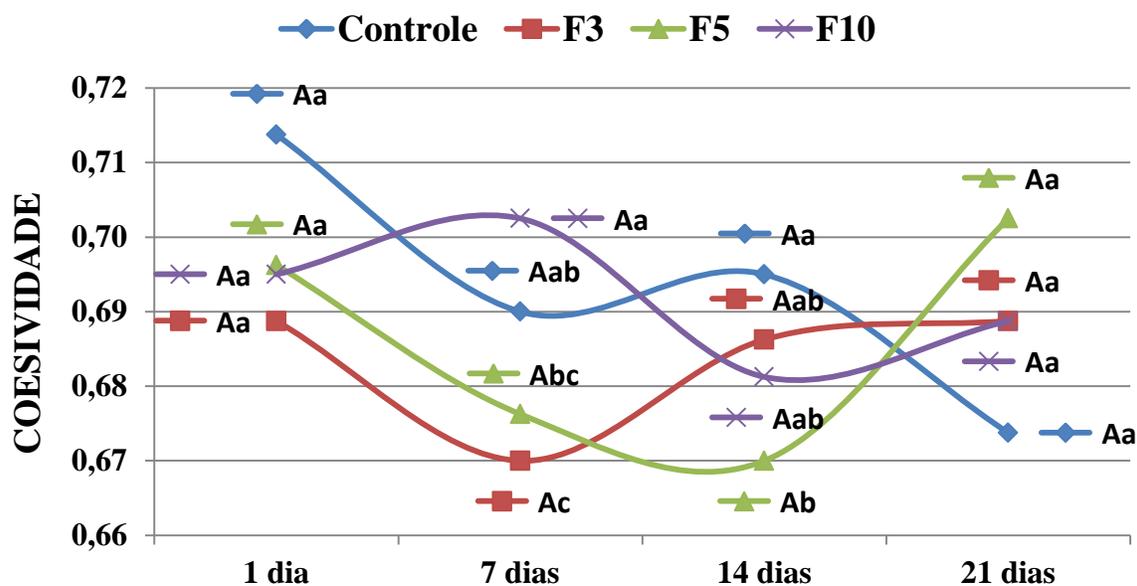


Figura 19. Curvas de coesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Resultados similares aos encontrados neste estudo foram relatados por Silveira et al. (2016) (0,59 a 0,74), porém valores menores de viscosidade foram também relatados (Tabela 10).

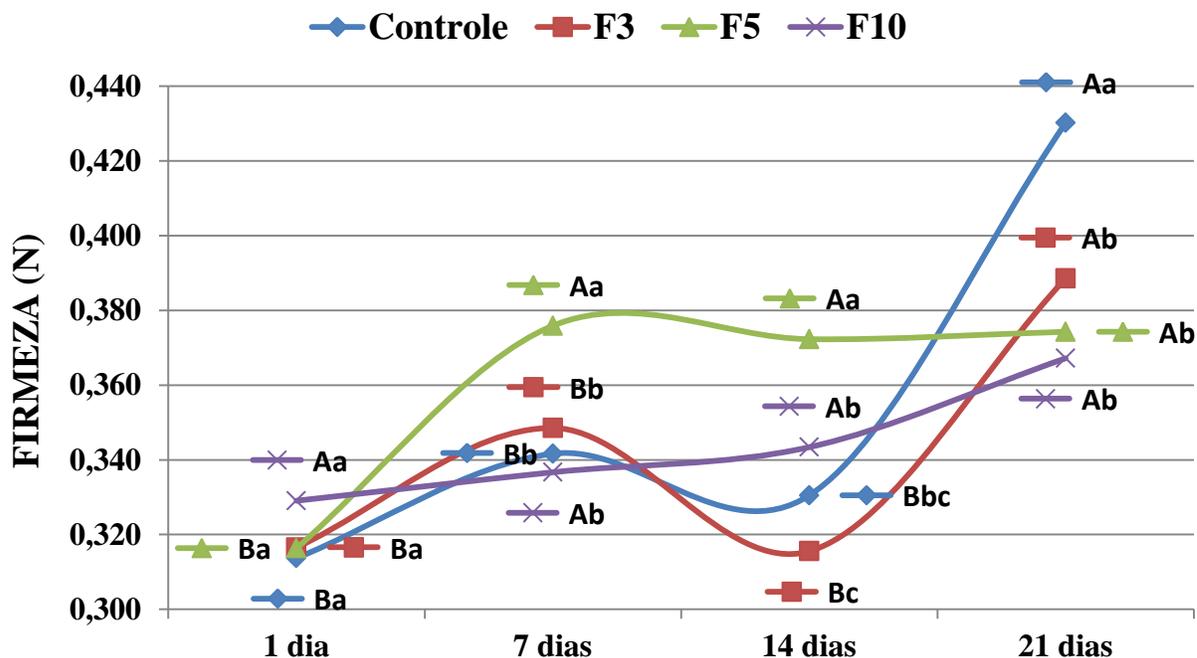
**Tabela 10.** Valores de coesividade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Coesividade/dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>1 dia</b>	<sup>A</sup> 0,71 ± 0,05 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,69 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,70 ± 0,03 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,70 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>	<sup>A</sup> 0,69 ± 0,01 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 0,67 ± 0,02 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 0,68 ± 0,02 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 0,70 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>14 dias</b>	<sup>A</sup> 0,70 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,69 ± 0,02 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 0,67 ± 0,02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0,68 ± 0,01 <sup>ab</sup>
<b>21 dias</b>	<sup>A</sup> 0,67 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,69 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,70 ± 0,02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,69 ± 0,04 <sup>a</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Curvas de firmeza dos tratamentos nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias (Figura 20).



**Figura 20.** Curvas de firmeza dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

A Tabela 11 apresenta os resultados de firmeza nos quais todos os tratamentos analisados apresentam uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos, com exceção do tratamento com 10% de BBV, em que não há essa diferença ( $p > 0,05$ ). Todavia, nota-se um aumento em todos os tratamentos, sendo os seguintes os intervalos de firmeza na ordem decrescente: Controle (0,430 a 0,314 N); 3% de BBV (0,389 a 0,317 N); 5% de BBV (0,374 a 0,316 N); e 10% de BBV (0,367 a 0,329 N). O decréscimo dos valores de firmeza, à medida que se adiciona a BBV nos tratamentos, demonstra a interferência da BBV, visto que o iogurte controle apresentou a maior firmeza. Em relação aos valores de firmeza, aos 21 dias, percebe-se que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos com adição de BBV, porém o Controle apresenta uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos. Furlani et al. (2020) encontraram valores de firmeza (0,112 a 0,221 N) abaixo dos valores deste estudo.

**Tabela 11.** Valores de firmeza dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

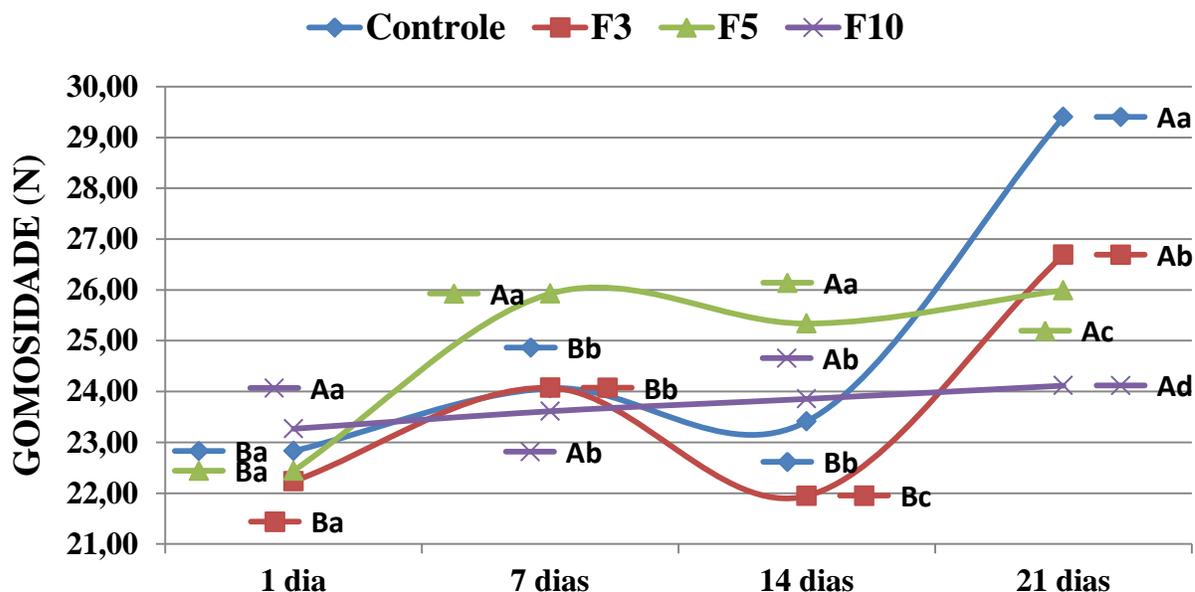
Firmeza (N)/dias	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
<b>1 dia</b>	<sup>B</sup> 0,314 ± 0,014 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0,317 ± 0,025 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0,316 ± 0,020 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,329 ± 0,032 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>	<sup>B</sup> 0,342 ± 0,025 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0,349 ± 0,015 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0,376 ± 0,013 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,337 ± 0,015 <sup>b</sup>
<b>14 dias</b>	<sup>B</sup> 0,331 ± 0,015 <sup>bc</sup>	<sup>B</sup> 0,316 ± 0,019 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 0,372 ± 0,023 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,343 ± 0,021 <sup>b</sup>
<b>21 dias</b>	<sup>A</sup> 0,430 ± 0,021 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0,389 ± 0,019 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0,374 ± 0,020 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0,367 ± 0,045 <sup>b</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Os resultados de gomosidade de todos os tratamentos analisados apresentam uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os períodos, com exceção do tratamento com 10% de BBV, no qual não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Em todos os tratamentos, ocorre um aumento progressivo, com os seguintes intervalos de gomosidade em ordem decrescente: Controle (29,40 a 22,83 N); 3% de BBV (26,69 a 22,23 N); 5% de BBV (25,99 a 22,44 N); e 10% de BBV (24,12 a 23,27 N). Em relação aos valores de gomosidade (21 dias), verifica-se que há diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos. O decréscimo dos valores de gomosidade, à medida que se adiciona a BBV nos tratamentos, demonstra a interferência na

gomosidade, que é a energia necessária para mastigar um semissólido. Neste estudo, o iogurte pode ser classificado como um fluido não newtoniano e pseudoplástico, por isso as análises realizadas foram feitas até a temperatura de 10 °C, já que o iogurte pode sofrer alterações de textura com variações de temperatura de conservação (Figura 21 e Tabela 12).



**Figura 21.** Curvas de gomosidade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

Nota: Letras minúsculas distintas (tratamentos) e letras maiúsculas distintas (períodos) indicam diferenças significativas segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

**Tabela 12.** Valores de gomosidade dos iogurtes com BBV nos períodos: 1, 7, 14 e 21 dias.

		Tratamentos			
Gomosidade (N)		Controle	F3	F5	F10
/ dias					
<b>1 dia</b>		<sup>B</sup> 22,83 ± 2,00 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 22,23 ± 1,61 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 22,44 ± 0,83 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 23,27 ± 1,66 <sup>a</sup>
<b>7 dias</b>		<sup>B</sup> 24,06 ± 1,51 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 24,07 ± 1,11 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 25,93 ± 0,91 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 23,61 ± 1,05 <sup>b</sup>
<b>14 dias</b>		<sup>B</sup> 23,41 ± 1,00 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 21,95 ± 1,31 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 25,34 ± 1,01 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 23,86 ± 1,08 <sup>b</sup>
<b>21 dias</b>		<sup>A</sup> 29,40 ± 0,52 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 26,69 ± 0,60 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 25,99 ± 0,71 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 24,12 ± 0,84 <sup>d</sup>

Notas: Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, e médias, na mesma coluna, antecedidas por letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os períodos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Na Tabela 13, são apresentados os valores das análises microbiológicas realizadas no iogurte controle e nos demais tratamentos com adição de BBV.

**Tabela 13.** Resultados médios das análises microbiológicas realizadas nos iogurtes com BBV.

Parâmetros	Tratamentos			
	Controle	F3	F5	F10
Coliformes a 35 °C (NMP/mL)	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8
Coliformes a 45 °C (NMP/mL)	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8
Bolores e leveduras (UFC/mL)	2,1 x 10 <sup>3</sup> <sup>b</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup> <sup>c</sup>	2,1 x 10 <sup>1</sup> <sup>d</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup> <sup>a</sup>
<i>S. thermophilus</i> (UFC/mL - 1 dia)	7,5 x 10 <sup>11</sup> <sup>a</sup>	4,0 x 10 <sup>11</sup> <sup>c</sup>	6,2 x 10 <sup>11</sup> <sup>b</sup>	2,4 x 10 <sup>9</sup> <sup>d</sup>
<i>S. thermophilus</i> (UFC/mL - 21 dias)	5,3 x 10 <sup>8</sup> <sup>d</sup>	9,3 x 10 <sup>9</sup> <sup>b</sup>	2,5 x 10 <sup>12</sup> <sup>a</sup>	3,2 x 10 <sup>9</sup> <sup>c</sup>
<i>L. bulgaricus</i> (UFC/mL - 1 dia)	1,3 x 10 <sup>12</sup> <sup>b</sup>	4,3 x 10 <sup>11</sup> <sup>d</sup>	1,4 x 10 <sup>12</sup> <sup>a</sup>	1,2 x 10 <sup>12</sup> <sup>c</sup>
<i>L. bulgaricus</i> (UFC/mL - 21 dias)	4,1 x 10 <sup>8</sup> <sup>a</sup>	3,6 x 10 <sup>8</sup> <sup>b</sup>	2,5 x 10 <sup>8</sup> <sup>d</sup>	3,4 x 10 <sup>8</sup> <sup>c</sup>

Notas: UFC – Unidade Formadora de Colônias; NMP Número Mais Provável.

Médias, na mesma linha, seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos segundo o teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Os resultados obtidos indicam ausência de coliformes a 35 °C e a 45 °C (Tabela 13). Seguindo os critérios de aceitação do plano de amostragem de três classes, todos os tratamentos são considerados aceitáveis e estão em conformidade com as exigências legais vigentes (BRASIL, 2007) estabelecem como critério microbiológico para leites fermentados um limite máximo de coliformes a 45 °C de até 10 NMP/g e de 100 NMP/g para coliformes a 35 °C/g.

Os resultados alcançados para análise de bolores e leveduras classificam todos os tratamentos com qualidade higiênico-sanitária aceitável, já que nenhuma das amostras atinge o limite mínimo de 50 UFC/g como estabelecem os critérios microbiológicos de aceitação de acordo com a IN n.º 46 (BRASIL, 2007). É importante ressaltar que os iogurtes prebióticos, com 3 e 5% de BBV, apresentaram os menores números de UFC/ml em relação aos demais tratamentos. Como já relatado, a BBV utilizada neste estudo, com 23% de AR, pode ter propiciado a proliferação das BAL e criado um meio inadequado ao crescimento de bolores e

leveduras, tanto que, no tratamento Controle e no tratamento com 10% de BBV, apresentaram as maiores contagens fúngicas. No tratamento com 10% de BBV, importante frisar a sedimentação e a formação de grumos que podem ter diminuído a disponibilidade de AR para as bactérias lácticas.

Em relação à contagem *S. thermophilus*, a Tabela 13 apresenta diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre todos os tratamentos. No primeiro dia, a maior contagem foi do tratamento Controle ( $7,5 \times 10^{11}$  UFC/mL), seguidas por contagens semelhantes 5% de BBV ( $6,2 \times 10^{11}$  UFC/mL), 3% de BBV ( $4,0 \times 10^{11}$  UFC/mL) e 10% de BBV ( $2,4 \times 10^9$  UFC/mL). Nota-se que os tratamentos com adição de 3 e 5% de BBV favoreceram a viabilidade do *S. thermophilus*, porém como mencionado no tratamento a sedimentação do BBV prejudicou o desenvolvimento desta. Aos 21 dias, a maior contagem do *S. thermophilus* foi do tratamento 5% de BBV ( $2,5 \times 10^{12}$  UFC/mL) sendo este o mais recomendado para manutenção das células viáveis.

Em relação à contagem *L. bulgaricus*, a Tabela 13 apresenta diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre todos os tratamentos. No primeiro dia, a maior contagem foi com 5% de BBV ( $1,4 \times 10^{12}$  UFC/mL), seguida por contagens semelhantes no Controle ( $1,3 \times 10^{12}$  UFC/mL), 10% de BBV ( $1,2 \times 10^{12}$  UFC/mL); e 3% de BBV ( $4,3 \times 10^{11}$  UFC/mL). Nota-se que a adição da BBV foi favorável à proliferação inicial do *L. bulgaricus*. Aos 21 dias, a maior contagem *L. bulgaricus* foi do tratamento Controle ( $4,1 \times 10^8$  UFC/mL). Importante frisar que todos os tratamentos atendem à exigência legal de contagem de bactérias lácticas totais viáveis de, no mínimo,  $10^7$  (UFC/g) no produto final durante seu prazo de validade (BRASIL, 2007).

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo sugere que a adição de BBV apresenta potencial prebiótico, visto que proporciona uma eficiente proliferação inicial do *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e a manutenção de sua viabilidade durante os 21 dias de armazenamento do iogurte. Porém, a BBV proporciona uma maior viabilidade do *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* devido à maior contagem de unidades formadoras de colônia, aos 21 dias, em relação ao *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Todos os tratamentos apresentam condições higiênico-sanitárias aceitáveis, uma vez que todos os resultados das análises microbiológicas estão em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pelas legislações vigentes no Brasil. Entretanto, novas pesquisas são necessárias para o desenvolvimento de novas tecnologias para viabilizar o uso industrial do amido nativo da BBV minimizando os inconvenientes tecnológicos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 112-129, mar. 2001. Disponível em: <<https://www.cerealsgrains.org/initiatives/definitions/Documents/DietaryFiber/DFDef.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ABHARI, K. *et al.* The effects of probiotic, prebiotic and symbiotic diets containing *Bacillus coagulans* and inulin on rat intestinal microbiota. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 16, n. 3, p. 267-273, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4782696/pdf/ijvr-16-267.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2020.

AKABANDA, F. *et al.* The use of lactic acid bacteria starter culture in the production of Nunu, a spontaneously fermented milk product in Ghana. **International Journal of Food Science**, v. 2014, p. 1-12, 2014. Disponível em: <<https://downloads.hindawi.com/journals/ijfs/2014/721067.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

ALBUQUERQUE, F. S. M. **Estudo das características estruturais e das propriedades funcionais do amido de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam*) variedades “mole” e “dura”**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2011.

ALEXANDRE, F. A.; FARIA, J. A. F.; CARDOSO, C. F. Avaliação da eficiência da radiação ultravioleta na esterilização de embalagens plásticas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1524-1530, out. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542008000500025&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000500025&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 22 mai. 2020.

ALMEIDA, C. P. de M. **Efeito do fator de concentração nas características de iogurte com baixo teor de lactose obtido por ultrafiltração**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2008.

ALMEIDA, L. F. Amidos: Fontes, estruturas e propriedades funcionais. **Aditivos Ingredientes**, n. 63, p. 26-37, jul./ago. 2009.

ALMEIDA, M. C. B. de M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, provenientes da banana verde, variedade “prata”**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013. Disponível

em: <<http://periodicos.ccta.ufcg.edu.br/index.php/PPSA/article/viewFile/39/7>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

ALVES, M. L. F. **Produção de L(+) ácido láctico por bactérias lácticas utilizando meios com batata**. 2014. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ANYASI, T. A.; JIDEANI, A. I. O.; MCHAU, G. R. A. Functional properties and postharvest utilization of commercial and noncommercial banana cultivars. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, p. 509-522, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12025>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 21. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2019. 3.000 p.

AUORE, G.; PARFAIT, B.; FAHRASMANE, L. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, p. 78-91, 2009.

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

BEMILLER, J. N. Pasting, paste, and gel properties of starch–hydrocolloid combinations. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 2, p. 386-423, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861711004449?via%3Dihub>>. Acesso em: 11 abri. 2021.

BENIS, C. M. **Acompanhamento microbiológico e físico-químico de produtos à base de banana-verde: atuação do tecnólogo em alimentos no controle de qualidade**. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15567/1/LD\\_COALM\\_2019\\_2\\_01.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15567/1/LD_COALM_2019_2_01.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2020.

BERGMAYER, H. U.; BERNET, E. Determination of glucose with oxidase and peroxidase. In: BERGMAYER, H. U. **Methods Enzymatic Analysis**. 2. ed. New York: Academic Press, 1974. p. 205-215.

BEZERRA, J. R. M. V. *et al.* **Introdução à tecnologia de leite e derivados**. Guarapuava: UNICENTRO, 2011. 192 p.

BIANCHI, M. **Benefícios da biomassa de banana verde na diminuição do risco de sobrepeso e/ou obesidade e suas comorbidades**. 2010. 13 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Obesidade, Emagrecimento e Saúde: Abordagem Multidisciplinar) - Ciências da Saúde e Serviços Sociais, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2010.

BIRT, D. F. *et al.* Resistant starch: promise for improving human health. **Advances in Nutrition**, v. 4, n. 6, p. 587-601, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3823506/pdf/587.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

BORGES, T. *et al.* Quanta lactose há no meu iogurte? **Acta Pediátrica Portuguesa**, v. 41, n. 2, p.75-78, 2010.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. Amsterdam: Elsevier, 2002. 416 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 18 de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1999a. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES\\_18\\_1999\\_COMP.pdf/dd30fd35-e7ea-4f8d-be72-ae2e439191b0](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_18_1999_COMP.pdf/dd30fd35-e7ea-4f8d-be72-ae2e439191b0)>. Acesso em: 09 mar. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19 de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1999b. Disponível em:<[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES\\_19\\_1999\\_COMP.pdf/311b03f5-c2f5-4b97-89a8-30331f8145f3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_19_1999_COMP.pdf/311b03f5-c2f5-4b97-89a8-30331f8145f3)>. Acesso em: 11 mar. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 2, de 07 de janeiro de 2002. Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_02\\_2002\\_COMP.pdf/68a25113-35e2-4327-a75f-ae22e714ca7c](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_02_2002_COMP.pdf/68a25113-35e2-4327-a75f-ae22e714ca7c)>. Acesso em: 11 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, anexos a presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 out. 2007. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal**. 2. ed. Brasília: MAPA, 2019. 158p.

CALDEIRA, L. A. *et al.* Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2193-2198, 2010.

CARMO, A. F. dos S. **Propriedades funcionais da biomassa e farinha de banana verde**. 2015. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Bioquímica) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2015/MBI15005.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

CARNEIRO, C. S. *et al.* Leites fermentados: histórico, composição, características físico-químicas, tecnologia de processamento e defeitos. **PUBVET**, v. 6, n. 27, ed. 214, art. 1424, 2012.

CAVALCANTI, M. S. **Elaboração e caracterização de leite fermentado caprino “tipo iogurte” sabor goiaba com potencial probiótico**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15941/1/Arquivototal.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

CÉLIA, J. A. **Influência do tratamento térmico nas características físico-químicas e reológicas de iogurtes naturais**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2015. Disponível em: <[https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_10/2017-06-26-10-55-32Dissertacao%20Juliana.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2017-06-26-10-55-32Dissertacao%20Juliana.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2021.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003. p. 73.

CHANDAN, R. C.; GANDHI, A.; SHAH, N. P. Chapter 1 - Yogurt: historical background, health benefits, and global trade. In: SHAH, N. P. (Ed.), **Yogurt in health and disease**

**prevention**. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 3-29. Disponível em: <<https://infoalimentarios.files.wordpress.com/2017/07/livro-2017.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CHENG, H. Volatile flavor compounds in yogurt: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 10, P. 938-950, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390903044081>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CHOO, C. L.; AZIZ, N. A. Effects of banana flour and b-glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chemistry**, v. 119, n. 1, p. 34-40, 2010. Disponível em: <<https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/effects-of-banana-flour-and-glucan-on-the-nutritional-and-sensory-KcS1Z3SaK7>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CIVILLE, G.V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223, 1973. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4603.1973.tb00665.x>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

CODEX (Codex Alimentarius). **Guidelines on Nutrition Labelling CAC/GL 2–1985 as Last Amended 2017**. Rome: FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization), 2017. 10 p.

CONTO, L. C. *et al.* Physico-chemical, morphological, and pasting properties of Pine nut (*Araucaria angustifolia*) starch oxidized with different levels of sodium hypochlorite. **STARCH**, v. 63, p. 198-208, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.201000133>>. Acesso em: 27 abri. 2021.

CORRADINI, E. *et al.* Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 4, p. 268-273, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/po/a/qc4BJYSVmF7wrzhWVF58BNn/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 mai. 2020.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais - compostos bioativos e efeitos fisiológicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio Ltda, 2016. 504 p.

COSTA, E.L. da *et al.* Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. **Food Science and Technology**, v. 3, p. 363-368, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/XYr74xBhKWxL6fND7wRNqTc/?lang=en&format=pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

CUNHA, C. S. *et al.* Influence of the texture on the acceptance of oat creams by people from different ages. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 573-580, 2009. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/1259/870>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

DE WIT, J. N. Empirical observations and thermodynamical considerations on water-binding by whey proteins in food products. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 5, p. 1553-1559, 1988.

ELLEUCH, M. *et al.* Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: a review, **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814610007880>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

EUROMONITOR. **Fortified/Functional Packaged Food in Brazil. 2016**. Disponível em: <<http://www.euromonitor.com/fortified-functional-packaged-food-in-brazil/report>>. Acesso em: 09 jun. 2020.

FACETO, L. S. D. **Correlação entre análise sensorial e instrumental de textura de cereais matinais expandidos e em formato de floco**. 2019. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciências dos Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/182084/dias%20faceto\\_ls\\_dr\\_sjrp\\_int.pdf?squence=6&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/182084/dias%20faceto_ls_dr_sjrp_int.pdf?squence=6&isAllowed=y)>. Acesso em: 18 mai. 2021.

FALCOMER, A. L. *et al.* Health benefits of green banana consumption: a systematic review. **Nutrients**, v. 11, n. 6, p. 1-22, 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6627159/pdf/nutrients-11-01222.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Faostat Database. **Agricultural production; agriculture & food trade**, 2019. Disponível em: <[http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)>. Acesso em: 11 mai. 2021.

FARNSWORTH, J. P. *et al.* Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. **Small Ruminant Research**, v. 65, p. 113-121, 2006.

FISZMAN, S. M.; LLUCH, M. A.; SALVADOR A. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. **International Dairy Journal**, v. 9, p. 895-901, 1999.

FU, Z. *et al.* Effect of food additives on starch retrogradation: a review. **Starch**, v. 67, p. 69-78, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.201300278>>. Acesso em: 25 abri. 2021.

FUENTES-ZARAGOZA, E. *et al.* Resistant starch as functional ingredient: a review. **Food Research International**, v. 43, n. 4, p. 931-942, 2010. Disponível em: <<http://rahadiandimas.staff.uns.ac.id/files/2013/05/Journal-Resistant-starch-as-functional-ingredient-A-review.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2020.

FULLER, S. *et al.* New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71, p. 1-12, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11130-016-0529-6>>. Acesso em: 27 abri. 2021.

FURLANI, L. da L. Avaliação físico-química e sensorial de iogurtes e bebidas lácteas fermentadas comerciais. In: 7º SIMPÓSIO ON LINE DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 2020. **Anais eletrônicos...** Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <[http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3\\_325.pdf](http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_325.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2020.

GAWAI, K. M.; MUDGAL, S. P.; PRAJAPATI, J. B. Chapter 3 – Stabilizers, colorants and exopolysaccharides in yogurt. In: SHAH, N. P. (Ed.), **Yogurt in health and disease prevention**. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 50-69. Disponível em: <<https://infoalimentarios.files.wordpress.com/2017/07/livro-2017.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

GIBELLINI, L. *et al.* Quercetin and cancer chemoprevention. **Evidence-based Complementary & Alternative Medicine**, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3136711/pdf/ECAM2011-591356.pdf>>. Acesso em: 27 abri. 2021.

GIBSON, G. R. *et al.* Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 491-502, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrgastro.2017.75>>. Acesso em: 27 abri. 2021.

GONÇALVES, V. D. *et al.* Avaliação das cultivares de bananeira Prata-Anã, Thap Maeo e Caipira em diferentes sistemas de plantio no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de**

**Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 371-376, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v30n2/a18v30n2.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

GONÇALVES, M. F. V. *et al.* Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em micro-ondas. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 2, p. 270-276, abr./jun. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/CsB3mh4YJgyFdPtvkQXtbRq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

GOPI, D. *et al.* Novel banana peel pectin mediated green route for the synthesis of hydroxyapatite nanoparticles and their spectral characterization. **Spectrochimica Acta - Part A - Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 24, n. 118, 589–597, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138614251301041X?via%3Dihub>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

GRUNDY, M. M. *et al.* Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. **The British Journal of Nutrition**, v. 116, n. 5, p. 816-833, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4983777/pdf/S0007114516002610a.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

GUERIN, J. *et al.* Lactobacillus rhamnosus GG encapsulation by spray-drying: milk proteins clotting control to produce innovative matrices, **Journal of Food Engineering**, v. 193, p. 10-19, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877416302886>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

HATANAKA, C. L. Efeito da adição de goma tara e carragena em iogurte firme desnatado. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255179>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

HEYDARI, S. *et al.* Rheological behaviour, sensory properties and syneresis of probiotic yoghurt supplemented with various prebiotics. **International Journal Dairy of Technology**, v. 71, p. 175-184, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-0307.12491>>. Acesso em: 19 abri. 2021.

HIGGINS, J. A. Resistant starch and energy balance: impact on weight loss and maintenance. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 9, p. 1158-1166, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4220782/pdf/nihms458131.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

HIPPOCRATES: Aphorisms in Vol. IV. Loeb Classical Library. (Translated by W.H.S. Jones), London: **Harvard University Press**, 1992.

HUNTERLAB. Colorimeters vs. spectrophotometers. **Applications Note**, v. 6, n. 5, p. 1-2, 1995. Disponível em: <<https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/203993655-Colorimeters-Versus-Spectrophotometers-an03-95r>>. Acesso em: 16 abri. 2021.

HUNTERLAB. CIE L\* a\* b\* color scale. **Applications Note**, v. 8, n. 7, p. 1-4, 1996. Disponível em: <[http://lib3.dss.go.th/fulltext/glass/GlassTheories/CIE\\_Lab\\_info.pdf](http://lib3.dss.go.th/fulltext/glass/GlassTheories/CIE_Lab_info.pdf)>. Acesso em: 16 abri. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**, Rio de Janeiro, 2020. 120 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

IDF (International Dairy Federation). **Yogurt: enumeration of characteristic microorganisms**. IDF/ISO Standard, 1997. 5 p.

IKEDA, A. A.; MORAES A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais, **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 40-56, 2010. Disponível em: <[http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V08N02/v8n2\\_artigo\\_03.pdf](http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V08N02/v8n2_artigo_03.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2020.

ISO (International Organization for Standardization), **ISO 5492:2008 - Sensory analysis – Vocabulary**, Geneva, 2008. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/38051.html>>. Acesso em: 18 mai. 2021.

IZIDORO, D. R. *et al.* Physical and chemical properties of ultrasonically, spray-dried green banana (*Musa cavendish*) starch. **Journal of Food Engineering**, v. 104, p. 639-648, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877411000550?via%3Dihub>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

JIANG, H. *et al.* Digestibility and changes to structural characteristics of green banana starch during in vitro digestion. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p. 192-199, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X15001368?via%3Dihub>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

JIMÉNEZ MARCO, A. *et al.* Edible and biodegradable starch films: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 6, p. 2058-2076, 2012. Disponível em: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/77247>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

JONES, P. J., VARADY, K. A. Are functional foods redefining nutritional requirements? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 33, n. 1, p. 118-123, 2008. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/H07-134>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

JONES, J. M. CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the ‘fiber gap’. **Nutrition Journal**, v. 13, n. 34, p. 1-10, 2014. Disponível em: <<https://nutritionj.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1475-2891-13-34.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

KACZMARCZYK, M. M.; MILLER, M. J.; FREUND, G. G. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. **Metabolism**, v. 61, n. 8, p. 1058-1066, ago. 2012. Disponível em: <[http://www.luminuslife.com.br/uploads/profissionais-da-saude/20140203163132\\_fibras-3.pdf](http://www.luminuslife.com.br/uploads/profissionais-da-saude/20140203163132_fibras-3.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2020.

KARIMI, R. *et al.* Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 119, p. 85-100, mar. 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25563948/>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

KAUR, S.; DAS, M. Functional foods: an overview. **Food Science and Biotechnology**, v. 20, n. 4, p: 861-875, ago. 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-011-0121-7>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

KIMURA, Y. O. Alimentos Simbióticos: A combinação de microrganismos probióticos com ingredientes prebióticos representa uma nova oportunidade no desenvolvimento de produtos lácteos saudáveis. **Revista Laticínios**, n. 22, 2002.

KOÇ, H. *et al.* Food oral processing: conversion of food structure to textural perception. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 237-266, 2013. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-food-030212-182637>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Seoul: Konica Minolta, 1998. 53 p. Disponível em: <[www.konicaminolta.com/sensingusa/support/product\\_applications](http://www.konicaminolta.com/sensingusa/support/product_applications)>. Acesso em: 16 abr. 2020.

KWAK, N. S.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1. The development of a regulatory concept. **Food Control**, v. 12, p. 99-107, 2001. Disponível em: <<https://eurekamag.com/pdf.php?pdf=003452190>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

LEÓN, K. *et al.* Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images, **Food Research International**, v. 39, n. 10, p. 1084-1091, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996906000470?via%3Dihub>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

LEONEL, M.; FREITAS, T. S.; MISCHAN, M. M. Características físicas de amido de mandioca extrusado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 486-493, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v66n4/a09v66n4.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

LEONEL, M. *et al.* Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 599-605, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/DPknp8mCHmTXGxWMM7hrr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

LILLFORD, P. J. Texture and breakdown in the mouth: an industrial research approach. **Journal of Texture Studies**, v. 49, n. 2, p. 213-218, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jtxs.12279>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

LIMA, S.C.G. *et al.* Efeito da adição de diferentes sólidos na textura, sinérese e característica sensorial de iogurte firme. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 383, p. 32-39, 2011. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/187>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LOPES, D. C. F. **Desenvolvimento de bebida láctea adicionada de ácido linoleico conjugado e ensaio clínico em mulheres obesas**. 2010. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/EEFF-873NDH/tese\\_pgca\\_daniella\\_cristine\\_fialho\\_lopes.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/EEFF-873NDH/tese_pgca_daniella_cristine_fialho_lopes.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 09 mar. 2020.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v. 30, n. 7, p. 529-539, 1998. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302888276>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

LUCATTO, J. N. **Produção e caracterização de iogurte simbiótico sabor banana, obtido a partir de leite de vaca e de cabra, cultura probiótica e polpa de banana verde**. 2013. 112 f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em: <[https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1224/1/MD\\_PPGTA\\_M\\_Lucatto%2c%20Juliana%20Nunes\\_2013.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1224/1/MD_PPGTA_M_Lucatto%2c%20Juliana%20Nunes_2013.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2021.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B. de; FERREIRA, N. A. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 4 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81580/1/cot-85.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de *cookies* confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 719-728, jul./set. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n3/v30n3a24.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

McCLEARY, B. V.; MONAGHAN, D. A. Measurement of resistant starch. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 3, p. 665-752, mai./jun. 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12083259>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MELO, G. R. C.; TEIXEIRA, A. P.; ZANDONADI, R. P. Aceitação e percepção dos estudantes de gastronomia e nutrição em relação aos alimentos funcionais. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 367-372, jul./set. 2010. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13950/1/ARTIGO\\_AceitacaoPercepcaoEstudantes.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13950/1/ARTIGO_AceitacaoPercepcaoEstudantes.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MENDONÇA, C. D. de **Desenvolvimento tecnológico de leite cultivado light sabor jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) adicionado de biomassa e farinha de banana (*Musa spp.*) verde**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, Uberaba, 2016.

MENDONÇA, C. D. de *et al.* Interferência da adição da biomassa e farinha de banana verde (*Musa spp.*) e farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado light. **ForScience**, v. 5, n. 2, out. 2017.

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

MOREIRA, A. P. B. *et al.* Efeito do processamento e armazenamento de alimentos ricos em amido sobre o índice glicêmico e resposta glicêmica. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 281-292, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/25507/17227>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

MORELLI, L.; CALLEGARI, M. L.; PATRONE, V. Chapter 17 - Prebiotics, probiotics, and synbiotics: a bifidobacterial view. In: MATTARELLI, P. *et al.* **The Bifidobacteria and Related Organisms: Biology, Taxonomy, Applications**. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2018. p. 271-293. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012805060600017X?via%3Dihub>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

MOSCA, A. C.; CHEN, J. Food-saliva interactions: mechanisms and implications. **Trends in Food Science and Technology**, v. 66, p. 125–134, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417300092?via%3Dihub>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

MÜLLER, M.; CANFORA, E. E.; BLAAK, E. E. Gastrointestinal transit time, glucose homeostasis and metabolic health: modulation by dietary fibers. **Nutrients**, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/10/3/275>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

NAJGEBAUER-LEJKO, D.; GREGA, T.; TABASZEWSK, M. Yoghurts with addition of selected vegetables: acidity, antioxidant properties and sensory quality. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 13, n. 1, p. 35-42, 2014. Disponível em: <[https://www.food.actapol.net/pub/3\\_1\\_2014.pdf](https://www.food.actapol.net/pub/3_1_2014.pdf)>. Acesso em: 19 mai. 2021.

OLIVEIRA, D. A. S. B. *et al.* Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê de banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 699-707, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452015000300699&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452015000300699&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 18 jul. 2020.

OTIENO, D. O.; AHRING, B. K. The potential for oligosaccharide production from the hemicellulose fraction of biomasses through pretreatment processes: xylooligosaccharides (XOS), arabinooligosaccharides (AOS), and mannoooligosaccharides (MOS). **Carbohydrate Polymers**, v. 360, p. 84-92, 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22940180/>>. Acesso em: 18 mai. 2021.

PARNELL, J. A.; REIMER, R. A. Effect of prebiotic fibre supplementation on hepatic gene expression and serum lipids: a dose–response study in JCR:LA-cp rats. **The British Journal of**

**Nutritio**, v. 103, n. 11, p. 1577-1584, jun. 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3827012/pdf/nihms3654.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

PADAM, B. S. *et al.* Banana byproducts: an under utilized renewable food biomass with great potential. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 12, p. 3527-3545, 2014. Disponível em: <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4252442/pdf/13197\\_2012\\_Article\\_861.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4252442/pdf/13197_2012_Article_861.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PARKER, R.; RING, S. G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, v. 34, p. 1-17, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521000904028>>. Acesso em: 12 abri. 2021.

PATEL, S.; GOYAL, A. The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. **3 Biotech**, v. 2, n. 2, p. 115-125, jun. 2012. Disponível em: <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3376865/pdf/13205\\_2012\\_Article\\_44.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3376865/pdf/13205_2012_Article_44.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2021.

PBMH & PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da HORTICULTURA & Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

PELLISSARI, F. M. *et al.* Isolation and characterization of the flour and starch of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). **Starch**, v. 64, p. 382-391, 2012. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.201100133>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Food Science and Technology**, v. 27 (supl.), p. 88-92, ago., 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27s1/a16v27s1.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PIMENTEL, T. C. *et al.* Chapter 19 – Brazilian yogurt-like products. In: SHAH, N. P. (Ed.) **Yogurt in health and disease prevention**. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 3-29. Disponível em: <<https://infoalimentarios.files.wordpress.com/2017/07/livro-2017.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

POLESI, L. F. Amido resistente: aplicações e métodos de produção. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 211-222, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/25486/17122>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

RAMOS, T. M. *et al.* Perfil de textura de Labneh (iogurte grego). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 369, p. 8-12, 2009. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/85/90>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

O'RELL, K. R.; CHANDAN, R. C. Chapter 9 - Yoghurt: Fruit Preparations and Favoring Materials. In: CHANDAN, R. C. (Ed.) **Manufacturing Yoghurt and Fermented Milks**, Blackwell Publishing, 2006, p. 151-166.

ROCHA, D. S.; REED, D. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. **Estudos Vida e Saúde**, v. 41, n. 1, p. 76-85, 2014. Disponível em: <<http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/3366>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

RIQUETTE, R. F. R. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **Food Science and Technology**, v. 111, p. 190-203, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643819304062>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SAS Institute Inc. 2018. SAS University Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SASAKI, M. *et al.* Dissolution and hydrolysis of cellulose in subcritical and supercritical water. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 39, n. 8, p. 2883-2890, 2000. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie990690j>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

SASIPRIYA, G.; MARIA, C. L.; SIDDHURAJU, P. Influence of pressure cooking on antioxidant activity of wild (Ensete superbum) and commercial banana (Musa paradisiaca var. Monthan) unripe fruit and flower. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 10, p. 2517-2525, 2014. Disponível em: <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4190244/pdf/13197\\_2012\\_Article\\_791.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4190244/pdf/13197_2012_Article_791.pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2020.

SHAHIDI, F. Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 9, p. 376-387, set. 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422440800229X>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SIQUEIRA, K. B. *et al.* **Consumo de lácteos na pandemia: uma análise das variações de consumo entre as classes de renda e regiões no Brasil**. CILeite, 2020. Disponível em: <[www.cileite.com.br](http://www.cileite.com.br)>. Acesso em: 11 dez. 2020.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 624 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/174416175/Livro-Manual-de-Metodos-de-Analise-Microbiologica-de-Alimentos>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SILVA, A. M. T. **Elaboração de iogurte com propriedades funcionais utilizando *Bifidobacterium lactis* e fibra solúvel**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev163/Art1638.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SILVEIRA, M. P. *et al.* Avaliação da qualidade de labneh (iogurte grego): estudo de consumidores. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 2, p. 65-74, abr./jun. 2016.

SILVEIRA, A C. R. *et al.* Parâmetros físico-químicos e sensoriais de iogurtes com biomassa de banana verde. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 01, p.29-42, jan./abr., 2017.

SINGLA, V.; CHAKKARAVARTHI, S. Applications of prebiotics in food industry: A review. **Food Science and Technology International**, v. 23, n. 8, p. 649-667, 2017. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28762780/>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

SLAVIN, J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. **Nutrients**, v. 5, n. 4, p. 1417-1435, abr. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3705355/>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

SOARES, D. S. *et al.* Aproveitamento de soro de queijo para produção de iogurte 557 probiótico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 996-1002, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/GDQg4ccmrBPMJPVPvbWhBMs/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

SOLTANI, M.; HEKMAT, S.; AHMADI, L. Microbial and sensory evaluation of probiotic yoghurt supplemented with cereal/pseudo-cereal grains and legumes. **International Journal Dairy of Technology**, v. 71, p. 141-148, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-0307.12389>>. Acesso em: 11 abri. 2021.

SOUKOULIS, C. *et al.* Industrial Yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality, **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2641-2654, 2007.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207700759>>. Acesso em: 21 abri. 2021.

SPADOTI, L. M. *et al.* Peptídeos bioativos obtidos de proteínas do soro de queijo: potenciais ingredientes de alimentos promotores de saúde. **Indústria de Laticínios**, n. 90, p. 80-83, 2011. Disponível em: <[http://www.revistalaticinios.com.br/materias/revista-il-90/14\\_PeptideosBioativos\[\\_Revista%20IL%2090.pdf](http://www.revistalaticinios.com.br/materias/revista-il-90/14_PeptideosBioativos[_Revista%20IL%2090.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2020.

SPIER, F. **Efeito dos tratamentos alcalino, ácido e oxidativo nas propriedades de amido de milho**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

SWEEDMAN, M. C. *et al.* Structure and physicochemical properties of octenyl succinic anhydride modified starches: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 3, p. 905-920, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861712009575?via%3Dihub>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

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, n. 4, p. 215-225, 2002. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.2154&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogurt: Science and Technology**. 3. ed. Boca Raton, Boston, New York, Washington, D. C.: CRC Press, 2007. 791 p. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/books/tamime-and-robinsons-yoghurt/tamime/978-1-84569-213-1>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 589-595, jul./set. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/4xqGgtSw93vvN5FGTGvRsss/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

THOMPSON, D. B. Strategies for the manufacture of resistant starch. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, n. 7, p. 245-253, jul. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422440100005X?via%3Dihub>>. Acesso em: 18 mai. 2020.

VAN HOFFEN, E. A specific mixture of short-chain galacto-oligosaccharides and long-chain fructo-oligosaccharides induces a beneficial immunoglobulin profile in infants at high risk for allergy. **Allergy**, v. 64, n. 3, p. 484-487, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/5342610\\_A\\_Specific\\_Mixture\\_of\\_Short-chain\\_Galacto-oligosaccharides\\_and\\_Long-chain\\_Fructo-oligosaccharides\\_Induces\\_a\\_Beneficial\\_Immunoglobulin\\_Profile\\_in\\_Infants\\_at\\_High\\_Risk\\_for\\_Allergy](https://www.researchgate.net/publication/5342610_A_Specific_Mixture_of_Short-chain_Galacto-oligosaccharides_and_Long-chain_Fructo-oligosaccharides_Induces_a_Beneficial_Immunoglobulin_Profile_in_Infants_at_High_Risk_for_Allergy)>. Acesso em: 16 mai. 2020.

VRIES, J.; MILLER, P. E.; VERBEKE, K. Effects of cereal fiber on bowel function: A systematic review of intervention trials. **World Journal of Gastroenterology**, v. 21, n. 29, p. 8952-8963, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26269686/>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

WANG, J. *et al.* Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage. **Food Chemistry**, v. 156, p. 319-325, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814614001794?via%3Dihub>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

WU, Y. *et al.* Retrogradation properties of high amylose rice flour and rice starch by physical modification. **Food Science and Technology**, v.43, n. 3, p. 492-497, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643809002771?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

XU, J. *et al.* Effect of spring dextrin on retrogradation of wheat and corn starch gels. **Food Hydrocolloids**, v. 33, n. 2, p. 361-367, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X13000970?via%3Dihub>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

YADAV, B. S.; GULERIA, P.; YADAV, R. B. Hydrothermal modification of Indian water chestnut starch: Influence of heat-moisture treatment and annealing on the physicochemical, gelatinization and pasting characteristics. **Food Science and Technology**, v. 53, p. 211-217, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643813000637>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

YOUNIS, K.; AHMAD, S.; JAHAN, K. Health benefits and application of prebiotics in foods. **Journal of Food Processing & Technology**, v. 6, n. 4, p. 1-7, 2015. Disponível em: <<https://www.longdom.org/open-access/health-benefits-and-application-of-prebiotics-in-foods-2157-7110-1000433.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ZANDONADI, R. P. **Massa de banana verde: Uma alternativa para exclusão do glúten.** 2009. 74 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ZIEBA, T; SZUMNY, A; KAPELKO, M. Properties of retrograded and acetylated starch preparations: Part 1. Structure, susceptibility to amylase, and pasting characteristics. **Food Science and Technology**, v. 44, n. 5 p. 1314-1320, 2011.