



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

EMILY BEZERRA COUTINHO CRUZ

**DESENVOLVIMENTO DE FERMENTADO *PLANT BASED* POR KEFIR A
BASE DE EXTRATO VEGETAL DE COCO ADICONADO DE FIBRA E
PREBIÓTICO.**

CAMPINA GRANDE -PB

2022

EMILY BEZERRA COUTINHO CRUZ

**DESENVOLVIMENTO DE FERMENTADO *PLANT BASED* POR KEFIR A
BASE DE EXTRATO VEGETAL DE COCO ADICONADO DE FIBRA E
PREBIÓTICO.**

Dissertação de mestrado submetida
ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Alimentos

Orientadora: Prof^ª. Dra. Thaisa
Abrantes Souza Gusmão.

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Deyzi
Santos Gouveia

CAMPINA GRANDE- PB

2022

C957d

Cruz, Emily Bezerra Coutinho.

Desenvolvimento de fermentado *plant based* por *kefir* a base de extrato vegetal de coco adiconado de fibra e prébiótico / Emily Bezerra Coutinho Cruz. – Campina Grande, 2024.

47 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2024.

"Orientação: Profa. Dra. Thaisa Abrantes Souza Gusmão, Profa. Dra. Deyzi Santos Gouveia".

Referências.

1. Desenvolvimento de Leite Fermentado - *Plant-based* - Grãos de *Kefir*. 2. Extratos Hidrossolúveis Vegetais. 3. Engenharia de Alimentos. 4. Tecnologia de Leite e Derivados. I. Gusmão, Thaisa Abrantes Souza. II. Gouveia, Deyzi Santos. III. Título.

CDU 637.146(043)

EMILY BEZERRA COUTINHO CRUZ

**DESENVOLVIMENTO DE FERMENTADO *PLANT BASED* POR KEFIR A
BASE DE EXTRATO VEGETAL DE COCO ADICONADO DE FIBRA E
PREBIÓTICO.**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, pertencente à linha de pesquisa engenharia de armazenamento e processamento de alimentos como requisito para a obtenção do Título de mestre em Engenharia de Alimentos

Orientadora: Prof^ª. Dra. Thaisa
Abrantes Souza Gusmão.

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Deyzi
Santos Gouveia

Aprovado(a) em: 30/09/2022

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



THAISA ABRANTES SOUZA GUSMAO

Data: 21/11/2024 10:24:23-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Thaisa Abrantes Souza Gusmão.- UFCG

Documento assinado digitalmente



DEYZI SANTOS GOUVEIA

Data: 21/11/2024 10:53:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Deyzi Santos Gouveia - UFCG

Coorientadora



Documento assinado digitalmente

MERCIA MELO DE ALMEIDA MOTA

Data: 21/11/2024 13:12:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Mercia Melo De Almeida Mota - UFCG

Documento assinado digitalmente



SEVERINA DE SOUSA

Data: 25/11/2024 14:58:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Severina De Sousa – UFCG
Membro Externo

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de fermentado “*plant based*” por grãos de *kefir* a partir do extrato vegetal de coco com beta-glucana e prébiotico, visando favorecer a aplicação de uma matéria-prima local de fácil acesso e a demanda por novos produtos lácteos “*plant based*” utilizando como técnica de obtenção a fermentação da matriz de leite de coco em grãos de *kefir* de água. Inicialmente, foi obtido o extrato de coco e realizada a análise do seu período fermentativo, no qual foi variada a concentração de grãos de *kefir* (%) e a temperatura de fermentação (°C), totalizando 5 formulações. Foram avaliados os parâmetros físicos (sinérese, estabilidade do gel e textura), físico-químicos (teor de água, proteínas, lipídeos, cinzas, açúcares, acidez, pH), análises microbiológicas e elaboração da rotulagem do produto. Quanto aos resultados obtidos destaca-se que a cinética de fermentação e acidificação foram os fatores que determinaram o período de fermentação e que o processo foi executado em 24 horas, influenciando na acidez e pH do produto que gerou a estabilidade quanto aos parâmetros de sinérese e influenciando na textura do produto final. Quanto as análises físico-químicas o produto apresentou algumas variações estatísticas ($p > 0,05$) entre as formulações F1 (K4% 25T), F3 (K5% 30T), F5 (K6% 35T), ainda assim o fermentado “*plant based*” com beta-glucana e prébiotico apresentou viável para as características de composição nutricional. As análises microbiológicas apresentaram dentro do proposto pelas normativas e legislações vigentes. O estudo mostrou que a matriz de leite de coco apresentou-se viável para obtenção do fermentado quanto a sua composição nutricional, sendo assim o desenvolvimento do fermentado com base não láctea “*plant based*” é uma alternativa de produto para a indústria de alimentos.

Palavras-Chave: *Kefir, plant-based, extratos hidrossolúveis vegetais, leite fermentado.*

ABSTRACT

The present study aims to develop a “plant-based” fermented kefir grain from coconut plant extract with beta-glucan and prebiotic. This proposal is based on a product that aims to favor an easy application and a local raw material of access to the base of a raw material of new dairy products "fermentation access plant" of the cocoa matrix in milk beans from water milk fiber. Initially by extracting the coconut extract and by its fermentation period, without analysis which was varied the concentration of kefir grains (%) and fermentation temperature (°C), totaling 5 formulations. They were molecular, physical parameters, gel stability and texture), physicochemical (content, proteins, lipids, ash, sugars, prices, pH), microbiological analysis and composition of the product labeling. As for the results obtained, the ethics of fermentation and acidification of the factors that determine are the influencing factors and that the process was carried out in 24 hours, in which the pH of the product stands out, which generated an amount of magnitude to the parameters of syneresis and quality influencing the texture of the final product. As for the physical-chemical samples, the product presented, 0.05 statistics between the formulations F1 (K4% 25T), F3 (K5% 30T), F5 (K6% 35T), as well as the “plant-based” fermented with beta-glucan and viable prebiotic for nutritional composition characteristics. The microbiological analyzes presented within the proposed by the regulations and legislation in force. The study showed that a nutritional matrix is viable for the development of alternative milk, not being the fermented product based on vegetables, thus the product of the fermented based on a food base, being a viable plant-based product for nutritional development.

Keywords: *Kefir, plant-based*, water-soluble plant extracts, fermented milk.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Relação de acidez em ácido láctico, pH e tempo do ensaio fermentativo dos graos de kefir inoculados em solução açucarada..... 28
- Figura 2 – Relação de acidez em ácido láctico, pH e tempo do ensaio fermentativo dos graos de kefir inoculados na matriz leite de coco açucarado 28
- Figura 3 – Avaliação da variação de sinérese entre as formulações elaboradas 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação para a elaboração do fermentado plant-based de extrato vegetal de coco adicionada de betaglucana e prébiotico.....	23
Tabela 2 – Variáveis de concentração (% p/v) e tempo de fermentação (hora) para elaboração de bebida fermentada com grãos de kefir a partir do leite de coco com betaglucana e frutooligosacarídeo	24
Tabela 3 – Médias dos parâmetros da cinética de acidificação para inoculação de grãos de kefir em água e em leite de coco.....	29
Tabela 4 – Médias dos parâmetros dos parâmetros físico-químicos obtidos do fermentado “ <i>plant-based</i> ”.....	31
Tabela 5 – Médias dos parâmetros dos parâmetros microbiológicos obtidos do fermentado “ <i>plant-based</i> ”	34
Tabela 6 – Médias dos parâmetros de índice de estabilidade do gel para fermentado “ <i>plant-based</i> ”	36
Tabela 7 – Médias dos parâmetros dos parâmetros obtidos para análise do perfil de textura para o fermentado “ <i>plant-based</i> ”	37
Tabela 8 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F1 (K4% 25T).....	39
Tabela 9 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F2 (K4% 35T).....	39
Tabela 10 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F3 (K5% 30T).....	40
Tabela 11 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F4 (K6% 25T).....	40
Tabela 12 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F5 (K6% 35T).....	40

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de fermentado “*plant based*” por grãos de *kefir* a partir do extrato vegetal de coco com beta-glucana e prébiotico, visando favorecer a aplicação de uma matéria-prima local de fácil acesso e a demanda por novos produtos lácteos “*plant based*” utilizando como técnica de obtenção a fermentação da matriz de leite de coco em grãos de *kefir* de água. Inicialmente, foi obtido o extrato de coco e realizada a análise do seu período fermentativo, no qual foi variada a concentração de grãos de *kefir* (%) e a temperatura de fermentação (°C), totalizando 5 formulações. Foram avaliados os parâmetros físicos (sinérese, estabilidade do gel e textura), físico-químicos (teor de água, proteínas, lipídeos, cinzas, açúcares, acidez, pH), análises microbiológicas e elaboração da rotulagem do produto. Quanto aos resultados obtidos destaca-se que a cinética de fermentação e acidificação foram os fatores que determinaram o período de fermentação e que o processo foi executado em 24 horas, influenciando na acidez e pH do produto que gerou a estabilidade quanto aos parâmetros de sinérese e influenciando na textura do produto final. Quanto as análises físico-químicas o produto apresentou algumas variações estatísticas ($p > 0,05$) entre as formulações F1 (K4% 25T), F3 (K5% 30T), F5 (K6% 35T), ainda assim o fermentado “*plant based*” com beta-glucana e prébiotico apresentou viável para as características de composição nutricional. As análises microbiológicas apresentaram dentro do proposto pelas normativas e legislações vigentes. O estudo mostrou que a matriz de leite de coco apresentou-se viável para obtenção do fermentado quanto a sua composição nutricional, sendo assim o desenvolvimento do fermentado com base não láctea “*plant based*” é uma alternativa de produto para a indústria de alimentos.

Palavras-Chave: *Kefir, plant-based, extratos hidrossolúveis vegetais, leite fermentado.*

ABSTRACT

The present study aims to develop a “plant-based” fermented kefir grain from coconut plant extract with beta-glucan and prebiotic. This proposal is based on a product that aims to favor an easy application and a local raw material of access to the base of a raw material of new dairy products "fermentation access plant" of the cocoa matrix in milk beans from water milk fiber. Initially by extracting the coconut extract and by its fermentation period, without analysis which was varied the concentration of kefir grains (%) and fermentation temperature (°C), totaling 5 formulations. They were molecular, physical parameters, gel stability and texture), physicochemical (content, proteins, lipids, ash, sugars, prices, pH), microbiological analysis and composition of the product labeling. As for the results obtained, the ethics of fermentation and acidification of the factors that determine are the influencing factors and that the process was carried out in 24 hours, in which the pH of the product stands out, which generated an amount of magnitude to the parameters of syneresis and quality influencing the texture of the final product. As for the physical-chemical samples, the product presented, 0.05 statistics between the formulations F1 (K4% 25T), F3 (K5% 30T), F5 (K6% 35T), as well as the “plant-based” fermented with beta-glucan and viable prebiotic for nutritional composition characteristics. The microbiological analyzes presented within the proposed by the regulations and legislation in force. The study showed that a nutritional matrix is viable for the development of alternative milk, not being the fermented product based on vegetables, thus the product of the fermented based on a food base, being a viable plant-based product for nutritional development.

Keywords: *Kefir, plant-based*, water-soluble plant extracts, fermented milk.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação de acidez em ácido láctico, pH e tempo do ensaio fermentativo dos graos de kefir inoculados em solução açucarada.....	28
Figura 2 – Relação de acidez em ácido láctico, pH e tempo do ensaio fermentativo dos graos de kefir inoculados na matriz leite de coco açucarado	28
Figura 3 – Avaliação da variação de sinérese entre as formulações elaboradas	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação para a elaboração do fermentado plant-based de extrato vegetal de coco adicionada de betaglucana e prébiotico.....	23
Tabela 2 – Variáveis de concentração (% p/v) e tempo de fermentação (hora) para elaboração de bebida fermentada com grãos de kefir a partir do leite de coco com betaglucana e frutooligosacarídeo	24
Tabela 3 – Médias dos parâmetros da cinética de acidificação para inoculação de grãos de kefir em água e em leite de coco.....	29
Tabela 4 – Médias dos parâmetros dos parâmetros físico-químicos obtidos do fermentado “ <i>plant-based</i> ”	31
Tabela 5 – Médias dos parâmetros dos parâmetros microbiológicos obtidos do fermentado “ <i>plant-based</i> ”	34
Tabela 6 – Médias dos parâmetros de índice de estabilidade do gel para fermentado “ <i>plant-based</i> ”	36
Tabela 7 – Médias dos parâmetros dos parâmetros obtidos para análise do perfil de textura para o fermentado “ <i>plant-based</i> ”	37
Tabela 8 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F1 (K4% 25T)	39
Tabela 9 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F2 (K4% 35T)	39
Tabela 10 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F3 (K5% 30T)	40
Tabela 11 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F4 (K6% 25T)	40
Tabela 12 – Informação nutricional para o fermentado “ <i>plant-based</i> ” formulação F5 (K6% 35T)	40

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. <i>KEFIR</i>	14
3.1.1. Histórico e definição	14
3.1.2 Fermentação do kefir.....	16
3.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS	18
3.3 FERMENTADO <i>PLANT-BASED</i>	20
3.4 EXTRATOS VEGETAIS HIDROSSOLUVEIS	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Local de execução dos experimentos	23
4.2 Material.....	23
4.3 Extração de leite de coco a partir da amêndoa	23
4.4 Desenvolvimento do fermentado <i>plant-based</i> elaborada a partir do leite de coco e beta-glucana.....	23
4.5 Delineamento Experimental	24
4.6 Cinética de fermentação	25
4.7 Cinética de acidificação.....	25
4.8 Caracterização física e físico-química.....	25
4.8.1 Composição centesimal.....	25
4.8.2 Determinação de acidez em ácido láctico	26
4.8.3 Determinação de pH	26
4.8.4 Sinérese e estabilidade do gel.....	26
4.8.5 Análise de textura.....	26
4.9 Análise microbiológica.....	27
4.10 Elaboração da rotulagem	27
4.11 Análise estatística	27

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Cinética de fermentação	27
5.2 Cinética de acidificação.....	30
5.3 Caracterização físico-química	31
5.4 Sinérese e estabilidade do gel.....	34
5.5 Análise Microbiológica	38
5.6 Rotulagem do produto	39
6. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento de bebidas à base de extratos vegetais é uma tendência mundial especialmente o consumo de alimentos e que sejam associados a uma produção natural e estes resultem em itens problemáticos que variam desde constituintes alergênicos, intolerância a lactose e os novos estilos de vida sociais que integram e induzem o aumento da demanda do mercado de substitutos do leite por bases vegetais (KEHINDE et al., 2020; SANTOS et al., 2019).

Para isto é necessário a otimização e crescimento de novas técnicas e formulações com intuito de desenvolver alternativas que resultem em um processo tecnológico adequado para obtenção de produtos com uma boa biodisponibilidade dos compostos bioativos e qualidade sensorial (GRANATO et al., 2020).

A fermentação é uma técnica de obtenção de alimentos mais conhecidas e econômicas de aquisição de alimentos em escala mundial, onde o campo vem sendo cada vez mais explorado pelo valor agregado no uso de componentes funcionais em sua escala de produção (ATIK et. al, 2021). Atualmente diferentes bebidas estão sendo obtidas por fermentação a partir da inoculação dos grãos de kefir possibilitando uma variedade nas formas de adquirir de diferentes matrizes alimentares bem como sua ampliação do consumo (COSTA; SANTOS, 2020).

Dessa forma torna-se viável o uso de produtos alternativos, como extratos hidrossolúveis vegetais e cereais para compor a matriz alimentar de principal fonte para obtenção de fermentado "*plant-based*", destacando o coco (*Cocos nucifera L.*) como uma matéria-prima consolidada no mercado industrial, com características de sabor agradáveis, neutro e com potencial para atuar como base na geração de uma de bebida fermentada, podendo ser utilizado como substituto devido às características sensoriais e nutricionais como ferro, folato, minerais, vitaminas e outras biomoléculas (JAKUBOWSKI, 2017; TULASHIE et. al, 2022).

Os produtos alimentícios podem incorporar coprodutos ricos em fibras como agentes de volume não calóricos e baratos para substituição parcial de farinha, gordura ou açúcar, atuando na retenção de água e óleo e para aumentar a emulsão ou a estabilidade oxidativo (SCHNEIDER et al., 2020).

Assim, a inclusão de beta glucanas no processamento da bebida fermentada por grãos de kefir, a base de leite de coco é uma alternativa para otimizar o processo

tecnológico visto que estas fibras apresentam uma melhora na propriedade física dos alimentos com característica espessante, estabilizador de emulsões e possuir capacidade de retenção de água colaborando ainda com o perfil nutricional atuando de forma imunomoduladora (VICENZI et al., 2018; ZAZON, 2018).

A capacidade antioxidante é outro benefício importante das fibras dietéticas, pois contribui significativamente para os efeitos positivos para a saúde, podendo ser definido como um produto que contém quantidades expressivas de antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos, associados à matriz da fibra (SCHNEIDER et al., 2020)

Tendo em vista a composição da matéria prima do coco favorecer na aplicação no produto e a demanda por inovação de produtos fermentados “*plant-based*” com características funcionais, o desenvolvimento do fermentado plant based por kefir a base de extrato vegetal de coco adiconado de fibra e prebiótico se apresenta como uma alternativa a diferentes públicos consumidores como fomenta a utilização da matéria-prima regional.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver plant-based fermentado por grãos de *kefir* a partir de extrato vegetal de coco com beta-glucana e prebiótico.

2.2 Específicos

- Obter o extrato hidrossolúvel de coco a partir da amêndoa (*Cocos nucifera L.*);
- Realizar a cinética de fermentação e acidificação do kefir;
- Caracterizar a bebida fermentada quanto aos parâmetros físico-químicos (pH, acidez, teor de água, proteína, lipídeos e açúcares) ;
- Avaliar a sinérese e estabilidade do gel, perfil de textura do fermentado plant-based;
- Realizar análises microbiológicas para análise de *Salmonella spp.*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* e bolores e leveduras;
- Elaborar a rotulagem do produto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. KEFIR

3.1.1. Histórico e definição

A origem da palavra kefir é oriunda do turco *keif* que se traduz em “sentir-se bem”, este fato ocorre pelo efeito após ingestão da bebida, tradicionalmente elaborada pelos povos do Cáucaso, do Tibet e da Mongólia há séculos atrás e com o tempo difundida para outras partes do mundo (GORSKI, 1994; OTLES, CAGINDI, 2003).

Sua origem de produção é descrita de forma que este povo estocava o leite em potes barro e adicionava-se a este fragmento do estômago do animal abatido e este leite seria agitado em tempos e tempos, a coalhada formada era retirada e novamente era realizado o acréscimo de uma nova remessa de leite, este processo gerava uma camada de microorganismos vivos com o aspecto arenoso e estes se adaptavam e propagavam ao meio (WESCHENFELDER, 2009).

O kefir vem sendo alvo de estudo desde o século XX e popularizou-se com maior ênfase no ano de 1999, principalmente pelas pesquisas iniciais sobre sua ação probióticas, caracterizando-o como um produto funcional, sendo uma forte tendência para inovação industrial mediante as patentes depositadas e estudos que decorrem sobre o mesmo (MACHADO, 2012).

Atualmente é um produto consumido pela Europa Oriental, Rússia e grande parte do continente Asiático, também se relata um crescimento do consumo da bebida principalmente pelo seu aspecto probiótico natural e características terapêuticas. No Brasil, o conhecimento desta bebida ainda é pouco difundido e possui características de produção mais artesanal do que do ponto de vista industrial (LYNCH et al., 2021).

O kefir é definido como leite fermentado levemente ácido, carbonatado de baixo teor alcoólico originado a partir da fermentação do leite quando adicionado a este uma cultura *starter*, denominada de grão de kefir, pode-se ainda obter uma bebida pela fermentação de uma solução açucarada com grãos de kefir de água e diferentes substratos que pode incluir frutas e vegetais (KULUCLU et al., 2019; CARNEIRO, 2010).

Entretanto a legislação brasileira descreve quais os microorganismos que esta matriz deve ser composta, estando assim presentes as espécies de leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), as bactérias do gênero *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.* e *Streptococcus*

salivarius subsp. Thermophilus e leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) (BRASIL, 2007).

O kefir de água possui uma matriz de *dextrano*, formada por resíduos de glucopiranosil ligados a α -D- (1 \rightarrow 6) com cadeias laterais ligadas (1 \rightarrow 3), embora sua composição ainda não seja completamente definida quando a sua formação, na literatura existe relatos apenas da composição para o kefir de leite onde o complexo de bactérias e leveduras formam uma estrutura exopolissacarídeos denominada *kerfiran* e que possuem em sua composição uma parte de matéria seca de proteína e outra parte decompostos residuais celulares desconhecidos (ARAUJO et al., 2020; GOMES et al., 2020; GUZEL-SEYDIM et al. 2021).

A produção dos grãos baseia-se na inoculação de uma cultura *starter* que varia de 2% a 10% (m/v) na matriz que vai ser inserida, por um período de 24 horas em temperatura ambiente de 20°C a 25 °C, baseando-se no cultivo contínuo resultando em um aumento da sua biomassa de 5 a 7% dia/fermentação (CABRAL, 2014; CARNEIRO, 2010).

Quando os grãos de kefir de água são utilizados para a fermentação dentro de uma nova produção, o produto fermentado deve ser filtrado e os grãos que estão imersos são inoculados novamente, sendo este processo chamado de “pitching” (VERCE et al., 2019). Se alguma alíquota da bebida fermentada for adicionada à nova fermentação (além dos grãos), o processo é chamado de “back-slopping”, que é uma prática antiga e usada em diversos tipos de alimentos fermentados (Garofalo et al., 2020). A fermentação pode ocorrer entre 20°C e 37°C (idealmente 20 a 25°C) por 24 a 72 horas, usando entre 6 e 10% de sacarose e 6 a 30% de grãos (LAUREYS et al., 2018). A fonte de açúcar mais usada para fermentação é o açúcar macavo oriundo da cana-de-açúcar crua, e as frutas mais frequentes são figos secos ou uvas secas (VERCE et al., 2019).

O armazenamento dos grãos quando não são utilizados para uma nova produção, é necessário para manter a integridade do grão resfria-lo em temperatura de 5°C a 10°C no período de 8 a 10 dias imerso em água filtrada ou congela-lo a temperatura de -20°C, a 10% da solução da matriz que foi replicado com 20% de glicerol resistindo assim a um período de 8 meses (SALES, 2017).

Os grãos de kefir vão variar de acordo com a matriz alimentar que o mesmo esteja inserido, para o leite vão possuir características de coloração esbranquiçadas ou amareladas, variando de acordo com a matriz que deverá ser inserida, aspecto gelatinoso e tamanho irregular para os grãos do kefir de água são translúcidos, de coloração cinza

esbranquiçada, cerosos e consistência rígida, sendo tipicamente lisos e dificilmente apresentaram grânulos de subunidades (GAWARE, 2011; GUZEL-SEYDIM et al. 2021).

Assim como suas características sensoriais relacionadas a coloração são definidas a partir do substrato suas características com relação a sua composição nutricional vão ser estimuladas pelo mesmo aspecto, apenas as características físico-químicos podem variar de acordo com suas condições de fermentação, temperatura e armazenamento (OLIVEIRA et al., 2019).

3.1.2 Fermentação do kefir

As fermentações são tipicamente espontâneas com grãos de kefir de água sendo colocados em um meio de sacarose com ou sem frutas secas ou extratos de frutas. As fermentações são realizadas a uma temperatura entre 21 e 30°C por um período de uma semana, onde os grãos de kefir de água podem ser recuperados do líquido fermentado e essencialmente reutilizados colocando-os em meio de água açucarada, geralmente utilizando o açúcar mascavo pela composição dos minerais disponíveis ao meio (LAUREYS et al., 2017).

As principais interações metabólicas que ocorrem entre a microbiota primária do kefir de água e o meio de fermentação onde as interações e caminhos ainda são desconhecidas ocorrendo ou compostos importantes sendo produzidos que ainda precisam ser identificados. Este ponto é reforçado quando se considera que todas as tentativas de reconstruir grãos de kefir de água com base na recombinação de cepas individuais isoladas de bactérias e leveduras (LYNCH et al., 2021). Tanto a fonte de carbono, caracteristicamente sacarose, quanto a fonte de nitrogênio, tipicamente frutas frescas ou secas, são fundamentais para o metabolismo e crescimento dos microrganismos do grão de kefir de água e a capacidade fermentativa dos grãos como um todo, sendo a chave para o metabolismo trófico e cooperativo, interações e troca de metabólitos entre os microrganismos do grão. O kefir de água é um ambiente desafiador, rico em açúcar (pode chegar a 100 g/L no início) e pobre em nitrogênio (aminoácidos); portanto, a cooperação mutuamente entre a comunidade microbiana é fundamental para o processo fermentativo (XU et al., 2018)

Os produtos lácteos fermentados processados e consumidos desde os primórdios da humanidade de forma empírica até o aprimoramento dos conceitos quanto aos parâmetros de fermentação e as culturas iniciadoras, entre estas inclui o principal grupo de bactérias ácido lácticas (LAB) (ALATOSSAVA et al., 2013).

A fabricação destes leites fermentados vem aumentando em todo o mundo em destaque para os produtos oriundos do kefir, kummys e acidophilus, por possuírem características ácidas, aromas, valor nutritivo acentuado e propriedades terapêuticas quando consumidas de forma contínua. Os produtos derivados de fermentados são descritos como alimentos que são induzidos a reações enzimáticas dos componentes da matriz alimentar por meio do crescimento microbianos, sendo que os principais metabólitos da fermentação que classificam estes processos (RAMOD et al., 2017).

Processos fermentativos são aplicados dentro da indústria de alimentos como forma de obter uma maior conservação do produto através da produção de ácidos orgânicos, enriquecimento de substratos ou alteração das características sensoriais como textura, sabor e aroma, sendo um processo de decomposição orgânico induzido por microrganismos (DITU,GEORGE, 2017).

O crescimento celular está relacionado à capacidade que o microrganismo possui de utilizar as vias metabólicas, funções biosintética e capacidade de produção de energia. Cada via metabólica está habitualmente relacionada aos sistemas enzimáticos que ocorrem dentro da célula e assim as funções microbianas na matriz inserida. A fermentação láctica tem início com a glicólise que consiste na quebra parcial da molécula da glicose em duas moléculas de ácido pirúvico, em anaerobiose liberando energia das ligações químicas desta molécula, assim este ácido converte-se em duas moléculas de ácido láctico e liberando duas moléculas de energia ATP, sendo inicializado principalmente por bactérias (TAMIME, 2007).

O ácido láctico ajuda na desestabilização das micelas de caseína atuando no complexo cálcio e fosfato para um cálcio disponível com fosfato diluído na fase aquosa levando a coagulação da caseína e formação do gel com pH 4,6 a 4,7 (TAMIME, 2007). Além deste processo fermentativo devido a composição dos grãos, o leite fermentado quando iniciado por uma cultura de kefir pode ser ativa a via de fermentação alcoólica que tem seu processo por meio da ação das leveduras em compostos de açúcares com capacidade de serem fermentados quando inseridos em uma solução, resultando em reações de oxidações parciais por meio dos açúcares, sendo fornecidos de forma exógena ou produzidos pelos próprios microrganismos de forma endógena, segue o mesmo mecanismo onde por meio da glicólise, quebra das moléculas de glicose, é metabolizada em piruvato e este converte-se produzindo álcool e gás carbônico (PACHECO, 2010).

Para o kefir açucarado a fermentação é realizada a partir do consumo do substrato e produção de metabólito durante uma fermentação, onde a quantidade de concentração do substrato pode chegar a corresponder cerca de 80% (%p/v) do total onde a composição da solução é de 90% sacarose, 6% açúcares redutores e 1,5% de minerais, sendo assim para o crescimento microbiano, a composição da solução promove aumento da biomassa do grão de kefir, entre os grupos de microorganismos presente no kefir de leite e no kefir açucarado pode-se observar que existe uma maior presença de espécies de bactérias do ácido acético (FIORDA et al., 2017).

Pode-se observar que a fermentação do kefir de água inoculado em solução açucarado que ocorre uma interação entre as leveduras, bactérias do ácido láctico e bactérias do ácido acético (MAGALHÃES et al., 2010).

Outros processos de fermentação onde ocorre a interação microbiana podem acontecer durante este processo, como a fermentação do vinho e interações levedura-bactéria, essas relações que se assemelham ocorrem durante a fermentação do kefir açucarado e influenciar no impacto do aspecto sensorial do que está sendo produzido como sabor e interferindo diretamente no aspecto global do produto final (SCHWAN et al., 2014; PARAMITHIOTIS et al., 2006).

3.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Os produtos lácteos fermentados enriquecidos com efeitos benéficos a saúde humana, onde as espécies “Lactobacillus” e “Bifidobacterium” são as com maiores aplicações na produção de produtos lácteos probióticos (NILSEN et al., 2017). Os prebióticos aumentam a funcionalidade dos probióticos devido ao fato de melhorar a sobrevivência dos probióticos no intestino. Além disso, eles melhoram a imunidade do hospedeiro, melhorando a imunoglobulina A (IgA) e regulando a produção de citocinas (SPERANZA et al., 2018).

Assim a indústria de alimentos nos últimos anos tem como objetivo produzir produtos novos e funcionais para atender às expectativas dos consumidores e competir com outras empresas, onde as tendências do consumidor estão alinhadas com o consumo de produtos nutritivos e relacionados à saúde. O kefir é um produto de leite fermentado com efeitos positivos na saúde, porém o mesmo não pode ser caracterizado com uma avaliação de produto funcional devido ao fato de que os microorganismos presentes no grão de kefir não têm propriedades probióticas. A característica probiótica do produto varia de acordo com a características probióticas do microorganismo que está no grão.

Dentre os micro-organismos aplicados nos produtos o kefir devido a sua composição simbiótica natural de bactérias e leveduras tem efeito comprovado mediante estudos tanto em *in vitro* como *in vivo* mediante doses conhecidas, estes são capazes de resistir ao processo de digestão e passam pelo trato gastrointestinal e seguem até o intestino, onde é possível agirem em benefício ao consumidor (WENDLIND; WESCHENFELDER, 2015).

As bioatividades associadas ao consumo de bebidas com kefir açucarado em outros substratos alternativos não lácteos, como frutas, vegetais e melão, também foram testados para adaptação de grãos de kefir e produção de bebidas funcionais com características sensoriais distintas. Essa diversificação é de fundamental importância para a produção de novos produtos probióticos para atender pessoas com necessidades especiais como os portadores de intolerância à lactose e consumidores veganos (FIORDA et al., 2017).

Dentro desse escopo, a produção de kefir com características funcional faz uma contribuição significativa para a indústria, sendo provenientes da adição de compostos como as fibras que compõem e caracterize-o. Além disso, o uso de prebióticos em combinação com probióticos tem um efeito muito mais importante no aumento da qualidade do produto e do número e da vida útil do microrganismo ao longo da vida útil. Nesse sentido, acredita-se que o desempenho da combinação simbiótica selecionada é maior do que o efeito do probiótico e prebiótico individuais (KOH et al., 2018; BURAN et al., 2021).

Tradicionalmente, os prebióticos têm sido usados em diversas formulações de alimentos para aumentar seu potencial saudável ou para melhorar suas propriedades tecnológicas e sensoriais. Entre os benefícios associados ao consumo de prebióticos estão a modulação da microbiota intestinal que aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta e previnem o desenvolvimento de alguns distúrbios como câncer de cólon, síndrome do intestino irritável, diabetes, obesidade, entre outros (PAULO et al., 2021).

Os frutooligosacarídeos (FOS) são amplamente utilizados como ingrediente bioativo em alimentos funcionais, o principal método de produção comercial de FOS tem sido o uso da atividade de transfrutossilagem de frutofuranosidases na presença de um substrato de sacarose (HAN et al., 2021).

A betaglucana é um polissacarídeo da parede celular que se encontra presente na cevada e aveia, sendo esta fração solúvel da fibra alimentar, por possuir variações na sua conformação da cadeia linear e no número de ligações $\beta(1 \rightarrow 3)$ ou $\beta(1 \rightarrow 4)$ este

polissacarídeo é conhecido por reduzir os níveis de lipídeos no sangue ter uma ação imunomoduladora, antioxidantes, anti-infecciosa e antitumorais (SINTHUSAMRAN, BENJAKUL, 2018; GHAVAMI ET AL., 2014).

As suas atividades biológicas podem ser variáveis de acordo com a sua estrutura molecular, massa molar e grau de ramificação sendo assim utilizado em produtos alimentícios finais, são fibras com características altamente viscosas que quando consumidas dentro do consumo recomendado podem atuar como auxiliares na dieta para tratamento da obesidade e do diabetes, visto que suas estruturas auxiliam na diminuição da resposta glicêmica e insulínica (SINTHUSAMRAN, BENJAKUL, 2018; SHAH ET AL., 2015; QUADROS, 2020).

As betaglucanas além das atividades biológicas, onde atua como podem ser otimizados no processo tecnológico visto que estas fibras apresentam uma melhora na propriedade física dos alimentos com característica espessante, estabilizador de emulsões e possuir capacidade de retenção de água (VICENZI et al., 2018; ZAZON, 2018).

3.3 FERMENTADO *PLANT-BASED*

As alternativas de leite à base de plantas (PBAs) estão crescendo em popularidade, o que levou à criação de muitas novas bebidas a partir de cereais, legumes, nozes, sementes e pseudocereais (MÖSS et al., 2022). Os PBAs oferecem uma alternativa ao leite convencional de origem animal que pode ajudar a abordar essas preocupações, já que os PBAs são considerados mais sustentáveis (Schiano, Harwood, Gerard e Drake, 2020) e uma alternativa ética (Clark & Bogdan, 2019). Além disso, os PBAs também podem ser consumidos por aqueles que têm alergia a laticínios, intolerância à lactose ou hipercolesterolemia (MÖSS et al., 2022).

Os extratos bebíveis de plantas, também chamados de leite à base de plantas, estão surgindo hoje em dia devido às suas funções nutricionais. Estes atuam como um substituto do leite de origem láctea, especialmente para pessoas com intolerância à lactose e que são altamente sensíveis ao leite de vaca (IORIO et al., 2019). Para evitar o alto risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, o leite à base de plantas é altamente preferido (FEYZA et al., 2020).

O mercado em expansão do leite à base de plantas é resultado da crescente demanda dos consumidores por alimentos mais éticos e sustentáveis (Poore, Nemecek, 2018), bem como do rápido desenvolvimento de uma gama diversificada de produtos à base de plantas de alta qualidade por empresas de alimentos. Além disso, muitos consumidores

estão preocupados com os riscos potenciais a saúde associados a alergias e/ou intolerância à lactose associadas ao leite bovino. No entanto, a maioria das pessoas ainda consome leite e cremes lácteos e, portanto, ainda há muito espaço para um maior crescimento nesta área. Esse crescimento dependerá em parte do desenvolvimento de uma nova geração de leites à base de plantas que tenham propriedades físicas aprimoradas, desempenho funcional, atributos sensoriais e perfis nutricionais (ZENG et al., 2021).

Os substitutos à base de plantas ou o leite vegetal são os extratos aquosos de legumes, cereais, sementes, nozes, etc., que se assemelham ao leite de origem animal. Estas bebidas à base de plantas são suspensões que consistem em materiais vegetais dissolvidos. A preparação de bebidas à base de plantas consiste em moagem de matéria-prima (úmida/seco), seguida de preparação de pasta e filtração de polpa para a consistência de leite de vaca, seguida de adição de outros ingredientes como açúcar, sabor, etc., continuada por homogeneização e pasteurização para melhorar a estabilidade microbiana e de armazenamento da bebida (SARANGAPANY et al., 2022).

No entanto os lácteos plant-based nem sempre têm a mesma qualidade e conteúdo de proteínas, bem como a densidade de nutrientes do leite lácteo (CHALUPA-KREBZDAK et al., 2018). Além disso, verificou-se que existem diferenças significativas em termos de energia, gordura, carboidratos, proteína e cálcio entre queijo e iogurtes à base de plantas e seus homólogos à base de laticínios (CLEGG et al., 2021).

Sendo estes normalmente formados usando métodos de redução de tamanho que decompõem a estrutura original do tecido vegetal usando métodos mecânicos, químicos e/ou enzimáticos, quanto a disponibilidade dos nutrientes, estes podem ser deficientes em bebidas à base de plantas, porém é comum a fortificação e estabilização utilizando ácido ascórbico e, da mesma forma, a biodisponibilidade mineral pode ser aumentada por germinação, fermentação ou usando agentes quelantes (SARANGAPANY et al., 2022).

3.4 EXTRATOS VEGETAIS HIDROSSOLUVEIS

Os extratos vegetais hidrossolúveis são alternativas às preparações de bebidas fermentadas não lácteas visto que há uma demanda para produtos alternativos ao leite devido a variáveis que o consumidor vem analisando como alergia aos constituintes do leite, intolerância à lactose e crenças religiosas ou sociais (FERNANDES et al., 2021).

O extrato de coco obtido do endosperma do coco, torna-se uma opção interessante visto que uma das bases de leite vegetal mais explorada é soja entretanto possui um

potencial alergênico, assim o potencial de outra base vegetal que apresenta semelhanças com os aspectos sensoriais do leite e um aroma característico que agrada aos consumidores uma vez que a qualidade sensorial é um determinante crítico na escolha de um produto (ALVES et al., 2021).

Fruto oriundo do coqueiro (*Cocus nucifera L.*) possui uma grande diversidade de aplicação devido a sua matéria prima possuir um aproveitamento integral, elevando assim seu rendimento industrial e emprego em diferentes segmentos de produtos, no ramo alimentício é comumente utilizado na fabricação de leite de coco, coco ralado, envasamento de água de coco (FONTENELE, 2005).

Apenas no Brasil o coco possui a classificação de fruto sendo categorizado nos outros países como uma oleaginosa, outro aspecto de grande relevância é a possibilidade de produção contínua, variando de acordo com a tecnologia empregada no seu plantio e sua espécie, podendo assim abastecer o mercado sem grandes variações de preços (HOLANDA; ALVES; CHAGAS, 2009). Além disso, o Brasil é o maior produtor de leite de coco em escala mundial fabricando cerca de 15.000 t/ano, sendo este produto com larga difusão no comércio devido a sua versatilidade de aplicação na culinária (SOLER et al., 2001). Na região Nordeste, principal produtora nacional, concentram-se 80,9% da área colhida de coco do País e 73,5% de sua produção. O valor da produção nacional de coco foi de R\$ 1,15 bilhão, com a participação de 62,6% do Nordeste (BNB, 2021).

O mercado mundial de leite de coco foi avaliado em US\$ 1,1 bilhão, em 2019 e deve chegar a US\$ 2,9 bilhões, em 2027, crescimento anual de 17,1%. Espera-se que o mercado aumente a receita de US\$ 1,8 bilhão de 2019 a 2027. O aquecimento do mercado de leite de coco é impulsionado pelo aumento da consciência da saúde do consumidor e rede de distribuição melhorada. Os consumidores estão dispostos a pagar pelos produtos que oferecem vantagens para a saúde, e espera-se que essa conscientização seja um motivador para o desenvolvimento do mercado de produtos lácteos à base de leite de coco (BNB, 2021).

Esta emulsão composta por originada dessa fragmentação tem como característica de composição química ser constituído por glóbulos de proteína e fosfolipídios, adquirindo assim aspecto semelhante ao leite, possui ainda vitaminas, minerais, compostos ácidos e uma média de 30 a 40% de gordura quando obtido de forma integral e 3,8% de proteína (ATALAR, 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de execução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Engenharia de Alimentos da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos CTRN/UFCG. A pesquisa foi executada adquirindo o extrato vegetal a partir da amêndoa do coco *in natura* e posteriormente a fermentação do extrato de coco em kefir seguindo as condições propostas de temperatura e concentração, em sequência, o desenvolvimento do fermentado *plant based* com a adição da betaglucana e o frutrooligossacarídeo e em seguida a caracterização do produto obtido de acordo com os parâmetros físicos, físico-químicos, textura, microbiológicos e elaboração da rotulagem do produto.

4.2 Material

Os grãos de kefir de água utilizados foram cedidos pelo Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e o coco seco foi adquirido no comércio local da cidade de Campina Grande – PB.

4.3 Extração de leite de coco a partir da amêndoa

A realização da extração da amêndoa do coco ocorreu com a retirada da amêndoa por autoclave objetivando a dilatação térmica entre os componentes do coco, casca e endosperma, resultando assim em uma maior eficiência para obtenção do endosperma, proporcionando a esterilização da matéria prima.

O processo de extração foi realizado através da moagem do endosperma com adição de 10% água fervida (m/v) para facilitar o desempenho da extração. A emulsão seguiu para a filtração a fim de separar a fase solúvel. Para o armazenamento do produto obtido foi submetido ao processo de pasteurização lenta (90° C por 15 minutos) e acondicionamento em garrafas de vidros previamente esterilizadas mantendo sob refrigeração (10°C).

4.4 Desenvolvimento do fermentado *plant-based* elaborada a partir do leite de coco e beta-glucana

A metodologia utilizada para elaboração da bebida fermentada utilizada foi uma adaptação dos modelos descritos por Aydar (2020) e Souza (2017). Os grãos de kefir de água foram ativados em temperatura ambiente de 25°C e inoculados em solução de açúcar mascavo (10: 1 v/m) obtida em uma proporção de 25 g de grão para 500 mL de solução

açucarada, em vidros previamente esterilizados para uma melhor manutenção das condições de fermentação e atividade dos grãos. Para a manutenção da temperatura inicial do grão, as amostras foram colocadas em estufa incubadora BOD para que ocorresse a fermentação durante período de 24 horas a temperatura ambiente de 25°C por três dias seguidos. Os grãos de kefir foram armazenados sob congelamento de forma que permitisse a utilização e inoculação em novos substratos.

As formulações foram desenvolvidas visando obter características semelhantes ao kefir de leite, sendo assim foi adicionado ao extrato de coco (100%) a beta glucana (15%) e o frutooligosacarídeo (3%) de acordo com a Tabela 1, homogeneizando e em seguida o kefir de água foi adicionado em três concentrações diferentes (4, 5 e 6%) variando sua temperatura de fermentação (25, 30 e 35°C), conforme delineamento inteiramente causalizado demonstrado na Tabela 2. Após processo de fermentação as bebidas foram embaladas individualmente e armazenadas a $7 \pm 0,1^\circ\text{C}$.

Tabela 1- Formulação para elaboração de fermentado plant-based de extrato vegetal de coco adicionada de betaglucana e prebiótico

FORMULAÇÃO		
Ingredientes	(%)	Quantidade
Betaglucana	15	0,15 g
Frutooligosacarídeo	3	0,3 g
Extrato vegetal de coco	100	1000L
Grão de kefir	*	*

*Grão de kefir variando conforme as concentrações de acordo com o planejamento inteiramente causalizado. Fonte: Autor.

4.5 Delineamento Experimental

O processo de elaboração da bebida fermentada foi executado estudando a variação da concentração de kefir (%) e a temperatura de fermentação (°C), aplicando um delineamento inteiramente casualizado totalizando 5 formulações onde foi avaliado as mudanças dessas variações de acordo com o pH, acidez, teor de açúcares redutores e totais, sinérese e tempo de fermentação.

Tabela 2- Variáveis de concentração (% p/v) e temperatura de fermentação (°C) para elaboração de bebida fermentada com grãos de kefir a partir de leite de coco com beta-glucana e frutooligosacarídeo.

Concentração do Kefir (% p/v)	4	5	6
Temperatura de fermentação (°C)	25	30	35

Fonte: Autor.

4.6 Cinética de fermentação

A cinética de fermentação foi realizada mediante um ensaio fermentativo onde foi avaliado pela inoculação dos grãos de kefir na matriz de solução açucarada (água e açúcar mascavo) e leite de coco açucarado (leite de coco e açúcar mascavo) durante um período de fermentação de 24, 36 e 48 horas. Sendo recolhidas alíquotas nos tubo de falcon para verificação do pH e análise de acidez em ácido láctico.

4.7 Cinética de acidificação

A cinética de acidificação foi executada de acordo com o período de fermentação até atingir um pH de 4,5. Avaliando assim o tempo necessário para atingir um pH de 4,5 (t , pH 4,5, horas), o tempo em que o máximo acidificação taxa (t V_{max} , hora), e a taxa máxima de acidificação (V_{max} , 10^{-3} UPH min^{-1}) (MARAFFON et al., 2011).

4.8 Caracterização física e físico-química

As análises da bebida fermentada foram avaliadas de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2000) para os seguintes parâmetros: composição centesimal (teor de água, proteínas, lipídeos e cinzas), acidez e pH.

4.8.1 Composição centesimal

O teor de água foi determinada pelo método gravimétrico com o emprego de calor, o qual se baseia na perda de peso do material quando submetido a aquecimento de 105°C, até atingir peso constante.

A proteína bruta foi executada pelo método de lowry (1951): doseamento por espectroscopia do UV-vísivel, a massa utilizada de BSA foi de 25mg dissolvida em 250 mL de água destilada. Foram realizadas diluições de concentração em dez pontos que permaneceu entre 10µg e 100µg. A leitura foi realizada em 750nm.

Lipídeos foram determinados por extração com éter etílico durante cinco horas em extrator de Soxhlet e o resíduo mineral fixo (cinzas) submetendo-se as amostras a 550°C.

A determinação dos açúcares totais, redutores e não redutores foi realizada por titulação com aquecimento segundo Lane e Eynon (1934).

4.8.2 Determinação de acidez em ácido láctico

A determinação da acidez em ácido láctico foi realizada seguindo a metodologia da AOAC (2000), por meio de titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N.

4.8.3 Determinação de pH

O pH foi determinado segundo a metodologia descrita pela AOAC (2000), em pHmetro Digital microprocessado DLA-PH, calibrado com soluções comerciais de pH 4,0 e 7,0.

4.8.4 Sinérese e estabilidade do gel

A sinérese foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Prudêncio (2006), em que 15 g de amostra foram centrifugadas a 3500 rpm, em centrífuga refrigerada a 10 ± 1 ° C, durante 30 minutos. O percentual de sinérese foi calculado pela razão entre a massa do soro separada do gel na centrifugação e a massa inicial multiplicada por 100.

Para a determinação de estabilidade do gel utilizou a metodologia descrita por Spada et al. (2015), em que uma amostra de 20 gramas de cada formulação foi acondicionada em tubos cilíndricos, tampados e armazenados sob refrigeração. Ao final de 72 horas deste armazenamento, realizou-se o cálculo pela Equação (2):

$$IC = 100 * \left(\frac{HS}{HD} \right) (2)$$

Em que:

IC = Índice de estabilidade do gel

HD = Altura total da bebida

HS = Altura da camada de soro claro que venha a surgir após o armazenamento.

4.8.5 Análise de textura

A determinação do Perfil de Textura foi realizada com o auxílio do texturômetro TA.XTPlus TextureAnalyser, utilizando o probe P/36R cilindro de alumínio com diâmetro de 36 mm de diâmetro. A metodologia utilizada para a obtenção dos

parâmetros relacionados à textura foi de Análise de Perfil de Textura (TPA) e os atributos de firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade foram analisados.

4.9 Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas avaliaram o produto quanto a *Salmonella spp.* (AOAC, 2013), *Enterobacteriaceae* e *Staphylococcus* pela APHA e Bolores e leveduras segundo metodologia descrita por Silva, Junqueira e Silveira (2001).

Os resultados foram comparados de acordo com as legislações e normativas vigentes RDC 724/2022 e IN 161/22.

4.10 Elaboração da rotulagem

A elaboração da rotulagem foi realizada com base nas normativas RDC 360/03 – Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, RDC 259/02– Regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados, Instrução normativa N°46 – Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados.

4.11 Análise estatística

O tratamento estatístico dos dados foi obtido por meio de blocos inteiramente causalizados (DIC) e análise de variância (ANOVA) através de regressão linear a nível de 5% de probabilidade sendo estes dados analisados pelo do *software* STATISTICA 7.0.

Por meio da equação de regressão obtida foi estimado os parâmetros quantificando a correlação dos fatores e explicitando em forma de gráficos de dispersão.

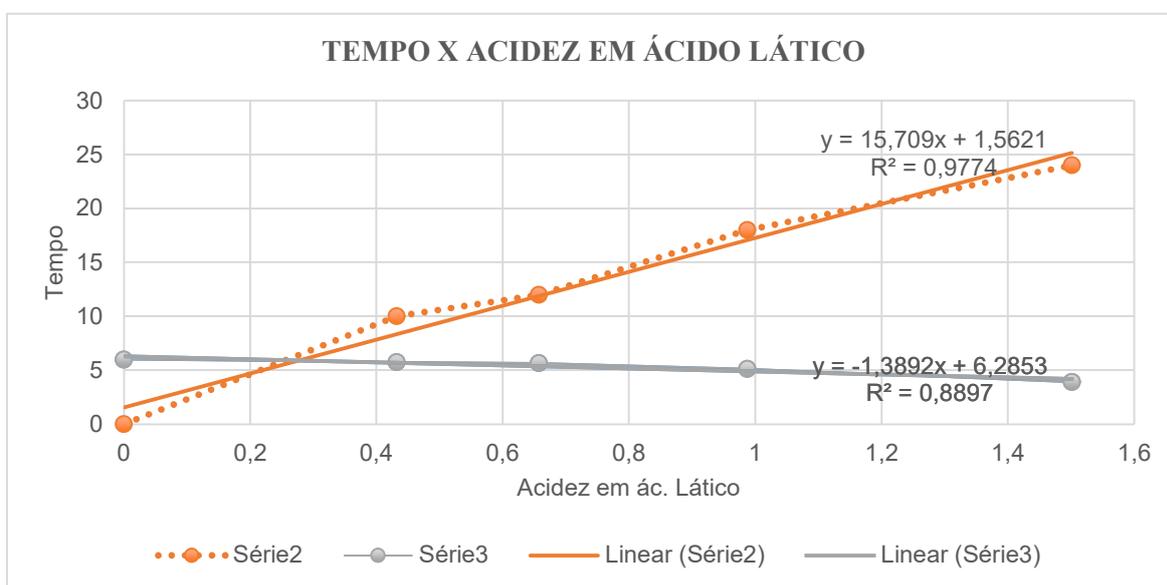
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cinética de fermentação

A cinética de fermentação foi realizada mediante um ensaio fermentativo onde a avaliação ocorreu a partir da inoculação dos grãos de kefir na matriz de solução açucarada no período de 24, 36 e 48 horas, verificando quando as amostras atingissem o pH de 4,5 estabelecido pela legislação (instrução normativa nº 46 de 2007), a fermentação deveria ser interrompida, para adequar-se ao exigido a norma.

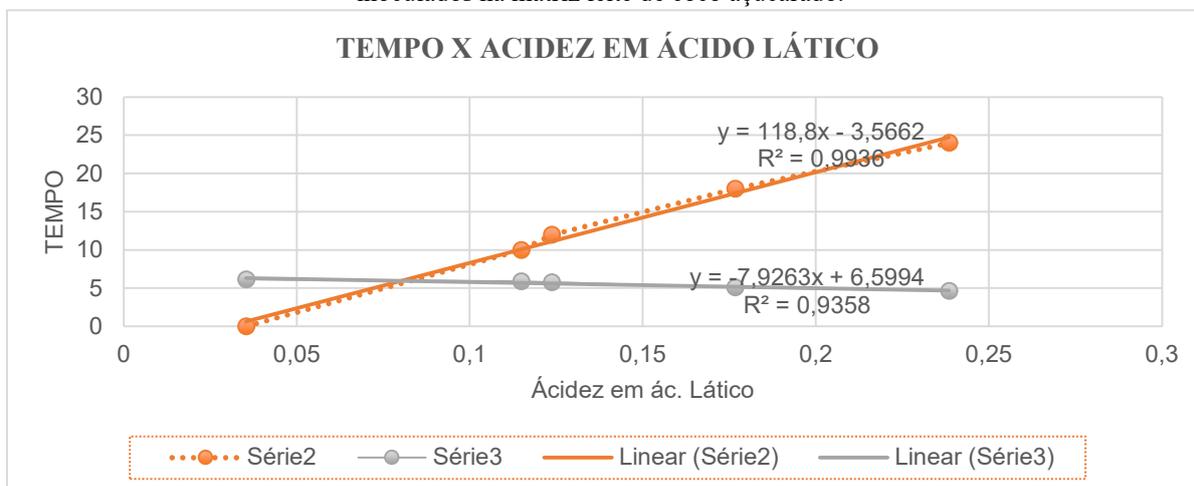
Assim mediante o ensaio proposto para fermentação, o período de 24 horas com inoculação de 5% de grão de kefir, em solução de água açucarada, e no leite de coco açucarado, foi observado que nesse período atendeu ao regulamento técnico de identidade e qualidade para leites fermentados com acidez em ácido lático entre 0,6 a 2,0 g de ácido lático/100g de produto. Durante esse período foi avaliado a variação de pH e acidez em 5 pontos de coleta, no tempo 0hrs a 24hrs, gerando os gráficos como podem ser observados nas Figura 1 e Figura 2.

Figura 1- Relação de acidez em ácido lático, pH e tempo do ensaio fermentativo dos grãos de kefir inoculados em solução açucarada.



Série 2: variação de temperatura; Série 3: variação do pH; Linear (Série 2): linha de tendência da variação de temperatura; Linear (Série 3): linha de tendência da variação do pH.

Figura 2- Relação de acidez em ácido lático, pH e tempo do ensaio fermentativo dos grãos de kefir inoculados na matriz leite de coco açucarado.



Série 2: variação de temperatura; Série 3: variação do pH; Linear (Série 2): linha de tendência da variação de temperatura; Linear (Série 3): linha de tendência da variação do pH.

O pH sofreu influência durante o processo fermentativo com um declive de 5,9 para 3,9 e acidez em ácido láctico variando de 0 a 1,5, essa diminuição durante o período de 24 horas foi semelhante para todas as formulações o que mostra que não houve interferência no processo fermentativo esperado pois os grãos de kefir utilizam o meio para consumo e seus metabólitos de ácido láctico e ácido acético vão sendo liberados e causando a diminuição do pH no meio. O pH inicial para o ensaio fermentativo onde os grãos de kefir foram inseridos na solução açucarada no tempo 0hrs foi de pH 5,996 e não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$) até o tempo 4 pH 5,132, 18hrs após inoculação. O período das 6 horas finais da fermentação teve uma variância, onde no tempo 5, o valor de pH foi de 3,908, no período de 24hrs. Quando comparado com o ensaio fermentativo do grão de kefir inoculado no leite de coco açucarado houve variação do tempo 0 no qual o valor do pH foi de 6,156 e no tempo 5 correspondente a um período 24hrs apresentou um valor de pH de 4,648 com $R^2 = 0,94$. Assim tem-se que a inoculação dos grãos de kefir de água quanto aos parâmetros de acidez e pH quando comparados com o exigido pela legislação, se adequaram melhor a matriz do leite de coco açucarado.

O ácido láctico, ácido acético e os ésteres são responsáveis pelo sabor e aroma frutados, típicos da bebida kefir (ALVES et al, 2021). De acordo com Santos et al. (2019) a produção de ácido acético e glicerol pode variar durante o processo de fermentação do kefir, porque parte do etanol é metabolizada em ácido acético utilizando as bactérias *Acetobacter*, que convertem o etanol em acetaldeídos, atribuindo as características dos sensores de acidez.

Com relação a diminuição do pH, Fiorda et al. (2017) decreveram que valores próximos a 4 são considerados ideais para o processo de fermentação, pois a desnaturação proteica não ocorre nesse valor, o que favorece nas características do fermentado. Foi observado por Laureys (2019) que o pH do kefir de água normalmente encontra-se abaixo de 4,5 e usualmente vai diminuindo ainda mais depois disso, acompanhado a produção de ácido láctico e ácido acético.

Os valores finais de acidez dependem da atividade dos microrganismos devido à temperatura, ao tempo de fermentação e a proporção de grânulos com os quais o líquido

açucarado é inoculado. O pH do produto fermentado por 24 horas a 20°C é próximo de 4; o total de ácidos tituláveis (g/100 ml) é de 0,07, e os sólidos solúveis totais: 4,1°Brix (Magalhães et al., 2010). Como também a variação do substrato, o pH após 24 horas de fermentação está entre 4 e 6, diminuindo com o aumento da temperatura onde os valores podem ser diferentes quando ocorre adição de frutas ou vegetais como substrato durante o processo de inoculação, assim descreve-se que o pH pode variar entre 3,6 e 5 (MORETTI et al., 2022).

5.2 Cinética de acidificação

A cinética de acidificação, a taxa máxima de acidificação (V_{max}), o tempo máximo (T_{max}) e o tempo para atingir o pH 4,5 (T) de cada amostra do ensaio fermentativo feita com leite de coco e solução de água açucarada, foram calculadas e apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias dos parâmetros da cinética de acidificação para inoculação de grãos de kefir em água e em leite de coco.

Cinética de acidificação				
Amostras	ΔpH	V_{max} (dpH/dt)	T_{max}	T
PH LC	1,508	0,194	24	24
PH H20	2,088	0,162	20	24

ΔpH : variação de pH; T_{max} : tempo que atinge a velocidade máxima (V_{max}); T: tempo para atingir valor de pH 4,5 (h); V_{max} : pH no qual a velocidade máxima é atingida.

Fonte: Autor.

Os resultados revelaram que o leite de coco fermentado com kefir de água apresentou a taxa máxima de acidificação (V_{max}) de 0,194 pH U/min, seguido pela solução açucarada sendo 0,162 pH U/min. A análise de acidificação mostra que a V_{max} tende a diminuir com o aumento do teor de sólidos totais, isso implica que a capacidade tamponante do kefir de água na solução açucarada ocorre devido a disponibilidade da matriz alimentar que foi inserido, diminuindo assim o seu pH e possuindo uma maior variação ΔpH .

Assim como o leite de coco possui outros componentes disponíveis o consumo desses componentes tende a ocorrer de forma gradual e acompanha uma variação de ΔpH menor. Processos de fermentação já evidenciaram a que a velocidade com que as reações

acontecem para kefir é um tempo médio de 24hrs, para bebidas vegetal fermentada com kefir a redução pode ter uma variação de 1,8 pontos de pH a depender do substrato que o mesmo for inoculado (EGEA et al., 2020; ARAUJO-FILHO, 2022).

O tempo para atingir a taxa máxima de acidificação ($T_{m\acute{a}x}$) para as amostras variou entre a solução açucarada que conseguiu atingir o valor máximo de pH no tempo de 20 h onde ocorreu diminuição do seu pH para 4,5 ($T_{m\acute{a}x}$). Para a amostra de leite de coco a taxa máxima de acidificação ($T_{m\acute{a}x}$) foi alcançada de acordo com o tempo proposto para atingir o valor de pH dentro das 24hrs e o pico de acidificação diminuiu, tornando assim a cinética de forma mais controlada.

Isso ocorre durante a acidificação do produto, enquanto o pH decresce, há desnaturação de proteínas e liberação dos ácidos orgânicos pelos micro-organismos fermentadores o que favorece para as características sensoriais desejáveis para esses produtos fermentados. No tempo máximo de 24 h, a $V_{m\acute{a}x}$ possui uma acidez acentuada e precipitação das proteínas do substrato, indicando que o tempo 24 h era o mais adequado para a fermentação do kefir na amostra pH LC.

As mudanças no pH e a variação da cinética de acidificação foram medidas afim de determinar quais os parâmetros seriam seguidos para obtenção da formulação do produto e suas diferentes combinações.

5.3 Caracterização físico-química

Na Tabela 4, pode-se observar os dados referentes as avaliações físico-químicas.

Tabela 4. Médias dos parâmetros físico-químicos obtidos do fermentado plant based.

FORMULAÇÕES	COMPOSIÇÃO					
	TEOR DE ÁGUA	PROTEÍNA	LÍPIDEOS	CINZAS	AÇÚCARES	pH
F1 (K4% 25T)	77,38 ± 2,88 ^a	2,04±0,05 ^a	13,70 ± 0,43 ^a	0,38 ± 0,72 ^b	6,80 ± 1,1 ^a	5,2
F2 (K4% 35T)	75,20 ± 1,96 ^a	3,05±0,01 ^b	11,68 ± 0,73 ^a	0,33 ± 0,65 ^b	5,41±0,54 ^c	4,6
F3 (K5% 30T)	66,07 ± 2,09 ^b	3,02±0,02 ^b	5,49± 2,38 ^b	0,59 ± 0,36 ^a	6,01±1,03 ^a	4,9
F4 (K6% 25T)	74,56 ± 2,54 ^a	2,55±0,06 ^a	10,27 ± 1,04 ^a	0,54 ± 0,64 ^a	4,28±1,20 ^b	4,3
F5 (K6% 35T)	72,26 ± 2,32 ^a	3,14 ± 0,05 ^b	8,03 ± 0,58 ^c	0,51 ± 0,77 ^a	3,80±0, 89 ^d	4,1

K4% 25T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K4% 35T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 35°C, K5% 30T: inoculado 5% de grão de kefir a temperatura de 30°C, K6% 25T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K6% 35T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 35°C

*Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey.

Fonte: Autor.

O teor de água para as amostras F5 (K6%35T), F4 (K6%25T), F2 (K4% 35T), F1 (K4% 25T) não tiveram diferença estatística entre si ($p > 0,05$), variando apenas para a amostra F3 (K5% 30T). Em relação ao teor de água, observa-se que o mesmo é similar ao encontrado em produtos lácteos como leite fermentado e iogurte, a legislação não trata com nenhuma margem específica para este parâmetro. Mesquita, Leandro, De Alencar & Botelho (2020), ao avaliarem bebidas fermentadas por bactérias lácticas em extrato de coco, encontraram valores de teor de água próximos a 70g/100 g, dados esses semelhantes aos encontrados neste estudo. Atalar (2019), associa o teor de água diretamente à estabilidade alimentar, sendo as bebidas fermentadas por kefir caracterizadas pelo alto teor de água.

Os valores de proteína variaram entre 2,04 (g/100g) a 3,14 (g/100g), onde a maior concentração foi encontrada nas formulações F5 (K6% 35T), F2 (K4% 35T) e F3 (K4% 35T) e não tiveram diferença estatística entre si ($p > 0,05$). Nas amostras que foram submetidas a uma maior temperatura de fermentação quando comparadas com as formulações F1 (K4% 25T) e F4 (K6% 25T) obtiveram menores concentrações de proteína. Para a legislação, o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados aborda que a quantidade mínima de proteínas lácteas deve ser de 2,9 (g/100g), sendo assim enquadrando-se apenas as amostras F2, F3 e F5.

Ainda assim no nosso estudo pode-se considerar que foi obtido um bom valor de proteínas comparado ao estudo de Grasso et al., (2020), que avaliaram a composição nutricional de iogurtes à base de plantas, e obtiveram iogurtes de coco com conteúdo de proteína de 1 g/100 g. De acordo com Patil e Benjakul (2018), baixos níveis de proteína em bebidas com extratos de coco são esperados, uma vez que o coco não é considerado uma fonte de proteína. Considerando que o lácteo “*plant-based*” teve como base a matriz alimentar de leite de coco, no qual apresenta baixa composição de proteína, variando entre 1,0 (g/100g) a 3,5 (g/100g), influenciando na composição físico-química do produto final.

Quanto aos teores de lipídeos pode-se observar uma diferença estatística para as amostras F3 (K5% T30) e F5 (K6% T35). A mudança na quantidade de gordura nas formulações pode ser ocasionado pela proporção da gordura do leite de coco, pelo processo de fermentação do kefir e pelos efeitos das culturas na quebra lipídica da gordura, bem como influenciada pela temperatura de incubação acima de 30°C. Esta

relação pode estar relacionada ao processo de auto-oxidação que pode ocorrer devido aos fatores de temperatura e processo de armazenamento.

A variação lipídica na fermentação pode ocorrer devido a algumas espécies de leveduras (*Lachancea*) e bactérias (*Leuconostoc*) presentes nos grãos de kefir, que têm atividade lipídica enzimática, que atuam as concentrações de ácidos graxos livres e glicerol (OLATERU et al., 2020).

Patil e Benjakul (2018) descreveram em seu estudo de revisão que diferentes proporções de água e carne de coco não pareciam afetar a extração de lipídios do coco para o leite de coco, fazendo com que a composição nutricional estará em relação proporcional a qualidade nutricional da matéria prima e seu processo de extração.

Segundo regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados de acordo com o percentual de matéria gorda o lácteo *plant based* pode ser classificado como creme, onde aqueles que tenham uma base mínima de matéria gorda de 6,0/ 100g (BRASIL, 2007). No trabalho de Mesquita et al. (2020) foram abordados a fermentação de bebidas de grão de bico (*Cicer arietinum L.*) e coco (*Coccus nucifera L.*) por *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* LBC 81, e foi observado que as bebidas fermentadas que contem o coco como seu substrato pode conter de até 20,0g/ 100g de gordura.

Os parâmetros químicos de lipídeos deste estudo para as formulações F1, F2, F4 e F5 encontram-se em concordância ao pré-determinado pela legislação brasileira. A legislação afirma que o nível de lipídeos deve ser superiores a 6,0g/100g (BRASIL, 2007).

O teor de cinzas variou estatisticamente de acordo com a concentração de kefir nas formulações onde F1 (K4% 25T), F2 (K4% 35T) obtiveram menor resultado de 0,38 (g/100g) e 0,33 (g/100g) quando comparado com as formulações F3 (K5% 30T), F4 (K6% 25T) e F5 (K6% 35T) com respectivamente, 0,59 (g/100g), 0,54 (g/100g) e 0,51(g/100g), respectivamente

O teor de açúcares nas amostras do *plant-based* fermentado variou entre 3,8 a 6,8 g/100g, resultados esses semelhantes aos encontrado sem iogurte lácteo (5,5% p/p). O fato do produto possuir fibras adicionadas não influenciou no aumento do teor total de carboidratos do produto obtido, o que pode observar que o kefir não consumiu as fibras adicionadas, presumindo que a estrutura molecular dessas fibras foi fator que dificultou

a quebra da estrutura da matriz. Apesar das diferentes formulações, F5 (K6% 35T) e F4 (K6% 25T) tiveram um menor teor de açúcares no final do produto, considerando que tiveram a maior concentração de grãos de kefir, nessas condições de concentração há uma relação no consumo de açúcar do kefir após adição das fibras, que é esperado onde no processo de fermentação do kefir, os açúcares disponíveis são metabolizados para produzir compostos orgânicos, considerando também junto a variação de pH dessas amostras que possuem os menores valores de 4,1 e 4,3 respectivamente.

Os pH das formulações variaram entre 4,1 a 5,2, caracterizando assim por terem um pH estável, para as formulações F2, F4 e F5, onde a estabilidade do produto é considerando por uma variedade de condições ambientais, como pH, temperatura e força iônica.

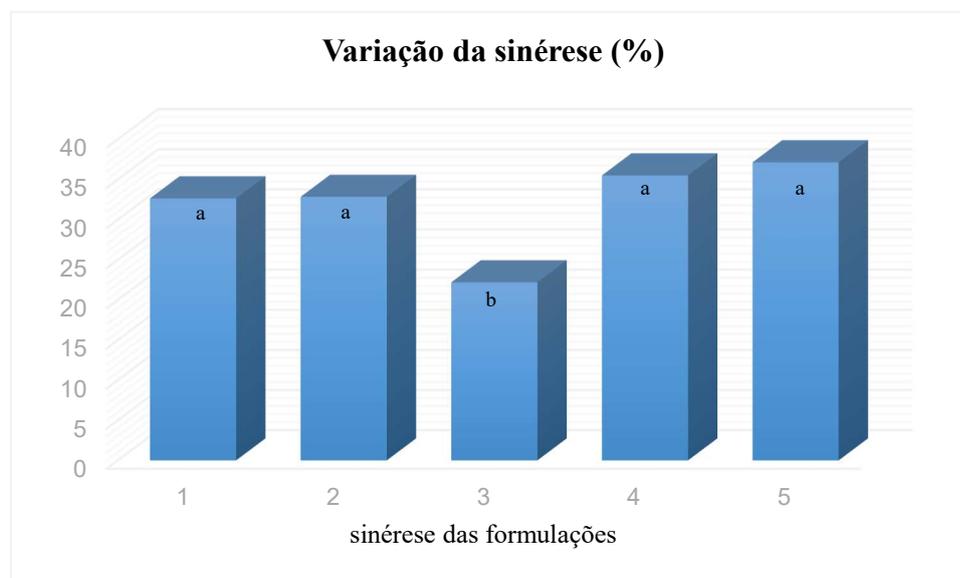
A estabilidade do pH é desejada pois na faixa de 4,0 a 4,5 a repulsão eletrostática entre as micelas das proteínas diminui causando sua agregação em uma rede de gel homogênea, ideal para a formação do produto elaborado, obtido nas formulações F2 (4% 25T), F4 (K6% 25T), F5 (K6% 35T).

5.4 Sinérese e estabilidade do gel

A sinérese ocorre a partir de um rearranjo das partículas do sistema ou devido a um rompimento na estrutura do gel com separação e expulsão do soro, onde a liberação de soro causada nos produtos lácteos, para o consumidor, é considerada indesejada no produto final. Dessa forma, visando obter a estabilidade do produto a sinérese e estabilidade do gel está relacionada diretamente com a sua capacidade de retenção de água.

Os valores da sinérese das formulações variaram entre (22 a 37% v/v), como pode ser observada na Figura 3. Entre as formulações elaboradas houve diferença estatística ($p > 0,05$) na formulação F3 (K5% 30T), apresentando o menor valor de sinérese do produto, as outras formulações K4% 25T; K4% 30T; K6% 25T K6% 35T não apresentaram diferença estatística entre si, entretanto apresentaram valores baixos de sinérese quando comparadas com produtos lácteos, como leite e iogurte fermentados, que possuem uma variação entre (50 a 60% v/v) (SANTANA et al., 2018; BERNARD et al., 2015).

Figura 3 – Avaliação da variação de sinérese entre as formulações elaboradas.



1: F1 (K4% 25T); 2: F2 (K4% 35T); 3: F3(K5% 30T); 4: F4(K6% 25T); 5: F5 (K6% 35T).

Produtos de baixa sinérese são caracterizados com menor porosidade e uma propensão a um melhor rearranjo das partículas de proteínas, outro fator que pode ser considerado é a interação polissacarídeo e proteína no sistema de emulsão e os géis formados pelo produto, desse modo a adição de fibras como a betaglucona atua também como função estabilizadora e componente de goma adicionada a essas formulações, que reduziu efetivamente a sinérese.

Foi por Li et al. (2022) relatando que as fibras dietéticas, como β -glucano, pectina, hemicelulose e arabinogaláctico, podem aumentar a retenção de água em iogurtes, diminuindo assim a sinérese.

A polidextrose tem uma pequena cadeia em comparação com outros polímeros, como a inulina e o FOS, pode estender sua estrutura ramificada de forma mais uniforme em agregados de caseína, resultando em interações proteína-carboidratos mais extensas. Essas interações dariam ao gel melhor estabilidade, conforme refletido pela menor sinérese (GOMES et al., 2022).

Na Tabela 5, pode-se observar os dados de estabilidade do gel realizados nos lácteos “*plant-based*” após o desenvolvimento das formulações elaboradas, onde a amostra F5 (K6% 35T) apresentou maior estabilidade seguida das amostras F6(K4% 35T) e F3 (K5% 30T), mostrando estabilidade quanto ao índice de variação da estrutura do gel, não variando estatisticamente entre si ($p > 0,05$). As amostras F1 (K4% 25T) e F4 (K6% 25T) (F?) variaram quanto a estabilidade do gel aparentando uma separação visível

entre o soro e o produto obtido, podendo assim a temperatura de fermentação a 25°C e o teor de proteína das amostras ter influenciado quanto a estabilidade do produto após armazenamento. O teor de proteína em produtos lácteos e a presença de hidrocolóides podem influenciar nesses fatores de força do gel entre as amostras (GRASSO et al., 2020; NGUYEN et al., 2017).

Tabela 5. Médias dos parâmetros de índice de estabilidade do gel para o fermentado plant based.

AMOSTRA	IC (%)
F1(K4% 25T)	30 ^a
F2 (K4% 35T)	15 ^c
F3 (K5% 30T)	15 ^c
F4 (K6% 25T)	25 ^b
F5 (K6% 35T)	12,5 ^c

K4% 25T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K4% 35T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 35°C, K5% 30T: inoculado 5% de grão de kefir a temperatura de 30°C, K6% 25T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K6% 35T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 35°C. IC: índice de estabilidade do gel.

*Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade (p>0,05), pelo teste de Tukey.

Fonte: Autor.

Ao avaliar a qualidade do produto fermentado um dos aspectos a serem considerados é o perfil de textura, assim os valores encontrados para o perfil de textura para o lácteo “*plant-based*” estão dispostos na Tabela 6. Analisando os resultados acerca do perfil de textura, observa-se que as formulações variaram estatisticamente entre si para os parâmetros de dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade.

Tabela 6. Médias dos parâmetros obtidos para a análise do perfil de textura para o fermentado plant based.

FORMULAÇÕES	DUREZA (g)	ADESIVIDADE (g.s)	ELASTICIDADE	COESIVIDADE	GOMOSIDADE	MASTIGABILIDADE
F1 (K425T)	65,039 ^a	405,154 ^a	0,911 ^a	0,626 ^a	45,346 ^a	41,310 ^a
F2 (K435T)	65,164 ^a	426,027 ^b	0,904 ^a	0,632 ^a	47,476 ^a	42,918 ^a
F3 (K530T)	82,207 ^b	467,046 ^c	0,932 ^a	0,648 ^a	52,642 ^b	49,053 ^b
F4 (K625T)	74,614 ^c	424,154 ^b	0,923 ^a	0,645 ^a	46,729 ^a	42,648 ^a
F5 (K635T)	77,971 ^c	471,896 ^d	0,924 ^a	0,697 ^a	55,223 ^b	51,011 ^b

K4% 25T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K4% 35T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 35°C, K5% 30T: inoculado 5% de grão de kefir a temperatura de 30°C, K6% 25T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K6% 35T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 35°C.

*Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade (p>0,05), pelo teste de Tukey.

Fonte: Autor.

Para o parâmetro dureza, foi verificado que a houve variação estatística ($p > 0,05$) em relação as formulações a medida que foi variando a concentração de kefir e a temperatura de fermentação, sendo os maiores valores observados nas formulações F1 (K5% 30T) e F4 (K6% 35T), ao analisar dureza entende-se que esta é a primeira força de ruptura necessária para que a sonda supere a flexibilidade da rede de coágulo e o rompa, simulando como uma colher rompe um iogurte.

A formulação F3 (K5% 30T) destaca-se das demais formulações, mesmo tendo uma variação de concentração e temperatura média quando comparada com as demais, o que pode ser justificado mediante os valores de sinérese e estabilidade do gel. O analisador do perfil de textura captura a primeira força de ruptura quando a sonda cruza com a superfície do produto analisado, como não ocorre uma grande variação da sinérese, a sonda penetra diretamente no produto obtendo maior resistência, indicando como um produto de estrutura mais estável.

Quando avaliamos a amostra F1 (K4% 25T) devido ao seu menor valor de dureza comparada com as outras formulações observa-se que o contato a sonda é primeiro com a maior disponibilidade de água ao invés da rede de coágulo, levando a redução da dureza, variando quanto a este parâmetro. Quando avaliamos as combinações de concentrações e temperaturas de 4% e 6% não houve variação entre si.

A adesividade avalia a força da volta e capacidade de rompimento da rede do coágulo formado, as formulações variaram significativamente entre si, com maiores valores para as formulações F5 (K6% 35T) e F3 (K5% 30T). Este resultado era esperado, visto que a dureza e a adesividade são dois parâmetros que se correlacionam entre si. As características físico-químicas como a proteína do fermentado “*plant-based*” e o fato de ser um produto ausente de lactose, faz com que não ocorra tanta hidrólise durante o processo de armazenamento e os microrganismos viáveis que estão presentes podem continuar a degradar a matriz, assim o fermentado “*plant-based*” apresenta uma textura mais resistente e adesiva.

Com relação ao parâmetro da coesividade que avalia a extensão que o material pode ser deformado antes da ruptura não houve diferença estatística entre as formulações F1 a F5, mostrando uma possível estabilidade quanto ao fator sensorial que seria o efeito de compressão antes de romper ao ser mastigado.

Quanto aos parâmetros de gomosidade e mastigabilidade do fermentado “*plant-based*” foi observado diferença estatística entre as formulações F5 (6% 35T) e F3 (5% 30T), onde pôde-se verificar que a medida que esses valores aumentam varia a energia

aplicada para mastigar e consumir o fermentado, dando assim a este uma característica quando comparado a produtos lácteos como creme, iogurte.

Há variação de textura no produto final pode ser influenciada pelos parâmetros de pH, proteínas, açúcares e acidez, que são os fatores que influenciam a fermentação para obtenção do produto, assim variando quanto ao perfil de textura. Csanádi e Kárnyáczki (2017), avaliaram as propriedades sensoriais, perfil de textura e suscetibilidade à sinérese de iogurte sem lactose onde os parâmetros avaliados quanto a dureza, coesividade e adesividade apresentaram uma textura mais firme porém com menor sinérese quando comparada com iogurtes com lactose, obtendo um produto mais estável.

5.5 Análise Microbiológica

Os resultados médios das análises microbiológicas para as formulações do fermentado lácteo “*plant-based*” estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7. Médias dos parâmetros microbiológicos obtidos do fermentado “*plant-based*”.

Amostras	<i>Salmonella spp.</i> (25g)	<i>Enterobacteriaceae/g</i>	<i>Staphylococcus</i> (UFC/ML)	Bolores e leveduras (UFC/mL)
F1 (K4% 25T)	A	A	>5	7,8 x10 ⁴
F2 (K4% 35T)	A	A	>5	7,3 x10 ³
F3 (K5% 30T)	A	A	>5	2,5 x10 ⁴
F4 (K6% 25T)	A	A	>5	1,05 x10 ⁶
F5 (K6% 35T)	A	A	>5	3,7 x10 ⁶
LIMITES LEGILADOS				
*BRASIL (2022)	A	M:10 ²	M:10 ²	M<10 ⁵

A: ausência; M: valor máximo.

K4% 25T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K4% 35T: inoculado 4% de grão de kefir a temperatura de 35°C, K5% 30T: inoculado 5% de grão de kefir a temperatura de 30°C, K6% 25T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 25°C, K6% 35T: inoculado 6% de grão de kefir a temperatura de 35°C.

*Referência: Instrução normativa N°161/22 que estabelece a lista de padrões microbiológicos para alimentos.

**Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade (p>0,05), pelo teste de Tukey.

Fonte:Autor.

As análises microbiológicas estão de acordo com o que preconiza a legislação para produto do tipo leite fermentado, embora o produto seja um lácteos “*plant-based*”. A legislação utilizada foi a mesma aplicada aos lácteos visto que não existe um padrão de regulamento técnico definido na legislação, a mesma análise visou descrever as condições higiênicas sanitárias do alimento a fim de mostrar a inocuidade e segurança do produto.

Em relação as análises de *Salmonella sp*/25 mL, foi observado a ausência deste microrganismo para todas as amostras, estando assim de acordo com a legislação (RDC

724/22 e IN N°161/2022). Foram analisados também o conteúdo de Estaf.coag.positiva/g, no qual as amostras apresentaram valores de 5×10^2 UFC. Para a avaliação dos bolores e leveduras as amostras F1, F2 e F3 apresentaram contagem $< 10^4$ estando dentro do padrão exigido pela legislação.

5.6 Rotulagem do produto

Foi proposto montar a composição nutricional do produto baseada no regulamento técnico de identidade e qualidade de leite fermentados, visto que não existe uma legislação específica ou padrão técnico de identidade e qualidade que regulamentada para este produto “*plant-based*”. Segundo o padrão técnico de identidade e qualidade de leite fermentados IN° 46 pode ser definido como kefir o produto que cumpra com os requisitos de elaboração onde ocorra a adição de grãos de kefir como inoculador para obter o fermentado e designar-se-á com o nome da substância alimentícia que confere as características do produto, devendo ser mencionada as expressões “com creme”, “integral”, “parcialmente desnatado” ou “desnatado” de acordo com seus parâmetros físico-químicos.

Para o produto fermentado “*plant – based*” fermentado por kefir, seguindo os descritivos da legislação, ele seria descrito pela denominação de venda de “Kefir de coco com creme” visto que o seu percentual de gordura para formulações foi maior que 6g/100g, com exceção da formulação F3 (K5% 30T) que seria descrito pela denominação de venda “Kefir de coco integral”.

Seguindo os requisitos obrigatórios de rotulagem geral a lista de ingredientes seria caracterizada como, Ingredientes: Leite de coco, cultivo kefir de água (*Saccharomyces omnispurus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp* e *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*), açúcar mascavo, betaglucana e FOS.

Para o requisito de rotulagem nutricional as formulações apresentariam as seguintes informações nutricionais descritas nas Tabela 8 a Tabela 12.

Tabela 8. Informação nutricional a para o fermentado *plant-based*, formulação F1 (K4% 25T)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção de 170g (1 unidade)	
Quantidade por porção	%VD (*)

Valor Energético	269 Kcal = 1132 kJ	14
Carboidratos	12,0 g	4
Proteínas	3,5 g	5
Gorduras Totais	23,3 g	42
Não contém quantidades significativas de, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.		
(*)% Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

Tabela 9. Informação nutricional a para o fermentado *plant-based*, formulação F2 (K4% 35T)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 170g (1 unidade)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético	236 Kcal = 992 kJ	12
Carboidratos	9,2 g	3
Proteínas	5,2 g	7
Gorduras Totais	20 g	36
Não contém quantidades significativas de, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.		
(*)% Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

Tabela 10. Informação nutricional a para o fermentado *plant-based*, formulação F3 (K5% 30T)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 170g (1 unidade)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético	145 Kcal = 609 kJ	7
Carboidratos	10,2 g	3
Proteínas	5,1 g	7
Gorduras Totais	9 g	16
Não contém quantidades significativas de, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.		
(*)% Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

Tabela 11. Informação nutricional a para o fermentado *plant-based*, formulação F4 (K6% 25T)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 170g (1 unidade)		
	Quantidade por porção	%VD (*)

Valor Energético	203 Kcal = 855 kJ	10
Carboidratos	8 g	3
Proteínas	4,3 g	6
Gorduras Totais	17,4 g	31
Não contém quantidades significativas de, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.		
(*)% Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

Tabela 12. Informação nutricional a para o fermentado *plant-based*, formulação F5 (K6% 35T)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 170g (1 unidade)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor Energético	170 Kcal = 714 kJ	9
Carboidratos	6,5 g	2
Proteínas	5,3 g	7
Gorduras Totais	13,6 g	23
Não contém quantidades significativas de, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.		
(*)% Valores diários de referencia com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

Fazendo um comparativo entre as formulações em relação as suas características físico-químicas e avaliação do perfil de textura, esses produtos se aproximam mais com produtos do tipo iogurtes lacteos fermentados, sendo na sequencia F5 (K6% T35), F3 (K5 30T), F4 (K6% 25T), F2 (K4% 35T), F1 (K4% 25T).

Os rótulos induzem os consumidores a fazer inferências sobre propriedades ou atributos que, embora não sejam diretamente observáveis, devem possuir um estímulo alvo. Esse efeito é amplamente demonstrado com rótulos que são avaliados pelos seus atributos que o consumidor considera como relevantes. Como as pessoas tendem a inferir que os alimentos chamados “baixo teor de gordura” têm menos calorias (FERNAN et al., 2018)

O efeito da rotulagem em produtos orgânicos ou “*plant-based*” sofre interferência do ponto de vista dos atributos que lhe são conferidos como produtos que possuem menor conteúdo de calorias ou o apelo de ser considerado mais saudável. Este efeito é gerado pela transformação de características associativas, onde que ser orgânico é a característica de origem, ser menos calórico é a característica alvo, e ambas as características pertencem

ao mesmo objeto (HUGHES et al., 2020). Assim, a transformação de que as características de origem de um objeto influenciam nossas crenças sobre as a composição do produto (DEMARTINI et al, 2022).

6. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que a cinética de fermentação e acidificação foram pontos que direcionaram os aspectos tecnológicos e de bioprocesso do leite de coco como substrato para a fermentação com grãos de kefir de água, determinando assim o ponto de pH, acidificação e tempo de execução da fermentação, tendo assim interação significativa no crescimento dos grãos de kefir, principalmente dentro de 24 horas após a fermentação.

Quanto as características físico-químicas foi observado que o fermentado “*plant-based*” com betaglucana e prébiotico apresentou-se como uma matriz viável para manutenção da composição nutricional quando comparadas a produtos lácteos fermentados, apresentando um alto teor de lipídeos, boa quantidade de carboidratos e proteínas e pH do produto estabilizado.

Os produtos apresentaram características de sinérese e estabilidade do gel que variaram quando comparados a produtos lácteos fermentados, contudo não afetaram a estabilidade e textura do produto final. Para os aspectos microbiológicos foram adequados de acordo legislação vigente.

Essas características favoreceram o desenvolvimento de um fermentado com base não láctea “*plant-based*” que pode ser uma alternativa para indústria de alimentos do ponto de vista tecnológico, comercial e de pessoas com intolerância à lactose e alérgicas a produtos lácteos e veganos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, V.; SCAPINI, T.; CAMARGO, A.; BONATTO, C.; STEANSKI, F. S.; JESUS, E.; DINIZ, L. G. T.; BERTAN, L. C.; MALDONADO, R. R.; TREICHEL, H. Desenvolvimento de bebida fermentada com kefir de água em extrato de coco solúvel em água (*cocos nucifera* l.) Com adição de inulina. **Lwt**, volume 145 , junho de 2021 , 111364
- ARAÚJO, J.C, RIBEIRO, N. M., BEZERRA, K. C. B., & LANDIM, L. A. D. S. R. Desenvolvimento de kefir em leite de coco babaçu. **Research, Society and Development**, 9(11), e3559119891-e3559119891. (2020).
- ARAÚJO-FILHO, A. A. L. Estudo cinético da fermentação de kefir e kombucha em extrato hidrossolúvel de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium Occidentale L.*) Dissertação (mestrado) – **Universidade Federal do Ceará**, Centro de ciências agrárias (PPGTA), 2022
- AURA, A. M. In vitro digestion models for dietary phenolic compounds. 2005. 107 f. PhD Thesis, Department of Chemical Technology, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2005.
- AYDAR, E. F.; TUNTUNCU,S.; OZCELIK,B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. **Journal of Functional Foods**, v.70, 2020.
- ATALAR. Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, 107 (November 2018)(2019), pp. 256-263, 10.1016/j.lwt.2019.03.013
- ATIK, D. S., Gürbüz, E.B., Palabıyık, I. Denvelopment of vegan kefir fortied with Spirulina plantensis. **Food bioscience**, 42 (2021) 101050.
- BANCO NACIONAL DO NORDESTE, BRAINER, M.S.C., Coco: produção e mercado. 206, 2021. Disponível em: < https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf> Acesso em: 6 de julho de 2022.
- BRASIL. Instrução normativa nº 46 - **Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. DOU (nº 205, Seção 1, pág. 4, Brasília – DF, 2007.
- BURAN, I. AKAL, C., BUDAK, S. ., YETISEMIYEN, A. Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefirs produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. **Food science and technology**. 148, 2021.
- CARNEIRO, R. P. - Desenvolvimento de uma cultura iniciadora para produção de kefir – Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (2010).
- COSTA, I. P.; SANTOS, N. S. T. BEBIDAS FERMENTADAS COM KEFIR A PARTIR DE EXTRATOS VEGETAIS. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**. v.12. 2020.

D. DAVANIDAVARI, M. NEGAHDARIPOUR, I. KARIMZADEH, M. SEIFAN, M. MOHKAM, SJ MASOUMI, Y. GHASEMI. **Prebióticos: definição, tipos, fontes, mecanismos e aplicações clínicas** Foods, 8 (3) (2019), pp. 1 – 27.

EGEA, M.B.; SANTOS, D.C. OLIVEIRA-FILHO, J. G.; ORES, J. C.; TAKEUCHI, K.P.; LEMES, A. C. – A review of nondairy kefir products: their characteristics na potential human health benefits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, n.4, p- 432- 453.

GHAVAMI, L.; GOLIAEI, B., TAGHIZADEH, B.; NIKOOFAR, A. EFEITOS DE β -GLUCANO DE CEVADA NO DANO POR RADIAÇÃO NA LINHA CELULAR DE HEPATOMA HUMANO HepG2. **Pesquisa de mutação/ Toxicologia genética e mutagênese ambiental**. p. 1-6, v. 775-776, 2014.

GRANATO, D.; BARBA, F. J.; KOVACEVI, D. B.; LORENZO, J. M.; CRUZ, A. G.; PUTNIK, P. Functional Foods: Product development, technological trends, efficacy testing and safety. **Annu. Rev. Food Sci. Technol.** p.11:3.1–3.26, 2020.

GOMES, E.R., CARNEIRO, L. C. M., STEPHANI, R., CARVALHO, A.F., RENHE, I.R.T., POMBO, A. F.W., PERRONE, I. T. Effect of sugar reduction and addition of corn fibre and polydextrose on pore size and syneresis of yoghurt. V129, 2022.

GORSKI, D. - Kefir: 21 st century yogurt, **Dairy Foods** 95:49, 1994.

HAN, S.; PAN, L.; ZENG, W.; YANG, L.; YANG, D.; CHEN, G.; LIANG, Z. **Produção aprimorada de frutooligosacarídeo (FOS) usando uma cepa mutante de *Aspergillus oryzae* S719 com superexpressão de genes β -frutofuranosidase (FTase)**. v. 146, 2021.

MAGALHÃES, K. T; PEREIRA G. V. M.; DIAS, D. R.; Schwan, R.F. **Comunidades microbianas e mudanças químicas durante a fermentação do kefir brasileiro açucarado**. World J. Microbiol. Biotechnol., 33 (2010), pp. 1 – 10

MADUREIRA, A. R. et al. Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. Food Research International. v. 44, n. 1, p. 465-470, 2011

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Produção Agrícola Municipal 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pesquisa/15/0?tipo=ranking&indicador=11929>>. Acesso em: 11/07/2020

KEHINDE, B. A.; PANGHAL, A.; GARG, M. K., SHARMA, P.; CHHIKARA, N. **Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods**. 2020. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.003>

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator, **Norman Rodge, London**, 8p., 1934.

LAURENT, C.; BESANCON, P.; CAPORICCIO, B. Flavonoids from a grape seed extract interact with digestive secretions and intestinal cells as assessed in an in vitro digestion/caco-2 cell culture model. **Food Chemistry**, v.100, n. 2, 1704-1712, 2007.

LAUREYS, D., DE VUYST, L., O inóculo de grãos de kefir de água determina a

características do processo de fermentação de kefir de água resultante. **J. Appl. Microbiol.** 122, 719-732. 2017. <https://doi.org/10.1111/jam.13370>.

LYNCH, K. M.; WILKISON, S.; DAENEN, L.; ARENDT, ELKE. Uma atualização sobre o kefir de água: microbiologia, composição e produção. v. 345, 2021.

JAKUBOWSKI, M. - Potential and differences of selected fermented non-alcoholic beverages. **World Scientific News**, 72:204–10, 2017.

MESQUITA, M.C., E. LEANDRO, S. DOS, E.R. DE ALENCAR, R.B.A. BOTELHO - Fermentation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and coconut (*Coccus nucifera* L.) beverages by *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* LBC 81: The influence of sugar content on growth and stability during storage.

Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v. 132 (2020), p. 109834, [10.1016/j.lwt.2020.109834](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109834)

MOURA, F. A. Efeito do tratamento oxidativo sobre as propriedades da beta-glicana e aplicação em pães de queijo. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. **Universidade Federal de Pelotas**. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2010.

NIELSEN S.D.; BEVERLY, R.L.B.; Y.; DALLAS, D.C. Milk bioactive peptide database: A comprehensive database of milk protein-derived bioactive peptides and novel visualization. **Food Chemistry**, 232 (2017), pp. 673-682

OLATERU C.T.; POPOOLA, B.M.; ALAGBE, G.O.; AJAO, O. - Lactic acid bacteria fermentation of coconut milk and its effect on the nutritional, phytochemical, antibacterial and sensory properties of virgin coconut oil produced. **African Journal of Biotechnology**, 19(6) (2020), pp. 362-366, [10.5897/AJB2020.17102](https://doi.org/10.5897/AJB2020.17102)

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, G. A. S.; NOMURA, C. S.; NAOZUKA, J. - Composição química elementar de produtos derivados do leite fermentado de kefir – **Journal of food compsiton and Analysis**, vol. 78, pág. 86-90, 2019. [Doi.org/10.1016/j.jfca.2019.02.005](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.02.005)

OTLE, S.; CAGINDI, O. Kefir: a probiotic dairy-composition nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.2, n. 2, p. 54-59, 2003.

PAULO, A.F.S.; BAU, T. R.; IDA, E. L.; SHIRAI, M. A. **Revestimentos comestíveis e filmes com incorporação de prebióticos – uma revisão**. v. 148, 2021.

PARAMITHIOTIS, S.; GIOULATOS, S.; TSAKALIDOU, E.; KALANTZOPOULUS, G. Interações entre *Saccharomyces cerevisiae* e bactérias de ácido láctico na massa fermentada. **Process Biochem.**, 41 (2006), pp. 2429 – 2433.

PRUDENCIO, I. D. Propriedades físicas de queijo petit suisse elaborado com retentado de soro de queijo e estabilidade de antocianinas e betalaínas adicionadas. **Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

POORE, J. NEMECEK, T. Reducing foods environmental impacts through producers and consumers. **Science**, 360, pp. 987-992, 2018.

QUADROS, E. B. – Avaliação da influencia da declaração de propriedades funcionais na percepção dos benefícios a saúde do consumidor. **UFSM – RS**, 2020.

SANTOS, D.C., FILHO, J.G.O., SANTANA, A.C.A., FREITAS, B.S.M., SILVA, F.G., TAKEUCHIA, K.P., EGEEA, M.B. Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics. **LWT-Food Science and Technology**, v.104, p. 30-37, 2019.

SANTOS, R. B; BARBOSA, L. P. J. L; BARBOSA, F. H. F. Probióticos: microrganismos funcionais. **Ciência Equatorial**, Amapá, v. 1, n. 2, p. 26-38, 2011.

D. C. DOS SANTOS, J. G. DE OLIVEIRA FILHO, A.C.A. SANTANA, B. S. M. DE FREITAS, F.G. SILVA, K.P. TAKEUCHI, ET AL. Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: **Physicochemical, sensory and technological characteristics Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, 104 (December 2018) (2019), pp. 30-37.

SCHWAN, R.F; , PEREIRA, G. V.M, FLEET, G. H. **Atividades microbianas durante a fermentação do cacau**. pp. 130 – 184, 2014

SPERANZA, B.; D. CAMPANIELLO, N. MONACIS, A. BEVILACQUA, M. SINIGAGLIA, M.R. CORBO

Functional cream cheese supplemented with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* DSM 10140 and *Lactobacillus reuteri* DSM 20016 and prebiotics. **Food Microbiology**, 72 (2018), pp. 16-22

SINTHUSAMRAN, S.; BENJAKUL, S. Propriedades físicas, reológicas e antioxidantes do gel de gelatina afetada pela incorporação de β -glucano. **Hidrocolóides alimentares**. p. 409 – 415. v. 79, 2018.

SPADA, J. C. et al. Rheological modelling, microstructure and physical stability of custard-like soy-based desserts enriched with guava pulp. **CyTA-Journal of Food**, v. 13, p. 373-384, 2015.

SANTOS, D. C. OLIVEIRA FILHO, J. G. DE A.C.A. SANTANA, B. S. M. DEFREITAS, F.G. SILVA, K.P. TAKEUCHI. - Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory and technological characteristics

Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 104 (December 2018)(2019), pp. 30-37, 10.1016/j.lwt.2019.01.030

TULASHIE, S. K., AMENAKPOR, J., ATISEY, S., ODAI, R., AKPARI, E. E. A. Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**. v. 6, 100206, 2022.

VICENZI, C.B.; CAVALLI, N.C.; ORO, T.; GUTKOSKI, L.C. Substituição de óleo de soja por beta-glucanas de aveia em *snacks* de milho. **Anais do 6º Simpósio de Segurança Alimentar**. SBTA Regional, RS, 2018.

ZANON, E. O. Desenvolvimento de um produto lácteo cremoso à base de proteínas do soro de leite enriquecido com β -glucana. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados)**. Universidade Pitágoras Unopar, 2018.

WESCHENFELDER, S. – Caracterização de kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti- E. coli – Dissertação de mestrado – UFRGS – 2009.

W.Y. KOH, U. UTRA, A. ROSMA, M.E. EFFARIZAH, W.I.W. ROSLI, Y.H. PARK. Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: A response surface methodology approach. **Food Science and Biotechnology**, 27 (2) (2018), pp. 525-535.

XU, D., FELS, L., WEFERS, D., BEHR, J., JAKOB, F., VOGEL, RF - Lactobacillus hordei dextranos induzem a agregação de Saccharomyces cerevisiae e a formação de redes em superfícies hidrofílicas. **Int. J. Biol. Macromol.** 115, 236-242. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.068>, 2018.

ZHENG, B. ZHOU, H. McCLEMENTES, D. J. Nutraceutical-fortified plant-based milk analogs: Bioaccessibility of curcumin-loaded almond, cashew, coconut, and oat milks. **LWT - Food science and technology**. 147, 2021.