



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ELIANE POMPEU DE JESUS

**ESTUDO DA ELABORAÇÃO DE IOGURTE DE LEITE DE COCO USANDO
DIFERENTES TIPOS DE ESPESSANTES**

LARANJEIRAS DO SUL

2022

ELIANE POMPEU DE JESUS

**ESTUDO DA ELABORAÇÃO DE IOGURTE DE LEITE DE COCO USANDO
DIFERENTES TIPOS DE ESPESSANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Larissa Canhadas Bertan

LARANJEIRAS DO SUL

2022

Jesus, Eliane Pompeu de

ESTUDO DA ELABORAÇÃO DE IOGURTE DE LEITE DE COCO
USANDO DIFERENTES TIPOS DE ESPESSANTES / Eliane Pompeu
de Jesus. -- 2022.

47 f.:il.

Orientadora: Doutora Larissa Canhadas Bertan

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia de Alimentos, Laranjeiras do
Sul, PR, 2022.

1. Fonte não convencional. 2. Vegano. 3. Espessantes.
4. Delineamento Experimental. 5. Fermentação. I. Bertan,
Larissa Canhadas, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

ELIANE POMPEU DE JESUS

**ESTUDO DA ELABORAÇÃO DE IOGURTE DE LEITE DE COCO USANDO
DIFERENTES TIPOS DE ESPESSANTES**

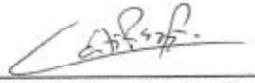
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 04/07/2022

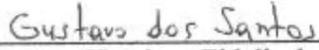
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Larissa Canhadas Bertan – UFFS
Orientadora



Prof. Dr.^a Cátia Tavares dos Passos Francisco – UFFS



Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho a minha família, que não
pouparam esforços para que eu pudesse concluir
meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Ao longo desses anos de graduação, eu sempre imaginei como seria esse momento de estar concluindo meu Trabalho de Conclusão de Curso, por muitas vezes pensei em desistir, precisei colocar mais expectativas em mim mesma para seguir. Então, finalmente chegou o dia tão esperado, que chega dar um aperto no coração misturado com frio na barriga.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, que esteve comigo em todos os momentos, nas conversas e desabafos, onde muitas vezes eu só clamava por força para não desistir. Então na sua misericórdia, me sustentou até aqui. Aos meus familiares que nunca mediram esforços para me apoiar, em especial minha mãe e minha tia, que me deram educação e ensinaram como enfrentar as dificuldades da vida sem perder a fé, e me tornaram a mulher que sou hoje.

Agradeço aos amigos, em especial Adriana Guerra, e todas as pessoas que estiveram comigo desde o início da caminhada e aqueles que aos poucos a vida foi cuidando em colocar no meu caminho à medida que fui precisando, a caminhada nunca foi fácil, mas nunca precisei andar sozinha.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pela oportunidade de realizar o sonho da minha vida, em realizar uma graduação. Em especial, gostaria de agradecer a minha orientadora Professora Larissa Canhadas Bertan, que acreditou em mim, me apoiou em momentos delicados e me confiou vários projetos de pesquisa ao longo desses anos, além de todo ensinamento tanto no âmbito profissional, quanto pessoal. A Vanessa Alves que também não mediu esforços para me ajudar durante o presente trabalho e aos técnicos dos laboratórios por sempre me darem suporte no que precisei.

Também gostaria de agradecer aos professores, Cátia Tavares dos Passos Francisco, Vânia Zanella Pinto, Leda Battestin Quast, Luciano Tormen e Gustavo Henrique Fidelis dos Santos, que ao longo do curso me mostraram que antes de sermos bons profissionais, somos seres humanos, e que nem sempre vamos ser perfeitos em tudo, mas que com esforço e dedicação alcançamos nossos objetivos, eu deixo aqui meu muito obrigada.

RESUMO

Novas necessidades alimentares fazem com que seja necessário o desenvolvimento de produtos ou a diversificação dos ingredientes utilizados em produtos já consolidados no mercado. O leite de coco é o líquido extraído da polpa do coco e possui impacto positivo no sistema imunológico, com grandes quantidades de ácidos graxos saturados e triglicérides de cadeia média capazes de melhorar o sistema imunológico, auxiliando em atividades antimicrobianas e antivirais, além de melhorar o sistema digestivo. Desta forma, sendo benéfico à saúde, o leite de coco mostrou-se como um bom substituto ao leite de vaca, quando testado sensorialmente em produtos já consolidados. Neste contexto, o presente trabalho terá por objetivo desenvolver e caracterizar iogurte a base de leite de coco adicionado de espessantes. O trabalho foi desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa foram realizados testes preliminares para determinar os tipos de espessantes (gomas) a serem utilizados, foram testados carboximetilcelulose, ágar ágar e goma xantana, de forma isolada e combinada através do teste de sinérese, o qual foi realizado a cada 3 dias durante 12 dias. Na segunda etapa foi verificado o efeito da concentração de açúcar de coco, concentração de inulina e tempo de fermentação através do planejamento composto central (DCC) 2^3 , contendo 3 pontos centrais. As formulações do planejamento experimental, foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis, acidez titulável (%) e rendimento da bebida. Na terceira etapa foi realizada a caracterização da amostra otimizada no delineamento experimental. Os resultados obtidos nas três etapas de teste determinaram o melhor espessante, a concentração de substratos, tempo de fermentação com efeito relacionado ao pH, rendimento da bebida e caracterização da amostra otimizada. Foram caracterizadas duas amostras, sendo a de iogurte a base de leite de coco e leite vaca. Apresentando umidade 79,97%, cinzas 0,19%, lipídios 2,27%, proteínas 3,9% e carboidratos 13,67% e umidade 84,61%, cinzas 0,70%, lipídios 1,34%, proteínas 2,9% e carboidratos 10,57% respectivamente.

Palavras-chave: Leite de vegetal, produto funcional, vegano, fermentação, espessantes.

ABSTRACT

New food needs make it necessary to develop products or diversify the ingredients used in products already established on the market. Coconut milk is the liquid extracted from the coconut pulp and has a positive impact on the immune system, with large amounts of saturated fatty acids and medium chain triglycerides capable of improving the immune system, assisting in antimicrobial and antiviral activities, in addition to improving the digestive system. In this way, being beneficial to health, coconut milk proved to be a good substitute for cow's milk, when sensorially tested in already consolidated products. In this context, the present work will aim to develop and characterize yogurt based on coconut milk added with thickeners. The work was developed in three stages. In the first stage, preliminary tests were carried out to determine the types of thickeners (gums) to be used, carboxymethylcellulose, agar agar and xanthan gum were tested, in an isolated and combined way through the syneresis test, which was carried out every 3 days during 12 days. In the second step, the effect of coconut sugar concentration, inulin concentration and fermentation time was verified through the central composite design (CCD) 2^3 , containing 3 central points. The formulations of the experimental design were characterized in terms of pH, soluble solids, titratable acidity (%) and beverage yield. In the third stage, the characterization of the sample optimized in the experimental design was carried out. The results obtained in the three test steps determined the best thickener, substrate concentration, fermentation time with an effect related to pH, beverage yield and optimized sample characterization. Two samples were characterized, being that of yogurt based on coconut milk and cow's milk. Presenting moisture 79.97%, ash 0.19%, lipids 2.27%, proteins 3.9% and carbohydrates 13.67% and moisture 84.61%, ash 0.70%, lipids 1.34%, proteins 2.9% and carbohydrates 10.57% respectively.

Keywords: Vegetable milk, functional product, vegan, fermentation, thickeners.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura Química de unidades de Carboximetilcelulose.	19
Figura 2 - Estrutura química do ágar ágar.....	20
Figura 3. Estrutura química da goma xantana.	20
Figura 4 - Teste de sinérese realizado em centrifuga a 300 rpm.	24
Figura 5 - Gráficos de Pareto das formulações do iogurte quanto as concentrações de açúcar de coco, inulina e tempo (h) de fermentação (X) sobre as respostas pH, acidez, SS e R (Y). Nível de 95% de confiança.	34
Figura 6 - Diagrama para interpretação dos efeitos principais para o planejamento fatorial 2^3 com pontos centrais.	36
Figura 7 - Diagrama para interpretação dos efeitos de interação significativos para o planejamento fatorial 2^3 com pontos centrais.	37
Figura 8 - Gráfico de sistema de coordenadas dos componentes principais quanto aos pesos variáveis e a correlação de variação da pontuação com diferentes grupos marcados em cores destacadas.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste do tipo de espessante isolado e combinado (50%:50%) em leite de coco.	23
Tabela 2- Planejamento composto central rotacional (DCCR) para os iogurtes a base de leite de coco.	25
Tabela 3 - Níveis utilizados no planejamento fatorial 2^3 (com triplicata de ponto central) para fabricação do iogurte a base de leite de coco.....	26
Tabela 4 - Teste de sinérese com as gomas isoladas e combinadas.	31
Tabela 5. Delineamento Composto Central com valores codificados e reais e as variáveis resposta das formulações do iogurte.....	32
Tabela 6 - composição centesimal da amostra de iogurte de leite de coco e iogurte de leite de vaca.	40
Tabela 7 - Variação de pH durante o armazenamento.....	40
Tabela 8 – Variação da Acidez titulável durante o armazenamento.....	41
Tabela 9 – Avaliação de sinérese durante o armazenamento.....	41
Tabela 10 – Análise de cor por colorímetro.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP Análise do Composto Principal
CMC Carboxmetilcelulose
DCC Delineamento Composto Central
IAL Instituto Adolfo Lutz
Rpm Rotação por Minuto
R Rendimento
SS Sólidos Solúveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 MERCADO VEGANO.....	16
2.2 PATOLOGIAS.....	16
2.3 BEBIDAS VEGETAIS.....	17
2.4 LEITE DE COCO.....	18
2.5 ESPESSANTES / HIDROCOLOIDES.....	18
2.5.1 CARBOXIMELTILCELULOSE.....	19
2.5.2 ÁGAR ÁGAR.....	19
2.5.3 GOMA XANTANA.....	20
2.6 AÇUCAR DE COCO.....	21
2.7 INULINA.....	21
3 METODOLOGIA	22
3.1 MATERIAL.....	22
3.1.1 MATÉRIA PRIMA.....	22
3.1.2 EQUIPAMENTOS.....	22
3.1.2 REAGENTES.....	22
3.2 MÉTODOS.....	22
3.2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS PARA O TESTE PRELIMINAR DO TIPO DE ESPESSANTE A SER UTILIZADO.....	23
3.2.2 TESTE DE SINÉRESE	24
3.2.3 PRODUÇÃO DAS AMOSTRAS DE IOGURTE A BASE DE LEITE DE COCO.....	24
3.2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
3.2.5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO PLANEJAMENTO.....	26
3.2.5.1 ANÁLISE DE PH.....	26
3.2.5.2 DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLUVEIS.....	26
3.2.5.3 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL.....	26
3.2.5.4 RENDIMENTO DA BEBIDA.....	27
3.2.5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
3.2.6 ANÁLISE CENTESIMAL.....	27
3.2.6.1 UMIDADE.....	28
3.2.6.2 CINZAS.....	28
3.2.6.3 LIPÍDIOS.....	28

3.2.6.4	PROTEÍNA BRUTA	28
3.2.6.5	CARBOIDRATOS	29
3.2.6.5	DETERMINAÇÃO DE PH, ACIDEZ TITULÁVEL E SINÉRESE.....	29
3.2.6.6	ANÁLISE DE COR.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1.	TESTES DE SINÉRESE.....	29
4.2.	DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL – DCC.....	32
4.3	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP).....	38
4.4	ANÁLISES CENTESIMAL	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por produtos alimentícios alternativos aos produtos convencionais está em constante crescimento, que pode estar relacionados a fatores como a preocupação do consumidor com o bem-estar animal, impactos ambientais, problemas de saúde e mudanças nos hábitos alimentares. A alergia ao leite de vaca é uma intolerância imunológica às proteínas do leite (HILL, MURCH, RAFFERTY, WALLIS, & GREEN, 2007). Com isso, é necessário que a indústria alimentícia e setores de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos estudem e desenvolvam produtos para atender a essas necessidades, bem como ligados a fatores da saúde ou novos hábitos alimentares.

Segundo Bedin et al (2018), a União Vegetariana Internacional define o vegetarianismo como uma dieta que exclui da dieta diária carne, peixe e seus derivados, o que ocorre em virtude de crenças éticas, religiosas, ambientais, mas ainda aceita leite, laticínios e ovos. De acordo, com Branco (2021) o veganismo é um comportamento que não restringem apenas à dieta, mas sim, é uma filosofia e vida relacionada à alimentação, onde existe uma ideologia, vestuário e restrição completa a produtos de origem animal. Assim, os consumidores vêm buscando por produtos com mais variedade, elaborados com diferentes matérias-primas, que geram diferentes sabores e que se adequem ao seu estilo de vida (PROVEG INTERNATIONAL, 2020).

Os produtos à base plantas ainda tem valor agregado alto, com isso, a indústria alimentícia necessita reduzir custos, como uma alternativa para o desenvolvimento desses produtos e com isso, garantir o acesso para todos os consumidores. As alternativas disponíveis no mercado como substituto do leite de vaca, são os extratos a base de plantas. As bebidas desenvolvidas a partir de vegetais provém de diferentes fontes, sendo elas: cereais (aveia, trigo, arroz e milho), leguminosas (soja, amendoim, ervilha e feijão), oleaginosas (amêndoas, coco, avelã, pistaches e nozes) e sementes (gergelim, linhaça e girassol) e pseudos-cereais (quinoa, amaranto e teff) (CUINÃS, VAILATI & LAZZATI, 2020).

Além do supracitado, os consumidores vêm demonstrando mudança nos hábitos alimentares, por práticas que utilizam alimentos considerados benéficos a saúde. Entre os alimentos normalmente consumidos, destacam-se os orgânicos, não transgênicos, probióticos, prebióticos e simbióticos. (BAMPI et al., 2016).

A inserção na dieta de bebidas fermentadas como o iogurte apresenta entre os benefícios, a melhoria da ação de enzimas digestivas e da absorção de cálcio, fósforo e ferro (MUNDIM, 2008). De acordo com a instrução normativa N° 46 de 23 outubro de 2007 do MAPA (BRASIL, 2007),

entende-se como iogurte o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbóticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, os quais, podem estar acompanhados, de forma complementar, com outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto. Para a elaboração de leites fermentados, destacam-se as culturas probióticas das espécies *Lactobacillus*, *Streptococcus thermophilus* e bifidobactérias que estimulam o sistema imunológico, pois promovem a síntese de vitaminas, que reduzem o nível de colesterol e amônia no sangue e auxiliam na reestruturação da microbiota (BAMPI et al., 2016).

O leite de coco tem sido uma alternativa para o desenvolvimento de iogurte, pois além de substituir o leite de vaca para pessoas que apresentam alguma alergia e/ou são veganas, confere sabor agradável ao produto. Além disso, o leite de coco é um produto consolidado no mercado, esse por sua vez, apresenta características sensoriais conhecidas como cor, sabor e textura. Segundo Carvalho e Coelho (2009), o leite de coco possui diversas possibilidades de aplicações ainda pouco exploradas, as quais podem ser em escala doméstica ou industrial, o que o torna uma fonte alternativa ao leite de vaca para elaboração de produtos.

Desta forma o presente trabalho teve por objetivo estudar diferentes espessantes e substratos, no desenvolvimento de iogurte a base de leite de coco, para pessoas intolerantes a lactose, alérgicos a caseína e/ou pessoas com hábitos veganos/vegetarianos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MERCADO VEGANO

O perfil dos consumidores vem mudando nos últimos anos, e com isso, novos hábitos e estilo de vida vêm surgindo. De acordo com a Associação Brasileira de Veganos (BRASIL, 2021), vegano é o indivíduo cujo estilo de vida não explora fontes de origem animais para nenhum fim, seja para a alimentação, vestuário e cosméticos. Assim, a alimentação é baseada em fontes estritamente vegetais. Logo, o mercado vem crescendo para atender essa demanda e com isso, tem surgido novo nicho de mercado. Dentre os produtos que fazem parte dessa demanda estão os extratos a base de vegetais conhecidos popularmente como “leites” vegetais.

No Brasil, segundo a revista *Vegan Business* (2021), a receita gerada com produtos vegetais alternativos ao leite de vaca gira em torno de U\$56 milhões. Tal fato está vinculado a ideia de que a busca por produtos alternativos aos de origem animal, podem estar relacionadas a questões de saúde e/ou mudança para hábitos vegetarianos e veganos. Em um estudo realizado sobre a percepção ao leite de vaca e suas alternativas, foi possível observar as pessoas que consomem leite de vaca é principalmente por hábito ou preferência de sabor. Por outro lado, alguns indivíduos declaram que a um dos motivos para não consumir os lácteos é por não ser de origem orgânica, bem-estar animal, danos ao meio ambiente, e ainda concluem que o leite de vaca pode ser substituído por fontes alternativas desde que esse confira sabor agradável (CUINÃS, VAILATI & LAZZATI, 2020). Desta forma, o mercado de alimentos vegetarianos, tanto brasileiro como mundial, possui um potencial maior do que atualmente explorado, afinal, pessoas tem buscado por alimentos veganos por inúmeros motivos, além das questões ambientais, também problemas relacionados a saúde por conta de alergias e restrições (CROWFORD, 2017).

2.2 PATOLOGIAS

Consumidores têm demonstrado mais atenção à qualidade e à funcionalidade dos alimentos consumidos em razão do aumento da incidência de doenças inflamatórias intestinais, sendo que as principais causas dessas doenças são relacionadas a intolerância à lactose pode causar sintomas como desconforto abdominal, flatulência, distensão abdominal, cólicas e diarreia. Alergia a proteína do leite (caseína) pode causar reações cutâneas e inchaço nos músculos da face. A maioria dos indivíduos com intolerância à lactose e/ou alergias exclui leite e derivados lácteos da dieta para diminuir os sintomas causados pela doença (BRANDÃO et al. 2021).

As proteínas do leite são as proteínas do soro e caseína, sendo essa última muitas vezes não reconhecidas pelo organismo dos seres humanos provocando as alergias. Os principais sintomas são náuseas, vômitos, dores abdominais e diarreias, podendo desencadear perda de peso e desnutrição, decorrente também da má absorção intestinal ou perda de energia e nutrientes decorrentes dos vômitos. (GASPARIN, TELES e ARAÚJO, 2010).

Para atender as necessidades dos consumidores que possuem essas patologias, se faz necessário desenvolver produtos alternativos para essa demanda, com produtos ausentes de lactose e/ou proteínas do leite. Desta forma os consumidores buscam produtos com mais variedade, elaborados com diferentes matérias-primas, que geram diferentes sabores e que se adequem ao seu estilo de vida (PROVEG INTERNATIONAL, 2020).

2.3 BEBIDAS VEGETAIS

Segundo a Resolução nº 272, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) produtos de vegetais são os produtos obtidos a partir de partes comestíveis de espécies vegetais tradicionalmente consumidas como alimento, incluindo as sementes oleaginosas, submetidos a processos de secagem e ou desidratação e ou cocção e ou salga e ou fermentação e ou laminação e ou floculação e ou extrusão e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com líquido de cobertura e adicionados de sal, açúcar, tempero ou especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto (BRASIL, 2005).

Uma vez que pessoas com restrições alimentares em relação ao leite não podem ingerir alimentos derivados deste, assim, novas alternativas têm surgindo no mercado para que estas pessoas possam ingerir alimentos utilizando fontes não convencionais, sendo que os extratos a base de cereais, castanhas, pseudos-cereais, oleaginosas e sementes tem se mostrado uma boa opção (CUINÃS, VAILATI & LAZZATI, 2020).

O consumo de bebidas alternativas ao leite à base de plantas (*plant-based*) tem crescido mundialmente. O extrato a base de soja, popularmente conhecido como “leite de soja”, foi o pioneiro do mercado, por ser considerado fonte de proteínas e apresentar baixo custo (NORBERTO et al., 2018). No entanto, um dos principais problemas para os consumidores é o seu sabor particular que, em muitas ocasiões, dificulta o consumo, além das adversidades com relação ao consumo de produtos à base dessa matéria prima, pela presença de fitato que pode causar desconforto gastrointestinal. Tal

fato faz com que os consumidores busquem outras opções de melhor sabor, como amêndoas, castanhas e leite de coco (ROSÓN, 2017).

2.4 LEITE DE COCO

Segundo Carvalho e Coelho (2009), o leite de coco possui diversas possibilidades de aplicações ainda pouco exploradas, as quais podem ser em escala doméstica ou industrial, o que o torna uma fonte alternativa ao leite para elaboração de produtos, tais como, bebidas fermentadas, sobremesas prontas para o consumo e como ingrediente substituto ao leite de vaca em receitas. A utilização em alimentos para fins especiais é uma possibilidade, uma vez que o leite de coco possui propriedades funcionais interessante devido aos ácidos graxos e aminoácidos presentes em sua composição. Ademais, o leite de coco é uma emulsão obtida por meio da extração do endosperma sólido do coco, com ou sem adição de água, com cerca de 78% de umidade, 18% de lipídios 2,1% de carboidratos totais, destes 0,7% correspondendo à fibra alimentar, 0,6% de proteína, 0,6% de minerais e valor energético de 302 Kcal por 100mL (ALCÂNTARA et al., 2012, UNICAMP, 2011).

De modo geral, o leite de coco pode oferecer boas características sensoriais e tecnológicas quando há a necessidade de substituição do leite de vaca dentro da dieta alimentar. Além disso, no Brasil e no mundo, os produtos à base de coco são matéria-prima de destaque na indústria de muitos produtos alimentícios, tais como bolachas, doces, iogurtes e sorvetes. (MORORÓ, 2015). Assim, a criação de produtos diferenciados como sobremesa cremosa utilizando leite de coco para desenvolvimento de iogurte pode ser uma alternativa para esse mercado de hábitos vegano/vegetarianos e/ou pessoas com alguma restrição ao consumo de leite.

2.5 ESPESSANTES / HIDROCOLOIDES

Segundo a revista Food Ingredientes Brasil (2017), espessante é a substância que aumenta a viscosidade de um alimento, melhorando a textura e a consistência dos alimentos processados. São utilizados em tecnologia de alimentos e bebidas como agente estabilizador de sistemas dispersos, como suspensões (sólido-líquido), emulsões (líquido-líquido) ou espumas (gás-líquido).

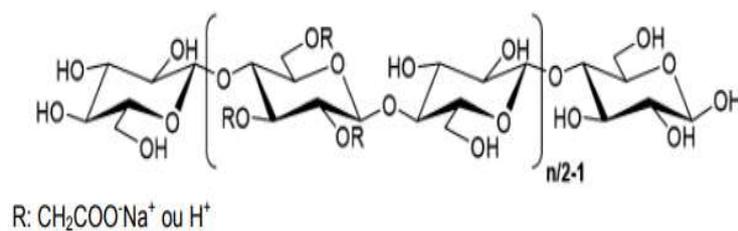
Estudos aplicados em sistemas com a presença de hidrocoloides e amidos evidenciam a ocorrência de um efeito sinérgico entres esses ingredientes, indicando um aumento da estabilidade dos géis formados (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004). As gomas são amplamente utilizadas como aditivos nas indústrias alimentícias para conferir características de textura desejáveis.

Cada espessante apresenta suas especificidades que devem ser analisadas e estudadas de forma isolada. Assim, é possível determinar o melhor espessante a ser utilizado no sistema no qual deseje-se aplicar, levando em consideração suas vantagens, desvantagens, aplicações e potencialidades, quando utilizadas de forma isolada e associadas com outras gomas. Segundo Mathias (2017) a adição de espessantes em iogurtes pode resultar em uma textura mais firme, diminuindo a sinérese e aumentando a aceitabilidade.

2.5.1 CARBOXIMELTILCELULOSE

O CMC (Figura 1) é uma goma obtida da celulose mediante um processo químico bem controlado, a qual é solúvel em água e é amplamente aplicada em alimentos como agente espessante, estabilizante e modificador das características de fluxo de soluções aquosas ou suspensões (UENO et al., 2007). Esta goma é utilizada como espessante na indústria alimentícia por possuir alta capacidade de retenção de água, ser solúvel em amplas faixas de temperatura, e as soluções que contém as mesmas são altamente viscosas e estáveis. Suas aplicações dependem principalmente do grau médio de substituição do grupo carboximetila, sendo que essas ocorrem por reações heterogêneas, com isso o controle dos substituintes é de difícil controle (CARASCHI; CAMPANA FILHO, 1999).

Figura 1 - Estrutura Química de unidades de Carboximetilcelulose.



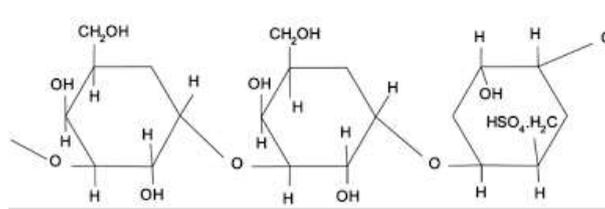
Fonte: Ueno et al. (2007).

2.5.2 ÁGAR ÁGAR

Ágar ágar (Figura 2) é um hidrocoloide gelificante conhecido na indústria alimentícia e produzido a partir de algas vermelhas (*Rhodophyta*). Além disso, é amplamente utilizado devido à

sua fácil disponibilidade, custo-benefício e a capacidade de formação de gel após o resfriamento (NORBERTO et al., 2021).

Figura 2 - Estrutura química do ágar ágar.



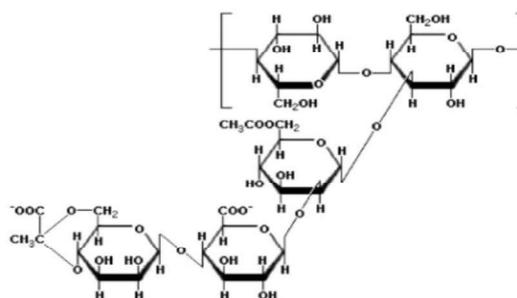
Fonte: NETO(2016).

Segundo a revista Food Ingredientes Brasil (2017), ele tende em formar géis mais quebradiços, o que faz com que seja necessário a presença de Ca⁺ e Mg²⁺ para sua formação ao ser utilizado como estabilizante em produtos lácteos. A fração gelificante do agar agar possui uma estrutura de dupla hélice e está agrega-se para formar uma estrutura tridimensional que se hidrata com as moléculas de água, formando assim géis termo reversíveis. Logo, esse espessante se torna uma alternativa viável na aplicação de produtos que tem como principal característica a textura.

2.5.3 GOMA XANTANA

Segundo a revista Food Ingredientes Brasil (2017), a goma xantana (Figura 3) é um heteropolissacarídeo obtido por fermentação pela bactéria *Xanthomonas campestris*. Seu alto peso molecular é uma das principais explicações para o seu grande potencial na formação de viscosidade em soluções aquosas em baixas concentrações (0,05-1%). Ademais, apresenta estabilidade em faixas de temperaturas de 0 a 100°C e pH de 1 a 10 (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010).

Figura 3. Estrutura química da goma xantana.



Fonte: Canuto(2006)

Assim, em virtude de suas características, a goma xantana apresenta grande interesse na indústria de alimentos pela sua flexibilidade de aplicação.

2.6 AÇUCAR DE COCO

O açúcar de flor de coco é produzido a partir da seiva de floema da flor do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), não abertas. Essas são cortadas manualmente e o líquido coletado, sendo posteriormente aquecida sobre um tacho aberto com agitação constante até engrossar e cristalizar. Devido ao processo de obtenção e não passar pelo refinamento a cor do açúcar pode variar de claro a marrom escuro, o açúcar mantém algumas das vitaminas e minerais originais da planta (WRAGE, BURMESTER, KUBALLA & ROHN, 2019).

Segundo Wrage, Burmester, Kuballa e Rohn (2019) o açúcar de coco é caracterizado por conter aproximadamente 80% de sacarose, 3% de glicose e 7% de frutose, além de possuir baixo índice glicêmico (35-54), quando comparados aos açúcares refinados. Além disso, há em sua composição minerais como o ferro, zinco, cálcio, potássio, alguns ácidos graxos de cadeia curta, assim como, polifenóis e antioxidantes. Assim, atualmente, o açúcar de coco vem se tornando mais popular e seu uso em produtos alimentícios industrializados mais usual.

2.7 INULINA

A inulina é um polissacarídeo derivado da raiz da chicória, encontrado também em outras plantas como a cebola, alho poro, alho, aspargo e alcachofra. É conhecida por ter cadeias lineares incorporando 2-60 unidades de frutose ligadas por β -(2,1)-ligações frutossil-frutose. O comprimento de cadeia e polidispersidade dependendo da espécie vegetal de origem, grau de maturidade e tipo de processo de extração. Essa conformidade da cadeia faz com que a inulina possa ser utilizada como substituo do açúcar e da gordura com efeito prebiótico (GUIMARÃES et. al. 2018, REDONDO-CUENCA et al. 2021).

Além disso, também pode ser usado com segurança sem limites específicos em uma ampla variedade de produtos alimentícios como um ingrediente alimentar e uma fibra dietética so lúvel. Nos últimos anos, surgiram diversos estudos relacionados ao uso da inulina para melhorar as características texturais ou reológicas de iogurtes com reduzidos ou com baixo teores de gordura (ARANGO; TRUJILLO; CASTILLO, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAL

3.1.1 MATÉRIA PRIMA

Os ingredientes utilizados na elaboração do iogurte de leite de coco foram leite de coco em pó (Nature, Capivari de Baixo-SC), carboximetilcelulose (GastronomyLab[®], Brasília-DF), ágar ágar (GastronomyLab[®], Brasília-DF), goma xantana (Leve Crock, Piraí do Sul - PR), Açúcar de coco (Qualicoco, Santo Antônio da Patrulha-RS), fermento probiótico (Bio Rich[®]), inulina (Ingredientes Online, São Paulo-SP).

3.1.2 EQUIPAMENTOS

Banho maria com agitação (M215M, Duplo display multi configurável auto sintonia e PID), Balança analítica (HUY220, Shimadzu, Filipinas); Liquidificador (Vitalix, Modelo LI-02; Brasil), Centrífuga refrigerada (Sigma[®] 3-16KL, Alemanha), Agitador magnético com aquecimento (IKA[®] C-MAG HS 7, Sovereign Brasil; Brasil), pHmêtro digital de bancada (2010-UpBrasil), Microondas doméstico (Consul, Brasil), Refratômetro digital de bancada (Hanna, HI 96801, Brasil), Estufa com circulação e renovação de ar (SL-102, Solab Piracicaba, Brasil), Agitador magnético com aquecimento (IKA[®] C-MAG HS 7, Sovereign Brasil; Florianópolis, Brasil), Vortex (NA162, Marconi, Piracicaba, Brasil), Mufla (2000G, Zezimaq, Brasil), Bloco digestor (TE-040/25, Tecnal, Brasil) e Destilador de nitrogênio (TE-0363, Tecnal, Brasil).

3.1.2 REAGENTES

Os reagentes utilizados foram hipoclorito de sódio (Ricie[®]), Ácido Sulfúrico P.A. 98% (PanReac AppliChem ITW Reagents), Hidróxido de Sódio P.A 99% (Neon[®]); Sulfato de Potássio; Sulfato de Cobre II P.A. (Dinâmica[®]); Sulfato de Potássio P.A. (Dinâmica[®]) Sulfato de Sódio Anidro P.A. (Êxodo Científica[®]), Ácido Gálico Anidro 98% P.A (Vetec[®]), Ácido Clorídrico (Dinâmica[®]); Clorofórmio 99% (Alphatec[®]) e Metanol 99% (Neon[®]).

3.2 MÉTODOS

Na primeira etapa foram realizados testes preliminares para determinar os tipos de espessantes a serem utilizados no desenvolvimento do iogurte a base de leite de coco. Os espessantes testados foram: carboximetilcelulose, ágar ágar e goma xantana, de forma isolada e combinada, através do teste de sinérese, o qual foi realizado a cada 3 dias durante 12 dias. Na segunda etapa foi verificado

o efeito da concentração de açúcar de coco, concentração de inulina e tempo de fermentação através de um planejamento composto central (DCC) 2³, contendo 3 pontos centrais, as formulações foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis, acidez titulável (%) e rendimento da bebida. Na terceira etapa foi caracterizado a melhor formulação estuda no delineamento experimental.

3.2.1 PREPARO DAS AMOSTRAS PARA O TESTE PRELIMINAR DO TIPO DE ESPESANTE A SER UTILIZADO

Os ingredientes utilizados nas formulações das amostras estão expostos na Tabela 1. Para o teste da escolha do tipo de espessante a ser utilizado, cada espessante foi testado isoladamente e associados na proporção de (50%:50%). Após a diluição do leite de coco em água a 80 °C na concentração de 20%, os espessantes foram adicionados misturados em liquidificador por 1 minuto, até a completa dissolução. As amostras foram posteriormente transferidas para potes plásticos com tampa e armazenadas em refrigerador com temperatura de $7 \pm 1^\circ\text{C}$, para a análise de sinérese.

O espessantes foram utilizados de acordo com o valor estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA): 0,5g 100mL⁻¹ de produto. As amostras foram avaliadas no teste de sinérese.

Tabela 1 - Teste do tipo de espessante isolado e combinado (50%:50%) em leite de coco.

Ingredientes (%)	FORMULAÇÕES					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Leite de coco	20	20	20	20	20	20
CMC	0,5	-----	-----	-----	-----	-----
Ágar ágar	-----	0,5	-----	-----	-----	-----
Xantana	-----	-----	0,5	-----	-----	-----
CMC: Ágar Ágar	-----	-----	-----	0,5	-----	-----
CMC: Goma xantana	-----	-----	-----	-----	0,5	-----
Ágar ágar: Goma xantana	-----	-----	-----	-----	-----	0,5
Água	100	100	100	100	100	100

*Sendo: CMC: carboximetilcelulose.

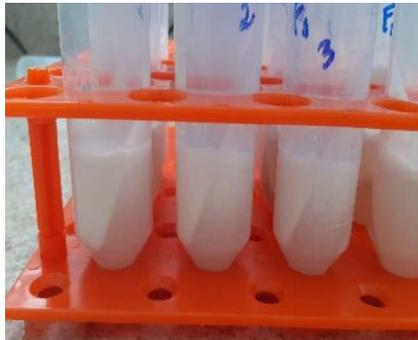
Fonte: A AUTORA (2022).

3.2.2 TESTE DE SINÉRESE

O teste de sinérese (Figura 4) seguiu a metodologia proposta por Farnsworth et al. (2006), no qual foi pesado aproximadamente 15 g da amostra em tubos Falcon, em triplicata, centrifugados a 3000 rpm, sob refrigeração, a 6°C durante 10 min. O cálculo de sinérese foi realizado entre a razão da massa de soro exsudado da amostra e a massa inicial da amostra de acordo com Equação 1.

$$\% \text{ sinérese} = \frac{\text{massa do soro}}{\text{massa da amostra}} * 100 \quad (\text{Equação 1}).$$

Figura 4 - Teste de sinérese realizado em centrifuga a 300 rpm.



Fonte: A AUTORA (2022)

3.2.3 PRODUÇÃO DAS AMOSTRAS DE IOGURTE A BASE DE LEITE DE COCO

Os iogurtes de leite de coco foram produzidos conforme Tabela 2, seguindo a metodologia de Fuchset et al. (2005) com modificações. Primeiramente foram pesados e misturados na forma seca: o leite de coco em pó (20%), os espessantes (definidos na primeira etapa do projeto), o açúcar de coco (concentrações definidas no planejamento experimental) e a inulina (concentrações definidas no planejamento experimental). Em seguida, estes foram dissolvidos em água à 40°C e misturados em liquidificador até a completa dissolução dos ingredientes. A mistura foi então aquecida a 80°C para ocorrer a completa hidratação do espessante, sendo posteriormente resfriada a 42°C e adicionado o inóculo de acordo com as instruções do fabricante (400 mg L⁻¹). Os recipientes foram incubados em estufa a 42°C ± 2°C, para fermentação, durante o tempo definido pelo delineamento estatístico. O produto foi posteriormente transferido às embalagens e armazenado em um refrigerador a 7 ± 1°C para interromper o processo fermentativo.

Tabela 2- Planejamento composto central rotacional (DCCR) para os iogurtes a base de leite de coco.

Formulação	Concentrações					
	Açúcar de coco (X1)		Inulina (X2)		Tempo de Fermentação (X3)	
	VC	VR (%)	VC	VR (%)	VC	VR (%)
F1	-1	2	-1	2	-1	6
F2	1	10	-1	2	-1	6
F3	-1	2	1	30	-1	6
F4	1	10	1	30	-1	6
F5	-1	2	-1	2	1	8
F6	1	10	-1	2	1	8
F7	-1	2	1	30	1	8
F8	1	10	1	30	1	8
F9	0	6	0	16	0	7
F10	0	6	0	16	0	7
F11	0	6	0	16	0	7

*VC = valores codificados **VR = valores reais

Fonte: A AUTORA (2022)

3.2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os níveis das variáveis do planejamento fatorial 2³, contendo 3 pontos centrais, estão descritos na Tabela 3. As variáveis independentes analisadas foram: (i) concentração de açúcar de coco (X₁); (ii) concentração de inulina (X₂) e tempo de fermentação (X₃). As variáveis dependentes, isto é, as respostas analisadas, serão: (i) pH, (ii) sólidos solúveis, (iii) acidez titulável (%) e (iv) rendimento da bebida.

Tabela 3 - Níveis utilizados no planejamento fatorial 2^3 (com triplicata de ponto central) para fabricação do iogurte a base de leite de coco.

Variáveis Independentes	Códigos	Níveis		
		-1	0*	+1
Concentração de açúcar de coco (%)	X ₁	2	6	10
Concentração de inulina (%)	X ₂	2	16	30
Tempo de Fermentação (hora)	X ₃	6	7	8

*Ponto Central do planejamento de experimentos
 Fonte: A Autora (2022)

3.2.5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO PLANEJAMENTO

As amostras elaboradas no DCC foram submetidas as seguintes análises em triplicatas: pH, sólidos solúveis, acidez titulável (%) e rendimento da bebida.

3.2.5.1 ANÁLISE DE pH

A análise de pH foi realizada conforme a metodologia nº 0.17/IV do Zenebom, Pascuet e Tiglea (2008). A leitura do pH foi realizada pelo método direto, utilizando um medidor de pH de bancada previamente calibrado.

3.2.5.2 DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLUVEIS

A análise de determinação de sólidos solúveis foi realizada conforme a metodologia nº 316/IV do Zenebom, Pascuet e Tiglea (2008), utilizando-se um refratômetro portátil. Após a calibração do refratômetro para a leitura com água destilada, uma pequena porção da amostra foi transferida para o prisma do refratômetro, fazendo a leitura direta na escala dos graus Brix°.

3.2.5.3 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ TITULÁVEL

A acidez foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 Mol L⁻¹, conforme a metodologia nº 493/IV do Zenebom, Pascuet e Tiglea (2008), e expressa em % de ácido láctico. As

amostras foram avaliadas, quanto à acidez, após a interrupção do processo fermentativo mediante refrigeração.

3.2.5.4 RENDIMENTO DA BEBIDA

O rendimento (R, %) foi determinado pela metodologia de Nogueira et al, (2016) através da Equação 2:

$$R, \% = \frac{mf}{ms} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

onde “ms” corresponde a massa inicial e “mf” a massa final dos iogurtes a base de leite de coco, respectivamente. Todas as pesagens foram feitas em uma balança analítica com precisão de $\pm 0,0001$ g.

3.2.5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na primeira etapa do projeto a análise estatística dos resultados obtidos no teste de sinérese foi utilizado ANOVA, com teste Tukey de comparação entre as médias com p-valor > 0,05, com 95% de confiabilidade.

Na segunda etapa do projeto o tratamento estatístico da análise do planejamento foi aplicado e avaliado pelo *software* estatístico Minitab Windows versão 16.2.2 (MINITAB Incorporation, USA, 2010), e para a análise multivariada de componentes principais (ACP) foi utilizado o *software* Statistica versão 8.0 (Statsoft, 2007).

3.2.6 ANÁLISE CENTESIMAL

A amostra produzida com leite de coco e otimizada no planejamento experimental foi submetida a caracterização físico-química e comparada com uma amostra produzida com leite de vaca mantendo os demais ingredientes da formulação e condições de preparo. Para umidade, cinzas, lipídios, proteínas, os carboidratos totais foram calculados pelo método da diferença. Também foram analisados o pH, acidez titulável e sinérese nos dias 0 e 7, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz/IV (2008) com adaptações, para a sinérese foi utilizado a metodologia de Farnsworth et al.

(2006). A análise de cor foi determinada por calorímetro (Konica Minolta, CR-400, Brasil). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.2.6.1 UMIDADE

A umidade foi determinada de acordo com a metodologia n.012/IV proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foi medido aproximadamente 5 g de amostra em cadinho de porcelana previamente secos, com o auxílio de uma balança analítica e foram submetidas à secagem em estufa a 105°C até massa constante.

3.2.6.2 CINZAS

A determinação do teor de cinzas foi realizada utilizando a metodologia n°.018/IV proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foi medido aproximadamente 5 g da amostra em cadinho de porcelana, previamente seco, incinerado em mufla à 550°C até que a amostra apresentasse cor cinza por completo.

3.2.6.3 LIPÍDIOS

A determinação do teor de lipídios foi realizada pelo método Bligh & Dyer (1959) com modificações. Foi pesado 5 g para as amostras, adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 20 mL de metanol, manteve-se sob agitação constante por 30 min. Em seguida adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5% homogeneizando a solução obtida. Posteriormente deixou-se separar as camadas de forma natural. Posteriormente foi coletado da fase orgânica 10 mL e colocado em estufa à 80°C até massa constante.

3.2.6.4 PROTEÍNA BRUTA

A determinação do nitrogênio total foi realizada pelo método de Kjeldahl, de acordo com a metodologia n°. 036/IV descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) com modificações, utilizando o fator de conversão do nitrogênio total em proteína de 5,3 para todas as amostras. A determinação ocorreu em 3 etapas: digestão, destilação e titulação. Foi pesado 1 g de amostra no micro tubo, 1,5 g de catalisador e 10 mL de ácido sulfúrico, digerido no digestor de proteínas à 350°C até a amostra ficar transparente. Para a destilação foi utilizado solução de hidróxido de sódio 40% e solução de

ácido sulfúrico de 0,05 Mol L⁻¹. Na titulação foi utilizado solução de hidróxido de sódio 0,1 Mol L⁻¹.

3.2.6.5 CARBOIDRATOS

Para a determinação dos carboidratos foi utilizado o método da diferença, onde 100% - (%umidade + %cinzas + % lipídios + %proteínas).

3.2.6.5 DETERMINAÇÃO DE pH, ACIDEZ TITULÁVEL E SINÉRESE

Para análise desses parâmetros foram utilizadas as mesmas metodologias citadas no planejamento experimental. A análise de pH foi realizada conforme a metodologia n° 0.17/IV do Zenebom, Pascuet e Tiglea (2008), a acidez foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 Mol L⁻¹, conforme a metodologia n° 493/IV do Zenebom, Pascuet e Tiglea (2008), e expressa em % de ácido láctico e a sinérese foi utilizado a metodologia de Farnsworth et al. (2006).

3.2.6.6 ANÁLISE DE COR

Para a determinação da cor foi utilizado calorímetro calibrado, utilizando os parâmetros L *, a *, b *, croma e ângulo da matriz (h°).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. TESTES DE SINÉRESE

Os resultados dos testes de sinérese foram realizados para medir a massa de soro presente na amostra, o que não é desejável, uma vez que as gomas são utilizadas para evitar esse problema de separação de fase, os resultados obtidos com as gomas isoladas e combinadas estão apresentados na Tabela 5.

Foi possível observar que no dia zero nenhuma das formulações apresentaram sinérese, isso provavelmente está relacionado ao fato da água ainda estar presa na rede formada pelas gomas, uma vez que, as cadeias ainda estão se organizando entre si. Segundo McClements (2005) a velocidade no

qual a emulsão se rompe, como também, o mecanismo pelo qual este processo ocorre, dependem de sua composição, microestrutura, das condições de armazenamento e processo.

As formulações contendo goma xantana de forma isolada (F3) e a mesma combinada com outras gomas (F5 e F6) não apresentaram sinérese ao longo do experimento. Tal fato, está relacionado a característica da goma xantana em se associar com outras gomas formando géis estáveis (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2017). Além disso, essa goma possui uma estabilidade na faixa de temperatura de 0 a 100°C, e em faixas de pH entre 1 a 10, apresentando boa viscosidade (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010).

As formulações que apresentaram sinérese de forma isolada, foram a F1 (CMC) com valores em até 48% e F2 (ágar ágar) com valores de até 73%. A CMC é utilizada como espessante na indústria alimentícia por possuir alta capacidade de retenção de água, ser solúvel em água quente ou fria, e as soluções que contém essa goma são altamente viscosas e estáveis. Suas aplicações dependem principalmente do grau médio de substituição do grupo carboximetila, sendo que essas ocorrem por reações heterogêneas, com isso, os substituintes são de difícil controle (CARASCHI; CAMPANA FILHO, 1999). Desta forma, os resultados obtidos podem estar associados ao fato desse espessante não ter tido interação com o leite de coco.

Segundo a revista Food Ingredients Brasil (2017), o ágar ágar tende a formar géis mais quebradiços, desta forma é utilizado como estabilizante em produtos lácteos, porém é necessário a presença de Ca^{+} e Mg^{+} para a formação do gel. Com isso, podemos atribuir a sinérese da F2 ao fato de o leite de coco ter teores baixos de cálcio, além de solubilizar melhor em faixas de temperatura entre 95 a 100°C e o leite de coco foi solubilizado com as gomas a 80°C.

Nas gomas combinadas, a única formulação que apresentou sinérese foi a F4 (CMC: ágar ágar), tal fato pode estar associado quando isoladas, também não apresentaram bons resultados. Desta forma os espessantes escolhidos nessa etapa do projeto foram as gomas combinadas (CMC: xantana), por apresentar características de textura e visualmente desejáveis para o iogurte desenvolvido.

Tabela 4 - Teste de sinérese com as gomas isoladas e combinadas.

Dias	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)	F5 (%)	F6(%)
0	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}
3	48,71 ± 2,68 ^{aB}	73,58 ± 1,44 ^{bB}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	73,89 ± 0,83 ^{bB}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	0,00 ± 0,00 ^{cA}
6	47,38 ± 2,35 ^{aB}	66,27 ± 1,82 ^{bC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	68,87 ± 1,92 ^{bC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	0,00 ± 0,00 ^{cA}
9	44,00 ± 0,83 ^{aB}	65,18 ± 1,52 ^{bC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	69,78 ± 1,05 ^{dC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	0,00 ± 0,00 ^{cA}
12	44,45 ± 1,52 ^{aB}	66,87 ± 2,05 ^{bC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	66,64 ± 2,59 ^{dC}	0,00 ± 0,00 ^{cA}	0,00 ± 0,00 ^{cA}

*Sendo F1 (carboximetil celulose - CMC), F2 (Ágar ágar), F3 (xantana) F4 (CMC: Ágar ágar), F5 (CMC: Goma xantana) e F6 (Ágar ágar: Goma xantana). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem a nível de $p > 0,05$ Médias com letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna, não diferem ao nível de $p > 0,05$ pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

4.2. DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL – DCC

Os resultados quanto as respostas pH, acidez titulável, sólidos solúveis (SS) e rendimento do iogurte estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5. Delineamento Composto Central com valores codificados e reais e as variáveis resposta das formulações do iogurte.

Formulações	Variáveis independentes			Variáveis respostas			
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
	Açúcar de coco (% m/v)	Inulina (% m/v)	Tempo de fermentação (Horas)	pH	Acidez titulável (g mL ⁻¹)	Sólidos solúveis (°Brix)	Rendimento do iogurte (g mL ⁻¹)
F1	-1 (2)	-1 (2)	-1 (6)	4,67	0,0214	18,20	97,52
F2	1 (10)	-1 (2)	-1 (6)	4,73	0,0389	19,30	97,02
F3	-1 (2)	1 (30)	-1 (6)	6,07	0,0166	33,80	95,94
F4	1 (10)	1 (30)	-1 (6)	6,05	0,0125	37,00	95,46
F5	-1 (2)	-1 (2)	1 (8)	4,50	0,0178	16,90	98,96
F6	1 (10)	-1 (2)	1 (8)	4,80	0,0365	22,20	96,31
F7	-1 (2)	1 (30)	1 (8)	5,60	0,0124	28,00	98,42
F8	1 (10)	1 (30)	1 (8)	5,80	0,0128	37,60	96,42
F9	0 (6)	0 (16)	0 (7)	5,90	0,0114	28,20	97,00
F10	0 (6)	0 (16)	0 (7)	5,60	0,0128	29,70	97,24
F11	0 (6)	0 (16)	0 (7)	5,30	0,0117	26,20	97,79

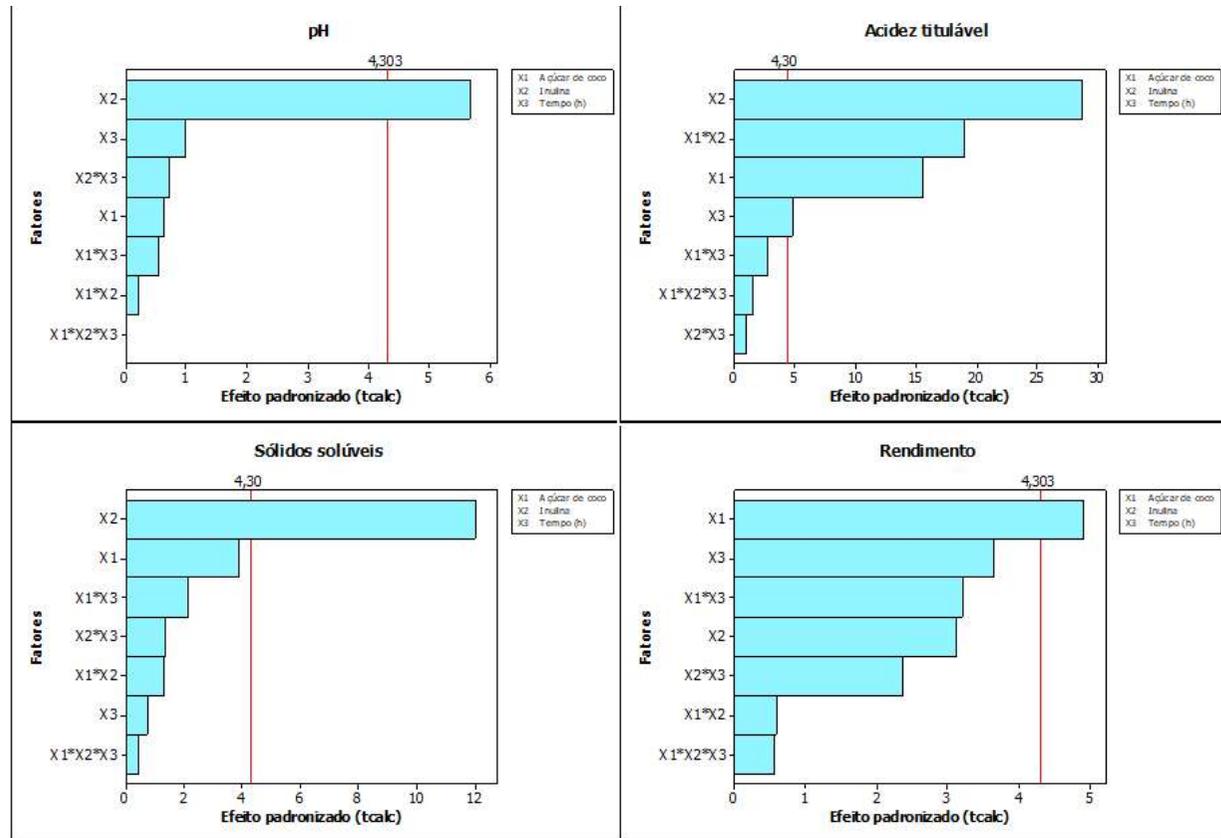
*Sendo X a variável independente e Y a variável dependente.

Fonte: A AUTORA (2022).

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6, gráficos de pareto e análises de efeitos principais e de interação foram aplicados para avaliar se as variáveis X_{1-3} possuíam efeito significativo ($p \leq 0,05$) nas respostas Y em um intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 5\%$), conforme mostra a Figura 5.

A Figura 5, mostra que os fatores X_1 e X_2 são os mais significativos, com valores de $p < 0,05$, uma vez que eles estão mais afastados da linha residual, em todas as respostas analisadas, entretanto, os fatores X_3 e a interação $X_1 * X_2$ também são significativas $< 0,05$ na resposta de acidez, contudo estão mais próximos da linha residual. Isso indica que as concentrações de açúcar de coco e inulina, são os fatores que mais interferiram no pH, acidez, SS e R das formulações do iogurte estudado.

Figura 5 - Gráficos de Pareto das formulações do iogurte quanto as concentrações de açúcar de coco, inulina e tempo (h) de fermentação (X) sobre as respostas pH, acidez, SS e R (Y). Nível de 95% de confiança.



Fonte: A AUTORA (2022).

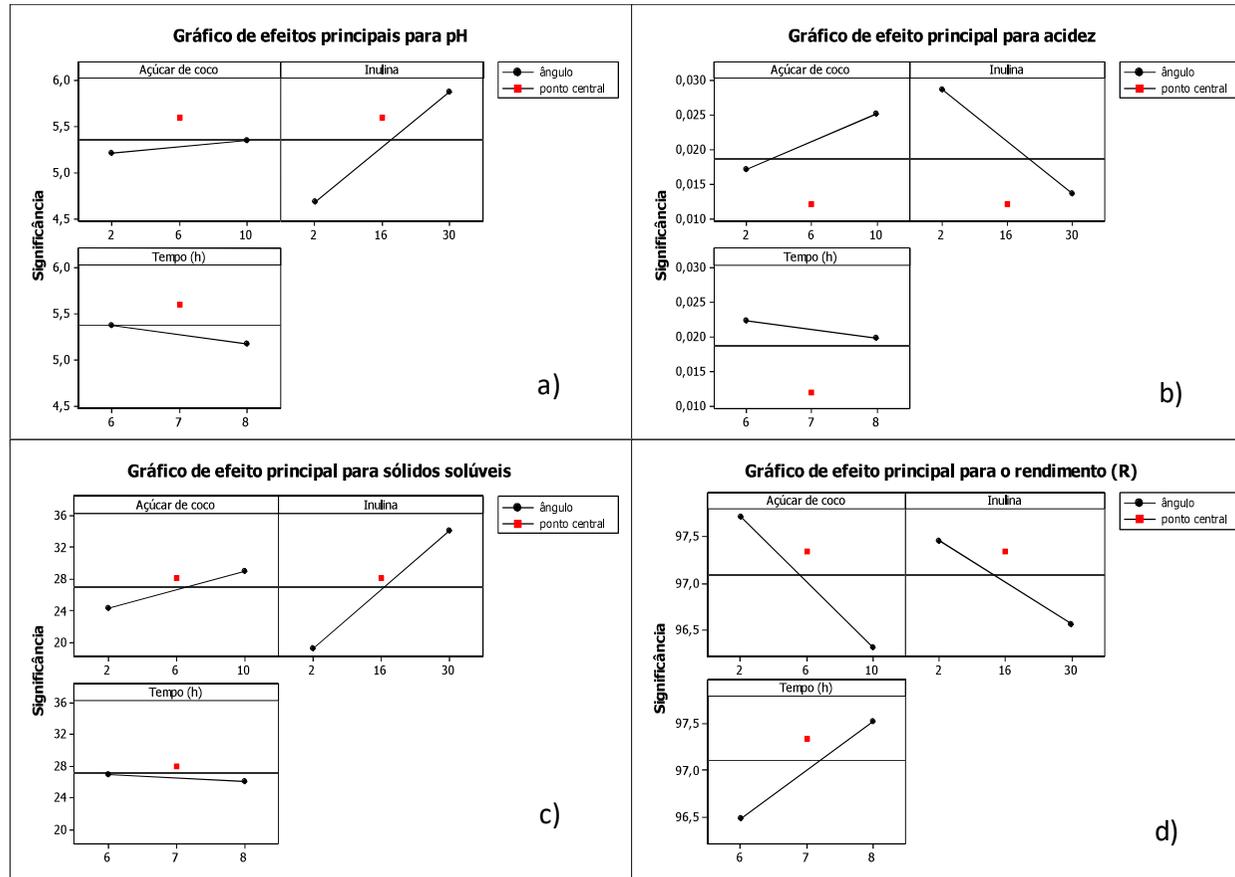
Em relação a Figura 6a, é possível observar que os valores de pH aumentaram para 5,35 e 5,88 quando foi utilizado maiores concentrações de açúcar de coco e inulina, 10 e 30% respectivamente (efeito sinérgico), com a inulina apresentando efeito mais significativo. Quanto ao tempo, este apresenta um efeito antagônico em até 8 h, com redução dos valores de pH para aproximadamente 5,17. Por outro lado, a acidez aumentou com maiores concentrações de açúcar de coco (até 10%) e é possível observar que concentrações de até 2% de inulina foram suficientes para manter a acidez em aproximadamente $0,03 \text{ g mL}^{-1}$, já maiores concentrações de inulina ($> 2\%$) reduziram a acidez e elevam o pH, sendo que este efeito inverso já é esperado durante a fermentação.

É possível observar que o aumento do tempo de fermentação em até 8 horas reduziu a acidez, porém este não foi significativo (Figura 6b).

A Figura 6c mostra que o aumento das concentrações de açúcar de coco e inulina (10 e 30%, respectivamente) aumentaram os sólidos solúveis em até $34 \text{ }^\circ\text{Brix}$ e que o tempo de fermentação foi indiferente e não influenciou significativamente, entretanto essa menor redução dos SS pode estar relacionada à maior disponibilidade de açúcares. Referente ao rendimento do iogurte, este foi de até 97,71% quando as concentrações de açúcar de coco e inulina ficaram próximas a 2%.

O tempo de fermentação em até 8 horas apresentou rendimento de até 97,52%, entretanto não foi significativo (Figura 6d).

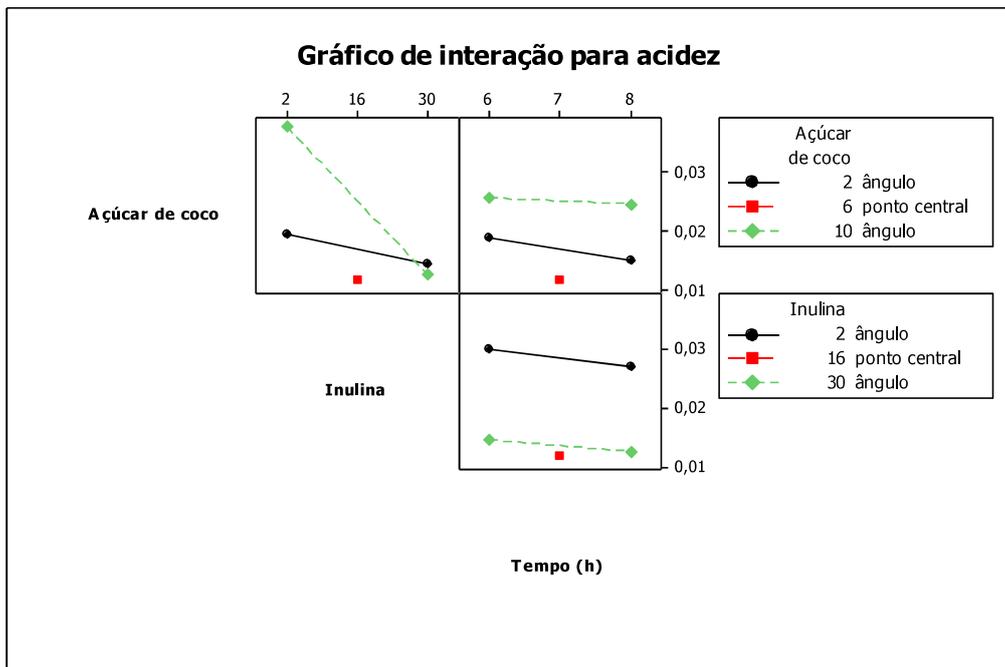
Figura 6 - Diagrama para interpretação dos efeitos principais para o planejamento fatorial 2^3 com pontos centrais.



Fonte: A AUTORA (2022).

Nos gráficos de Pareto (Figura 5), observou-se que os fatores açúcar de coco e inulina ($X_1 * X_2$) possuem interação significativa ($p < 0,05$) para a acidez sugerindo que esta interação atua de forma sistêmica na acidez do iogurte. Com isso, entende-se que essas variáveis possuem interações significativas e que devem ser avaliadas em conjunto para se obter a acidez adequada para este tipo de produto. Quanto ao efeito de curvatura, este foi significativo no nível de 95%, para as concentrações de substratos, tempo de fermentação e acidez do produto ($p=0,001 < 0,05$) (Figura 8).

Figura 7 - Diagrama para interpretação dos efeitos de interação significativos para o planejamento fatorial 2^3 com pontos centrais.



Fonte: A AUTORA (2022).

Através do estudo realizado pelo delineamento experimental, foi possível observar que interações das variáveis independentes influenciaram nas variáveis dependentes, com isso, foi possível escolher a melhor formulação. A F1 foi selecionada para próxima etapa do projeto, por se correlacionar de forma inversa as demais formulações e possuir características distintas. Outro fator envolvido na escolha da F1 foi por apresentar menor custo para o desenvolvimento da formulação (menor concentração de substratos) e o menor tempo de fermentação (6 h).

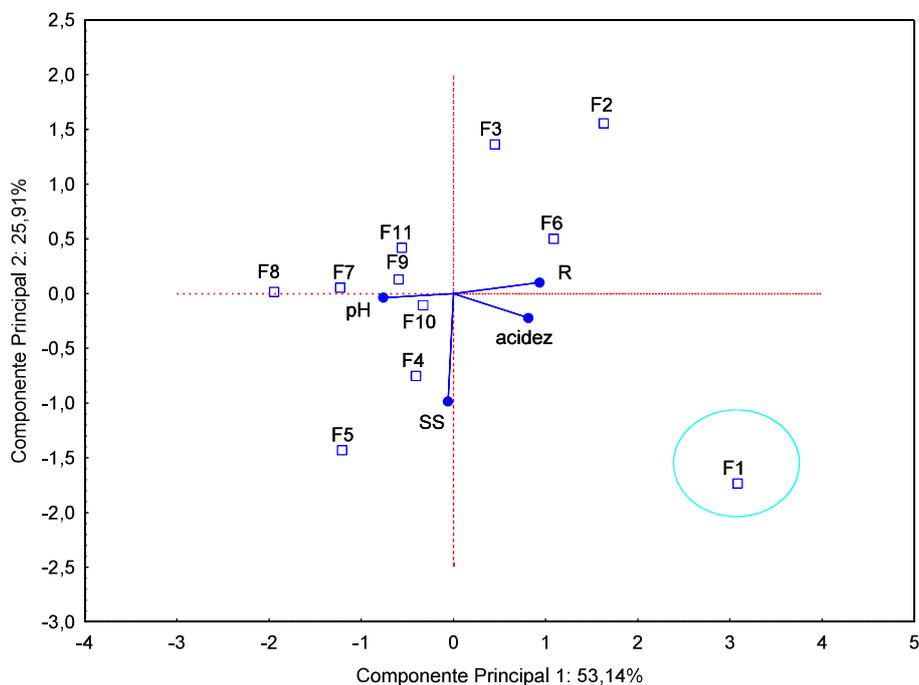
A fermentação foi superior quando utilizado menores quantidades de substrato. Tal fato, pode estar relacionado com quantidade de substrato ter interferido na rota metabólica da cultura de bactérias ocasionando retardo ao processo de fermentação. Também foi possível observar que o tempo de fermentação de 6 horas foi o suficiente para que a para o pH atingisse o esperado (4,6).

Com isso, a F1 foi a formulação escolhida para prosseguir o presente estudo com relação ao desenvolvimento do iogurte vegano a partir de leite de coco.

4.3 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Adicionalmente, para verificar se havia uma correlação entre o pH, acidez, sólidos solúveis (SS) e o rendimento (R) e as 11 formulações do iogurte, realizou-se uma análise de componentes principais (ACP). De acordo com essa análise multivariada exploratória, verificou-se que as variáveis acidez e R estão diretamente correlacionadas positivamente e significativamente ($R = 0,81$ e $0,93$, respectivamente, com $p \leq 0,05$) e que somente o pH apresentou correlação negativa e significativa ($R = -0,75$, $p \leq 0,05$) pela CP1, com variância total de 53,14%; enquanto os SS apresentaram correlação negativa e significativa ($R = -0,98$, $p \leq 0,05$) pela CP2 com variância total de 25,91% (Figura 9).

Figura 8 - Gráfico de sistema de coordenadas dos componentes principais quanto aos pesos variáveis e a correlação de variação da pontuação com diferentes grupos marcados em cores destacadas.



Fonte: A AUTORA (2022).

A partir da análise da Figura 9, é possível observar que as F4, F5 e F10 no quadrante negativo de X e Y (Grupo IV), apresentam concentrações de SS e valores de pH mais semelhantes. Já as F2,

F3 e F6, localizadas no quadrante positivo de X e Y (Grupo I) mostraram R similar entre si, comparadas as demais formulações. Em relação a F1, no quadrante positivo de X e negativo de Y (Grupo II), a correlação demonstrou que ocorre maior acidez nesta formulação. No que diz respeito as F7, F8, F9 e F11, no quadrante negativo de X e positivo de Y (Grupo III), não foram observadas correlações significativas quanto aos parâmetros estudados. Entretanto, a F7 e F8 localizaram -se mais próximas ao eixo 0, indicando que possuem relação intermediária quanto ao pH e aos SS.

4.4 ANÁLISES CENTESIMAL

Os resultados obtidos na análise centesimal para o iogurte desenvolvido com leite de coco e desenvolvido com leite de vaca estão representados na Tabela 7.

Os valores obtidos para a umidade para o iogurte de leite de coco foram de 79,97%, para cinzas 0,19%, lipídios 2,27%, proteínas 3,90% e carboidratos de 13,67. Já os valores obtidos para a amostra com leite de vaca foram de umidade 84,61%, cinzas 0,70%, lipídios 2,90%, proteínas 2,90% e carboidratos 10,57%. Os resultados obtidos para o iogurte de leite de coco quando comparados aos do iogurte de leite de vaca apresentaram diferenças estatísticas significativas para umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos, essas diferenças já eram esperadas uma vez que o leite de coco e o leite de vaca apresentam propriedades nutricionais diferentes. Além disso, o leite de coco é rico em proteínas, o que proporciona estabilidade quando combinados a espessantes (CAPULSO et al., 1981). A diferença no teor de umidade pode estar relacionada ao leite de coco ser em pó e a diluição feita em água. Com relação a diferença no teor de lipídios deve ser considerado que o leite de coco apresenta uma maior concentração de lipídios cerca de 24% enquanto o leite de vaca apresenta cerca de 3% (ENIG, 1999). O teor de cinzas foi menor para o iogurte de leite de coco, uma vez que a quantidade de minerais no leite de vaca é maior. Já a quantidade de carboidratos foi maior no iogurte de leite de coco, isso pode estar relacionado aos resultados estarem representado em base úmida.

Com relação a análise de pH (Tabela 8) e Acidez Titulável (Tabela 9) analisados nos dias 0 e 7, não apresentaram diferenças significativas durante o armazenamento, isso pode estar relacionado ao fato da temperatura de armazenamento (4°C) ter interrompido o processo fermentativo.

Com relação a sinérese (Tabela 10), também não apresentaram diferenças significativas durante os dias 0 e 7, nem para a amostra de leite de coco nem para a amostra com leite de vaca, uma vez que os espessantes utilizados (goma xantana e CMC) já haviam se mostrado estáveis quando combinados na primeira etapa do presente trabalho.

Na análise instrumental de cor (Tabela 11) o parâmetro L* que indica a luminosidade que vai do branco até o preto, ficou em 72,41 para a amostra com iogurte de coco e 81,50 para a amostra com leite de vaca. Canudos (2015) analisou o extrato de gergelim que apresentou luminosidade entre 81,52 a 87,5 em diferentes ensaios. Já o leite de vaca quando analisado por Viera (2017), apresentou luminosidade variando entre 86,95 a 92,64.

Para o parâmetro a* que tende para verde, foi encontrado -1,20 para a amostra de leite de coco e -1,50 para a amostra com leite de vaca, o que determina um padrão mais cinza. Já para padrão b* que tende para o amarelo foi encontrado 10,89 para a amostra de leite de coco e 16,07 para a amostra de leite de vaca, o que determina que a amostra de leite de vaca se mostrou mais amarelada. A cor amarelo nas amostras está relacionada a adição o açúcar de coco nas amostras.

Tabela 6 - composição centesimal da amostra de iogurte de leite de coco e iogurte de leite de vaca.

Amostra	Leite de Coco	Leite de Vaca
Umidade (%)	79,97 ± 0,05 ^a	84,60 ± 0,05 ^b
Cinzas (%)	0,19 ± 0,09 ^a	0,70 ± 0,10 ^b
Lipídios (%)	2,27 ± 0,43 ^a	1,34 ± 0,17 ^b
Proteínas (%)	3,90 ± 0,45 ^a	2,90 ± 0,11 ^b
Carboidratos (%)	13,67 ± 0,56 ^a	10,57 ± 0,14 ^b

*Resultados expressos com média ± desvio padrão. Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem ao nível de p>0,05 pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

Tabela 7 - Variação de pH durante o armazenamento.

Dia	Leite de Coco	Leite de Vaca
0	4,40 ± 0,05 ^{aA}	4,60 ± 0,05 ^{bB}
7	4,40 ± 0,06 ^{aA}	4,60 ± 0,05 ^{bB}

*Resultados expressos com média ± desvio padrão. Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, e maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem ao nível de p>0,05 pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

Tabela 8 – Variação da Acidez titulável durante o armazenamento.

Dia	Leite de Coco	Leite de Vaca
0	0,08 ± 0,01 ^{aA}	0,07 ± 0,01 ^{aA}
7	0,08 ± 0,01 ^{aA}	0,08 ± 0,00 ^{aA}

*Resultados expressos com média ± desvio padrão. Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, e maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem ao nível de $p > 0,05$ pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

Tabela 9 – Avaliação de sinérese durante o armazenamento.

Dia	Leite de Coco	Leite de Vaca
0	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}
7	0,00 ± 0,00 ^{aA}	0,00 ± 0,00 ^{aA}

*Resultados expressos com média ± desvio padrão. Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, e maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem ao nível de $p > 0,05$ pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

Tabela 10 – Análise de cor por colorímetro.

Amostra	Leite de Coco	Leite de Vaca
L*	72,41 ± 0,48 ^a	81,50 ± 0,56 ^b
a*	-1,20 ± 0,02 ^a	-1,50 ± 0,02 ^b
b*	10,89 ± 0,09 ^a	16,07 ± 0,13 ^b

*Resultados expressos com média ± desvio padrão. Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem ao nível de $p > 0,05$ pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Fonte: A AUTORA (2022).

Com isso podemos concluir que o leite de coco se torna uma alternativa viável como substituto ao leite de vaca no desenvolvimento de iogurte vegano, uma vez que é uma matéria prima de fácil aquisição, sabor já consolidados pelos consumidores, não sendo necessário a adição de saborizantes aos produtos, além de ter se destacado com relação ao perfil nutricional quando comparado a amostra de leite de vaca. Também foi possível observar que a amostra se manteve estável nos dias de armazenamento com relação ao pH, acidez e sinérese.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, foi possível observar que a goma xantana apresentou bom resultado quando analisada de forma isolada, e a CMC não apresentou bom resultado quando testada da mesma forma, porém quando essas duas gomas foram testadas de forma combinadas, obtiveram as características esperadas para a aplicação na etapa posterior do trabalho.

A concentração de açúcar de coco e inulina em maiores quantidades não obtiveram os melhores resultados com relação ao pH e acidez e substrato em menor concentração (F1) foi o suficiente para promover a fermentação.

Com isso, foi possível concluir que o leite de coco se torna uma alternativa viável como substituto do leite de vaca no desenvolvimento de iogurte, sendo que a cultura de bactéria utilizada também foi capaz de promover a fermentação em condições ideais de substrato disponíveis, temperatura e tempo de fermentação. A utilização da inulina combinada com a ação da cultura de bactérias tem como resultado promover produtos considerados simbióticos. A utilização do leite de coco como base para o iogurte dispensa a necessidade de saborização da bebida, resultando em uma maior viabilidade econômica.

Já para a análise centesimal foi possível observar que as amostras apresentaram diferenças estatísticas entre si, o que já era esperado, uma vez que se trata de matérias primas distintas, porém a amostra desenvolvida com leite de coco, apresentou propriedades nutricionais relevantes, uma vez que o leite de coco é rico nutricionalmente.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. Y. P.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F. & LEMOS, A. R. Efeito da Temperatura e Teor de Gordura nas Propriedades Termofísicas do Leite de Coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n 1, p.21-30, 2012.

ARANGO, O.; TRUJILLO, A. J.; CASTILLO, M. Influence of fat substitution by inulin on fermentation process and physical properties of set yoghurt evaluated by an optical sensor. **Food And Bioproducts Processing**, [S.L.], v. 124, p. 24-32, nov. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2020.07.020>.

BAMPI, G. B.; BACKES, G. T.; CANSIAN, R. L.; MATOS, F. E. de; ANSOLIN, I. Maria A.; POLETO, B. C.; COREZZOLLA, L. R.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Spray Chilling Microencapsulation of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium animalis subsp. lactis and Its Use in the Preparation of Savory Probiotic Cereal Bars. **Food And Bioprocess Technology**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 1422-1428, 5 abr. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-016-1724-z>.

BRASIL. **Associação Brasileira de Produtos Veganos**, 2021. Disponível em: <<https://veganismo.org.br/>>. Acesso em: 20 de out. de 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_272_2005_.pdf/40ddb30-4939-403e-a9d1-fbab47ffc5bb>. Acesso em: 02 de set. de 2021.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados **Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil 2007.

BRANCO, B. R. C.; **Aproveitamento da Casca de Banana da Terra Como Opção Alimentar Vegana**. Nástia Rosa Almeida Coelho. n. de fls 55 – TCC Graduação - Curso de Engenharia de Alimentos, Escola de Engenharia. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia/GO. 2021.

BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIÃO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 175-180, 13 ago. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282010005000029>.

BEDIN, E.; TORRICELLI, C.; GIGLIANO, S.; de L., R., & PULVIRENTI, A. Produtos de carne mimetizados no mercado italiano. **Jornal Internacional de Gastronomia e Ciência Alimentar**, v.13, p.9, 1 de Abril. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.04.003>.

CARASCHI, J. C.; CAMPANA FILHO, S. P. Influência do grau de substituição e da distribuição de substituintes sobre as propriedades de equilíbrio de carboximetilcelulose em solução aquosa. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, [S. l.], 9.2: 70-77, 1999.

CANUTO D. S. O. Sementes de Baru (Dipteryx alata vog.). Revista Conexão Eletrônica. Três Lagoas, MS. v. 12, n. 1, 2015.

CANUTO, A. P. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de goma xantana por fermentação no estado sólido a partir de resíduos e subprodutos agroindustriais**. [s. n.] Curitiba-2006.

CAPULSO, S. A.; GONZALES, A. L.; CELESTINO, V. G. Studies on the isolation and functional characteristics of protein from coconut skim milk. *Philippine Journal of Science*, 110.1/2: 25-32, 1981.

CARVALHO, M. R. A. C. G.; COELHO, N. R. A. Leite de coco: **aplicações funcionais e tecnológicas**. Estudos, v. 36, n. 5/6, p. 851-865, 2009.

CROWFORD, E. **Vegan is going mainstream, trend data suggests**. 2017. Disponível em: <<https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2015/03/17/Vegan-is-going-mainstream-trend-data-suggests#>>. Acesso em: 05 de set. de 2021.

CUIÑAS, A. A. F.; VAILATI, P. A.; LAZZATTI, G. L. Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el área metropolitana de buenos aires. **Revista Rivar**, [S.L.], v. 7, n. 21, p. 124-135, 22 set. 2020. University of Santiago of Chile. <http://dx.doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4641>.

ENIG, M G. Coconut: in support of good health in the 21st century. In: **36th meeting of APCC**. USA, 1999.

FARNSWORTH, J. P.; LI, J.; HENDRICKS, G. M.; GUO, M. R. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. **Small Ruminant Research**, v.65, n.1, p.113-121, 2006.

FOOD Ingredients Brasil. Espessantes. **Revista Food Ingredients**, v. 40, p. 21-3, 2017. Disponível

em: <https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201703/2017030190080001489666223.pdf>

FUCHS, R. H. B.; BORSATO, D.; BONA, E.; HAULY M. C. O., Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p.175-181, jan./mar., 2005.

GASPARIN, F. S. R.; TELES, J. M.; ARAÚJO, S. D. C. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: as diferenças e semelhanças. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 107-114, Janeiro/Abril, 2010.

GUIMARÃES, J. T.; SILVA, E. K.; COSTA, A. L. R.; CUNHA, R. L.; FREITAS, M. Q.; MEIRELES, M. A. A.; CRUZ, A. G. Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 77, p. 787-795, abr. 2018. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.11.021>>

HILL D.J.; MURCH S.H.; RAFFERTY K.; WALLIS, P.; GREEN C.J. A eficácia das fórmulas à base de aminoácidos para aliviar os sintomas da alergia ao leite de vaca: Uma revisão sistemática **Alergia Clínica e Experimental**, v. 37, p. 808-822, 2007.

MATHIAS, T. R. dos S.; ANDRADE, K. C. S.; ROSA, C. L. da S.; SILVA, B. A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 12-20, 5 mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232013005000004>>.

MINITAB, Minitab Incorporation, Version 16.2.2, USA, 2010. **Statsoft**. (2007). *Statistica (data analysis software system) (8.0)*. www.statsoft.com.

MCCLEMENTS, D.J. **Food emulsions: principles, practice, and techniques**. Washington: CRC Press, 2005.

MORORÓ, R. C. Industrialização do coco. **Centro de Produções Técnicas**, 2015. Disponível <<https://www.cpt.com.br/cursos-cultivodecoco-agricultura/artigos/industrializacao-do-coco>>

MUNDIM, S. A. P. Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, **saborizado com frutos do cerrado e suplementado com insulina**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, 2008.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 403-406, 2004.

NETO, A. A. C.; CARVALHO, V. Espécie reativos de oxigênio em plantas. **Botânica no Inverno**. p.127-224, 2016. Disponível em : < [https://www.researchgate.net/publication/318826409 Especies reativas de oxigenio em plantas](https://www.researchgate.net/publication/318826409_Especies_reativas_de_oxigenio_em_plantas) > Acesso em: 20 de out. de 2021.

NOGUEIRA, L. K.; AGUIAR-OLIVEIRA, E.; KAMIMURA, E. S.; MALDONADO, R. R. Milk and açai berry pulp improve sensorial acceptability of Kefir fermented milk beverage. **ACTA Amazonica**, v. 46, n. 4, p. 417-424, 2016.

NOGUEIRA, L. K.; AGUIAR-OLIVEIRA, E.; KAMIMURA, E. S.; MALDONADO, R. R. Milk and açai berry pulp improve sensorial acceptability of Kefir fermented milk beverage. **ACTA Amazonica**, v. 46, n. 4, p. 417-424, 2016.

NORBERTO, A. P.; MARMENTINI, R. P.; CARVALHO, P. H.; CAMPAGNOLLO, F. B; ÖZTÜRK-KERIMOĞLU, B. A promising strategy for designing reduced-fat model meat emulsions by utilization of pea protein-agar agar gel complex. **Food Structure**, [S.L.], v. 29, p. 100205, jul. 2021. Elsevier BV. < <http://dx.doi.org/10.1016/j.foostr.2021.100205> >

ProVeg International. 2020. European Consumer Survey on Plant-based Foods – Describing the product landscape and uncovering priorities for product development and improvement. Berlin. Disponível em: < https://proveg.com/wp-content/uploads/2020/06/PV_Consumer_Survey_Report_2020_030620.pdf >. Acesso em: 23 de ago. de 2021.

Queijos veganos, um mercado em ascensão. **VEGAN BUSINESS**, 2021. Disponível em: < [Queijos veganos, um mercado em ascensão \(veganbusiness.com.br\)](http://veganbusiness.com.br) >. Acesso em: 21. julho de 2021.

REDONDO-CUENCA, A.; HERRERA-VÁZQUEZ, S. E.; CONDEZO-HOYOS, L.; GÓMEZ-ORDÓÑEZ, E.; RUPÉREZ, P. Inulin extraction from common inulin-containing plant sources. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 170, p. 113-726, out. 2021. Elsevier BV. < [Inulin extraction from common inulin-containing plant sources - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.107726) >.

ROSÓN, E. F. **Antinutrientes de la soja**. Tesis de licenciatura. 2017. Valladolid, Universidad de Valladolid. Disponível em: < <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/24946> >

Universidade Estadual de Campinas – **UNICAMP**. Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO (versão 4, 4. ed.). Campinas: UNICAMP/NEPA. 2011.

UENO, T.; YOKOTA, S.; KITAOKA, T.; WARIISHI, H. Conformational changes in single carboxymethylcellulose chains on a highly oriented pyrolytic graphite surface under different salt conditions. **Carbohydrate research**, v. 342, n. 7, p. 954-960, 2007.

VIEIRA, C. F. de S.; **Elaboração e Caracterização de Iogurte de Extrato Hidrossolúvel Da Amêndoa de Baru**. n. de fls 65 – Pós Graduação – Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Tocantins. 2017.

ZENEBOM, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.) **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. Instituto Adolfo Lutz (IAL). 4^a ed, 1^a Edição digital São Paulo, 2008.

WRAGE, J.; BURMESTER, S.; KUBALLA, J.; ROHN, Sascha. Coconut sugar (*Cocos nucifera* L.): production process, chemical characterization, and sensory properties. **Lwt**, [S.L.], v. 112, p. 108227, set. 2019. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.125>>.