

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS
E ENGENHARIA DE PESCA

KARLA FERNANDA DA SILVA FREITAS

Utilização de polissacarídeos de algas marinhas na formulação de
iogurte *light*

Toledo
2023

KARLA FERNANDA DA SILVA FREITAS

Utilização de polissacarídeos de algas marinhas na formulação de
iogurte *light*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

Toledo

2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Silva Freitas, Karla Fernanda da
Utilização de polissacarídeos de algas marinhas na
formulação de iogurte light / Karla Fernanda da Silva
Freitas; orientador Altevir Signor; coorientadora Lucileine
Assumpção Hartmann. -- Toledo, 2023.
32 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico - Campus de Toledo) --
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de
Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em
Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2023.

1. Gracilaria. 2. Bebida láctea. 3. polissacarídeos. 4.
algas marinhas. I. Signor, Altevir, orient. II. Assumpção
Hartmann, Lucileine, coorient. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

KARLA FERNANDA DA SILVA FREITAS

Utilização de polissacarídeos de algas marinhas na formulação de
iogurte *light*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Altevir Signor
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Aldi Feiden
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr^a. Lucileine de Assumpção Hartmann
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 12 de dezembro de 2024.

Local de defesa: remota à distância, de forma síncrona e por videoconferência.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Ferdinand de Jesus da Cunha Freitas e Marlene Vaz da Silva pelo apoio incondicional, com amor e ensinamentos em toda etapa da minha vida, sendo sempre meu porto seguro. E a todos os meus amigos pelo apoio.

Agradeço a Deus primeiramente por todas as realizações em minha vida!
A meus pais Ferdinand de Jesus da Cunha Freitas e Marlene Vaz da Silva pelo apoio incondicional, ensinamento, sempre com amor e respeito.

Ao meu irmão William da Silva Freitas, familiares e a todos os meus amigos pelo apoio e incentivo. Em especial aos meus amigos Antônio, Rafael, Auriele e Nilmara por me ajudar e motivar a vencer todos os obstáculos.

Ao meu marido Tales Felipe Lira Procat, por todo o companheirismo nessa etapa da minha vida, sempre me motivando e apoiando. Meu muito obrigada!

Agradecimento em especial ao meu orientador professor Dr. Altevir Signor pela confiança, incentivo, disposição em sempre passar sua experiência e conhecimento e contribuir na minha formação. Meu muito obrigada!

A minha querida professora de estágio docência e membro da banca Dr^a. Lucileine Assumpção Hartmann, por todo o ensinamento, ajuda, motivação, companheirismo. Meu muito obrigada!

Ao Grupo de Estudos e Manejo na Aquicultura (GEMaQ), a Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca e a CAPES, pela disponibilização das estruturas para a realização de pesquisas e por contribuir na minha formação.

Lista de Figuras

- Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo, destacando o ponto de coleta das algas na Praia do Coqueiro no Município de Luís Correia – PI. 14
- Figura 2.** Imagem da coleta das algas marinhas da espécie *Gracilaria domingensis* (a) e *Gracilaria birdiae* (b) na Praia do Coqueiro em Luis Correia – PI 15
- Figura 3.** Fluxograma do processamento do iogurte tradicional contendo ágar.16
- Figura 4.** Intenção de Compra das análises sensoriais das formulações dos iogurtes com polissacarídeo da alga *Gracilaria domingensis* e com polissacarídeo da alga *Gracilaria birdiae* (IGD e IGB) respectivamente, e do iogurte comercial (IC) 23
- Figura 5.** Ordem de Preferência das análises sensoriais das formulações dos iogurtes (IGD e IGB) e do iogurte comercial (IC) Médias $\pm$ desvio padrão (SD) das análises sensoriais das formulações e do iogurte comercial..... 24

Lista de tabelas

Tabela 1. Composição centesimal (médias $\pm$ desvio padrão) dos resultados das análises físico-químicas das formulações dos iogurtes: iogurte de polissacarídeo das algas *Gracilaria birdiae* (I GB) e *Gracilaria domingensis* (I GD). 18

Tabela 2. Composição físico-químicas da matéria prima seca (médias $\pm$ desvio padrão) das algas *Gracilaria birdiae* e *Gracilaria domingensis* com seus respectivos valores médios e desvios padrões. 19

Tabela 3. Resultado das análises microbiológicas das formulações dos iogurtes de polissacarídeo das algas *Gracilaria birdiae* e *Gracilaria domingensis* e do iogurte comercial. 21

Tabela 4. Médias $\pm$ desvio padrão (SD) das análises sensoriais das formulações e do iogurte comercial. 22

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Recepção das algas.....	13
2.2 Extração do ágar.....	15
2.3 Preparo do logurte.....	15
2.4 Análises físico-químicas	16
2.5 Análises Microbiológicas.....	17
2.6 Análise sensorial	17
2.7 Análise estatística.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSÃO	18
3.1 Variáveis físico-químicas	18
3.2 Análise microbiológica.....	21
3.3 Análise Sensorial.....	22
4. CONCLUSÃO	25
5. REFERÊNCIAS.....	25

Artigo

Artigo: Utilização de polissacarídeos de algas marinhas na formulação de iogurte *light*

Resumo

Objetivo desse estudo foi utilizar o ágar das espécies *Gracilaria domingensis* e *Gracilaria birdea* em iogurtes, para avaliar as características físico-químicas, microbiológico e sensorial. O estudo avaliou dois iogurtes com o ágar das espécies em estudo e os resultados indicaram que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as variáveis físico-químicas dos formulados e ausência *Salmonella* spp. e *coliformes* termotolerantes de *Staphylococcus aureus*. Concluindo que a substituição de estabilizantes/espessantes de origem animal por polissacarídeos naturais extraídos de algas marinhas é eficaz por manter as características físico-química do iogurte, contribuindo assim, com dietas e estilo de vida mais saudáveis, atingindo um público de consumidores vegetarianos e veganos.

Palavras-chave: ágar, espessantes, estabilizante, polissacarídeos.

Abstract

The objective of this study was to use agar from the species *Gracilaria domingensis* and *Gracilaria birdea* in yogurts, to evaluate the physical-chemical, microbiological and sensorial characteristics. The study evaluated two yogurts with agar from the species under study and the results indicated that there was a significant difference ($p < 0.05$) between the physicochemical variables of the formulas and the absence of *Salmonella* spp. and *thermotolerant coliforms* of *Staphylococcus aureus*. Concluding that the replacement of stabilizers/thickeners of animal origin with natural polysaccharides extracted from seaweed is effective in maintaining the physical-chemical characteristics of yogurt, thus contributing to healthier diets and lifestyles, reaching an audience of vegetarian and vegan consumers.

Keywords: ágar, thickeners, stabilizer, polysaccharides.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo e o processo de produção das algas marinhas, desempenham um papel importante na indústria pesqueira (CAI et al.2021), podem fornecer a proteína necessária às pessoas, ao mesmo tempo que conservam os recursos naturais (KOYANDE et al. 2021). O cultivo das algas evita o uso intensivo de água, o desperdício de fertilizantes e a eutrofização associada à agricultura moderna (TZACHOR, 2019)

Atualmente cerca de 37 a 44 países estão cultivando periodicamente as algas marinhas em escala comercial (FROEHLICH et al., 2019; FAO, 2021). Contribuindo com a produção mundial de algas cultivadas, que no ano de 2019 produziu 35,8 milhões de toneladas, representando 97% de toda a produção global (FAO, 2021).

Desde então, as algas representam uma importante fonte mundial de alimentos (MOTA et al., 2014), com benefícios sociais, económicos e ambientais presenciados nas zonas climáticas costeiras de todo o mundo, desde os trópicos às regiões árticas (MCHUGH, 2003; SARKAR et al., 2016).

No Brasil, a comercialização da maior parte da biomassa das algas é resultado do extrativismo e de cultivos familiares desempenhados pelas tradicionais famílias que vivem nas áreas continentais (BEZERRA et al.,2010; REBOURS et al., 2014; SORIANO, 2017; DESAI & RADDY, 2024). Com a extensão global das indústrias, houve uma diversidade de aplicações utilizando as algas marinhas baseadas nos seus hidrocoloides, cosméticos e suplementos alimentares (FORSTER et al., 2015; FAO, 2017; BOSE et al. 2023), além de compostos metabólicos secundários, como nutritivos funcionais e compostos bioativos (FONSECA, 2016).

O filo *Rhodophyta* são constituídos pelas algas vermelhas, estão ligados diretamente com a extração do polissacarídeo encontrado no meio intracelular, o ágar, é utilizado como gelificante na alimentação humana e meio de cultura para os microrganismos (VASCONCELOS et al., 2015; SENGUPTA et al. 2023). Os polissacarídeos são considerados fontes renováveis e biodegradáveis, utilizada na produção de biopolímeros, espessantes, emulsificantes, estabilizantes, e utilizados como material de embalagem (revestimento ou filme comestível para embalagens ativas e inteligentes) (ŚCIESZKA & KLEWICKA, 2019; PASDAR et al. 2024).

No Brasil as algas vermelhas (*Rhodophyta*) são representadas por espécies que possui valor econômico, como a *Gelidium*, *Gracilaria* e *Hypnea* (CABRAL, 2010).

A macroalga *Gracilaria birdiae* é encontrada em abundância na zona costeira do Estado do Ceará até a costa do Estado Espírito Santo (PLASTINO; OLIVEIRA, 2002) tendo seu cultivo focado na produção de ficocolóides (PEREIRA & PAULA, 1998; MARFAING, 2011) e produção de ágar (COSTA & PLASTINO, 2001). Deste modo, essa espécie vem se destacando, devido a exploração do ágar que o torna a principal atividade econômica relacionada a esta alga, além de possui potencial para produção de etanol (HARGREAVES, 2013; SILVA, 2009).

De acordo com Sousa (2008), o ágar-ágar é considerado um biopolímero que pode ser facilmente extraído de algas vermelhas, podemos destacar o gênero *Gracilaria* que possui espécies com esse biopolímero. Atualmente têm sido desenvolvidos várias pesquisas com a finalidade de melhor e conhecer as possíveis propriedades desse gel. O ágar, além de ser utilizado na indústria alimentícia ele também é usado na microbiologia, biologia molecular, biologia vegetal e na indústria farmacêutica, entre outras aplicações (VASCONCELOS et al., 2015; WERLINGER et al., 2004; PEREIRA 2023).

Alguns polissacarídeos são utilizados como agentes gelificantes para obter o espessamento e gelificação devido ao seu mecanismo de estabilização em produtos lácteos como os iogurtes (BANERJEE & BHATTACHARYA, 2012, FLORÊNCIO et al., 2012). O processo de estabilização acontece com a incorporação dos biopolímeros, como as proteínas e os hidrocolóides (MCCLEMENTS, 2007; DICKINSON, 2009). Ocasionalmente o aumento da viscosidade ou formação uma rede de gel dentro da fase de dispersão; demorando os processos de instabilidade e formando uma estruturação, espessamento e agente estabilizante no meio aquoso (MCCLEMENTS, 2007; DICKINSON, 2009).

O ágar-ágar tem despertado interesse e é amplamente utilizado em produtos lácteos como iogurtes devido às suas propriedades gelificantes, alta viscosidade. Além disso, tem sido utilizado em estudos para o desenvolvimento de iogurte sem conter gelatina de origem animal visando atender as necessidades de comunidades vegetarianas (ARACHCHI et al., 2018).

Alguns estudos investigaram o potencial dos extratos de algas marinhas marrons como ingredientes antioxidantes funcionais no leite (O'SULLIVAN et al., 2014; O'SULLIVAN et al., 2016) e macroalgas verdes no preparo de iogurte simbiótico usando polissacarídeo *ulvan* em diferentes porcentagens como ingrediente prebiótico

(SHALABY & AMIN 2019) e do efeito do extrato bioativo de macroalga vermelha nas características de qualidade do iogurte simbiótico sem gordura (TAHMASEBI & MOFID 2021). Outros estudos avaliaram características físico-químicas da *Gracilaria birdiae* e *Gracilaria domingensis* e os efeitos do extrato aquoso desta alga marinha nas características físico-químicas, microbiológicas e texturais do leite fermentado (TAVARES ESTEVAM et al., 2018; TAVARES ESTEVAM et al 2016). É importante levar para as distintas populações informações relacionadas ao consumo e aos benefícios dos alimentos funcionais. O aumento do consumo de algas marinhas, aumentou o interesse dos consumidores por dietas e estilo de vida mais saudáveis, como dietas vegetarianas e veganas (MONTEIRO et al., 2019). Bem como a busca do consumidor por produtos lácteos com sabores exóticos e variados, com incremento de novos ingredientes, melhorando as propriedades nutricionais (BARKALLAH et al., 2017; MOHAMMADI-GOURAJI et al., 2019; RAJ et al. 2024).

Inúmeros alimentos contendo na sua composição algas, já foram testados e comprovados e vários outros então sendo estudados, com o objetivo conhecer o seu potencial com finalidade de melhorar a qualidade de vida (BASHO; BIN, 2010). É importante destacar que ainda é insipiente informações que exploram concentrações de ágar para determinar a quantidade ideal para manter a consistência do iogurte desejado que preserve as características sensoriais e nutritivas do iogurte e o presente estudo busca preencher essa lacuna. O presente estudo teve como objetivo de avaliar atributos sensoriais de diferentes iogurtes com a utilização do ágar das espécies de algas *Gracilaria domingensis* e *Gracilaria birdiae*. Além disso foi realizado testes para verificar a aceitabilidade e a intenção de compra das formulações estudadas.

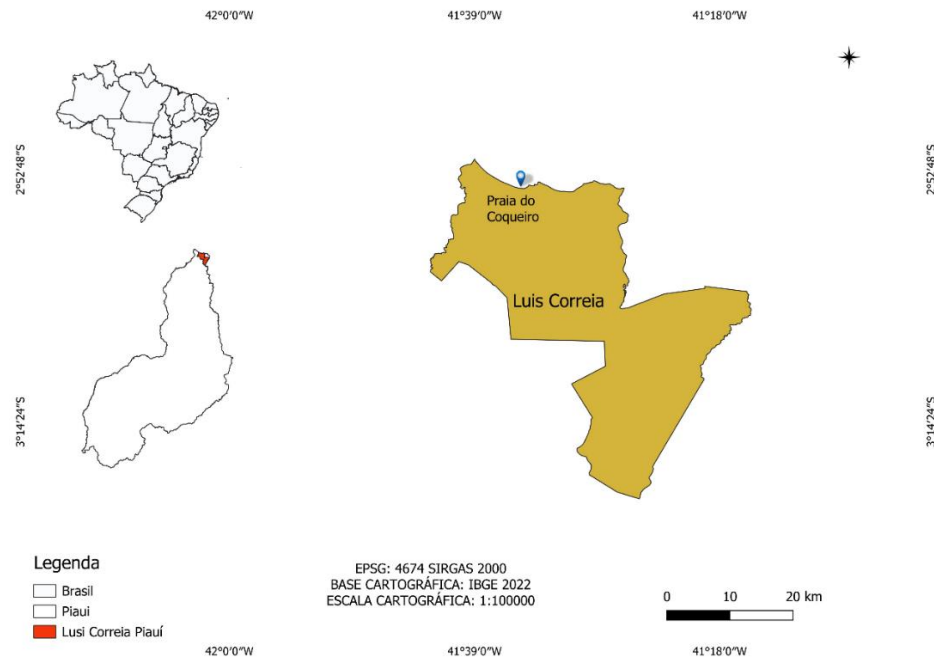
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Recepção das algas

As matéria-primas foram as algas das espécies *G. birdiae* e *G. domingensis* coletadas manualmente no litoral do Piauí, na cidade de Luís Correia, na Praia do Coqueiro (colocar as coordenadas geográficas), e encaminhadas para Laboratório de Tecnologia do Pescado - LATEP da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro

Reis Velloso em Parnaíba. As coletas das algas foram feitas na baixa mar (maré de sizígia), onde é verificado a maré mais baixa ideal para a coleta na tábua de marés (DNH, 2018).

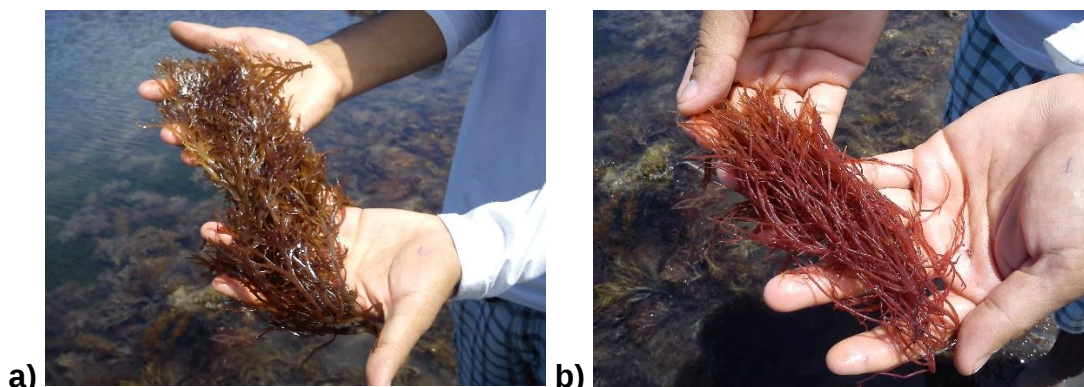
Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, destacando o ponto de coleta das algas na Praia do Coqueiro no Município de Luís Correia – PI.



Fonte: Elaborados pelos autores (2023).

Na coleta, as algas foram transportadas em sacos plásticos de polietileno até o laboratório e em seguida feita a seleção das algas onde foram retiradas as incrustações, calcários remanescentes e as algas hospedeiras epífitas. Depois foram pesadas, branqueadas conforme metodologia descrito por Vasconcelos (2014), em seguida lavadas, secadas em ambiente natural por três dias e após foram trituradas, armazenadas e enviadas para o laboratório de aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Toledo, PR, onde seguiu com o processo de extração e formulação dos iogurtes a partir da utilização do ágar de algas marinhas. Os formulados foram iogurte com ágar da espécie *G. birdiae* (I GB), iogurte com ágar *G. domingensis* (I GD) e o iogurte comercial (IC).

Figura 2. Imagem da coleta das algas marinhas da especie *Gracilaria domingensis* (a) e *Gracilaria birdiae* (b) na Praia do Coqueiro em Luis Correia – PI.



Fonte: imagem do proprio autor (2023)

2.2 Extração do ágar

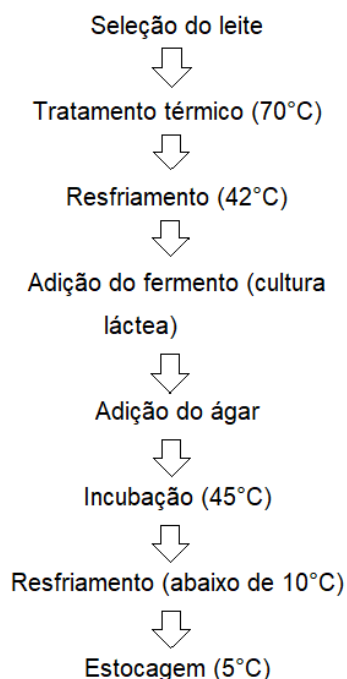
A extração do ágar das algas seguiu a metodologia descrita por Vasconcelos (2014) modificado. Para a extração do ágar-ágar foi pesada 35 g do pó da alga *G. birdiae* e *G. domingensis*, procedendo-se a hidratação com água destilada por 25 minutos sob condição de refrigeração ($4,0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), após esse tempo foi adicionado 900 mL de água destilada a 100°C . Em seguida ferveu-se as algas em água destilada sob condições de temperatura de 80°C por cerca de 30 minutos. Depois de fervidas, foi filtrado o material e deixado de repouso o filtrado recolhido, sob condições de refrigeração entre 5°C a 10°C por cerca de 24 horas. Após esse tempo, foi removido do Becker e depositado o ágar obtido em placas de petri e foi levado para a estufa com a temperatura de 80°C onde permaneceu por cerca de 6 horas. Após esse tempo foi retirado manualmente o ágar seco, pesou-se e anotou-se o peso seco, posteriormente, o ágar seco foi transformado em pó e acondicionados em sacos plásticos e guardados em temperatura ambiente, com isso foi finalizado o processo do método de extração de ágar.

2.3 Preparo do iogurte

Para a elaboração do iogurte, foram utilizados o leite desnatado (1200 ml) passou pelo tratamento térmico a 70°C , e em seguida foi resfriado a 42°C . Adicionou-se ao leite 0,25% de fermento lácteo com cepas mistas (*Lactobacillus delbruechii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*) e 0,15% de ágar-

ágar, posteriormente, a base foi mantido em uma estufa de ventilação forçada a 45°C. Em média, após 4 horas, o iogurte estava no ponto que é determinado pela firmeza da massa. Neste ponto, foi feito o resfriamento e ao atingir a temperatura ambiente foi armazenado em potes com tampas e mantido em temperatura a 5°C para posterior uso na análise sensorial. Todo o procedimento foi feito para dois iogurtes com 1200 ml de leite para cada, onde cada um recebia polissacarídeo de alga diferente.

Figura 3. Fluxograma do processamento do iogurte tradicional contendo ágar.



Fonte: próprio autor (2023)

2.4 Análises físico-químicas

Para quantificação dos valores físico-químicas foram realizadas as análises de proteína, gordura e cinzas das matérias-primas (algas *in natura*) bem como, proteína, gordura, cinzas, matéria seca, umidade e pH do produto final. As análises foram realizadas em triplicata sem repetições. Todas foram feitas conforme as metodologias descritas por Adolfo Lutz (1985). Os valores de pH das amostras foram registrados utilizando um medidor de pH digital.

2.5 Análises Microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas nas amostras dos iogurtes a fim de garantir a segurança e qualidade higiênico-sanitária. Essas análises foram conduzidas como uma etapa preliminar antes da avaliação sensorial do produto. Realizou-se a contagem total de coliformes termotolerantes a 45 °C (IN 62:2003), contagem total de *Staphylococcus aureus* (AOAC 2003.11) e detecção de *Salmonella* spp (ISO 6579-1:2017).

2.6 Análise sensorial

Para a elaboração dos iogurtes e análises sensorial o presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade - UNIOESTE sob o número de protocolo 2.356.521 em que atende os preceitos éticos para a pesquisa.

Para a análise sensorial, foram utilizados o teste de aceitação, determinado por escala hedônica de nove pontos (gostei extremamente = 9, gostei muito = 8, gostei moderadamente = 7, gostei ligeiramente = 6, nem gostei nem desgostei = 5, desgostei ligeiramente = 4, desgostei moderadamente = 3, desgostei muito = 2, desgostei extremamente = 1), o teste de intenção de compra com escala de cinco pontos e o teste de preferência, descritos por DUTCOSKY (2013). No teste aceitação, foi analisado em cada formulação os atributos sabor, consistência, textura, odor e cor. Os testes foram aplicados a julgadores não treinados (n=43) com uma faixa etária entre 17 e 42 anos de idade.

2.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no *software* Statistica Release 7.0, cujos dados de proteína bruta, gordura (extrato etéreo), matéria seca, umidade e pH foram submetidos à análise de variância (ANOVA) simples com determinações das médias $\pm$ desvio padrão (SD) para as três repetições, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Na análise sensorial, determinou-se as médias $\pm$ desvio padrão (SD) e realizado a análise de variância (ANOVA) simples com determinações das médias $\pm$ desvio padrão (SD) para os atributos sensoriais dos

iogurtes contendo ágar e o iogurte comercial em que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Variáveis físico-químicas

Os resultados das variáveis físico-químicas dos iogurtes formulados (iogurte de polissacarídeos da *G. domingenses* e iogurte de polissacarídeos da *G. birdiae*), apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com os valores indicados abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal (médias $\pm$ desvio padrão) dos resultados das análises físico-químicas das formulações dos iogurtes: iogurte de polissacarídeo das algas *Gracilaria birdiae* (I GB) e *Gracilaria domingensis* (I GD).

Amostra	%Proteína Bruta	%Extrato etéreo (gordura)	%Cinzas	%Matéria seca	%Umidade	pH
I GD	35,31 $\pm$ 0,94a	1,39 $\pm$ 0,01 a	6,67 $\pm$ 0,02a	12,75 $\pm$ 0,32a	87,25 $\pm$ 0,32a	5,79 $\pm$ 0,03a
I GB	36,88 $\pm$ 0,00a	2,73 $\pm$ 0,01b	6,41 $\pm$ 0,09a	16,01 $\pm$ 0,39b	83,99 $\pm$ 0,39b	5,23 $\pm$ 0,14b

Os valores representam as médias $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa ($p < 0,05$). I GD – iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria domingensis*; I GB - iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria birdiae*;

Os valores encontrados nesta pesquisa para proteína bruta dos iogurtes formulados (iogurte *G. domingenses* e iogurte *G. birdiae*) não diferiram significativamente ($p > 0,05$), entretanto houve um aumento no conteúdo de proteína bruta no iogurte formulado com polissacarídeo da *G. domingensis*. Isto se deve, a composição química das algas, pelo seu alto valor nutricional, proteico e alto teor de fibras, proporcionando uma importante fonte de nutrientes (PIRES et al., 2012). Fatores como a temperatura elevada do processo de fabricação do iogurte, composição do polissacarídeo utilizado das matérias primas podem contribuir para o aumento em determinadas composições químicas (SHALABY & AMIN (2019).

Observa-se que as duas algas apresentam composições de matéria seca semelhantes, a *G. domingensis* apresenta maior quantidade de proteínas e cinzas (minerais) já *G. birdiae* maior quantidade de lipídios (Tabela 2).

Sendo assim, as algas são uma boa fonte de proteína, o resultado encontrado do conteúdo médios de proteína bruta nas matérias-primas dos formulados demonstram isso, com valores de 12,50 % para *G. birdiae* e *G. domingensis* 12,81% (Tabela 2).

Tabela 2. Composição físico-químicas da matéria prima seca (médias $\pm$ desvio padrão) das algas *Gracilaria birdiae* e *Gracilaria domingensis* com seus respectivos valores médios e desvios padrões.

Componentes centesimal (%)	<i>Gracilaria domingensis</i>	<i>Gracilaria birdiae</i>
% Proteína Bruta	12,81 $\pm$ 0,31	12,50 $\pm$ 0,00
% Gordura (extrato etéreo)	0,65 $\pm$ 0,01	0,86 $\pm$ 0,03
% Cinzas (minerais)	10,98 $\pm$ 0,06	7,18 $\pm$ 0,12

Os valores representam as médias $\pm$ desvio padrão. da matéria prima seca das algas *Gracilaria domingensis* e da alga *Gracilaria birdiae*.

Se tratando de potencial proteico das algas *in natura*, outros autores encontraram valores próximos para *G. domingensis* coletada no litoral do Rio Grande do Norte onde obteve um percentual proteico de 11,26% (Pereira, 2009) e para a *G. birdiae* com valor da proteína de 12% (Pires et al., 2012). Segundo Calado et al., (2012) avaliou a espécie *G. domingensis* coletada no litoral da Paraíba, o qual obteve um percentual de proteína de 16%, valor esse igual ao citados também por Pires et al., (2012) para a mesma alga, e diferentes do encontrados nesse trabalho. Portanto, a composição química das algas tem um alto valor nutricional, proteico e fibras, tornando uma importante fonte de nutrientes (PIRES et al., 2012).

A quantidade de lipídeos em algas marinhas é baixa (1 a 5%) da matéria seca e apresenta uma considerável variação entre as diversas espécies. Algumas pesquisas têm indicado que as algas são pobres em lipídios, e rico em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (BENJAMA et al., 2011; KAMMOUN et al., 2011; VAN GINNEKEN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012). Em vista disso os resultados

encontrados nesta pesquisa, indicaram baixos valores para os lipídios. A alga *G. birdiae* apresenta maior teor de lipídeos comparado com *G. domingensis* e esses valores são superiores aos valores encontrados para outras espécies de algas (MARINHO-SORIANO et al. 2006; FLORÊNCIO et al., 2012). Entretanto, apesar do baixo teor lipídico, as algas possuem uma abundância de ácidos graxos polinsaturados – PUFA (PATARRA, 2008; VAN GINNEKEN et al. 2011), variando o conteúdo físico-químico entre espécie (DARCY-VRILLON, 1993; MABEAU & FLEURENCE, 1993; DAWCZYNSKI et al., 2007; VAN GINNEKEN et al. 2011). De modo geral as algas são ricas em sais minerais na sua composição química e pode variar nos percentuais de acordo com o ambiente e com a sazonalidade do período de coleta (VASCONCELOS, 2015) e alguns estudos destacam valores próximos aos encontrados nesse estudo para as espécies *Gracilaria cervicornis* (5,65%) e *Sargassum vulgare* (7,73%) (Marinho-Soriano et al. (2006). No entanto, a matéria-prima de *G. domingensis* apresentou em sua composição maiores valores médios para a quantificação de cinzas (10,98 %) Tabela 2. as porcentagens de conteúdo de cinzas dos formulados de iogurtes foi de 6,67% para o I GD e 6,41% para IGB. A diminuição no acúmulo de cinzas no ágar pode proporcionar, uma melhoria no processo de digestão no trato intestinal (IBERAGAR, 2010). SHALABY & AMIN (2019) relataram que o iogurte simbiótico enriquecido com uma porcentagem diferente de polissacarídeo *ulvan* extraído da alga *Ulva lactuca* apresentou maiores valores de proteínas e teor de cinzas do que o controle.

O pH dos iogurtes formulados (I GD 5,79% e I GB 5,23%) obtiveram uma diferença significativa estatisticamente, conforme a formulação utilizada. Sendo assim, os valores de pH mensurados neste trabalho, ficaram fora do aceitável pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2007). No entanto, valor diferente de pH foram encontrados por alguns autores, como Schmidt et al., (2012) que encontrou pH de 4,02 nos iogurtes com 2 e 4% de polpa de acerola e pH de 3,99 no iogurte com 6% de polpa. A alteração de pH pode estar relacionada com sabor, como citado por Kroger (1976), que afirma que o pH na faixa de 3,9 e 4,1 caracteriza ao produto um sabor desagradável.

A aplicação do ágar em iogurtes é interessante quando os consumidores passam a exigir produtos menos ácidos. Pois a adição de agentes espessantes ou estabilizantes, como o ágar é utilizado para controlar e reduzir a sinérese (HABWALKER E KALAB, 1986). Por ser indesejável na fabricação de iogurte, a

sinérese é a separação do soro do coágulo, que caracteriza a baixa acidez do produto ($\text{pH} > 4,6$) ou alta acidez ($\text{pH} < 4,0$) (OKTÁVIA et al., 2016). Portanto, o ágar pode se ligar com a água na formação de moléculas de caseína micelar, diminuindo a sinérese do iogurte (SEBAYANG, 2019) e aumentando a viscosidade (TASNEEM et al., 2014).

Em outros trabalhos, em relação ao tempo de estocagem, observaram que o pH tem relação direta, os resultados encontrados por Tealdo et al., (1989), mostram iogurtes comerciais armazenados a 4°C por 30 dias, apresentaram uma redução no pH de 3,77 para 3,64. Sendo assim, o uso dos diferentes cultivos bacterianos iniciadores, a adição de soro, a composição do leite, o processamento, iniciando as etapas pós-fermentação, a temperatura de armazenagem, podem alterar os valores de pH dos produtos lácteos (MENEZES, 2011). Essa diferença de temperatura durante a armazenagem pode promover o desenvolvimento de microrganismos, que aumenta sob temperaturas de refrigeração, mudando as propriedades do iogurte (MORENO E KOSIKOWSKI, 1973).

3.2 Análise microbiológica

Conforme as análises microbiológicas, não houve crescimento de microrganismo analisados nos dois produtos, o qual apresentaram os mesmos resultados para cada bactéria, sendo eles, $<1,0 \times 10^0$ UFC/mL de *coliformes termotolerantes*, $<1,0 \times 10^0$ UFC/mL de *Staphylococcus aureus* e a ausência de *Salmonella* spp. em uma amostra de 25 mL (Figura 3).

Tabela 3. Resultado das análises microbiológicas das formulações dos iogurtes de polissacarídeo das algas *Gracilaria birdiae* e *Gracilaria domingensis* e do iogurte comercial.

Microrganismos	Amostras	
	I GD	I GB
<i>Coliformes termotolerantes</i>	$<1,0 \times 10^0$ UFC/mL	$<1,0 \times 10^0$ UFC/mL
<i>Staphylococcus aureus</i>	$<1,0 \times 10^0$ UFC/mL	$<1,0 \times 10^0$ UFC/mL
<i>Salmonella</i> spp	Ausência	Ausência

I GD – iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria domingensis*; I GB - iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria birdiae*.

Todas as amostras avaliadas apresentaram contagens dentro dos padrões legais vigentes. De acordo com a Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agenda Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), a bebida láctea apresentou padrões microbiológicos situados dentro dos limites estabelecidos para leites fermentados e iogurtes, mostrando excelente qualidade microbiológica, estando apropriada para o consumo humano. Sendo assim, os resultados indicam que o produto não apresentou microrganismos contaminantes, e que os procedimentos foram executados adequadamente com cuidados para evitar contaminação durante toda a sua produção.

3.3 Análise Sensorial

A classificação organoléptica dos atributos avaliados na análise sensorial de três amostras distintas de iogurte mostrou-se nas avaliações que os atributos dos iogurtes formulados de forma artesanal com a utilização do ágar (IGD e IGB) na substituição de estabilizantes/espessantes de origem animal, apresentaram valores inferiores aos da bebida comercial (IC).

Enquanto os resultados expressos em médias e desvios padrão para o iogurte comercial (IC) destacou diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,005$) para todos os atributos avaliados sabor, consistência, textura, odor e cor e recebeu as pontuações mais altas. Observou-se que entre os iogurtes produzidos com os polissacarídeos, o IGD apresentou menores médias para os atributos avaliados, ou seja, menor intensidade dos atributos (2: desgostei moderadamente) (Tabela 4).

Tabela 4. Médias $\pm$ desvio padrão (SD) das análises sensoriais das formulações e do iogurte comercial.

Amostra	Sabor	Consistência	Textura	Odor	Cor	Intenção de compra	Ordem de preferência
I GD	2,77 $\pm$ 1,72a	5,14 $\pm$ 2,14a	5,07 $\pm$ 1,92a	4,09 $\pm$ 1,90a	5,21 $\pm$ 2,01a	1,79 $\pm$ 0,97a	1,26 $\pm$ 0,58a
I GB	4,60 $\pm$ 2,55b	5,37 $\pm$ 2,02a	5,44 $\pm$ 1,79a	5,00 $\pm$ 2,00b	5,37 $\pm$ 1,89a	2,74 $\pm$ 1,24b	1,93 $\pm$ 0,34b
IC	8,16 $\pm$ 0,84c	7,65 $\pm$ 0,95b	7,60 $\pm$ 1,12b	7,95 $\pm$ 1,15c	8,35 $\pm$ 0,72b	4,65 $\pm$ 0,57c	2,81 $\pm$ 0,59c

Os valores representam as médias $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística significativa ($p < 0,05$). I GD – iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria domingensis*; I GB - iogurte de polissacarídeo da alga *Gracilaria birdiae*; IC – iogurte comercial.

O sabor é um atributo importante que desempenha um papel fundamental na aceitabilidade geral de um produto. Tentativas de suplementação de produtos de laticínios como iogurtes e requeijão contendo algas marinhas podem afetar negativamente as características sensoriais principalmente o odor e sabor (NUÑEZ & PICON 2017; O'SULLIVAN et al., 2016). Os resultados indicaram que a intenção de compra, apresentou resultados médios desfavoráveis para o produto I GD 20% (Figura 4), em que os provadores escolheram a opção “certamente não compraria”. Observou-se também menor ordem de preferência para o I GD de 35%, sendo o último produto escolhido pelos julgadores (Figura 5).

Figura 4. Intenção de Compra das análises sensoriais das formulações dos iogurtes com polissacarídeo da alga *Gracilaria domingensis* e com polissacarídeo da alga *Gracilaria birdiae* (IGD e IGB) respectivamente, e do iogurte comercial (IC).

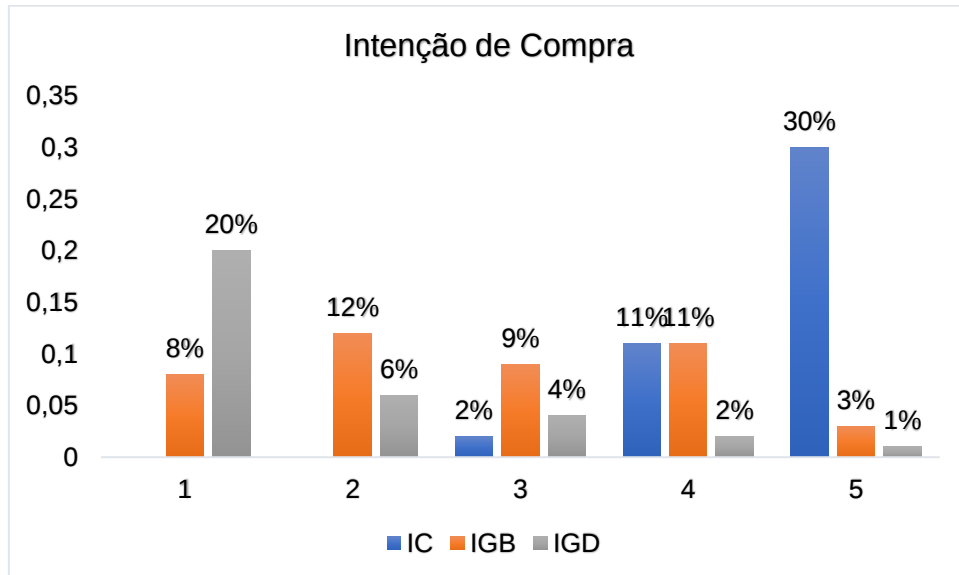
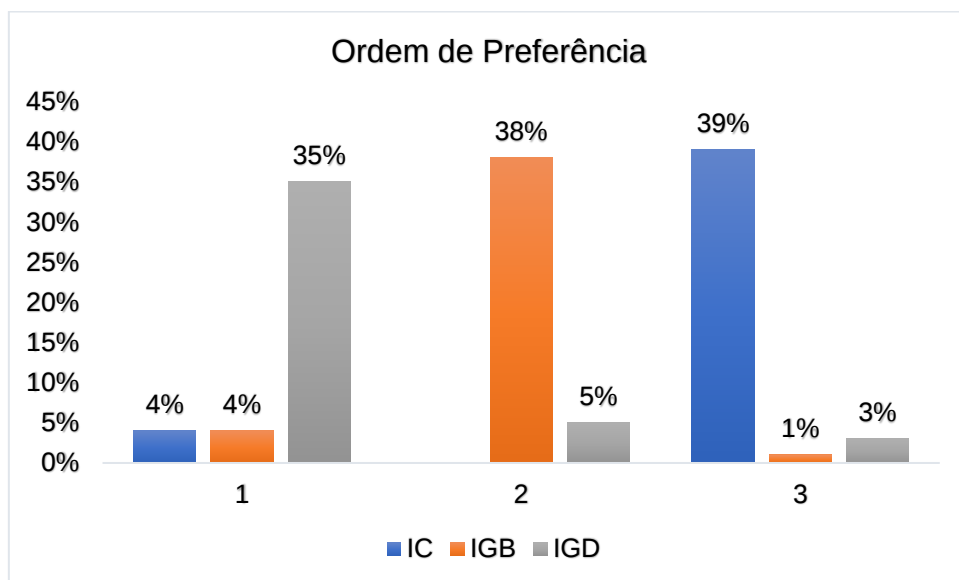


Figura 5. Ordem de Preferência das análises sensoriais das formulações dos iogurtes (IGD e IGB) e do iogurte comercial (IC).



A concentração de polissacarídeo aplicada nos produtos pode ter interferido em suas características sensoriais. Portanto, estas concentrações podem ser reduzidas para deixar os iogurtes com os atributos livres de características das algas. Além disso, foi observado que o polissacarídeo da alga *G. domingensis* apresentou um maior poder estabilizante e espessantes do que a alga *G. birdiae*. Destacando que a utilização de estabilizante em bebida láctea e iogurte, pode garantir muitas vantagens como uma maior retenção de água e aumento da viscosidade, proporcionando melhor textura, além de agir como espessantes (VENTURINI FILHO, 2010).

A utilização de algas como espessantes em produtos lácteos tem potencial para ser utilizado como modificador de textura em produtos lácteos. Estudos que investigaram a influência do extrato aquoso de algas marinhas proveniente de *G. birdiae* e *G. domingensis* em comparação com a gelatina, durante o processo de fermentação do leite e na produção de leite fermentado mostrou-se eficaz e superior como espessante nos atributos de textura em comparação com a gelatina animal testada nas mesmas concentrações (TAVARES ESTEVAM et al., 2018) além disso, é de fácil aquisição através de tecnologia simples e acessível que possibilita diversificação nas oportunidades econômicas para os produtores artesanais de algas marinhas (TAVARES ESTEVAM et al., 2018, 2016). Sendo assim, estudos que

inferem a utilização de matéria-prima algas marinhas promovem uma expansão da oportunidade econômica para os produtores artesanais de algas marinhas, contribuindo com abordagens para produção de alimentos que permitem estilos de vida mais saudáveis bem como, atender a demanda que vem crescendo de consumidores vegetarianos e veganos. No entanto, são necessários mais estudos adicionais para determinar as concentrações ideais de ágar de cada espécie de alga a serem aplicadas no iogurte.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a substituição de estabilizantes/espessantes de origem animal por polissacarídeos naturais extraídos de algas marinhas é eficaz por manter as características físico-química do iogurte e contribuindo com dietas e estilo de vida mais saudáveis, atingindo um público de consumidores vegetarianos e veganos. Porém, as características sensoriais podem ter sido afetadas devido à concentração de polissacarídeo utilizado para produção do produto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARACHCHI, Ganegama G.J.; Arachchi Paththuwe M.J.; Wansapala, M.A.J.; Jayarathna, M.P.K. (**National Aquatic Resources Research and Development Agency** (NARA), 2018-07-27.

BANERJEE S, Bhattacharya S. Food gels: gelling process and new applications. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2012;52(4):334-46. doi: 10.1080/10408398.2010.500234. PMID: 22332597.

BARKALLAH, M.; Dammak, M.; Louati, I.; Hentati, F.; Hadrich, b.; Mechichi, T.; Ayadi, M. A.; Fendri, I.; Attia, H.; Abdelkafi, S. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT- Food Science and Technology*, v. 84, p. 323-330, 2017.

BASHO, S. M.; BIN, M. C. Propriedades dos alimentos funcionais e seu papel na prevenção e controle da hipertensão e diabetes. *Interbio*, v.4 n.1 2010.

BENJAMA, O; MASNIYOM, Payap. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani

Bay in Southern Thailand. Songklanakarin J. Sci. **Technol., Songkla**, n. , p.575-583, out. 2011.

BEZERRA, ADF; SORIANO, E.; M.; Cultivo do tintoalgas marinhas *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) em águas tropicais do nordeste do Brasil. **Biomassa e Bioenergia**.v.34, n.12, p.1813-1817, 2010. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.07.016>

BOSE, I., NOUSHEEN, ROY, S., YADUVANSHI, P., SHARMA, S., CHANDEL, V., & BISWAS, D.. **Desvendando o potencial dos biopolímeros marinhos: fontes, classificação e diversas aplicações alimentares**. Materiais , 16 (13), 4840. (2023)

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007b. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**, p. 5, 24/10/2007. Seção 1.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Abastecimento**. Instrução Normativa n °5, de 13 de Novembro de 2000. Oficializa os “Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados”. Diário Oficial de 02 de janeiro de 2001.

CABRAL, G. **Plantas multiuso. Algas podem ser usadas com fins alimentares, medicinais e cosméticos**. Disponível em <http://www.correiobraziliense.com.br>>. Acesso em: 12 outubro. 2010.

CAI et al., 2021 J Cai A Lovatelli J Aguilar-Manjarrez L Cornish L Dabbadie A Desrochers X Yuan 2021 Seaweeds and microalgae: An overview for unlocking their potential in global aquaculture development **FAO Fisheries and Aquaculture Circular** 1229

CARNEIRO, J. G.; CAVALCANTE, A. B. D.; TEIXEIRA, D. M. A.; PEREIRA, I. K. D.; CARNEIRO, M.A.; BARBOSA, M.C.F. **Potencial nutricional das algas vermelhas *Hypnea musciformis* e *Solieria filiformis***: Análises da composição centesimal. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas.Trabalho de Congresso. Palmas: Propi, 2012. p. 1 - 5. Disponível em: . Acesso em: 23 ago. 2013.

COSTA V. L. & PLASTINO, E. M. Histórico de via de espécimes selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria* sp. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 483-490, 2001

DARCY-VRILLON, B. (1993). Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 44, 23–35

DAWCZYNSKI, C., SCHUBERT, R., & JAHREIS, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chemistry**, 103, 891–899

DESAI, A.S E REDDY, VK (2024). Subprodutos derivados de algas marinhas. Em *Aplicações de Algas Marinhas em Alimentos e Nutrição* (pp. 225-234). **Elsevier**.

DICKINSON, E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, n. 6, p. 1473-1782, 2009.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO – DHN. Previsões de Marés (máximas e mínimas diárias). **Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO)**. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>. Acessado em 20 de junho de 2018.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013, 531 p.

FAO. Organização para Alimentação e Agricultura dos Estados Unidos Nações. O estado da pesca e da aquicultura no mundo. **FAO**, 2017

FAO. (2021). O Estado da Pesca e Aquicultura Mundial 2021 (**SOFIA**).

FLORENCIO, I.M., Florentino, E.R., Silva, F.L., Fernandes, V.C., & Cavalcanti, M.T. (2012). ESTUDO DA EXTRAÇÃO DE ÁGAR DA MACROALGA *Gracilaria caudata* J. Agardh PARA UTILIZAÇÃO EM FINS ALIMENTÍCIOS. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 7, 71-78.

FONSECA, J.A. **Aplicação de Algas na Indústria Alimentar e Farmacêutica**. 2016. 75f. Projeto (Pós-Graduação) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2016.

FORSTER, J.; RADULOVICH, R. J... Algas marinhas e segurança alimentar. In: TIWARI, BK; TROY, DJ. Sustentabilidade de algas marinhas: Comidas e aplicações não alimentares. Londres: **Elsevier**, 2015. p.289-313. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1365273>

FROEHLICH. HE *et al.* Potencial de crescimento azul para mitigar as alterações climáticas através da compensação de algas marinha Curr. **Biol.**(2019)

GAVIN, M. The combined effect of temperature and acidity on the keeping quality of yogurt. **Milchwissenschaft**, n.21, p.85-7, 1966

HABWALKER, VR AND KALAB. 1986. Relationship between microstructure and asinerosis susceptibility in yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. **Food Microstructure**.15:287–294

HARGREAVES, P. L. Produção de etanol a partir de *Kappaphycus alvarezii* – Biocombustível de terceira geração. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

IBERAGAR. Agar-Agar poderoso espessante e gelificante NATURAL. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, v. 14, p.49-50, nov. 2010. Disponível em: . Acesso em: 24 out. 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas Analíticas, Vol.1: **Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 3º Ed. 1985.

KOYANDE, A. K., CHEW, K. W., MANICKAM, S., CHANG, J. S., & Show, P. L. (2021). Emerging algal nanotechnology for high-value compounds: A direction to future food production. **Trends in Food Science & Technology**, 116, 290–302. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.026>

KROGER, M. Quality of yogurt (Review). **Journal of Dairy Science**, v.59, n.2, p.344-50, 1976.

MABEAU, S. J., & FLEURENCE, J. (1993). Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. **Trends in Food Science and Technology**, 4, 103–107

MARFAING, Hélène. EU market opportunities for seaweed in **food and nutritional products**. 2011. Disponível em: <http://www.seaweedforhealth.org/>. Acesso em: 16 ago. 2013.

MARINHO-SORIANO, E.; MOREIRA, W. S. C.; CARNEIRO, M. A. A. Some aspects of the growth of *Gracilaria birdiae* (Gracilariaceae, Rhodophyta) in an estuary in northeast Brazil. **Aquaculture International**. v.14, p.327-336, 2006.

MCCLEMENTS, D. J. Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 47, n. 7, p. 611-649, 2007.

MCHUGH, DJ (2003) Um Guia para a Indústria de Algas Marinhas Artigo Técnico de Pesca da **FAO** 441. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e/y4765e00.HTM>

MENEZES, ANTONIO BASILIO NOVAES THOMAZ de. Higiene mental, educação e ordem social: a normalização da criança e a dimensão biopolítica. In: **Revista Metáfora Educacional** (ISSN 1809-2705) – versão on-line, n. 10., jun./2011. p. 3-17. Disponível em: . Acesso em: 20.setembro.2022.

MOHAMMADI-GOURAJI, E.; SOLEIMANIAN-ZAD, S.; GHIACI, M. Phycocyanin-enriched yogurt and its antibacterial and physicochemical properties during 21 days of storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 102, p. 230-236, 2019.

MONTEIRO CA, CANNON G, LEVY RB, MOUBARAC JC, LOUZADA ML, RAUBER F, et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. **Public Health Nutr.** 2019;22(5):936-41. <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>
» <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>

MORENO, V.; KOSIKOWSKI, F. V. Peptides, aminoacids and amines liberated from B-casein by micrococcal cell-free preparations. **Journal of Dairy Science**, v.56, n.19, p.39, 1973.

MOTA, N. S.; FIGUEIREDO, T. V. B.; MACHADO, B. A. S; DRUZIAN, J. I. Macroalgas marinhas comestíveis: tendências tecnológicas. **Cadernos de Prospecção**, v. 7, n. 2, p.118-129, 2014.

NUÑEZ, M.; PICON, A. Seaweeds in yogurt and quark supplementation: Influence of five dehydrated edible seaweeds on sensory characteristics. *Int. J. Food Sci. Technol.* **2017**, *52*, 431–438. [Google Scholar] [CrossRef]

OKTAVIA, H., L.E. RADIATI. 2016. Evaluation of physicochemical properties and exopolysaccharide production of single culture and mixed culture in set yoghurt. *J. PAL*, 7(1): 52-59
(2) (PDF) *Yoghurt Syneresis with Addition of Agar as Stabilizer*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/350192294_Yoghurt_Syneresis_with_Addition_of_Agar_as_Stabilizer [accessed Nov 29 2023].

O'SULLIVAN, A.M. O'GRADY, M.N. O'CALLAGHAN, Y.C. SMYTH, T.J. O'BRIEN, N.M. KERRY, J.P. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 37, Part B, 2016, Pages 293-299, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.031>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856416301746>)

O'SULLIVAN, A. M., O'CALLAGHAN, Y. C., O'GRADY, M. N., WALDRON, D., SMYTH, T., O'BRIEN, N. M. & KERRY, J. P. (2014). An examination of the potential of seaweed extracts as functional ingredients in milk. **International Journal of Dairy Technology**, 67, 182-193.

PASDAR, N., BARBA, FJ, KOUBAA, M., GREINER, R., & ROOHINEJAD, S. (2024). Processamento de algas marinhas para aplicação industrial em alimentos. Em **Aplicações de Algas Marinhas em Alimentos e Nutrição** (pp. 205-214). Elsevier.

PATARRA, A.R.F. Pesquisa de Ácidos Gordos em macroalgas marinhas do litoral dos Açores. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Porto, 2008.

PEREIRA, R. T. L.; PAULA, E. J. de. Cultivo de Algas - Da "Marinomia" à Maricultura da Alga Exótica, *Kappaphycus alvarezii* para produção de carragenanas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 48, p.78-85, 13 jul. 1998. Disponível em: . Acesso em: 15 ago. 2013.

PEREIRA, L. (2023). Algae as a source of bioactive ingredients for the formulation of functional foods and nutraceuticals. **In Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals** (pp. 3-114). Woodhead Publishing.

PLASTINO, E. M.; OLIVEIRA, E. C. *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South Atlantic with terete frond and deep spematangial conceptacles. **Phycologia**, v. 41, p. 389- 396, 2002

RAJ, PM, GUPTA, A., SAHU, KK, KUMAR, G., MINZ, S., & RAJ, R. (2024). Entrega de peptídeos e proteínas através de carragenina, ácido algínico, ágar e mirra. Em *Peptide and Protein Drug Delivery Using Polysaccharides* (pp. 115-148). **Imprensa Acadêmica**.

REBOURS, C.; SORIANO, EM; ZERTUCHE-GONZÁLES, JA; HAYASHI, L.; VÁSQUES, JA; KRAROLFER, P.; SORIANO, G.; UGARTE, R.; ABREL, M.H.; BAY-LARSEN, I.; HOVELSRUD, G.; RODVEN, G.; ROBLEDO, D.. **Algas marinhas: oportunidade parariqueza e meios de subsistência sustentáveis para as comunidades costeiras**. *Jornal de ficologia aplicada*, v.26, n.5, p.1939-1951, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0304-8>

SARKAR, D. DATTA, Rupali Biogeochemistry of Arsenic in Contaminated Soils of Superfund Sites. Available online: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.highlight/abstract/6015 (accessed on 5 November 2016).

SCHMIDT, C.A.P.; PEREIRA, C.; ANJOS, G.; LUCAS, S.D.M. Formulação e avaliação sensorial hedônica de iogurte com polpa de acerola. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v.1, n.5, p.10-14, 2012.

ŚCIESZKA, S. E KLEWICKA, E. (2019). Algas nos alimentos: uma revisão geral. **Revisões Críticas em Ciência Alimentar e Nutrição**, 59 (21), 3538–3547. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1496319>.

SEBAYANG, F., R. BULAN., W. Wahyuni. 2019. The use of carboxymethylcellulose (Cmc) from peanut cellulose (*Arachis Hypogaea* L) as a stabilizer for cow's milk yogurt. **Diário de Químico Natural Recursos**, 1(2): 38-51. [archivo:///C:/Users/user/AppData/Local/Temp/1252-Article%20Text-5039-1-10-20190828.pdf](http://C:/Users/user/AppData/Local/Temp/1252-Article%20Text-5039-1-10-20190828.pdf)

SENGUPTA, S., BASU, S. E BHOWAL, J. (2023). Caracterização bioquímica e propriedades hipocolesterolêmicas de iogurte de gergelim elaborado com farinha de gergelim de qualidade comestível desengordurada (DEQSF) suplementada com óleo de farelo de arroz. *Produção, Processamento e Nutrição de Alimentos*, 5 (1), 56.

SHALABY MS, AMIN HH (2019) Potential Using of Ulvan Polysaccharide from *Ulva lactuca* as a Prebiotic on Synbiotic Yogurt Production. **J Prob Health** 7: 208. doi: 10.35248/2329-8901.19.7.208

SILVA, P. M. Atividades biológicas de extratos de algas marinhas brasileiras. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas- Bioquímica) - **Instituto de Química da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2009.

SORIANO, EM. Contexto histórico do comercialexploração de algas marinhas no Brasil. **Diário de AplicadoFicologia**, v.29, n.2, p.665-671, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10811-016-0866-8>

SOUSA, A. M. M. Aplicação de biopolímeros extraídos de algas na produção de embalagens biodegradáveis. **Tese de mestrado** (Mestrado Integrado em Engenharia Química), **Departamento de Engenharia Química, Universidade do Porto**, 2008.

TAHMASEBI, M., MOFID, V. Innovative synbiotic fat-free yogurts enriched with bioactive extracts of the red macroalgae *Laurencia caspica*: **formulation**

optimization, probiotic viability, and critical quality characteristics. Food Measure 15, 4876–4887 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01061-y>.

TASNEEM, M., F. SIDDIQUE, A. AHMAD, and U. Farooq. 2014. Stabilizers: essential substances in high-rheology dairy products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 54(7): 869-879.

TAVARES ESTEVAM, A.C., Alonso Buriti, Flá.Carolina., de Oliveira, T.A., Pereira, E.V.d.S., Florentino, E.R., Porto, Ana.Lú.Figueiredo., Aqueous extract of Gracilaria birdiae (Plastino & Oliveira) as a texture modifier in fermented milks, LWT - **Food Science and Technology** (2018), doi: 10.1016/j.lwt.2017.12.052

TAVARES ESTEVAM, A. C., Alonso Buriti, F. C., de Oliveira, T. A., dos Santos Pereira, E. V., Florentino, E. R., & Figueiredo Porto, A. L. (2016). Effect of aqueous extract of The seaweed Gracilaria domingensis on the physicochemical, microbiological, and textural features of fermented milks. **Journal of Food Science**, 81, C874–C880.

TAVARES ESTEVAM, A. C., Alonso Buriti, F. C., de Oliveira, T. A., dos Santos Pereira, E. V., Florentino, E. R., & Figueiredo Porto, A. L. (2018). Aqueous extract of Gracilaria birdiae (Plastino & Oliveira) as a texture modifier in fermented milks. LWT-**Food Science and Technology**, 90, 418–423.

TEALDO, E. Caratterizzazione chimico-fisica ed organolettica dello yogurt. **Istituto de Tecnica e Sperimentazione Lattiero Caseria**, v.18, n.30, p.122-141, 1989.

TZACHOR, A. (2019). The future of feed: Integrating technologies to decouple feed production from environmental impacts. **Industrial Biotechnology**, 15(2), 52–62. <https://doi.org/10.1089/ind.2019.29162.atz>

VAN GINNEKEN, V. J.T.; HELSPER, J.P.F.G.; VISSER, W. DE; KEULEN, H. VAN; BRANDENBURG, W.A. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. **Lipids In Health and Disease**, Estados Unidos, n., p.1-8, set. 2011. Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/10/1/104>>. Acesso em: 23 set. 2013.

VASCONCELOS, A. G.; DE ARAÚJO, K. V.; SANTANA, L. A. B. Polissacarídeos extraídos de algas marinhas e suas aplicações biotecnológicas: uma revisão. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 5, n. 3, p. 27-51, 2015.

VASCONCELOS, Bárbara Monique de Freitas. Utilização da macroalga Gracilaria birdiae no desenvolvimento de produtos alimentícios. 2015. 124 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência Animal**, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

VASCONCELOS, Margarida Maria Monteiro. **Manual de beneficiamento de algas marinhas**: uma ação extensionista no litoral do Piauí. Teresina: EDUFPI, 2014. 32p.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2010.

WERLINGER. C. *et al.* Acuicultura: cultivo y producción de organismos acuáticos In: **Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos.** Nacional del libro y la Lectura. Universidad de Concepción. Chile. Trama Impresores. v. 2, p. 559 -594, 2004.