

SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Técnico em Agronegócio

Polo Braço do Norte – SC

Alessandra Terezinha da Silva

Danilo Paes Ribeiro

ALGAS MARINHAS

(Cultivo de algas marinhas para a produção de biofertilizantes)

Santa Catarina/SC

2022

Alessandra Terezinha da Silva

Danilo Paes Ribeiro

ALGAS MARINHAS

(cultivo de algas marinhas para a produção de biofertilizantes)

Projeto Final apresentado como trabalho de conclusão do Curso Técnico em Agronegócio, do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR da Regional de Santa Catarina, orientado pelo tutor Sergio Carlos de Oliveira, como requisito para obtenção do diploma de habilitação técnica.

Santa Catarina/SC

2022

RESUMO

O presente relatório técnico tem como objetivo demonstrar a importância do manejo e cultivo da macroalga - *kappaphycus Alvarezii* -, para a extração do Extrato de Alga que serve como biofertilizantes para ser utilizado na produção agrícola, seja ela familiar ou industrial. No mais, as substâncias extraídas das algas marinhas são muito utilizadas na indústria química, cosmética, alimentícia, farmacêutica, agrícola entre outras. O extrato de algas marinhas é rico em nutrientes capazes de estimular o crescimento das plantas e ajuda na microbiota do solo, pois modificam certas propriedades como atividade enzimática, aeração e retenção de água, favorecendo a proliferação de microrganismos como fungos micorrízicos ou bactérias fixadoras de nitrogênio. O Brasil é um dos maiores consumidores de fertilizantes do mundo, se o biofertilizantes das algas marinhas for produzido em grande escala talvez num futuro próximo tenhamos uma fonte renovável que substitua ou reduza o uso de fertilizantes químicos e pesticidas na agricultura brasileira, conforme será analisado no curso do relatório técnico a seguir.

Palavras-chave: macroalgas. *kappaphycus Alvarezii*. biofertilizantes. agricultura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visualização das tábuas do barril representando A Lei do Mínimo. A tábua do nitrogênio é a mais curta, indicando que ele é o elemento mais limitante	12
Figura 2 – Amostra de uma muda muda de alga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	20
Figura 3 – Demonstração da metodologia TEI TEI de plantação de alga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	20
Figura 4 – Colheita da alga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	21
Figura 5 – Reservatório IBC 1000 litros	22
Figura 6 – Balsa de trabalho para cultivo de algas	25
Figura 7 – Demonstração da Localidade	26
Figura 8 – Algas Brasil - Extrato de Algas	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Maiores Importadores de fertilizantes do mundo em 2020	15
Tabela 2 – Composição da <i>Kappaphycus alvarezii</i> segundo dois diferentes autores	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	ASPECTOS GERAIS	10
2.1	CONCEITO DE FERTILIZANTES	11
2.1.1	O Uso dos Fertilizantes	13
2.1.2	Fertilizantes no mundo	14
2.2	CONCEITO DE BIOFERTILIZANTE	15
2.2.1	Vantagens e benefícios do uso do biofertilizantes	16
2.3	CULTIVO DA KAPPAPHYCUS ALVAREZII	17
3	VISITA TÉCNICA	19
3.1	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DA KAPPAPHY- CUS ALVAREZII	23
3.2	BENEFÍCIO DO EXTRATO CONCENTRADO DA ALGA KAPPAPHY- CUS ALVAREZII	23
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	24
3.4	DESCRIÇÃO DA LOCALIDADE	25
4	OBJETIVO DE ANÁLISE	27
5	METODOLOGIA APLICADA	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	Bibliografia	31

1 INTRODUÇÃO

Pode-se afirmar que as algas marinhas compõem o meio ambiente e são peças fundamentais para o desenvolvendo do planeta, pois auxiliam grandiosamente os ecossistemas. Dessa forma, contribuindo para o desenvolvimento sustentável de toda a bioesfera. Assim, confirma que as algas são organismos essenciais no ecossistema marinho de todo o planeta e desempenham também importante papel no ciclo do carbono. Elas absorvem o gás carbônico e liberam o oxigênio para a atmosfera. Desde espécies microscópicas e unicelulares a espécies multicelulares ou macroalgas, elas servem de sustento e refúgio para inúmeros organismos, além de serem capazes de alterar as propriedades físico-químicas do ambiente em que habitam (Battacharyya et al., 2015).

Outrossim, as algas são organismos utilizados a milhares de anos pelo ser humano, inclusive como alimento e no processo de tratamento de doenças. Desse modo, seu aproveitamento por seres humanos tem registros na China no ano 2700 a.c, desde então são usadas como alimento, medicamento, adubo ou fertilizantes.

Primeiramente o uso de algas estava voltado à alimentação, tanto que diversos alimentos de origem asiática utilizam algas em sua base. No entanto, o mercado para algas e seus produtos derivados vem ganhando ainda mais espaço principalmente para substituir produtos de origem animal, não apenas na alimentação, mas também em diversas outras aplicações. As algas marinhas são utilizadas na indústria para a produção de alimentação humana, animais, em cosméticos, medicamentos, indústrias agrícolas e em coloides (SEPULVEDA, 2022).

É conhecido que as algas marinhas são estruturas fotossintetizantes e multicelulares, também são conhecidas como macroalgas, elas são organismos fotossintetizantes, multicelulares, aquáticos e sem raízes (BILLING et al., 2021).

Além disso, as algas podem ser utilizadas no processo de fabricação de biofertilizantes, o mundo já vem reconhecendo o seu poder para isso, conforme relato hoje existem quase 10.000 espécies de macroalgas descritas, embora apenas uma pequena porcentagem delas seja usada para fins agrícolas como fertilizantes ou em suplementos alimentares para a indústria pecuária (Michalak Chojnacka, 2014).

No Brasil o cultivo das algas já existe desde a década de 70 nas regiões nordeste, sudeste e sul sendo que com as espécies nativas não se conseguiu escalonar para um nível comercial.

As macroalgas, em geral, são utilizadas para extração de hidrocoloides, são ricas em macro e micronutrientes, tornando-se uma boa fonte nutricional para alimentação humana e animal, além das aplicações em outras áreas como no agronegócio na produção de biofertilizantes.

Em 2018, a produção mundial de algas marinhas alcançou a marca de 32,4

milhões de toneladas, sendo destas 97% produzidas pela aquicultura, tendo aproximadamente 300 espécies utilizadas a nível comercial (BLIKRA et al, 2021; FAO, 2020). Tem aumentado muito o cultivo de diferentes espécies de algas e com isso novos produtos vão surgindo.

A *Kappaphycus alvarezii* é uma das principais fontes de carragenana que é um importante aditivo para a indústria de alimentos, podendo ser usado como espessante, geleificante e emulsificante (RANGANAYAKI; SUSMITHA; VIJAYARAGHAVAN, 2014), além de serem usadas para produção de biofertilizantes e terem alta perspectiva de implantação na indústria alimentícia por seu fator nutricional. Constantemente se consome produtos que tem na sua fórmula propriedades extraídas das algas e por não ler os rótulos fica no esquecimento de saber quão glorioso é seus benefícios.

A *Kappaphycus alvarezii* é uma grande fonte de nutrientes, vitaminas e minerais, sendo muito importante a caracterização e estudo dessa alga por seu grande potencial na economia e sendo uma grande tendência de inovação de mercado (PEREIRA, 2020).

É de alta relevância incentivar estudos, pesquisas e o cultivo das algas em geral, visto que existem inúmeras espécies que ainda não foram pesquisadas o suficiente para saber todas as suas propriedades, isso trará grandes benefícios para toda a humanidade.

O primeiro cultivo experimental autorizado pelo IBAMA da macroalga *kappaphycus alvarezii* no Brasil começou em 1994, no litoral norte de São Paulo, em Ubatuba, pelo professor Edson José de Paula (USP) (in memoriam).

Em 1998 no Rio de Janeiro começou o cultivo comercial da *kappaphycus* onde teve um excelente desempenho produtivo com grandes áreas de cultivo devido ao clima favorável.

No estado de Santa Catarina os estudos experimentais começaram em 2008, fruto de uma parceria da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina - e a Epagri que estavam avaliando o cultivo da macroalga no litoral Catarinense. Longos anos se passaram, muitos questionamentos foram respondidos e comprovada a viabilidade técnica, segurança ambiental da produção da espécie foi aprovado recentemente pela Instrução Normativa 01 de 2020 pelo IBAMA, tornando-se uma alternativa rentável para maricultores da região (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2020).

Segundo FAO (2020) a produção em 2018 da alga foi de apenas 700 toneladas no Brasil e considerando o grande potencial de cultivo dessa alga no país, a *Kappaphycus alvarezii* é uma aposta promissora para a aquicultura brasileira.

O cultivo de algas torna-se uma nova fonte de renda para os proprietários das fazendas marinhas no litoral Catarinense gerando emprego, renda e o aumento da qualidade dos produtos oferecidos ao consumidor. Além disso, integrar o cultivo de algas e moluscos é uma forma de enriquecer o ecossistema, visto que as algas servem

de alimento para muitos animais marinhos, também serve como filtro melhorando a qualidade da água onde está sendo cultivada.

A demanda da macroalga vem aumentando a níveis mundiais tanto que muitos produtores de mariscos e ostras estão introduzindo em suas fazendas o cultivo delas. Alguns extinguirão o cultivo dos crustáceos para se dedicar exclusivamente ao cultivo da macroalga.

Na grande Florianópolis existem várias fazendas que já produzem em escala comercial as macroalgas supramencionadas e está sendo feito pesquisas em outros lugares do litoral catarinense como a baía de São Francisco do Sul, Penha, Governador Celso Ramos, Laguna e Biguaçu para que em breve estejam produzindo as macroalgas *kappaphycus Alvarezii*.

2 ASPECTOS GERAIS

As algas marinhas têm uma grande importância para a economia humana, são utilizadas como matéria prima na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia, como meios de cultura para produção de fungos e bactérias. Assim, os polissacarídeos são comumente encontrados em fontes animais, fungos, bactérias e plantas –incluindo as algas (RINAUDO, 2008; CUNHA, DE PAULA e FEITOSA, 2009). A biodiversidade marinha brasileira tem sido reconhecida por ser fonte de compostos com propriedades biológicas diversas. A extensa costa entre as zonas das marés, de cerca de 8.500 Km, é dominada pelas algas, entre macro e microalgas, cada uma das quais sendo consideradas fontes valiosas de diversos compostos bioativos, tais como polifenóis, carotenoides, pigmentos, enzimas e polissacarídeos (GIULIETTI et al., 2005; PEREIRA et al., 2014).

Existem duas categorias de algas: as macroalgas e as microalgas. As macroalgas são unicelulares e podem ser encontradas em qualquer ambiente como no solo, água e no ar.

As macroalgas são mais complexas fisiologicamente e formam estruturas semelhantes às dos vegetais. São diferentes os produtos e aplicações das algas, pois devido as microalgas apresentarem mais metabolitos secundários são utilizadas em aplicações que as macroalgas não são.

O cultivo de microalgas ocupa um espaço menor referente as macroalgas e se produz mais biomassa por área produzida. Em contrapartida o cultivo, extração e beneficiamento de certos produtos derivado das microalgas demanda altos investimentos para ser viável comercialmente em grande escala. A produção de microalgas vem tendo grande destaque na produção de biodiesel pois crescem rápido e tem a capacidade de duplicar sua biomassa várias vezes ao dia, são ricas em teor de óleo podendo chegar a 80% do peso seco, não necessitando de grandes espaços para cultivo.

De outra parte, no mar encontramos três grupos de macroalgas que são:

- Chlorophyta (algas verdes): Costumam ser encontradas misturadas a outras plantas marinhas e, juntas, proporcionam alimento e refúgio a centenas de espécies de animais marinhos. Algumas algas verdes são unicelulares, outras formam cinturões densos nos ecossistemas costeiros e algumas são calcárias (ou seja, contêm carbonato de cálcio). Existem mais de 8 mil espécies diferentes de algas verdes.
- Phaeophyta (algas marrons ou pardas): existem muitos tipos diferentes dessas espécies. As algas marrons podem viver em profundidades superiores a 150 metros, enquanto outras podem flutuar livremente em mar aberto. As kelps são as maiores algas do planeta, e atingem alturas superiores a 30

metros, ao mesmo tempo em que podem armazenar anualmente mais de 1,2 kg de carbono por metro quadrado.

- Rhodophyta (algas vermelhas): essas espécies formam pradarias altamente produtivas e exuberantes. As algas vermelhas calcárias representam importante papel no sequestro de carbono e, além disso, podem ter uma vida muito longa, com algumas formações que atingem 8 mil anos de idade.

Essa divisão é baseada nas diferenças existentes na cor dos talos devido a presença de pigmentos que auxiliam na captação da luz para fotossíntese, como clorofila, ficobilinas e xantofilas.

Neste relatório o foco será a macroalga da espécie *Kappaphycus alvarezii*, que faz parte da espécie algas vermelhas. O assunto será sobre utilização na produção de biofertilizantes para aplicação no agronegócio nos municípios brasileiros.

No entanto, antes de adentrar no assunto propriamente dito, faz-se necessário discorrer acerca da conceituação dos fertilizantes e da sua utilização a fim de contextualizar o objeto do presente relatório técnico.

2.1 CONCEITO DE FERTILIZANTES

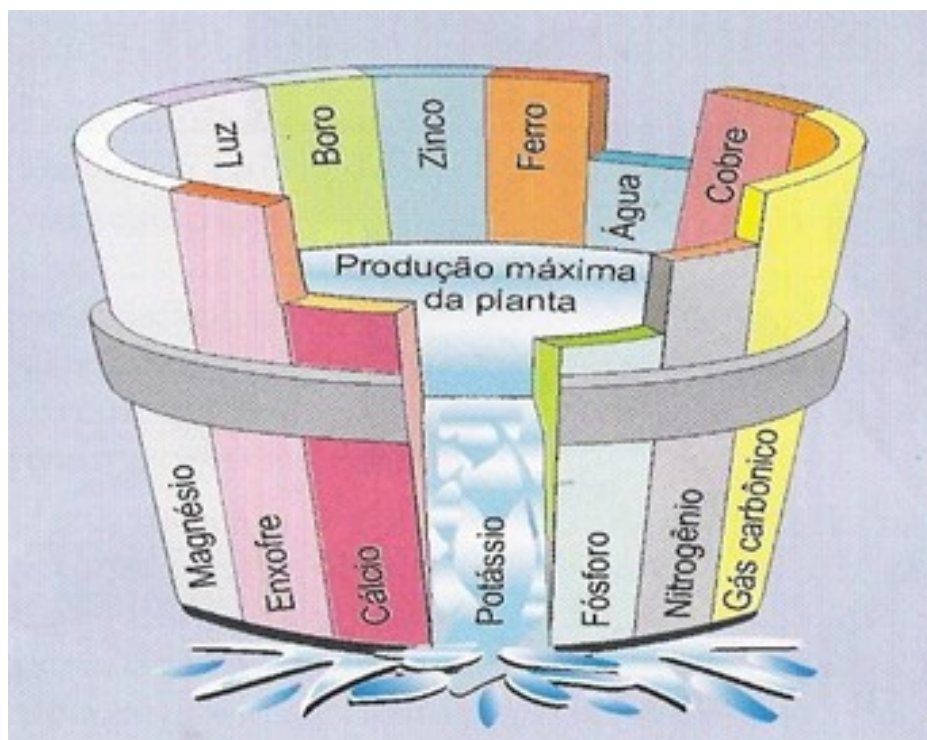
Fertilizantes são compostos químicos fornecedores de nutrientes para o desenvolvimento de plantas e vegetais para aumentar a produtividade. Os fertilizantes são muito utilizados na atividade agrícola por obter bons resultados na lavoura. Nesse sentido, o agrônomo alemão, Carl Sprengel (1787-1859) foi o primeiro a publicar a Lei do Mínimo ao redor de 1837 que afirma que a produtividade da planta é proporcional à quantidade disponível do nutriente mais limitante, e, se essa deficiência for corrigida, a produtividade irá aumentar até o ponto do próximo nutriente mais limitante no solo. O químico alemão, Justus von Liebig (1803-1873) tem levado o crédito na promoção deste conceito, e por desenvolver o primeiro fertilizante mineral a ser usado como parte de sistemas sustentáveis de produção agrícola. A lei do Mínimo é comumente ilustrada pelas tábuas de um barril quebrado (figura 1) em que, cada tábua representa um insumo essencial para o crescimento da cultura.

Essas substâncias podem ser de origem orgânica ou inorgânica, derivadas de minerais. Além disso, eles se dividem entre aqueles encontrados na natureza ou produzidos de forma sintética. Os fertilizantes são mais conhecidos como adubo.

A função dos fertilizantes é aumentar os nutrientes dos vegetais e ajudar no aumento da fertilidade do solo. Existem muitos tipos de fertilizantes que agem de várias formas nas plantas, visto que cada um dos nutrientes age em partes específicas do tecido vegetal e possui determinadas funções. Temos dois grupos de nutrientes essenciais para as plantas e presentes na composição dos fertilizantes que são:

- **Macronutrientes:** são nutrientes fundamentais para o bom funcionamento

Figura 1 – Visualização das tábuas do barril representando A Lei do Mínimo. A tábua do nitrogênio é a mais curta, indicando que ele é o elemento mais limitante



Fonte: [Liebig]

das funções biológicas das plantas, atuando diretamente na realização da fotossíntese, por exemplo, no desenvolvimento de suas estruturas básicas, no seu crescimento e na frutificação. Os macronutrientes são utilizados em maiores quantidades pelos vegetais. São macronutrientes: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); enxofre (S).

- **Micronutrientes:** são nutrientes que atuam nas enzimas das plantas, auxiliando no desenvolvimento das suas funções metabólicas. Os micronutrientes são utilizados em menores quantidades pelos vegetais. São micronutrientes: boro (B); cloro (Cl); cobalto (Co); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn); molibdênio (Mo); níquel (Ni); zinco (Zn)."

Os fertilizantes são classificados em três tipos: orgânicos, inorgânicos (ou minerais) e organominerais.

- **Fertilizantes orgânicos:** : são fertilizantes produzidos com a utilização de materiais orgânicos de origem tanto animal quanto vegetal, como esterco, restos de folhas e frutos, cascas de ovos, resíduos de usinas de açúcar e álcool, entre outras matérias-primas. Esses adubos demoram mais para ser absorvidos e processados pelas plantas por se tratar de materiais naturais, que apresentam ciclos de vida mais longos.
- **Fertilizantes inorgânicos:** são fertilizantes produzidos por meio de mine-

rais encontrados na natureza ou sintéticos e que passam por um processo industrial antes de serem destinados ao consumidor final. São chamados também de fertilizantes minerais.

- **Fertilizantes organominerais:** são fertilizantes produzidos por meio de matéria-prima orgânica e enriquecidos com minerais, o que catalisa a sua ação nos vegetais e fornece um grande aporte de nutrientes ao solo. São utilizados também como corretivos de acidez do substrato.

2.1.1 O Uso dos Fertilizantes

Primeiramente destaca-se que os fertilizantes são utilizados para auxiliar no desenvolvimento e crescimento das plantas, além de agirem no aumento da produtividade dos solos e na correção de sua acidez, tornando-os aptos para o cultivo mediante a reposição de nutrientes ou adição daqueles que estavam em falta. Seu uso é estendido ainda para a recuperação de cultivares e para o aumento da resistência da estrutura das plantas e proteção contra doenças, fungos, insetos e pragas. Segundo a professora de geografia GUITARRARA, Paloma. "Fertilizantes"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fertilizantes.htm>., escreveu em uma matéria sobre fertilizantes, "O uso dos fertilizantes pode ser feito tanto na forma líquida quanto sólida, sendo a segunda opção dividida entre os adubos em grãos ou em pó. A depender disso, os fertilizantes são aplicados de maneiras diferentes. Eles podem ser tanto plantados (ou semeados) junto dos vegetais, depositados no solo ou ainda nas plantas já desenvolvidas por meio da irrigação ou da pulverização"

Embora os fertilizantes possam ter uso tanto doméstico quanto comercial, eles são principalmente empregados nos cultivos agrícolas para aumentar a produtividade e obter vegetais de melhor qualidade.

Assim, há três tipos de fertilizantes que são utilizados em maior escala tanto em uma atividade quanto na outra, os quais apresentamos brevemente na sequência:

- **Fertilizantes NPK:** os adubos químicos que possuem em sua fórmula o composto NPK estão entre os mais utilizados tanto no Brasil quanto no mundo. A sigla NPK representa três macronutrientes fundamentais para o desenvolvimento das plantas e vegetais: nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Cada um desses nutrientes exerce uma função diferente sobre a planta:
 - **Nitrogênio:** atua no crescimento e no desenvolvimento de raízes, folhas e frutos, além de auxiliar na realização de funções básicas como a fotossíntese.
 - **Fósforo:** atua no fortalecimento e desenvolvimento das plantas e na formação da clorofila, além de auxiliar na absorção dos nutrien-

tes do solo.

- **Potássio:** atua no desenvolvimento do caule e do sistema de raízes, auxiliando na absorção de água.

Desse modo, os fertilizantes NPK são produzidos por meio de diferentes fórmulas, cada uma das quais é mais indicada para um tipo de planta. As fórmulas mais conhecidas e utilizadas são: NPK4-14-8, NPK 10-10-10 e NPK 15-15-20.

Fertilizantes potássicos, são muito utilizados principalmente nos cultivos de hortaliças. Como vimos anteriormente, o potássio é um dos macronutrientes das plantas e auxilia em funções biológicas básicas, além de ser importante na proteção dos vegetais contra doenças e outras pragas que acometem as lavouras. Dentre os fertilizantes potássicos mais utilizados está o cloreto de potássio (KCl).

Os fertilizantes são compostos de grande importância para o desenvolvimento da agricultura mundial. Eles são responsáveis por fornecer os nutrientes adequados para as plantas e para os solos, suprimindo suas deficiências, mantendo a sua fertilidade e aumentando a sua capacidade produtiva, viabilizando assim o crescimento das culturas, a redução dos ciclos produtivos e a ampliação da produtividade de cada hectare de solo. Além disso, eles protegem as lavouras contra doenças e pragas, evitando a perda de safras e, por conseguinte, eventuais perdas econômicas.

Por essa razão, não é incomum lermos que os fertilizantes são responsáveis por grande parte dos alimentos produzidos no mundo, uma vez que eles são amplamente utilizados para essa finalidade. Muitas outras matérias-primas vegetais empregadas na indústria são produzidas também mediante a utilização de fertilizantes. Os fertilizantes são produzidos com compostos naturais, e por essa razão a sua fabricação começa mediante a obtenção de matéria-prima (como gás natural, minerais, rochas e até mesmo o ar), por meio da qual serão extraídos os principais elementos presentes nos adubos, como nitrogênio, hidrogênio, potássio, cálcio, fósforo e outros.

A matéria-prima é direcionada para a indústria, responsável pela produção de outros materiais que serão também empregados na sintetização dos fertilizantes inorgânicos, como ácidos e amônia. Somente após esse processo é que acontece a produção dos fertilizantes propriamente ditos, sendo a composição do NPK uma das últimas etapas da cadeia produtiva dos fertilizantes. Os fertilizantes nitrogenados são hoje os mais produzidos em escala mundial, seguidos daqueles compostos por fosfato e potássio, respectivamente. Os maiores produtores de fertilizante se concentram no continente asiático, responsável por aproximadamente 60% de todo o adubo fabricado no planeta, seguido dos países europeus.

2.1.2 Fertilizantes no mundo

Ainda escrevendo sobre a matéria da GUITARRARA, Paloma. "Fertilizantes"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fertilizantes.htm>.,

fala que utilização de fertilizantes em todo o mundo cresceu de forma acelerada nas últimas décadas, em especial a partir de meados do século XX. No ano de 1961, o consumo de adubos era de 52 milhões de toneladas. Quase seis décadas mais tarde, em 2019, esse valor saltou para 215 milhões de toneladas. Dentre os países que mais fazem uso de fertilizantes nas plantações, em especial na produção de alimentos, estão China, Brasil, Reino Unido, Índia e Equador.

O mercado de fertilizantes ainda é bastante concentrado em alguns países, que fazem a comercialização desses produtos em escala mundial. Ao todo, eles movimentam 62 bilhões de dólares anualmente.

Listam-se abaixo quais são os maiores exportadores de fertilizantes do mundo. Os dados mais recentes são para o ano de 2020.

Tabela 1 – Maiores Importadores de fertilizantes do mundo em 2020

Pais	Valor exportado [bilhões de dolares]
Rússia	7.62
China	6.99
Canadá	5.49
Marrocos	3.71
Estados Unidos	3.68

Fonte: [empty citation]

2.2 CONCEITO DE BIOFERTILIZANTE

Nas fichas Agroecológicas, (Tecnologias Apropriadas para Agricultura Orgânica), sobre fertilidade do solo e nutrição das plantas (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/4-biofertilizante.pdf>), fala que na palavra “biofertilizantes”, “bio” significa vida e “fertilizante” significa o que fertiliza ou fecunda. Assim, juntando as duas palavras, sabe-se que biofertilizantes “é a fertilização por meio da vida”. Em uma análise de biofertilizantes é possível encontrar: • Nutrientes - nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, molibdênio, ferro, manganês, cobre e outros mais. Além dos citados a seguir:

- **Nutrientes:** nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, zinco, molibdênio, ferro, manganês, cobre e outros mais.
- **Hormônios:** substâncias que ajudam o desenvolvimento e a resistência das plantas.
- **Álcool e fenol:** substâncias que ajudam as plantas a desenvolverem suas células.
- **Microrganismos benéficos** - seres que ajudam nos processos de defesa das plantas e na disponibilização de nutrientes.

Os biofertilizantes são adubos produzidos de diversas maneiras e que utilizam ingredientes disponíveis na propriedade (como esterco, leite, caldo de cana, cinzas

etc.) que podem ser enriquecidos com pó de rocha, microrganismos eficazes, entre outros.

Os biofertilizantes podem ser produzidos de duas maneiras, de forma aeróbica ou anaeróbica.

- **Forma anaeróbica:** Os biofertilizantes da forma anaeróbica são preparados sem o contato com o ar. Os ingredientes são colocados junto com água em tambores de plástico, alumínio ou inox. O recipiente é fechado com uma tampa que deve ser furada no centro, por onde ficará acoplada uma mangueira. O recipiente deverá ser completo em 75% pelos ingredientes e pela água. Os outros 25% restantes ficará sem nada e é onde ficará uma das pontas da mangueira. - A outra ponta da mangueira ficará dentro de uma garrafa com água.
- **Forma aeróbica:** Os biofertilizantes da forma aeróbica são preparados em contato com o ar. Os ingredientes são colocados junto com água em tambores de plástico, alumínio ou inox e sofrem revolvimento constantemente, até ficarem prontos. Os recipientes devem ficar cobertos, de forma que entre ar, mas não caia água da chuva.

2.2.1 Vantagens e benefícios do uso do biofertilizantes

Com a incansável busca por uma alimentação saudável, menor impacto ambiental, diminuição de doenças, hábitos primitivos estão sendo aprimorados e resgatados. Segundo a cartilha Biofertilizante Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046948/1/CPAFAP2015CartilhaBi>) relata claramente os ingredientes que podem ser encontrados dentro da propriedade para fabricar o próprio biofertilizante e seus benefícios que são:

- Permite a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente.
- Fortalece as plantas e garante maior resistência ao ataque de pragas e doenças.
- Melhora a produtividade das culturas.
- Apresenta menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos.
- É rico em nitrogênio e outros nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, etc.) indispensáveis ao solo.
- Melhora a fertilidade do solo por adição de nutrientes.
- Reutiliza matéria-prima da propriedade.
- Pode se tornar uma fonte alternativa de renda.

O biofertilizante pode ser usado diretamente em qualquer cultura, garantindo uma melhor nutrição para as plantas, podendo também ser uma fonte alternativa de renda. Quando aplicado nas folhas, tem efeito nutricional e protetor (inseticida, fungicida e acaricida), e no solo, funciona como fonte de nutrientes e condicionador.

2.3 CULTIVO DA *KAPPAPHYCUS ALVAREZII*

Por ser uma cultura recentemente autorizada no estado de Santa Catarina, muitas dúvidas surgem no aspecto de produzir, manejar e transformar o produto das algas. Quem enfrentou os primeiros desafios está mais capacitado e pode orientar os novos adeptos ao cultivo. As algas em comento possuem propriedades infinitas para a vida humana, sendo úteis na alimentação, remédios, regulação do clima e peça inovadora na produção de biofertilizantes, razão pela qual a *Kappaphycus alvarezii* é uma macroalga marinha, sendo a principal fonte de k-carragena no mundo. Pode crescer até dois metros de comprimento e apresentar tanto coloração verde como amarela e sua taxa de crescimento é elevada podendo dobrar seu tamanho entre 15 e 30 dias (SASUE; KASIM, 2016).

Na região de Santa Catarina, os produtores que iniciaram os cultivos da alga *Kappaphycus alvarezii*, através de pesquisas realizadas descobriram que para obter um produto de melhor qualidade e com mais ciclos produtivos, a alga precisa ser colhida quando atingir 500g.

A k-carragenana é um hidrocoloide com grande aplicação na indústria de alimentos como um aditivo alimentar, também é utilizada em outros segmentos, como na indústria farmacêutica, cosmética, adubos e rações (GANESAN; SHANMUGAM; BHAT, 2018; TAVARES-DIAS; MARIANO, 2015; PRABHA; PRAKASH; SUDHA, 2013). O estado de Santa Catarina pode vir a ser um dos maiores produtores, processadores e consumidor do produto. As pesquisas não param, estão sendo realizadas pela Embrapa, Universidade Federal junto com a iniciativa privada entre outros, para o melhorar as condições de plantio, colheita e processamento do produto. Já dizia o cientista francês: Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. (Antoine Lavoisier), e aqui no estado de Santa Catarina está se estabelecendo uma grande transformação na aquicultura pois além de um novo produto, vidas estão sendo transformadas com um novo nicho de mercado em ampla expansão que vai contribuir e muito para um agro sustentável.

Com a crescente população do mundo, a produção de organismos aquáticos se torna cada vez mais importante como uma alternativa de alimento e geração de emprego (TAVARES-DIAS; MARIANO, 2015).

Segundo dados da FAO (2018), em 2016 a produção mundial de plantas aquáticas foi mais de 30 milhões de toneladas, representada em grande maioria por algas marinhas. A cada ano, a produção está em ascensão, no ano de 2005 a produção

era de 13.503 milhões de toneladas e passou para 30.139 milhões em 2016, sendo que a *Kappaphycus alvarezii* é a quinta espécie de plantas aquáticas mais cultivada, com uma produção de 1.527 milhões de toneladas, representando 5% da produção mundial.

A maior concentração da produção mundial de algas marinhas está na China, com 14.387 milhões de toneladas, representando 47,9% da produção total no ano de 2016. Em segundo, a Indonésia com 11.631 mil toneladas (38,7%). Esses dois países são os principais produtores, e juntos totalizam 86,6% da produção mundial. Por outro lado, a FAO relata que os dados subestimam a real produção mundial, devido aos dados estarem indisponíveis de importantes produtores, como Austrália, França, Índia, Israel, Japão, Malásia e Mianmar (FAO, 2018).

3 VISITA TÉCNICA

Para coletar os dados do cultivo das algas marinhas *Kappaphycus alvarezii*, em 23/09/2022, foi realizada uma visita técnica em uma das unidades da Empresa Algas Brasil, localizada na Rodovia Baldicero Filomeno, 6286, Bairro Ribeirão da Ilha, no município de Florianópolis-SC, onde foi analisado o cultivo das algas e acompanhado o processo de plantio, explicado o processo de colheita e processamento das algas até a produção do biofertilizantes. Assim, foi possível constatar que o cultivo e manejo das algas marinhas pode ser uma ótima oportunidade de negócio para as comunidades do litoral catarinense, por ser economicamente viável, sem dizer que traz grandes benefícios para a humanidade, desde que seja feito a exploração comercial de maneira sustentável.

A área de cultivo deve estar devidamente regulamentada e autorizada pelos órgãos competentes, que garantem tanto a responsabilidade quanto o compromisso ambiental da atividade sustentável. Para começar um cultivo de algas marinhas precisa-se em primeiro lugar de um Engenheiro para ser feito o projeto e verificar a viabilidade da área com os órgãos competentes. O IBAMA autoriza o cultivo das algas, o MAPA autoriza o uso da área, a MARINHA fiscaliza e a FLORAM faz o licenciamento ambiental do uso da área para cultivo das algas. Obtendo os licenciamentos necessários pode assim dar andamento do projeto. Vale ressaltar que todos os anos precisa ser feito um relatório de produção para enviar aos órgãos competentes.

No mais, para uma fazenda de algas marinhas ser rentável precisa ter no mínimo dez mil metros quadrados que vai produzir uma média de 100 toneladas de algas. A fazenda precisa estar a 200 metros da costa respeitando a linha de navegação. Nas extremidades de cada fazenda precisa ter uma boia laranja chamada de boia de sinalização que demarca o tamanho da fazenda marítima e da visibilidade para a navegação. Entre uma fazenda e outra é necessário ter no mínimo 25 metros de distância para que exista uma linha de navegação. Uma fazenda de 2 hectares, no inverno precisa de 4 a 5 colaboradores para as atividades, no verão esse número aumenta para 8 a 9 colaboradores tendo em vista que o ciclo produtivo das algas *Kappaphycus alvarezii* em Santa Catarina, é de outubro a maio onde as temperaturas são mais propícias para essa espécie de alga. Existem formas diferentes de plantio para essa alga, mas a fazenda visitada utiliza o sistema *tei tei* por já ter feito experimentos com o modelo tubular e não ter sido aprovado devido ao maior acúmulo de incrustações que interfere no resultado da qualidade do produto.

As algas *Kappaphycus alvarezii* são plantadas através de mudas (Figura 2) retiradas da própria alga e são colocadas em uma corda de 100 metros e a cada 15cm é amarrado 2 mudas de 25g cada uma (Figura 3), sendo que num cabo de 100 metros consegue-se plantar em média 1200 mudas que vão para a água onde esse cabo é

esticado dentro do espaço da fazenda aquática e em torno de 25 a 30 dias atinge 700 a 800 gramas por muda (Figura 4) que já pode ser feito a colheita e replantado novamente. Estão sendo feitos experimentos para que seja colhida com 500 gramas pois com esse peso consegue-se um produto de maior qualidade, limpo e com menos incrustações. Assim, analisa-se as fotografias abaixo que demonstram claramente a forma de produção:

Figura 2 – Amostra de uma muda muda de alga *Kappaphycus alvarezii*



Fonte: [Autor]

Figura 3 – Demonstração da metodologia TEI TEI de plantação de alga *Kappaphycus alvarezii*



Fonte: [Autor]

Figura 4 – Colheita da alga *Kappaphycus alvarezii*

Fonte: [Autor]

A fazenda visitada tem 4 pessoas da família e 2 colaboradores responsáveis pelas atividades diárias que envolve o cultivo e o processamento das algas. Para o processo de plantio e colheita existem 2 barcos motorizados de apoio que servem para o plantio e ajudam na colheita, uma balsa de manejo com motor que serve para lavar e classificar as algas, depois de ser lavadas com a escova helicoidal e com a água do mar para retirar qualquer outro tipo de organismos que não sejam algas, elas também são lavadas com água doce para sair o salitre e assim estão prontas para o processamento do Biofertilizantes. Para ser feito o Biofertilizantes as algas, são trituradas em uma máquina trituradora de algas e prensadas para sair o líquido precioso das algas. De 1kg de alga é extraído 900ml de líquido e 10% de pó ou farelo.

O pó ou farelo ou farofa que sobra após filtragem, pode ser aplicada na indústria de bioinsumos agrícolas e pecuários a uma ampla gama de indústrias.

O líquido não pode pegar claridade e não pode ser armazenado em grandes

quantidades para não perder as propriedades por isso é armazenado em Reservatório IBC 1000l (Figura 5) onde pode ficar por 2 anos. O extrato da *Kappaphycus alvarezii*, que é obtido pela moagem da alga, tem grande potencial como bioestimulante, podendo render mais do que a máxima dose recomendada de fertilizantes, sem causar danos ao meio ambiente, e possui reguladores de crescimento de plantas. Ademais o resíduo da extração do biofertilizantes pode conter alto teor de micro e macronutrientes e ser aproveitado pela indústria de alimentos ou ração (LAYEK, 2015).

Figura 5 – Reservatório IBC 1000 litros



Fonte: Autor

3.1 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DA KAPPAPHYCUS ALVAREZII

A *Kappaphycus alvarezii* é principalmente composta de k-carragenas (74%) (ESTEVEZ; CIANCIA; CERESO, 2004), que forma um gel forte e rígido (MCHUGH, 2002), além disso é fonte de minerais e possui quantidade significativa de proteína e fibras (FAYAZ et al, 2005).

Tabela 2 – Composição da *Kappaphycus alvarezii* segundo dois diferentes autores

NUTRIENTES	Fayaz et al. (2005)	Sierra-Vélez e Álvarez-León (2009)
UMIDADE	6,43 g/100g	16,97 g/100g
RMF	19,70 g/100g	54,31 g/100g
LIPÍDIO	0,74 g/100g	0,19g/100g
PROTEÍNA	16,24 g/100g	3,87 g/100g
SÓDIO	-	3120 mg/100g
POTÁSSIO	-	15580 mg/100g
FERRO	33,80 mg/100g	5630 mg/100g
FÓSFORO	-	33 mg/100g
CÁLCIO	159,54 mg/100g	340 mg/100g

Fonte: [Fayaz Sierra-Vélez e Álvarez-León]

O cultivo da *Kappaphycus alvarezii* é de intensa demanda por ser a principal fonte de k-carragena (FAO, 2013) e por conta das diversas aplicações da k-carragena na indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética, além disso, é importante para a extração de bioativos para a produção de biofertilizantes, estimulantes agrícolas, bioetanol, hidrogênio e para consumo humano e animal (GELLI et al., 2020), porém há estudos comprovando elevados teores de nutrientes, minerais e vitaminas.

3.2 BENEFÍCIO DO EXTRATO CONCENTRADO DA ALGA KAPPAPHYCUS ALVAREZII

De acordo com as informações fornecidas no site (www.algasbrasil.com.br), da empresa Algas Brasil que fabrica e vende o extrato concentrado de algas pode-se dizer que são muitos os benefícios do produto para todas as culturas, pois é naturalmente um enraizador de plantas (acelera o crescimento das raízes), promove maior desenvolvimento das raízes, dos ramos, das folhas, dos grãos e dos frutos, melhora a eficiência na absorção de nutrientes disponíveis, em seu meio, e a sua translocação na planta, ajuda a induzir brotações e a fixar a floração, prevenindo o abortamento de flores, garantindo assim uma melhor fixação e um menor abortamento de flores e frutos, aumento da resistência em relação a agentes microbianos patogênicos, maturação mais rápida ou controlada, crescimento uniforme de cultura e maior resistência em condições extremas de temperatura e ambiente.

Além do que, também desenvolve e aumenta a qualidade dos frutos e dos grãos em todos seus aspectos e necessidades, melhora a imunidade e promove a sanidade da planta, promovendo resistência a estresses bióticos, induz às plantas a resistirem aos variados estresses, como: hídrico, à fadiga física, química e ambiental e por essa razão a importância de difundir e fomentar o cultivo das algas para extração do biofertilizantes das algas. Os fertilizantes com extrato de algas *Kappaphycus* estão cada vez mais presentes nas culturas de milho, soja e cana de açúcar. Empresas que estão substituindo o extrato de algas importadas, pelo extrato nacional, estão obtendo maior eficiência produtiva.

A empresa tem parcerias de pesquisa com universidades de referência em agronomia buscando pelo melhor resultado em campo através de formulações específicas com o extrato de algas *Kappaphycus*.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Para a criação dessas Algas é necessário um ambiente propício. Dessa forma, a Costa marítima do estado de Santa Catarina é agraciada por ventos muito variáveis, possui um clima subtropical úmido, que se caracteriza pela alternância de verões e invernos, e farta distribuição anual de chuvas. Isto em conjunto com suas 42 praias, contribuiu para que ela se torne referência para a produção desses organismos.

Outrossim, o litoral Catarinense tem um clima favorável, as temperaturas agradáveis, que variam de 13 a 25° C, são propícias para o cultivo das algas, pois as águas tranquilas a posição do vento a variação das marés, força das águas, baías protegidas e a salinidade da água são essenciais para o bom desenvolvimento da produção. Conforme retrata a imagem abaixo da Fazenda Marinha de produção das algas em comento, localizada no bairro Ribeirão da Ilha, na cidade de Florianópolis

Figura 6 – Balsa de trabalho para cultivo de algas



Fonte: Autor

3.4 DESCRIÇÃO DA LOCALIDADE

A unidade da empresa Algas Brasil visitada, está localizada na Rodovia Baldicero Filomeno, 6286, Ribeirão da Ilha, na região sudoeste da Ilha de Santa Catarina, a 22,7 km do centro de Florianópolis. A região é muito conhecida pela produção de ostras e mariscos e por sua gastronomia.

A empresa está sediada em uma casa de alvenaria e tem como atividade econômica principal cultivos e semicultivos da aquicultura em água salgada. Sua localização é estratégica, encontra-se as margens do Oceano Atlântico. Além disso, atualmente vem investindo nessa nova proposta de incentivo à produção das Algas (*Kappaphycus alvarezii*), principalmente na fabricação do seu extrato. Desse modo, se tornando referência no comércio local, contribuindo na cultura produtora, na melhora do meio ambiente e na economia da região.

Além disso, a proposta local é inovadora, porque incentiva a agricultura familiar, fomenta as pesquisas científicas da área, instrui moradores para a produção sustentável e reanima toda a comunidade, dando uma nova visão para o mercado, introduzindo assim esse novo organismo na escala de fabricação. Desse modo, analisa-se abaixo

a demonstração da localidade:

Figura 7 – Demonstração da Localidade



Fonte: [Autor]

4 OBJETIVO DE ANÁLISE

O objetivo principal é demonstrar a importância do cultivo em grande escala da macroalga - *kappaphycus Alvarezii* -, e sua utilização na fabricação do extrato de alga (Figura 8) que é a matéria prima para fazer o biofertilizante. Dessa forma, o uso do biofertilizante de algas contribui com a diminuição ou quem sabe em breve a extinção do uso de agrotóxicos e pesticidas, trazendo um aumento da produção agrícola familiar ou industrial, respeitando o meio ambiente.

Além disso, essa produção fomenta a fabricação de alimentos saudáveis, sem pesticidas cancerígenos e contribui com a sustentabilidade do planeta. Pois, as algas liberam oxigênio na atmosfera, filtram as águas marítimas, e principalmente renovam o ambiente, esse fato se dá porque os oceanos cobrem grande parte do Planeta terra.

Assim, o objetivo da análise se dá em relação ao estímulo da produção sustentável e inovadora dessa alga para a fabricação de biofertilizantes.

Figura 8 – Algas Brasil - Extrato de Algas



Fonte: [Autor]

5 METODOLOGIA APLICADA

Para executar o presente trabalho foi utilizado dois métodos de pesquisa, o método bibliográfico e o método de pesquisa de campo, também chamado de exploratório. O método bibliográfico possibilitou entender as diferenças entre fertilizantes e biofertilizantes, as pesquisas que existem em relação a macroalga *Kappaphycus alvarezii*, sua utilização e os benefícios que agregam a todo o planeta.

Quanto ao mais, a pesquisa de campo possibilitou entender na prática como ocorre o plantio, a colheita e o processamento da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, da qual se extrai o extrato de alga utilizado para a fabricação de biofertilizantes para ser aplicado nas lavouras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível demonstrar o processo do cultivo, manejo e processamento da macroalga *Kappaphycus Alvarezii*, na costa marítima catarinense. Além de que foi identificado os tipos de macroalgas possíveis para a produção de biofertilizantes, analisado a realidade de mercado no cultivo das macroalgas tipo *Kappaphycus Alvarezii* e a comparação dos biofertilizantes com os fertilizantes tradicionais na agricultura. Foi possível concluir que as algas mais utilizadas para a produção de biofertilizante são as do tipo *Lithothamnium* que podemos encontrar em mar aberto a 30 metros de profundidade, é extraída manualmente e mecanicamente das profundezas do oceano, e a *Kappaphycus alvarezii*, que através de visita técnica foi possível saber como é feito o cultivo, manejo e processamento, deste modo são organismos altamente eficientes para serem cultivadas e consequentemente utilizadas na produção de biofertilizantes. Nesse sentido pode-se afirmar além das terras férteis, o estado de Santa Catarina tem um Litoral que pode se destacar no cultivo de algas marinhas, e caminhar em direção a produção de grande escala de biofertilizantes entre outros produtos extraído das algas em questão.

No mais, foi demonstrado em tela que hodiernamente os produtores de moluscos, estão modificando as suas atividades, integrando também a criação de algas próprias para a fabricação dos biofertilizantes. Além disso, o litoral Catarinense pode sair das características artesanais de cultivo de moluscos para a profissionalização e produção em larga proporção das algas, assim, atingindo o âmbito nacional de comercialização. Desse modo, aumentando a visibilidade dos insumos produzidos por esse estado, que vem ganhando espaço no mercado supracitado.

Ademais, o Brasil é um dos maiores consumidores de fertilizantes do mundo, utilizando principalmente os de natureza química. Contudo, se o extrato das algas marinhas for produzido em grande proporção, poderá num futuro próximo a sociedade ter uma fonte renovável que substitua ou reduza o uso desses fertilizantes e pesticidas na agricultura brasileira. Pois, os biofertilizantes são uma inovação no mercado consumidor, altamente sustentável que gera qualidade de vida e bem-estar social para os indivíduos.

Além disso, no curso desse projeto foi possível constatar que tanto os fertilizantes químicos e os biofertilizantes dispõem de composições similares para a manutenção das lavouras. Desse modo, sendo viável a sua plena substituição, sem causar danos a esses ambientes. Isto porque, os biofertilizantes geram ganhos ao meio ambiente quando inseridos.

Dessa forma, é imperioso destacar a importância da continuidade da pesquisa elaborada, devendo o campo científico estimular cada vez mais as pesquisas em torno desse assunto, inclusive para que o Brasil entre no ranking de exportação de

biofertilizantes. Além do mais, deve o Governo Federal, juntamente com o Congresso Nacional Brasileiro, desenvolver uma PEC – Projeto de Emenda Constitucional que assegure aos produtores rurais um fundo financeiro para o custeio e manejo das algas - *Kappaphycus alvarezii* -, isso porque essa produção é totalmente eficaz e benéfica para a biosfera. Dessa maneira, será possível a efetivação de um direito fundamental básico do cidadão, ou seja, o acesso a um meio ambiente “equilibrado”, conforme trata a Carta Magna de 1988 no art. 225.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Algas*. Britannica Escola. Disp. em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/alga/480568>.
- [2] Karla Vasconcelos de Araújo e Lucas de Araújo Bastos Santana Andreanne Gomes Vasconcelos. *POLISSACARÍDEOS EXTRAÍDOS DE ALGAS MARINHAS E SUAS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS*. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde. 2015. Disp. em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-calculo-de-garantia-fisica-de-energia-de-empreendimento-gerador>.
- [3] H. Porse e B. Rudolph. *The seaweed hydrocolloid industry*. International Seaweed Symposium. 2017. Disp. em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173367580>.
- [4] *Carragenas tipos e aplicações nos alimentos. Extraída de algas marinhas vermelhas, a carragena é um hidrocolóide utilizado em diversas aplicações na indústria alimentícia como espessante, gelificante, agente de suspensão e estabilizante*. Disp. em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/395.pdf.
- [5] *Ciência que vem do mar: algas marinhas viram biofertilizantes*. Sindicato dos Operadores Portuários do Estado do Paraná. 2022. Disp. em: <https://sindop.org.br/noticia/4953>.
- [6] Centro de Ciências Agrárias - CCA UFSC. *CCA Conecta: "Viabilidade do cultivo da macroalga Kappaphycus alvarezii."* Centro de Ciências Agrárias - CCA UFSC. 2020. Disp. em: <https://www.youtube.com/watch?v=qkjCgPmBqWQ>.
- [7] Alan Costa. *Algas Marinhas é bom pra quê? Para que serve, benefícios e malefícios*. Dr. Saúde. Disp. em: <https://www.saudedr.com.br/beneficios-das-algas-marinhas/>.
- [8] *Cultivo de macroalga rende biofertilizante. Estudo contribui para a implantação de fazendas marinhas e abre novas possibilidades econômicas para comunidades do litoral Norte de SP*. Jornal da Unicamp. 2019. Disp. em: <https://www.unicamp.br/unicamp/index.php/ju/noticias/2019/08/20/cultivo-de-macroalga-rende-biofertilizante>.
- [9] V. R. R. Moreira e E. Capelesso. *Biofertilizante*. Fichas Agroecológicas. 2006. Disp. em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/4-biofertilizante.pdf>.

- [10] Redação Mundo Estranho. *De onde vem o Oxigênio que Respiramos?* Super Interessante. 2018. Disp. em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/de-onde-vem-o-oxigenio-que-respiramos/>.
- [11] Jennifer Rocha Vargas Fogaça. *Biodiesel de Algas. O biodiesel de algas vem despontando como uma alternativa energética, pois além de serem renováveis, as algas têm grande produtividade e não são usadas na alimentação.* Brasil Escola. Disp. em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/biodiesel-algas.htm>.
- [12] Paloma Guitarra. *Fertilizantes.* Brasil Escola. 2020. Disp. em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fertilizantes.htm>.
- [13] Assessoria de Imprensa. *Tecnologia desenvolvida pela Epagri e pela UFSC viabiliza produção de biofertilizante a partir de alga marinha. Já pensou em um biofertilizante que vai do mar para a lavoura? A Epagri e a UFSC já.* Agroin Comunicação. 2022. Disp. em: <https://www.agroin.com.br/noticias/22480/tecnologia-desenvolvida-pela-epagri-e-ufsc-viabiliza-producao-de-biofertilizante-a-partir-de-alga-marinha>.
- [14] Marina Ciancia e Alberto S. Cerezo José M. Estevez. *The system of galactans of the red seaweed, Kappaphycus alvarezii, with emphasis on its minor constituents.* Science Direct. 2004. Disp. em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008621504003660>.
- [15] *Kappaphycus alvarezii.* University of Hawaii Botany Department. 1996. Disp. em: https://www.hawaii.edu/reefalgae/invasive_algae/rhodo/kappaphycus_alvarezii.htm.
- [16] Rubens M. Lopes. *Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil.* Ministério do Meio Ambiente - MMA. 2009. Disp. em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/>.
- [17] *Micro Algas.* IPMA. Disp. em: <https://www.ipma.pt/pt/pescas/eppo/microalgas/index.jsp>.
- [18] *NBR 10520. Informação e documentação — Citações em documentos — Apresentação.* Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, ago. de 2002.
- [19] *O cultivo da macroalga Kappaphycus alvarezii no Sul do Brasil: desafios e oportunidades.* Engenharia de Pesca - UFMA Campus Pinheiro Oficial. 2020. Disp. em: <https://www.youtube.com/watch?v=dRvs2l4Nhvw>.
- [20] Eurico Cabral de Oliveira Filho. *Agronomia Marinha. Potencial e Realidade.* Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1996. Disp. em: <https://repositorio.usp.br/item/000898618>.

- [21] R.T.L. PAULA E.J. PEREIRA. *Da "marinomia" à maricultura da alga exótica, Kappaphycus alvarezii para produção de carragenanas no Brasil. Panorama da Aquicultura*. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1998. Disp. em: <https://repositorio.usp.br/item/001000689>.
- [22] Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Monitoramento ambiental da alga exótica Kappaphycus alvarezii cultivada comercialmente nas baías de Sepetiba e da Ilha Grande, RJ*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro Programa Zona Costeira. Disp. em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2007_kappaphycusfinal.pdf.
- [23] *Produção biológica de algas é candidata a Prêmio europeu de sustentabilidade. ALGAplus é pioneira na produção de algas e seus derivados, para alimentação. Empresa de Ílhavo tem apostado em pôr os portugueses a comer algas, mas vende sobretudo para o estrangeiro*. Correio Amanhã. 2022. Disp. em: <https://www.cmjornal.pt/c-studio/especiais-c-studio/sme-enterprize-tranquilidade/detalhe/producao-biologica-de-algas-e-candidata-a-premio-europeu-de-sustentabilidade..>
- [24] Harold F. Reetz. *Fertilizantes e seu Uso Eficiente*. International Fertilizer Industry Association (IFA. 2016. Disp. em: <https://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-0uubro-2017x-1.pdf>.
- [25] Robson. *Cultivo experimental da macroalga Kappaphycus alvarezii em Santa Catarina*. Epagri. 2011. Disp. em: https://www.youtube.com/watch?v=cKK1_60dmQ.
- [26] Alex Alves dos Santos. *Potencial de Cultivo da Macroalga Kappaphycus alvarezii no Litoral de Santa Catarina*. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 2014. Disp. em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/132944/333589.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [27] Vanessa Sardinha dos Santos. *Produção de Oxigênio pelas Algas e Árvores. Saiba mais sobre a produção de oxigênio pelas algas e árvores, além de descobrir se a Amazônia é realmente o pulmão do mundo*. Escola Kids. Disp. em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/producao-oxigenio-pelas-algas-arvores.htm>.
- [28] Alex Alves dos Santos e Leila Hayashi. *DADOS ESTATÍSTICOS DA PRODUÇÃO DE MACROALGA KAPPAPHYCUS ALVAREZII EM SANTA CATARINA, SAFRA 2021/2022*. Aquaculture Brasil. 2022. Disp. em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/181/dados-estatisticos-da-producao-da-macroalga>.

-
- [29] Assembleia SC. *É Notícia - Maricultores catarinenses iniciam produção de macroalgas*. Assembleia SC. 2021. Disp. em: <https://www.youtube.com/watch?v=Lop83MjItEg>.
- [30] Algo Sobre. *Algas Marinhas*. Algo Sobre. Disp. em: <https://www.algosobre.com.br/biologia/algas-marinhas.html>.
- [31] *Tecnologia desenvolvida para o agronegócio*. Algas Brasil. Disp. em: <https://www.algasbrasil.com.br/tecnologia/>.