

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO EMPRESARIAL
E FAMILIAR DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* NA
COSTA SUDESTE DO BRASIL

Maria Claudia França Nogueira

Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

SÃO PAULO

AGOSTO - 2018

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO EMPRESARIAL
E FAMILIAR DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* NA
COSTA SUDESTE DO BRASIL

Maria Claudia França Nogueira

Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

SÃO PAULO

AGOSTO - 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

N778v

Nogueira, Maria Cláudia França
Viabilidade econômica do cultivo empresarial e familiar da
macroalga *Kappaphycus alvarezii* na costa sudeste do Brasil.
- São Paulo, 2018.
vi, 62p.; il., gráf., fig., tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.

Orientador: Marcelo Barbosa Henriques

1. Algicultura. 2. Análise econômica. 3. Sistema empresarial e familiar.
4. *Eucheuma*. 5. Areschougiaceae. 6. Carragenana. I. Henriques, Marcelo
Barbosa. II. Título.

CDD 639.64

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

“VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO EMPRESARIAL E FAMILIAR DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* NA COSTA SUDESTE DO BRASIL”

AUTORA: Maria Cláudia França Nogueira

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

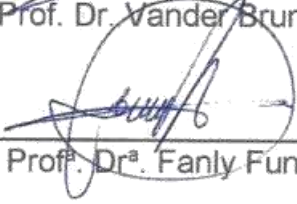
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques



Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos



Prof. Dr. Fanly Fungyi Chow Ho

Data da realização: 30 de agosto de 2018



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

DEDICATÓRIA

Ao sempre lembrado *Sergio Ostini*,
pela amizade e inspiração

In memoriam

EPÍGRAFE

“Assim eles me dissérom
Que o povo desse lugá,
Que para tirá o limo,
Não percisa o mar vazá.
Não percisa muita coisa
Pra arranjá seu capitá.”

(Pasquim do Limo, sobre a coleta de algas marinhas pelos caiçaras. De autor desconhecido, registrado por Gioconda Mussolini na ilha de São Sebastião em 1950)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores doutores do departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina Roselane Laudares, Leonardo Roríg e José Baruf, que nos apresentaram o mundo das algas, e à Profa. Dra. Leila Hayashi, do departamento de Aquicultura, por nos transmitir seu entusiasmo pela *Kappaphycus*;

Às pesquisadoras Nair Yokoya e Daniela Fernandes, do Instituto de Botânica, por sua atenção e generosidade em compartilhar seu conhecimento sobre macroalgas marinhas;

Aos produtores Alexandre Carlos e Miguel Sepúlveda, pela oportunidade e iniciação na montagem de estruturas para o cultivo de *Kappaphycus*;

A Renata Perpétuo Reis, Alexandre Feder, Alexandre Bertoldo, João Shimada e Valéria Gelli, pela disposição em esclarecer dúvidas ou indagações;

Aos produtores e ex-produtores de Itaguaí, Ilha Grande, Paraty, Ubatuba e Caraguatatuba: João Carlos Naibe, Brigada Mirim, Henrique Góes, Elder Giraud, Fúlvio Apuleo e Juliano Mathion, pela abertura e sinceridade ao compartilharem sua experiência;

Aos amigos Maurício Rubio e Newton Rodrigues, da CATI, por acreditarem na extensão rural como uma possibilidade de libertação, dando exemplo e impulso à pesquisa aplicada;

A Cristian Bulboa por suas oportunas e bem-vindas sugestões; às amigas Luciana Maluf e Ingrid Cabral Machado, por seu senso humanístico e feminino capaz da mais generosa atenção;

À querida colega Laila Carvalho, pela leitura final deste texto e auxílio nos detalhes da formatação;

Aos pesquisadores e professores do Instituto de Pesca pela franca disponibilidade durante as disciplinas, na pessoa do meu orientador Marcelo Barbosa Henriques;

Aos pesquisadores Patrícia Araújo e Eduardo Sanches que ajudaram a nortear e qualificar este trabalho;

Ao próprio Instituto de Pesca, por me acolher novamente, desta vez como aluna e aos funcionários da instituição, na pessoa do Marcelo Alves;

Ao diretor geral Luiz Marques da Silva Ayroza, aos pesquisadores Vander Bruno Santos, do Instituto de Pesca e à dedicada Fungyi Chow, do Departamento de Botânica da USP, por aceitarem compor minha banca; e

À CAPES, pelo apoio imprescindível.

E quero agradecer às pessoas sem as quais nem poderia ter me arriscado nesta jornada:

Valéria Ribeiro, minha amiga-quase-irmã, por sua imensa ajuda e apoio logístico desde a primeira fase deste processo;

Stella França, minha mãe, que me levou pela primeira vez a uma biblioteca e sempre impulsionou-me às mais improváveis conquistas;

A meus filhos Yuri Nogueira Mendoza e Clarissa Nogueira Mariotti, que não duvidaram do meu empenho e sugeriram modos e posturas frente ao desafio e Flora França Nogueira Mariotti, por seu exemplo de responsabilidade perante a academia, pelo diálogo permanente sobre o significado do trabalho acadêmico e apoio emocional fundamental;

Romeo, meu neto, grande motivação para seguir, conhecer e mudar, a nós mesmos e ao mundo; e

Raul Nogueira Mariotti, esse filho e neto zeloso, que, com profundo senso de família e altruísmo, foi capaz de sacrificar temporariamente suas próprias metas, assumir a casa e os cuidados familiares e proporcionar a esta mãe a tranquilidade e oportunidade, por extemporânea que seja, de buscar este título.

SUMÁRIO

EPÍGRAFE	2
AGRADECIMENTOS	3
SUMÁRIO	5
1. INTRODUÇÃO GERAL	8
<i>Algas marinhas e sua importância</i>	8
<i>Algas vermelhas: características e aplicação na indústria alimentícia</i>	8
<i>Kappaphycus alvarezii – histórico e aspectos taxonômicos</i>	10
<i>Aspectos reprodutivos e tecnologia de propagação</i>	12
<i>Pesquisa: estado da arte</i>	12
<i>Biologia e ecofisiologia aplicada aos cultivos</i>	12
<i>Biotecnologia: reprodução, fertilizantes e combustíveis</i>	13
<i>Biorremediação</i>	14
<i>Usos nutricionais, farmacológicos e nutracêuticos</i>	14
<i>Kappaphycus alvarezii no Brasil</i>	14
<i>Introdução da espécie no litoral sudeste</i>	14
<i>Potencial invasor</i>	15
<i>A questão legal</i>	16
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVO DO TRABALHO	17
3. REFERÊNCIAS	18
4. ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	25
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	27
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS	31

<i>Concepção dos modelos de cultivos</i>	31
<i>Análise de viabilidade econômica</i>	33
<i>Investimento inicial</i>	34
<i>Sistema empresarial</i>	34
<i>Sistema familiar</i>	34
<i>Custos operacionais</i>	34
<i>Índices de rentabilidade</i>	35
<i>Análise dinâmica</i>	36
RESULTADOS	37
<i>Custos de investimento</i>	Erro! Indicador não definido.
<i>Sistema empresarial</i>	37
<i>Sistema familiar</i>	39
<i>Custos operacionais</i>	40
<i>Sistema empresarial</i>	40
<i>Sistema familiar</i>	40
<i>Custos de produção comparados</i>	43
<i>Índices de rentabilidade e análise de sensibilidade</i>	44
<i>Análise dinâmica comparativa</i>	45
<i>Investimento Inicial</i>	45
<i>Custos Operacionais</i>	47
<i>Índices de Rentabilidade</i>	48
DISCUSSÃO	50
<i>Custo de investimento</i>	51
<i>Custos operacionais</i>	52
<i>Produtividade</i>	54
<i>Modelo de avaliação</i>	58

<i>Disponibilidade de recursos</i>	58
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. *Algas marinhas e sua importância*

As algas são organismos fotossintetizantes, conhecidas frequentemente como “plantas inferiores” em função de sua estrutura avascular e métodos de reprodução relativamente simples. Costumam ser agrupadas por diferentes critérios, principalmente de acordo com o tipo de pigmentação (Phang et al., 2010). Em relação ao tamanho variam de microscópicas a macroscópicas, estas comumente chamadas macroalgas. Além de poderem ser colhidas diretamente, sem utilização de petrechos de pesca, as macroalgas representam 3% do carbono orgânico produzidos nos oceanos, sustentam estoques naturais de organismos aquáticos comercialmente importantes e protegem as zonas costeiras de processos de erosão (Mann, 1991).

A produção e consumo de algas movimentam vários bilhões de dólares em todo o mundo, em que as macroalgas representam mais de 99% da biomassa produzida. (Phang, 2010).

Há mais de quatro décadas, o cultivo de algas destinado à alimentação humana já era reconhecido como um dos setores mais rentáveis entre produtos marinhos no Japão e em outros países asiáticos. No Ocidente, embora o uso direto de algas ainda fizesse parte da dieta de poucos cidadãos, o hábito de consumir produtos industrializados contendo substâncias extraídas desses organismos já estava consolidado (Wildman, 1974). O aumento da coleta de macroalgas no ambiente natural para suprir a crescente demanda mundial desses produtos promoveu sua depleção e despertou a necessidade de promover o cultivo de espécies estratégicas (Robledo e Fleire-Pellegrin, 2010).

1.2. *Algas vermelhas: características e aplicação na indústria alimentícia*

Com base no tipo de pigmentação as macroalgas dividem-se em Chlorophyta (algas verdes), Rhodophyta (algas vermelhas) e Phaeophyta (algas pardas) (Phang, 2010). As macroalgas pertencentes ao filo Rhodophyta são predominantemente marinhas e bentônicas, ocorrendo geralmente sobre rochas (Reviere, 2006). Elas produzem extratos que compõem uma família de hidrocolóides, que inclui o ágar e três tipos de carragenana. Todos estes têm um esqueleto de galactose unido por ligações glicosídicas alternadas, mas diferem entre si

pelo número e posição dos grupos sulfato e éster e, também, da quantidade de 3,6-anidro-D-galactose que contêm. Isso lhes confere diferentes propriedades de gelificação, dos géis de ágar muito frágeis aos géis de carragenana, até as carragenanas não gelificantes do tipo lambda. Mediante interações entre os tipos de carragenana (κ -kappa, ι -iota, λ -lambda), as proteínas do leite e outros hidrocolóides, pode-se ainda desenvolver um espectro muito amplo de propriedades com uma ampla gama de aplicações (Prasad et al., 2009).

Os ágares são obtidos principalmente a partir de *Gracilaria* spp. Após o refinamento, formam na água quente géis muito resistentes e termorreversíveis, que não gelificam no leite e são 60% aplicados na indústria agroalimentar em coberturas e glacês de bolos, doces gelificados etc. (Reviere, 2006).

As principais fontes de carragenana são: *Chondrus crispus*, uma pequena alga vermelha de água fria que produz os tipos kappa (κ) e lambda (λ), a grande alga de água fria *Gigartina*, que também produz os tipos kappa e lambda e as espécies *Eucheuma* de águas tropicais, que produzem os tipos kappa e iota (ι), sendo a produção mundial predominantemente garantida principalmente por cultivos destas espécies na Indonésia e nas Filipinas (Thomas, 1997).

As κ -carragenanas são utilizadas como gelificantes nas sobremesas lácteas (45% leites achocolatados, cremes e sorvetes, graças à acentuação do seu poder gelificante em presença do leite); nas carnes, cerca de 30%, em conservas e na alimentação de animais domésticos. As ι -carragenanas são empregadas como gelificantes em sobremesas, molhos ou cosméticos e as λ -carragenanas são utilizadas como espessantes nos mesmos tipos de produtos e em particular nos dentifrícios (Reviere, 2006). Na Figura 1, pode-se observar a diferença de consistência entre as carragenanas do tipo *kappa*, mais firme, e *iota*, mais elástica, após processamento.

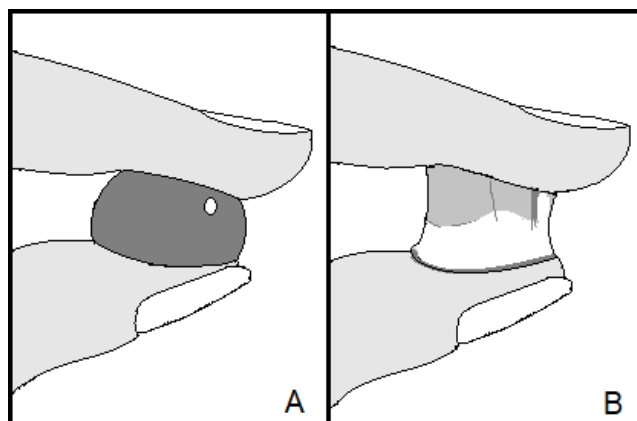


Figura 1. Diferentes consistências obtidas para κ -carragenana (A) e ι -carragenana (B) após solução em líquido iônico com elevação da temperatura. Desenho adaptado de foto a partir de Prasad et al., 2009.

O cultivo de macroalgas vermelhas foi o que mais contribuiu para a expansão da produção mundial de algas marinhas nos últimos anos. Utilizando técnicas de cultivo relativamente simples, baixo investimento em materiais e demandando curtos ciclos de produção, o cultivo de carragenófitas tornou-se um meio de subsistência e fonte de recursos para comunidades costeiras marginalizadas em países em desenvolvimento. Nesse cenário, as espécies *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty e *Eucheuma denticulatum* (N.L. Burman) Collins & Hervey são as espécies de maior importância econômica mundial (FAO, 2013).

1.3. *Kappaphycus alvarezii* – histórico e aspectos taxonômicos

Embora o cultivo de *eucheumoides* (algas do gênero *Eucheuma* e similares) já fosse praticado em recifes de corais na China desde 1960 (Sijian e Ping, 1984), o ponto de partida, dado em 1974, para o cultivo das carragenófitas conhecidas comercialmente como “cottoni” está associado à domesticação de uma espécie em 1973 (Doty e Álvarez, 1975), cujo holótipo foi descrito primeiramente como *Eucheuma alvarezii* e apresentando “talos multiaxiais que podem atingir até 56 kg de peso e 2 m de comprimento e paredes celulares compostas de 60% de kappa-carragenana” (Doty, 1985).

Posteriormente a espécie domesticada foi renomeada como *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva 1996 (Rhodophyta, Gigartinales). A classificação sistemática inclui no filo ou divisão Rhodophyta, classe Rhodophyceae, subclasse Florideophycidae, ordem Gigartinales, família Soleriaceae e subfamília Areschougiaceae (ALGAEBASE, 2018). A colheita em ambiente natural diminuiu muito desde o final da década de 1980, e o cultivo

dessa espécie em escala comercial vem sendo estimulado e aperfeiçoado em várias regiões do mundo desde a década de 1970 (Hurtado et al., 2001; Neish et al., 2015) (Figura 2 a/b).

Atualmente a macroalga *K. alvarezii* é reconhecida como a principal fonte de *kappacarragenana* e tornou-se uma das mais importantes *commodities* dentre os produtos de cultivos marinhos na região Ásia-Pacífico (La Ode et al., 2015; Porse e Rudolph, 2017).

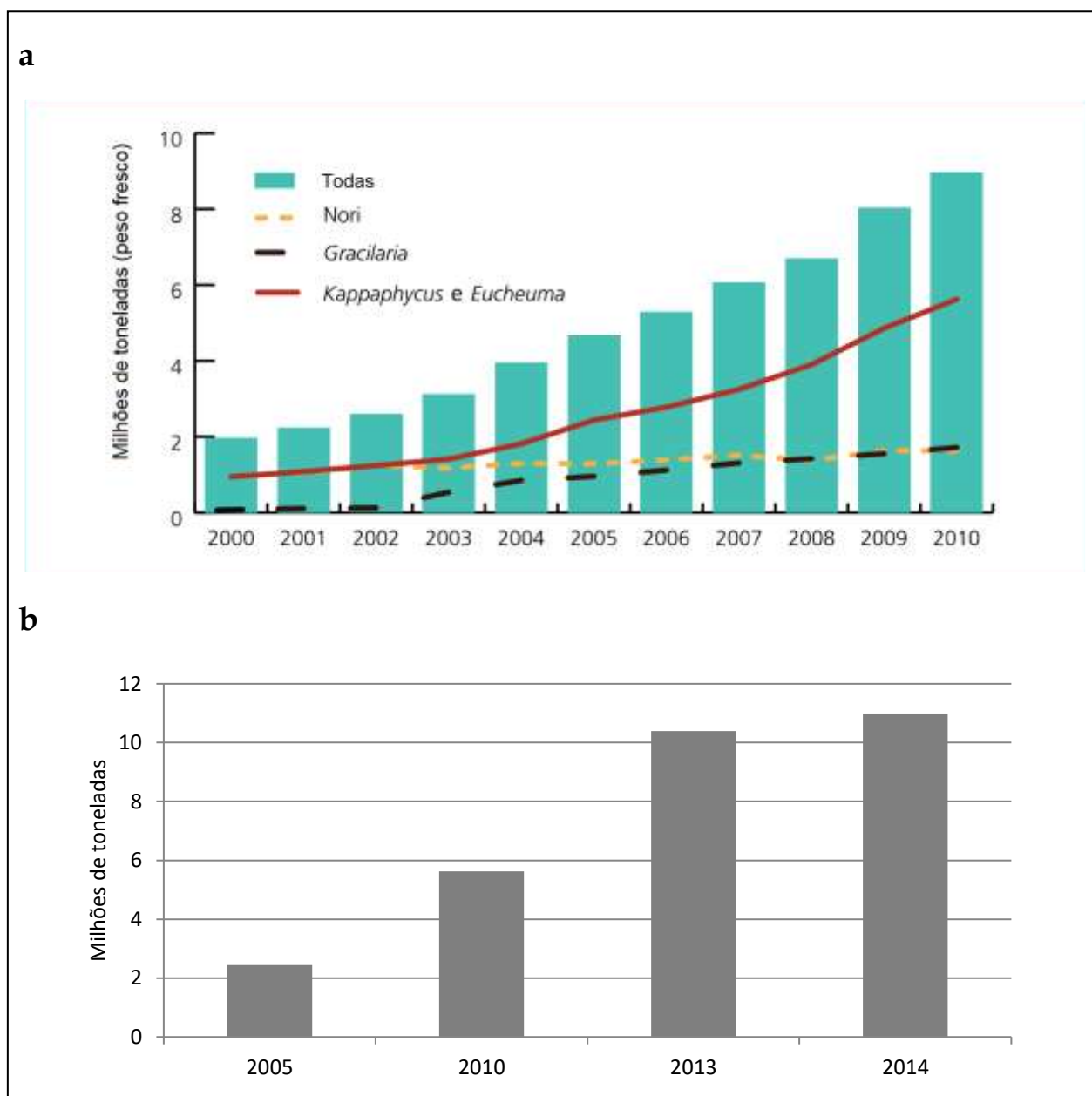


Figura 2a. Produção mundial, em milhões de toneladas, entre os anos de 2000 a 2010, do cultivo de - macroalgas vermelhas. Fonte: FAO (2013). **b.** Produção mundial de *Kappaphycus alvarezii*, em milhões de toneladas, entre os anos de 2005 a 2014. Fonte: FAO (2016).

1.3.1. Aspectos reprodutivos e tecnologia de propagação

As culturas selvagens dos *eucheumoides* seguem o esquema de ciclo de vida *Polysiphonia* trifásica, comum em algas vermelhas, que compreendem uma fase vegetativa diplóide (fase 1), quando produz esporos haplóides não móveis, denominados tetrásporos; na fase 2, os tetrásporos produzem gametófitos haplóides que, por sua vez, produzem carposporófitos diploides incrustados no talo feminino (fase 3) que liberam os carpósporos os quais iniciam o estágio tetraspórico diploide novamente (Doty, 1987).

Como forma de adaptação evolutiva, também são capazes de se propagar de forma vegetativa, a partir de fragmentos contendo a parte apical do talo responsável pelo crescimento, gerando clones do espécime original. Esse é o método unanimemente utilizado nos cultivos comerciais. Nas últimas décadas do século XX começaram a ser experimentadas técnicas para garantir a multiplicação de macroalgas vermelhas, como a micropropagação por *calus*. Essa técnica foi aplicada em *Kappaphycus* spp. em laboratório para suplantiar as perdas em qualidade e de rendimento provenientes da propagação clonal realizada nos cultivos por muitos anos (Dawes e Koch, 1991; Hayashi et al., 2007a).

1.3.2. Métodos de cultivo

Os métodos de cultivo mais utilizados são: cultivo de fundo (*off-bottom*) e os cultivos flutuantes. Nesta categoria observam-se cultivos em linha flutuante (*floating longline*) e cultivos em jangadas ou balsas (*floating raft*), independentemente do material utilizado para os flutuantes (PVC, fibra de vidro, bambu ou outro), embora haja uma imensa variedade de métodos e sistemas adaptados a cada localidade (Bindu e Levine, 2013). Para o plantio das mudas nas balsas utilizam-se: 1) o sistema *tie-tie*, em que as mudas são atadas em linhas, ou 2) o sistema de redes tubulares, nas quais se faz a distribuição das mudas de forma contínua ou espaçada entre si. No presente estudo consideramos o cultivo em balsas de PVC e redes tubulares.

1.3.3. Pesquisa: estado da arte

Biologia e ecofisiologia aplicada aos cultivos

Dada sua importância econômica, a macroalga *K. alvarezii* é objeto de muitos estudos em várias partes do mundo. As primeiras linhas de pesquisa já abordavam aspectos ecofisiológicos e técnicos que poderiam influenciar nas taxas de crescimento e/ ou o rendimento de carragenana, condicionando a viabilidade técnica e ambiental do seu cultivo.

Atualmente a biologia e ecofisiologia das espécies cultivadas de *Eucheuma* e *Kappaphycus* estão bem conhecidas (Azanza e Ask, 2017). Ao longo das últimas décadas, foram desenvolvidos numerosos trabalhos buscando avaliar os efeitos de fatores ambientais (dinâmica da água, salinidade, temperatura, profundidade, densidade e métodos de cultivo) sobre o crescimento, a produtividade e o rendimento de carragenana (Glenn e Doty, 1992; Dawes et al., 1994; Hurtado-Ponce, 1995; Paula et al., 2001; Hayashi, 2007b; 2010; Góes e Reis, 2011a; 2011b; Msuya, 2013; Mustafa, 2017).

Estudos de seleção e comportamento de linhagens ou variantes de cor e posterior caracterização genética dos talos existentes nos cultivos proporcionaram identificar a espécie e as variedades presentes no Brasil (Paula et al., 1999; Muñoz et al., 2004; Zuccarello et al., 2006; Hayashi, 2007a; 2007b; Barros-Barreto et al., 2013).

Aspectos fitossanitários, como a ocorrência da doença *ice-ice* e como a herbivoria e epifitismo podem prejudicar os cultivos são outros temas que têm sido investigados (Largo et al., 1995; Wakibia et al., 2006; Loureiro et al., 2010; Borlongan et al., 2011).

Biotechnologia: reprodução, fertilizantes e combustíveis

Estudos sobre aspectos reprodutivos, em biotecnologia de micropropagação foram realizados por Azanza-Corrales (1990); Dawes e Koch (1991); Huang e Fujita (1997); Reddy et al. (2003, 2008, 2017). A espécie continua sendo objeto da ciência pura, como nos estudos que investigam a presença de fito-hormônios reguladores de crescimento em plantas (Yokoya et al., 2010; Das e Prasad, 2015).

Após uma bolha nos preços de macroalgas causada pela ascensão da Indonésia e da China como atores classe *alfa*, respectivamente quanto à produção e processamento massivo dessas macroalgas, o mercado internacional se encontra em processo de readaptação, apostando no desenvolvimento de processos “multifluxo zero efluente” (MUZE) para aproveitar o resíduo depois de extraída a carragenana (Neish et al., 2017). Assim, pesquisam-se efeitos do resíduo líquido como biofertilizante em lavouras (Tarakhovskaya et al., 2007; Craigie, 2011) e processos para obtenção de biocombustíveis a partir da celulose

remanescente (Khambhaty et al.; 2012; Souza et al., 2017), caracterizando o conceito de biorrefinaria (Ortiz-Tena et al., 2017).

Biorremediação

Em cultivos integrados com ostras *Pinctata martensis* (Qian et al., 1996), *K. alvarezii* demonstrou capacidade de remoção de nutrientes beneficiando a qualidade da água. Cultivadas em integração com peixes *Trachinotus carolinus*, partes significativas de nitritos, nitratos, amônia e fosfatos foram absorvidas pelos talos da macroalga, que ainda pôde produzir carragenana em taxas equivalentes às obtidas em cultivos em laboratório ou no mar (Hayashi, 2008). A capacidade de sequestro de carbono foi investigada por Muraoka (2004). Também foi investigada sua capacidade de quelação de metais pesados pela massa não-viva, que indica o seu potencial mitigador (Kumar et al., 2007a; 2007b).

Usos nutricionais, farmacológicos e nutracêuticos

Análises da composição da biomassa de *Kappaphycus alvarezii* indicam a possibilidade de extração de proteína a baixo custo (Kumar et al., 2014). Seu potencial uso na culinária contemporânea também é referido por Reis (2016).

Tem sido averiguado e constatado seu potencial nutricional, como fonte de fibra dietética e seu uso para fins farmacológicos, por efeitos tais como redutor de colesterol, antioxidante, antiviral, anticâncer e auxiliar na atividade de hemocoagulação (Hayashi e Reis, 2013). Propriedades anti-carcinogênicas, anti-diabetes e anti-obesidade dessa espécie também estão sendo investigadas (Wan-Loy e Siew-Moi, 2016; Wang et al., 2017; Chang et al., 2017). Análises químicas para avaliar o conteúdo total de fenóis e a ação oxidante de vários extratos solventes de *K. alvarezii* indicaram poder de redução desses extratos, que podem ser considerados antioxidantes naturais e usados para curar doenças decorrentes de deterioração oxidativa (Kumar et al., 2008).

1.3.4. *Kappaphycus alvarezii* no Brasil

Introdução da espécie no litoral sudeste

A introdução de *K. alvarezii* no sudeste do Brasil foi precedida de um programa rigoroso de estudos que se iniciaram a 60 km do litoral norte do estado de São Paulo, realizados a partir de um talo de 2,5 cm, obtido pela seleção de uma cepa vigorosa e estéril de plantas provenientes do norte de Bohol, nas Filipinas e propagadas em Uranouchi Inlet, baía de Tosa, Japão. Esses estudos envolveram procedimentos em cultura unialgal, para evitar a introdução de espécies associadas (Paula et al., 1999; Oliveira e Paula, 2003).

A introdução no mar ocorreu em 1995, em Ubatuba litoral sudeste do Brasil (23°26'9''S, 45°03'00'' O), realizada pelo Instituto de Pesca, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo, em parceria com o Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, objetivando estudos de comportamento no ambiente e como alternativa de modalidade de maricultura na região e apresentou na primeira colheita taxas de crescimento bastante elevadas. Desde então a cepa original e as variantes de cores, derivadas através de pequenas mutações, são mantidas por propagação vegetativa (Paula et al., 1998; Oliveira e Paula, 2003; Hayashi et al., 2007b).

Potencial invasor

A necessidade de monitoramento ambiental foi reiteradamente recomendada; no entanto, o risco do estabelecimento por meio de esporos no ambiente natural, no litoral sudeste do Brasil, foi considerado bastante remoto (Reis et al., 2007; Bulboa et al., 2008). Essa condição foi justificada tanto pelas condições ambientais no sudeste, com variações sazonais de temperatura e transparência das águas que dificultariam a sua dispersão, como pela natureza do indivíduo introduzido, uma planta haploide fêmea que teria produzido tetrásporos e estes, tetrásporófitos incapazes de completar a fase gametofítica na ausência de indivíduos do gênero masculino (Paula et al., 1999; Bulboa e Paula, 2005; Oliveira, 2005). A isso pode-se somar a necessidade de que a alga esteja fixa a um substrato para usufruir o efeito da dinâmica da água que influencia seu crescimento (Doty, 1990) e a herbivoria por algumas espécies de peixes e quelônios, que impõe a necessidade de instalação de redes protetoras nos cultivos.

O potencial invasor da *K. alvarezii* foi avaliado também no litoral da Paraíba, onde se desenvolvem cultivos artesanais desde o início dos anos 2000, com o objetivo de verificar se fragmentos de algas que se desprendem dos cultivos apresentavam esporos/gametas ou propagação vegetativa. Também não foram observadas estruturas reprodutivas nas algas

arribadas, nem recrutamento e desenvolvimento de esporos ou gametas nos substratos artificiais (Araújo, 2013).

Estudos socioeconômicos da produção de *K. alvarezii* relativamente recentes apontam a participação de órgãos e agências governamentais na implantação de programas de desenvolvimento nacionais com propósito inclusivo (Namudu e Pickering, 2006; Subba Rao et al., 2008; Robledo et al., 2010; Periyasamy et al., 2013; Rebours et al., 2014; Samonte, 2017) e mais raramente de empresas, como as que deflagraram o cultivo comercial nas Filipinas (Doty, 1987).

Em sua maioria os estudos socioeconômicos refletem realidades locais pontuais e utilizam moedas, medidas e parâmetros próprios que dificultam sua transposição a outros locais, tanto para aplicação, como para efeito de comparação. Como esforço de aproximação, Valderrama e um grande número de colaboradores reuniram e padronizaram dados obtidos em cultivos realizados sob oito diferentes sistemas em seis países que foram primeiramente divulgados no caderno técnico da FAO – (Food and Agriculture Organization das Nações Unidas) nº 580 em 2013 (Valderrama et al., 2015).

Uma abordagem mais atual, dinâmica, para o estudo da viabilidade econômica foi desenvolvida para cultivo de algas em pequena escala na Índia, considerando variações intra-anuais e condições locais, evitando a repetição de cálculos a cada supressão ou adição de itens (Zuniga-Jara e Marin-Riffo, 2016).

A questão legal

Atualmente o cultivo de *K. alvarezii* somente está autorizado em um polígono que a faixa da costa compreendida entre os paralelos 23° e 24°S (arredondados por aproximação ao nível de grau) e entre as longitudes 45°30' e 43°30'O (IBAMA, 2008), que abrange boa parte do litoral norte de São Paulo (parte da costa de São Sebastião, e toda a linha costeira de Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba) e o litoral sul do Rio de Janeiro (Paraty, Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí). Desde então, cerca de trinta cultivos chegaram a ser instalados dentro dessa área, envolvendo aproximadamente cem indivíduos na produção de *K. alvarezii* (Reis et al., 2016). A referida legislação condicionou a implantação de cultivos ao compromisso de monitoramento ambiental frequente e restringiu sua implantação em áreas protegidas sem plano de manejo aprovado (Castelar et al., 2009). A autorização para alguns cultivos foi impactada pela criação, no mesmo ano, de uma área de proteção marinha no

litoral norte paulista – APAMLN – (São Paulo, 2008) cujo plano de manejo construído de maneira participativa, transcorridos dez anos, ainda não pôde ser aprovado.

1.4. *Justificativa e objetivo do trabalho*

O cultivo de algas no sudeste e sul do Brasil tem envolvido esforços acadêmicos, institucionais e produtivos (Pellizzari e Reis, 2011). Decorridos dez anos da autorização do órgão ambiental e apesar dos diversos estudos e esforços realizados, o cultivo comercial de *K. alvarezii* na região Sudeste permanece incipiente e o mercado de carragenana no Brasil continua a depender majoritariamente da importação (Reis et al., 2016).

A decisão de iniciar um projeto de cultivo de *Kappaphycus* depende de avaliar o seu rendimento e este pode variar em função de diversos fatores e métodos (Zuniga-Jara e Marin-Riffo, 2016). Como ainda não há evidências de que a atividade seja efetivamente rentável nas condições encontráveis hoje no litoral sudeste brasileiro, desenvolvemos este estudo no esforço de responder preliminarmente às seguintes perguntas:

- I. O monocultivo de *Kappaphycus alvarezii* no sudeste do Brasil é viável para venda da matéria fresca no local de cultivo, pelo sistema empresarial?
- II. O monocultivo de *Kappaphycus alvarezii* no sudeste do Brasil é viável para venda no local do produto fresco, pelo sistema familiar?

2. REFERÊNCIAS

- Araújo, P.G. 2013. Avaliação do potencial invasor de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) no litoral da Paraíba, Brasil. 108 f. Tese (Doutorado) em Oceanografia Biológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10703>>.
- Azanza, R. V.; Ask, E. 2017. Reproductive Biology and Eco-physiology of Farmed *Kappaphycus* and *Euचेuma*. In *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities*: 45-53. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_3.
- Azanza-Corrales, R. 1990. The farmed *Euचेuma* species in Danajon Reef, Philippines: vegetative and reproductive structures. *Journal of Applied Phycology*, 2(1): 57-62. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02179769>.
- Barros-Barreto, M.B.B.; Marinho, L.C.; Reis, R.P.; da Mata, C.S.; Ferreira, P.C.G. 2013. *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) cultivated in Brazil: is it only one species? *Journal of Applied Phycology*, 25(4): 1143-1149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9952-8>.
- Bindu, M.S.; Levine, I.A. 2011. The commercial red seaweed *Kappaphycus alvarezii*—an overview on farming and environment. *Journal of Applied Phycology*, 23(4): 789-796. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9570-2>.
- Borlongan, I.A.G.; Tibubos, K.R.; Yunque, D.A.T.; Hurtado, A.Q.; Critchley, A. T. 2011. Impact of AMPEP on the growth and occurrence of epiphytic *Neosiphonia* infestation on two varieties of commercially cultivated *Kappaphycus alvarezii* grown at different depths in the Philippines. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 615-621. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9649-9>.
- Bulboa, C. R.; Paula, E.J. 2005. Introduction of non-native species of *Kappaphycus* (Rhodophyta, Gigartinales) in subtropical waters: Comparative analysis of growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* in vitro and in the sea in south-eastern Brazil. *Phycological Research*, 53 (3): 183-188. Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1440-183.2005.00385.x>.
- Bulboa, C.; De Paula, E. J.; Chow, F. 2008. Germination and survival of tetraspores of *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) introduced in subtropical waters of Brazil. *Phycological Research*, 56(1): 39-45. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1440-1835.2008.00483.x>.
- Castelar, B.; Reis, R.P.; Bastos, M. 2009. Contribution to the environmental monitoring protocol for *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex PC Silva (Areschougaceae-Rhodophyta) cultivation at Sepetiba bay, Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, 23(3): 613-617. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062009000300001>.
- Chang, V-S.; Okechukwu P.N.; Teo, S-S. 2017. The properties of red seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) and its effect on mammary carcinogenesis. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 87: 296-301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.12.092>.
- Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 371-393. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>.

- Das, A.K.; Prasad, K. 2015. Extraction of plant growth regulators present in *Kappaphycus alvarezii* sap using imidazolium based ionic liquids: detection and quantification by using HPLC-DAD technique. *Analytical Methods*, 7(21): 9064-9067. DOI: <https://doi.org/10.1039/C5AY02210J>.
- Dawes, C.J.; Lluisma, A. O.; Trono, G.C. 1994. Laboratory and field growth studies of commercial strains of *Euचेuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in the Philippines. *Journal of Applied Phycology*, 6(1): 21-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02185899>.
- Dawes, C. J.; Koch, E. W. 1991. Branch, micropropagule and tissue culture of the red algae *Euचेuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* farmed in the Philippines. *Journal of Applied Phycology*, 3(3): 247-257. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00003583>.
- Doty, M.S.; Álvarez, V.B. 1975. Status, problem, advances and economics of *Euचेuma* farms. *Marine Technology Society Journal*, 9: 30-35.
- Doty, M.S. 1985. *Euचेuma alvarezii* sp. (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. In: ABBOTT, Isabella A.; NORRIS, James N. (Ed.). *Taxonomic of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species*. Cap. 3: 37-45. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/6xm1n104>>.
- Doty, M. S.; Caddy, J. F.; Santelices, B. 1987. The production and use of *Euचेuma*. FAO Fisheries Technical Paper, 281: 123-161.
- FAO, 2013. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 580. Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming. Rome, 204 pp. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3344e.html>>.
- FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome, 200 pp. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>
- Glenn, E. P.; Doty, M.S. 1992. Water motion affects the growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and related red seaweeds. *Aquaculture*, 108, 3(4): 233-246. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90109-x](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(92)90109-x).
- Góes, H. G.; Reis, R. P. 2011 a. An initial comparison of tubular netting versus tie-tie methods of cultivation for *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) on the south coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 607-613.
- Góes, H. G.; Reis, R. P. 2011 b. Temporal variation of the growth, carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated at Sepetiba Bay, southeastern Brazilian coast. *Journal of Applied Phycology*, 24(2):173-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-011-9665-4>.
- Hayashi, L.; de Paula, E. J.; Chow, F. 2007 a. Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 19(5): 393-399. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9135-6>.
- Hayashi, L.; Oliveira, E. C.; Bleicher-Lhonneur, G.; Boulenguer, P.; Pereira, R. T.; von Seckendorff, R.; Critchley, A. T. 2007 b. The effects of selected cultivation conditions on the carrageenan characteristics of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 19(5): 505. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9163-x>.

- Hayashi, L.; Yokoya, N. S.; Kikuchi, D. M.; Oliveira, E. C. 2007. Callus induction and micropropagation improved by colchicine and phytohormones in *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae). In Nineteenth International Seaweed Symposium: 203-209. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9619-8_25.
- Hayashi, L.; Reis, R.P. 2008. Nutrients removed by *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. *Aquaculture*, 277(4):185-191. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.024>.
- Hayashi, Leila et al. 2010. *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiales) cultivated in subtropical waters in Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 337-343. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9543-5>.
- Hayashi, L.; Reis, R.P. 2013. Cultivation of the red algae *Kappaphycus alvarezii* in Brazil and its pharmacological potential. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22(4): 748-752. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102->.
- Hayashi, L.; Reis, R. P.; dos Santos, A. A.; Castelar, B.; Robledo, D.; de Vega, G. B.; Hurtado, A.Q. 2017. The cultivation of *Kappaphycus* and *Euclima* in tropical and sub-tropical waters. In *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities*, 9: 55-90. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_4.
- Huang, W.; Fujita, Y. 1997. Callus induction and thallus regeneration in some species of red algae. *Phycological Research*, 45(2), 105-111.
- Hurtado, Anicia Q. et al. 2001. The seasonality and economic feasibility of cultivating *Kappaphycus alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines. *Aquaculture*, 199, 3(4): 295-310. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(00\)00553-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(00)00553-6).
- Hurtado-Ponce, A. Q. 1995. Carrageenan properties and proximate composition of three morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Gigartinales, Rhodophyta) grown at two depths. *Botanica Marina*, 38(1-6), 215-220. DOI: <https://doi.org/10.1515/botm.1995.38.1-6.215>.
- Khambhaty, Y.; Mody, K.; Gandhi, M. R.; Thampy, S.; Maiti, P.; Brahmabhatt, H.; ... Ghosh, P. K. 2012. *Kappaphycus alvarezii* as a source of bioethanol. *Bioresource Technology*, 103(1):180-185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.10.015>.
- Kumar, K. S.; Ganesan, K.; Subba-Rao, P.V. 2008. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty—An edible seaweed. *Food chemistry*, 107(1): 289-295. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.016>.
- Kumar, K.S.; Ganesan, K.; Selvaraj, K.; Rao, P. S. 2014. Studies on the functional properties of protein concentrate of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty—An edible seaweed. *Food chemistry*, 153: 353-360. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.016>.
- Kumar, K. S.; Ganesan, K.; Subba-Rao, P.V. 2007 a. Phycoremediation of heavy metals by the three-color forms of *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Hazardous Materials*, 143, 1(2):590-592. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.09.061>.
- Kumar, K. S.; Ganesan, K.; Rao, P.V.S. 2007 b Heavy metal chelation by non-living biomass of three color forms of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty. *Journal of Applied Phycology*, 20 (1): 63-66. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-007-9181-8>.
- Largo, D. B.; Fukami, K.; Nishijima, T. 1995. Occasional pathogenic bacteria promoting ice-ice disease in the carrageenan-producing red algae *Kappaphycus alvarezii* and *Euclima*

- denticulatum* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). Journal of Applied Phycology, 7(6), 545-554. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00003941>.
- Loureiro, R. R.; Reis, R. P.; Critchley, A. T. 2010. *In vitro* cultivation of three *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) variants (green, red and brown) exposed to a commercial extract of the brown alga *Ascophyllum nodosum* (Fucaceae, Ochrophyta). Journal of Applied Phycology, 22(1):101-104.
- Mann, K. H. 1991 sobre Lüning, K. 1990. Seaweeds: Their environment, biogeography, and ecophysiology. Seção Book Reviews. Limnol Oceanogr 36 (5): 1066, by the American Society of Limnology and Oceanography, Inc.
- Martin, N.B.; Serra, R.; Antunes, J.F.G.; Oliveira, M.D. M.; Okawa, H. 1994. Custos: sistema de custo de produção agrícola. Informações Econômicas, 24(9), 97-122.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P. F., Toledo, P. E. N. de; Dullely, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 23(1):123-139.
- Msuya, F.E. 2013. Effects of stocking density and additional nutrients on growth of the commercially farmed seaweeds *Eucheuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in Zanzibar Tanzania. Disponível em: <<http://repository.udsm.ac.tz:8080/xmlui/handle/123456789/881?show=full>>.
- Muñoz, J.; Freile-Pelegrín, Y.; Robledo, D. 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. Aquaculture, 239, 1-4:161-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.043>.
- Muraoka, D. 2004. Seaweed resources as a source of carbon fixation. Bulletin-Fisheries Research Agency Japan, 59-64. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP2004008105>>.
- Mustafa, A. 2017. Comparison growth of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) cultivation in floating cage and longline in Indonesia. Aquaculture Reports, 6, 49-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.03.004>.
- Namudu, M.T.; Pickering, T.D. 2006 (jun). Rapid Survey Technique Using Socio-Economic Indicators to Assess the Suitability of Pacific Island Rural Communities for *Kappaphycus* Seaweed Farming Development. Journal of Applied Phycology, 18 (3-5): 241-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-006-9023-0>.
- Neish, I.C.; Sepulveda, M.; Hurtado, A.Q.; Critchley, A.T. 2017. Reflections on the commercial development of eucheumatoid seaweed farming. In: Hurtado A.; Critchley A.; Neish I. (eds) Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities. Developments in Applied Phycology, vol 9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_1.
- Neish, I.C.; Suryanarayan, S. 2017. Development of eucheumatoid seaweed value-chains through carrageenan and beyond. In Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: 173-192. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_12.
- Oliveira, E.C.; Paula, E. J. 2003. Exotic seaweeds: friends or foes? In: 17th International Seaweed Symposium, 2003, Cape Town. Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium. Oxford: Oxford University Press: 87-93.

- Oliveira, E.C. 2005. Considerações sobre o impacto ambiental do cultivo da alga *Kappaphycus alvarezii* na costa sudeste do Brasil. Boletim Ficológico, Ano 24.
- Ortiz-Tena, J. G.; Schieder, D.; Sieber, V. 2017. Carrageenan and More: Biorefinery Approaches with Special Reference to the Processing of *Kappaphycus*. In Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: 155-164.
- Paula, E. J.; Erbert, C.; Pereira, R. T. L. 2001. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) in vitro. Phycological research, 49(3), 155-161. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1835.2002.00248.x>.
- Paula, E.J.; Pereira, R.T.L.; Ostini, S. 1998. Introdução de espécies exóticas de *Eucheuma* e *Kappaphycus* (Gigartinales, Rhodophyta) para a produção de carragenanas no litoral brasileiro. IV Congresso Latino-Americano, II Reun. Ibero-Americana, VII Reunião Brasileira de Ficologia. Caxambú, MG, 28.
- Paula, E.J.; Pereira, R.T.L.; Ohno, M. 1999. Strain selection in *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) using tetraspore progeny. In Sixteenth International Seaweed Symposium: 625-635). DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-011-4449-0_77.
- Pellizzari, F.; Reis, R.P. 2011. Seaweed cultivation on the Southern and Southeastern Brazilian Coast. Revista Brasileira de Farmacognosia, 21(2): 305-312. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2011005000057>.
- Periyasamy, C.; Anantharaman, P.; Balasubramanian, T. 2014. Social upliftment of coastal fisher women through seaweed (*Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty) farming in Tamil Nadu, India. Journal of Applied Phycology, 26(2), 775-781. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0228-8>.
- Phang, S. M. 2010. Potential products from tropical algae and seaweeds, especially with reference to Malaysia. Malaysian Journal of Science 29(2):160-166. DOI: <https://doi.org/10.3390/md1412022>.
- Phang, S. M.; Yeong, H. Y.; Lim, P. E.; Nor, A. R. M.; Gan, K. T. 2010. Commercial varieties of *Kappaphycus* and *Eucheuma* in Malaysia. Malaysian Journal of Science, 29(3): 214-224. DOI: <http://dx.doi.org/10.22452/mjs.vol29no3.4>.
- Porse, H.; Rudolph, B. 2017. The seaweed hydrocolloid industry: 2016 updates, requirements, and outlook. Journal of Applied Phycology, 29(5): 2187-2200. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1144-0>.
- Prasad, K., Kaneko, Y., Kadokawa, J-I. 2009. Novel gelling systems of k-, i- and l-carrageenans and their composite gels with cellulose using ionic liquid. Macromolar Bioscience, 9: 376-382. DOI: <https://doi.org/10.1002/mabi.200800179>.
- Rebours, C.; Marinho-Soriano, E.; Zertuche-González, J. A.; Hayashi, L.; Vásquez, J. A.; Kradolfer, P.; Hovelsrud, G. 2014. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. Journal of applied phycology, 26(5), 1939-1951. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0304-8>.
- Reddy, C. R. K.; Jha, B.; Fujita, Y.; Ohno, M. 2008. Seaweed micropropagation techniques and their potentials: an overview. Journal of applied phycology, 20(5), 609-617. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9205-4>.
- Reddy, C. R. K.; Kumar, G. R. K.; Siddhanta, A. K.; Tewari, A.; Eswaran, K. 2003. In vitro somatic embryogenesis and regeneration of somatic embryos from pigmented callus of

- Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty (Rhodophyta, Gigartinales) 1. *Journal of Phycology*, 39(3), 610-616. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2003.02092.x>.
- Reddy, C. R. K.; Yokoya, N. S.; Yong, W. T. L.; Luhan, M. R. J.; Hurtado, A. Q. 2017. Micro-propagation of *Kappaphycus* and *Eucheuma*: Trends and Prospects. In *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities*: 91-110. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_5.
- Reis, 2007. Monitoramento ambiental da alga exótica *Kappaphycus alvarezii* cultivada comercialmente nas baías de Sepetiba e da Ilha Grande, RJ. Relatório Técnico para o CEPSUL/ ICMBIO (Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Ministério do Meio Ambiente - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - Programa Zona Costeira.
- Reis, R. P.; Castelar, B.; Santos, A.A. 2016 (jul.) Why is algaculture still incipient in Brazil? *Journal of Applied Phycology*, 29 (2):673-682. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-016-0890-8>.
- Reviere, B. 2006. *Biologia e filogenia das algas*. Porto Alegre: Artmed, 2006. 280 p. Tradução e adaptação de: Iara Maria Franceschini.
- Robledo, D., Freile-Pelegrín, Y. 2010. Prospects for the cultivation of economically important carrageenophytes in Southeast Mexico. *Journal of Applied Phycology*, 23-3: 415-419 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9585-8>.
- Samonte, G.P. 2017. Economics of *Kappaphycus* spp. seaweed farming with special reference to the Central Philippines. In *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities*: 147-154. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_9.
- Sijian, L.; Ping, Z. 1984. The commercial cultivation of *Eucheuma* in China. In: Bird C.J., Ragan M.A. (eds) *Eleventh International Seaweed Symposium. Developments in Hydrobiology*, 22: 243-245. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-009-6560-7_44.
- Souza, M.O.; Garrett, R.; Pereira, M.M.; Miranda, L.S.M. 2017. Use of *Kappaphycus alvarezii* Biomass for the Production of Carbohydrate Isopropylidene-Ketal-Based Biocrude. *Energy & Fuels*, 31(9): 9422-9428. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b00765>.
- Subba Rao, P. V.; Suresh Kumar, K.; Ganesan, K.; Thakur, M. C. 2008. Feasibility of cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty at different localities on the Northwest coast of India. *Aquaculture Research*, 39(10): 1107-1114. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01976.x>.
- Tarakhovskaya, E.R.; Maslov, Y.I.; Shishova, M.F. Russ, J. 2007. *Plant Physiol*, 54: 163. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1021443707020021>.
- Valderrama, D.; Cai, J.; Hishamunda, N.; Ridler, N. 2013. Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming. *FAO fisheries and aquaculture technical paper*, 580. 217p. ISSN 2070-7010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13657305.2015.1024348>.
- Valderrama, D.; Cai, J.; Hishamunda, N.; Ridler, N. Neish, I. C.; Hurtado, A. Q.; Msuya, F. E.; Krishnan, M.; Narayanakumar, R.; Kronen, M; Robledo, D.; Gasca-Leiva, E.; Fraga, J. 2015. The economics of *Kappaphycus* seaweed cultivation in developing countries: a

- comParatyve analysis of farming systems. *Aquaculture Economics & Management*, 19(2): 251-277. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13657305.2015.1024348>>.
- Wakibia, J.G.; Bolton, J.J.; Keats, D.W.; Raitt, L.M. 2006. Factors influencing the growth rates of three commercial eucheumoids at coastal sites in southern Kenya. *Journal of Applied Phycology*, 18(3-5): 565-573. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-006-9058-2>.
- Wang, J. H.; Lee, J. W.; Lim, L. H.; Teo, S. S. 2017. Multiplexing detection and measurement of diabetes biomarkers in mice treated with different concentrations of *Kappaphycus alvarezii* extract. *Journal of Applied Phycology*, 29(4): 2097-2106. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-017-1121-7>>.
- Wan-Loy, C.; Siew-Moi, P. 2016. Marine algae as a potential source for anti-obesity agents. *Marine drugs*, 14(12): 222. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-3397/14/12/222>>.
- Wildman, R. D. 1974. Seaweeds culture in Japan. In: Shaw, William N.; Furukawa, A. (Prolocutores). *Proceedings of the first U.S.-Japan Meeting on Aquaculture at Tokyo, Japan, October 18-19, 1971: under the U.S.-Japan Cooperative Program in Natural Resources (UJNR)*. Seattle, WA. United States Department of Commerce: 97-102. (NOAA technical report NMFS CIRC 388). Disponível em: <<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/6252>>.
- Yokoya, N. S.; Stirk, W. A.; Van Staden, J.; Novák, O.; Turečková, V.; Strnad, M. 2010. Endogenous cytokinins, auxins, and abscisic acid in red algae from Brazil. *Journal of Phycology*, 46(6): 1198-1205. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1529-8817.2010.00898.x>>.
- Zuccarello, G.C.; Critchley, A.T.; Smith, J.; Sieber, V.; Lhonneur, G.B.; West, J.A. 2006. Systematics and genetic variation in commercial shape *Kappaphycus* and shape *Euचेuma* (Solieriaceae, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 18 (3-5): 643-651. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-006-9066-2>.

3. ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

“Viabilidade econômica do cultivo empresarial e familiar da macroalga
Kappaphycus alvarezii na costa Sudeste do Brasil”

Artigo redigido nas normas do periódico científico

Boletim do Instituto de Pesca

Qualis B1 - Zootecnia e Recursos Pesqueiros

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO EMPRESARIAL E FAMILIAR DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* NA COSTA SUDESTE DO BRASIL

Maria Claudia FRANÇA NOGUEIRA¹, Marcelo Barbosa HENRIQUES²

¹Programa de Pós-graduação do Instituto de Pesca. Av. Francisco Matarazzo, 455 CEP: 05001-970 – São Paulo – SP – Brasil. E-mail: crau.ufsc@gmail.com (autor correspondente).

²Centro Avançado de Pesquisa do Pescado Marinho. Instituto de Pesca. Av. Bartolomeu Gusmão, 192 CEP: 11030-500 – Santos – SP – Brasil.

RESUMO

A viabilidade econômica do cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no sudeste do Brasil foi avaliada no sistema empresarial com 13 balsas de cloreto de polivinil (PVC) contendo 11,44 km de redes tubulares e com 4 balsas e 3,52 km de redes no sistema familiar. Custos de implantação e operacionais, e índices de rentabilidade foram estimados para três cenários de produção: (A) 4,0 t balsa⁻¹ (pessimista), (B) 4,5 t (esperável) e (C) 5,0 t balsa⁻¹ (otimista). Uma análise de sensibilidade simulou a perda de uma safra dentre os cinco ciclos de cultivo e a variação no número de balsas e nos preços de venda para os dois sistemas. Ao preço de venda R\$ 450,00 t⁻¹, o cultivo empresarial com quatro safras anuais é inviável em todos os cenários de produção propostos para 13 balsas, só apresentando viabilidade a partir de 25 balsas com valor de venda R\$ 900,00 ou de 35 balsas a R\$670,00 t⁻¹. No sistema familiar, para o valor de venda R\$ 450,00 t⁻¹, não há viabilidade para 4 balsas, mas esta é alcançada nos três cenários com 11 balsas, apresentando Taxas Internas de Retorno (TIR) de 38%, de 70,73% e de 87,71%, períodos de recuperação do capital (PRC) de 31, 17 e 14 meses e ponto de nivelamento (PN) 104,62 t. Conclui-se que a monocultura de *Kappaphycus alvarezii* para venda exclusiva para indústria não é viável no sistema nas condições propostas, atingindo a viabilidade apenas com o aumento do número de balsas e revisão da forma de remuneração do trabalho no sistema familiar.

Palavras-chave: algocultura; análise econômica; sistema empresarial e familiar; *Eucheuma*; Areschougiaceae, carragenana.

ECONOMIC FEASIBILITY OF THE MACROALGA ENTERPRISE AND FAMILY CULTURE *Kappaphycus alvarezii* ON THE SOUTHEASTERN COAST OF BRAZIL

ABSTRACT

Economic feasibility of *Kappaphycus alvarezii* seaweed farming in southeastern Brazil was evaluated for the on business system using 11.44 km of tubular nets tied to 13 polyvinyl chloride (PVC) rafts and for the family system using 3.52 km of nets on 4 rafts. Investment and operating costs and indexes of rentability were estimated for (A) 4.0 t balsa⁻¹ (pessimistic), (B) 4.5 t (expected) and (C) 5.0 t raft⁻¹ (optimistic) productivity conditions. A sensitivity analysis simulated a loss of one crop among five production cycles per year and some variation on number of rafts and sale prices for both systems. At R\$ 450.00 t⁻¹, with only four annual harvests, business system farming is unfeasible for 13 rafts in all production scenarios proposed. It becomes viable from 35 rafts on, if sale price is R\$ 670,00 t⁻¹ or from 25 rafts on if sale price reaches R\$ 900.00 t⁻¹. In family system, with fresh product being sold at R\$ 450.00 t⁻¹, there is no feasibility for 4 rafts, but this it can be achieved in the three scenarios with 11 rafts, with Internal Return Rates (IRR) 38%, 70.73% and 87.71%; Payback Periods (PP) 31, 17 and 14 months, and Breaking Point (BP) 104.62 t. It is concluded that this activity can only be viable on a small scale if carried out in the family system, which is compatible with 2 ha areas foreseen for low impact aquaculture on that region.

Key words: algaculture; economic analysis; business and family system; Areschougiaceae; eucheumoides, carrageenan.

INTRODUÇÃO

O litoral norte do estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro, região Sudeste do Brasil, apresenta alta densidade demográfica, com sua população estimada em 700 mil habitantes permanentes em 2017 (IBGE, 2018). Seus municípios dependem economicamente do turismo, da atividade portuária e contam com *royalties* da indústria petroleira nos seus orçamentos (ANP, 2018). A região possui diversas unidades de conservação ambiental (SIGRH, 2018) e abriga também comunidades tradicionais que vivenciam aceleradas transformações sociais e o declínio dos recursos pesqueiros.

Por outro lado, a região apresenta condições climáticas e ambientais favoráveis ao cultivo de espécies aquáticas e proximidade de mercados consumidores. Estudos de viabilidade técnica e econômica sobre espécies aquícolas foram realizados sobre o cultivo de moluscos, como o mexilhão *Perna perna*, a ostra-do-pacífico *Crassostrea gigas* e a vieira *Nodipecten nodosus*, e de peixes como a garoupa *Epinephelus marginatus* e o bijupirá *Rachycentron canadum* (Fagundes et al., 1997; Lopes e Silva, 2014; Pereira et al., 1998; Sanches et al., 2006; 2008; Marques et al., 2018) e seus resultados desafiam o potencial do desenvolvimento da aquicultura de baixo impacto como opção inclusiva para a diversificação econômica nessa parte da costa brasileira.

A macroalga *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva, originária da Malásia, é a principal fonte de kappa-carragenana, hidrocolóide essencial para a indústria (Robledo e Fleile Pellegrín, 2010; Kumar et al., 2014). Devido a alta taxa de crescimento e baixo risco de invasão, é vista como a principal espécie vegetal a obter atenção para integrar a maricultura na região (Bulboa e Paula, 2005; Reis et al., 2007b; Bulboa et al., 2008).

A espécie foi introduzida em 1995 na costa sudeste do Brasil pelo Instituto de Pesca de São Paulo em parceria com o Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo no mar de Ubatuba, SP (23°26'9"S, 45°0,3'0" O) e desde então vem sendo propagada de forma vegetativa, enquanto é alvo de estudos ambientais e com foco na produção. O risco do estabelecimento por meio de esporos no ambiente natural foi considerado remoto, condição atribuída então às variações sazonais de temperatura e transparência da água nessa região, assim como à natureza híbrida do espécime introduzido. Ainda assim, a necessidade de permanente monitoramento ambiental foi recomendada (Bulboa e Paula, 2005; Reis et al., 2007b; Bulboa et al., 2008).

A autorização para o cultivo de *K. alvarezii* no litoral sudeste do Brasil (Reis, 2007b) foi concedida em um polígono compreendido entre os paralelos 23° e 24°S (Figura 1), que abrange o litoral norte de São Paulo e o litoral sul do Rio de Janeiro (IBAMA, 2008). A autorização está condicionada ao compromisso de monitoramento ambiental permanente e, quando em áreas protegidas, à aprovação dos respectivos planos de manejo (Castelar et al., 2009).

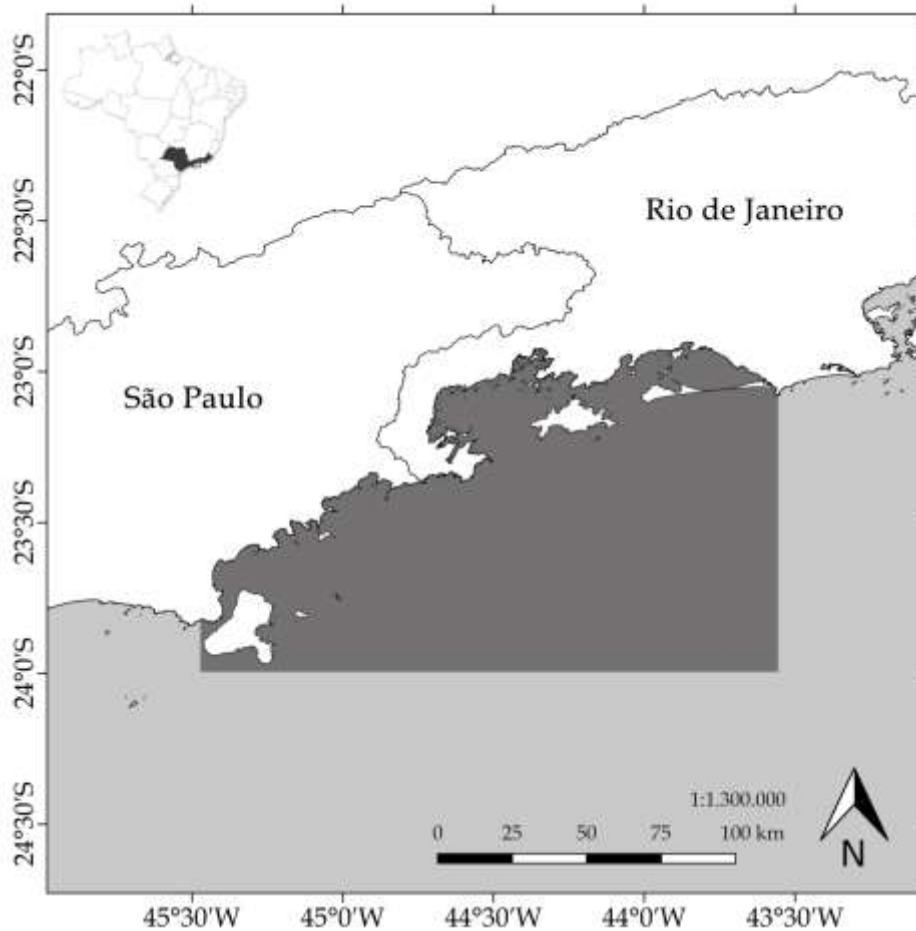


Figura 1. Em destaque, área onde o cultivo de *Kappaphycus alvarezii* é autorizado. Instrução Normativa IBAMA N° 185, de 22 de julho de 2008.

Desde a autorização, cerca de trinta cultivos foram instalados, envolvendo aproximadamente cem indivíduos na produção (Góes e Reis, 2011b). Decorridos dez anos, o cultivo comercial de *K. alvarezii* no sudeste do Brasil ainda enfrenta entraves tais como a falta de conhecimento da população sobre o tema, a carência de iniciativas de extensão para os potenciais produtores e questões de zoneamento restritivas (SÃO PAULO, 2008; Reis et al., 2016).

Alguns cultivos resistem pontualmente no litoral do estado do Rio de Janeiro e ainda mais restritamente no litoral norte do estado de São Paulo (Tabela 1): cinco monocultivos com fins comerciais; um bicultivo comercial de macroalgas *K. alvarezii* com vieiras *Nodipecten nodosus* e três bicultivos de macroalgas e *N. nodosus* com propósito educativo, mantidos por uma organização não-governamental; um bicultivo de *K. alvarezii* com *N. nodosus*, cujo produtor também mantém e desenvolve sua própria tecnologia de cultivo, no sistema familiar. Os dois restantes têm a finalidade de manutenção de cepas; um deles é comercial e outro, institucional (Instituto de Pesca) que também serve à atividade de pesquisa.

Esses cultivos representam, em maior ou menor grau, campos de pesquisa para estudos biológicos, técnicos e biotecnológicos.

Tabela 1. Localização dos pontos de cultivo de *Kappaphycus alvarezii* no perímetro onde é autorizado pela Instrução Normativa IBAMA N°. 185/2008.

Localização	Município	UF	Latitude	Longitude
I. de Itacuruçá	Itaguaí	RJ	22°56'19.40''S	43°52'36.78''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°08'02.23''S	44°09'11.88''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°07'10.59''S	44°11'55.08''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°09'14.96''S	44°19'58.25''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°09'15.53''S	44°20'09.34''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°09'35.94''S	44°20'54.14''O
Ilha Grande	Angra dos Reis	RJ	23°09'49.51''S	44°21'33.25''O
Ilha do Araújo	Paraty	RJ	23°09'16.50''S	44°40'56.76''O
Paraty Mirim	Paraty	RJ	23°13'16.50''S	44°36'00.93''O
Itaguaí	Ubatuba	SP	23°27'07.52''S	45°02'50.48''O
I. do Mar Virado	Ubatuba	SP	23°33'53.25''S	45°09'03.62''O
I. do Mar Virado	Ubatuba	SP	23°34'01.84''S	45°08'54.28''O

Estudos realizados no Brasil abordam sua introdução enquanto espécie exótica (Paula et al., 2001; Oliveira Filho et al., 2003; 2005; Bulboa et al., 2005; 2008; Barros-Barreto et al., 2013); seu potencial invasivo, de impacto e monitoramento ambiental (Oliveira, 2005; Castelar, 2009 a; 2009 b; 2015; Reis, 2007 a; 2007 b; 2009), análises genéticas da espécie introduzida (Barros-Barreto, 2013); a seleção de linhagens a partir da progênie de tetrásporos (Paula et al., 1999) aspectos técnicos, biológicos e ecofisiológicos relacionados ao seu desempenho e rendimento de carragenana (Hayashi et al., 2007 a; 2007 b; 2011); remoção de nutrientes da piscicultura (Hayashi 2008); técnicas de micropropagação (Hayashi et al., 2007); possibilidades e estados da arte (Santos et al., 2010; Reis et al., 2011; Hayashi et al., 2014a; 2014b), métodos de cultivo (Góes e Reis, 2011 a), cultivo multitrófico com efluentes de

camarão (Pedra et al., 2017), entre outros. Atualmente o conhecimento se aprofunda e inova-se em biotecnologia, a partir da pesquisa pura, como identificação de hormônios fitoreguladores (Yokoya et al., 2010) e avaliação do seu potencial fertilizante para espécies terrestres (Costa et al., 2015).

Estudos econômicos da atividade produtiva ainda não foram publicados no Brasil. Este estudo constitui um primeiro passo importante e necessário, pois constitui a primeira abordagem da viabilidade econômica do monocultivo de *Kappaphycus alvarezii* para venda do produto fresco no local de cultivo, sem qualquer agregação de valor, para cada um dos sistemas de produção, empresarial e familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

Concepção dos modelos de cultivos

Os modelos de implantação de cultivos para os sistemas empresarial e familiar foram estabelecidos com base na observação dos modelos nos pontos de cultivo identificados como comerciais e praticados na costa sudeste do Brasil.

O modelo tecnológico considerado neste estudo utiliza balsas de polivinil (PVC) com redes tubulares, as quais podem minimizar o tempo de plantio e facilitar a colheita (Góes e Reis, 2011a). As balsas são compostas por 17 tubos de 100 mm de diâmetro e 3 m de comprimento, fechados nas extremidades, dispostos em paralelo e distando 5 m entre si, ligados pelas extremidades por cabos de 12 mm, formando 16 módulos de 3 m x 5 m.

Cada balsa, independente do sistema, empresarial ou familiar, é fundeada por meio de cabos náuticos de 18 mm de diâmetro e duas poitas de concreto de 800 kg. As poitas, os vértices e a metade do comprimento da área aquícola são sinalizados por boias de arinque, segundo as normas para sinalização de áreas aquícolas constantes na Norma 17 da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DNH, 2017) (Figura 2).

Em cada módulo são atadas 11 redes tubulares (Figura 3), onde são introduzidas mudas de 0,1 kg, a espaçamentos regulares de 25 cm, totalizando 11.440 m de redes e 4.576 kg de mudas. As mudas são fragmentos das extremidades dos talos que contêm protuberâncias ou ápices, por onde se dá o crescimento. Após 55 dias de crescimento, as macroalgas são recolhidas juntamente com as redes e entregues ao comprador em local próximo ao cultivo e este as devolve limpas no prazo máximo de cinco dias.

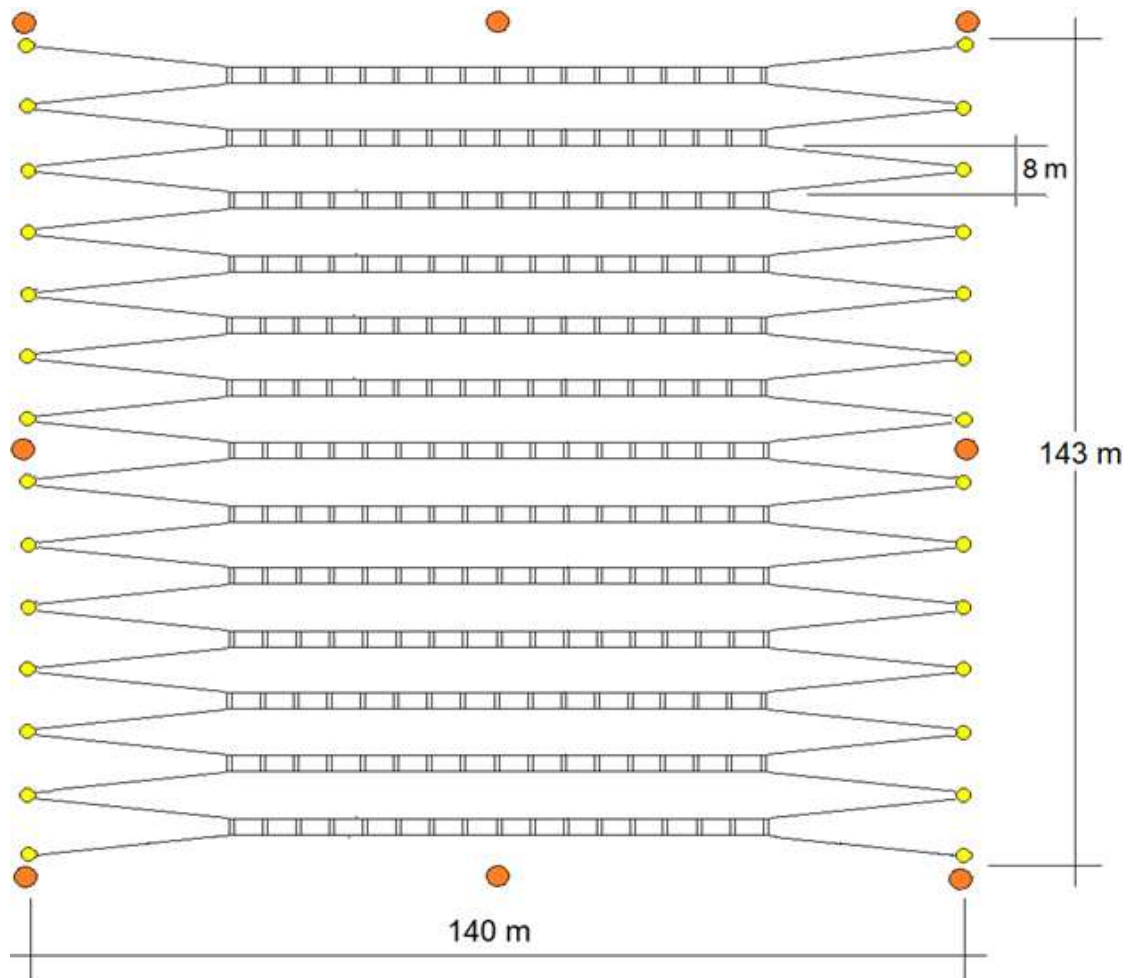


Figura 2. Vista superior de um cultivo **empresarial** com 13 balsas de 16 módulos, com flutuantes de PVC, fundeada por poitas sinalizada por boias amarelas em área delimitada por boias de arinque alaranjadas.

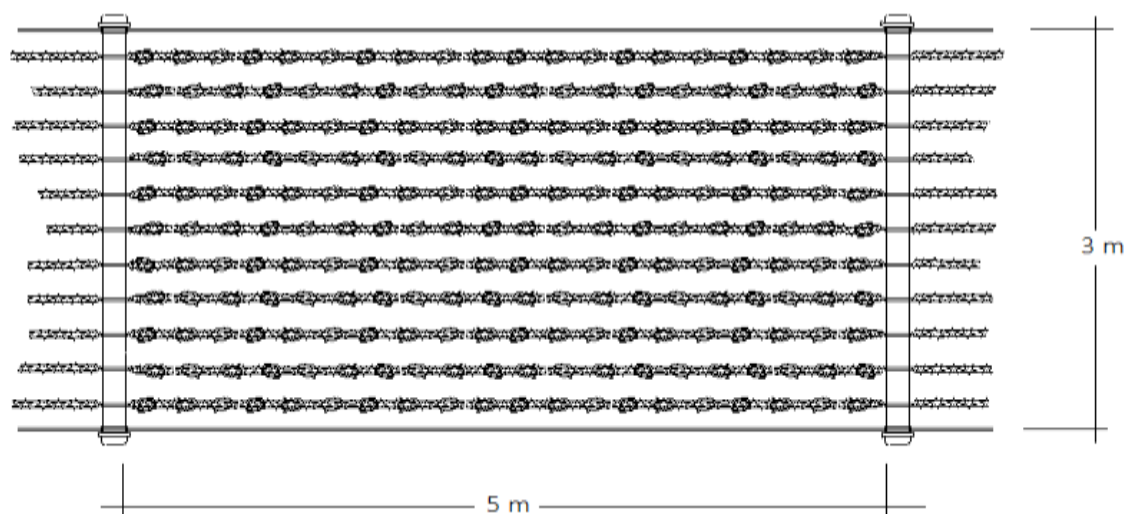


Figura 3. Unidade modular de uma balsa, com flutuantes de PVC e redes tubulares contendo as mudas para início do cultivo.

Para o sistema familiar foram consideradas 4 balsas de 80 m, com 3,52 km lineares de redes. A distância de 5 m entre as balsas é igual à profundidade máxima do local de cultivo. O comprimento dos cabos de fundeio é igual a quatro vezes essa profundidade, resultando no comprimento total de 120 m e largura de 33 m, não ultrapassando o limite de 4.000 m² (0,4 ha) (Figura 4).

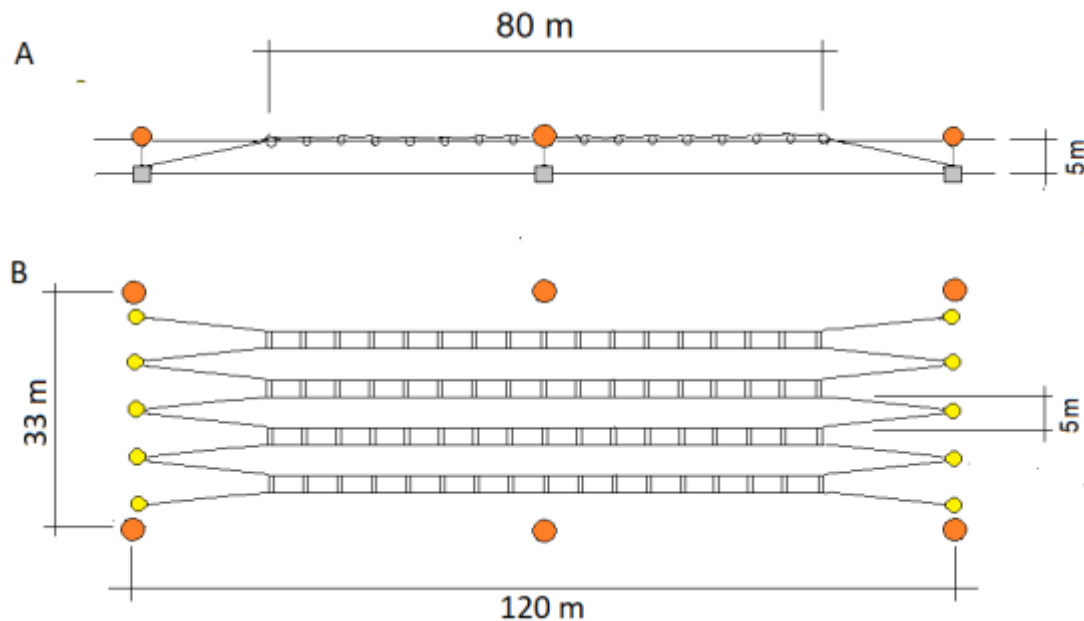


Figura 4. Sistema **familiar**: esquema de distribuição de quatro balsas em área aquícola de 0,4 ha (120 m x 33 m). Profundidade máxima: 5 m. Comprimento dos cabos para o fundeio: 20 m. Espaço de 5 m entre balsas e de 2,5 m da borda da área.

Análise de viabilidade econômica

Para verificar a viabilidade econômica nos sistemas empresarial e familiar, foram considerados o custo do investimento inicial, a receita e o lucro obtido com a produção e venda de *K. alvarezii*, utilizando-se análises parciais do orçamento para comparar os custos e a variação das receitas sob diferentes cenários propostos (Shang, 1990). Os custos operacionais foram estimados de acordo com a metodologia desenvolvida pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA, (Matsunaga et al., 1976; Martin et al., 1994) e então calculados os índices de rentabilidade.

Investimento inicial: sistema empresarial

Foram cotados materiais e valor da mão de obra regional necessários para implantar um cultivo no sistema empresarial, compreendendo estruturas de cultivo (13 balsas de PVC com 11,44 km de redes tubulares e 1 jangada de apoio); mudas de *K. alvarezii* para iniciar o cultivo; embarcações (dois caiaques a remo, 1 embarcação a motor e 1 motor sobressalente); equipamentos de medição (salinômetro-refratômetro, oxímetro, termômetro, disco de Secchi e balança suspensa para 300 kg) e para apoio em terra (1 sanitário portátil e 1 tenda) e adequação da retroárea (reforma em imóvel alugado); documentação e a elaboração do projeto.

Investimento inicial: sistema familiar

Para implantação do cultivo familiar foram cotadas 4 balsas, 1 jangada de apoio, 2 embarcações a remo, 1 embarcação a motor e instalações em terra (retroárea), e uma porcentagem destinada à documentação e ao projeto.

Para ambos os sistemas foram calculados a depreciação anual dos equipamentos, das estruturas de cultivo, das embarcações, das mudas e da construção civil dividindo-se o valor do bem por sua vida útil em anos. Os juros anuais sobre o capital investido foram calculados pela taxa de 6% a.a. para materiais ou bens novos adquiridos e de 12% para as despesas de caixa, como valor da mão de obra temporária utilizada para a instalação do empreendimento, com base nas taxas médias de juros referente a linhas de crédito rural disponíveis no Brasil. Os valores foram conferidos e atualizados em julho de 2018.

Custos operacionais

Custo Operacional Efetivo (COE): despesas com aluguel, ferramentas, insumos, frete, combustível, água, energia elétrica, mão-de obra permanente e pró-labore;

Custo Operacional Total (COT): a soma de COE, dos encargos sociais de 40% sobre o valor da mão de obra (Sanches et al., 2008; Barros et al., 2014) e dos juros sobre as despesas operacionais e depreciação dos equipamentos, dos veículos, das estruturas de cultivo e das mudas; e

Custo Total de Produção (CTP): a soma do COT anual com o valor da depreciação anual das instalações e os juros do capital do investimento.

Para o sistema empresarial estimou-se a remuneração de um técnico de nível superior em 5 vezes o salário mínimo vigente no Brasil em 2018 e respectivos encargos e a de quatro auxiliares gerais, em 1,25 salários mínimos, mais participação da renda bruta com índice percentual igual a um décimo do número de balsas, *e.g.* de 1,3% para um cultivo com 13 balsas, de 3,5% para 35 balsas, etc.

Para o sistema familiar considerou-se a remuneração e respectivos encargos somente nos ciclos em que ocorre ao menos o plantio, mesmo que não sejam obtidas todas as colheitas, e não remuneração no período em que os indivíduos estão engajados em outras atividades econômicas, considerando este período como entressafra, apenas para manutenção das mudas.

As demais despesas operacionais referem-se a gastos com combustível para embarcações, energia elétrica, cordas para amarração de mudas e equipamentos de segurança.

Índices de rentabilidade

Calcularam-se índices de rentabilidade referentes ao rendimento de ciclos anuais, e o Custo Operacional Total (COT), considerando as seguintes definições:

Receita Bruta (RB): o valor total obtido pela venda da macroalga.

Receita Final (RF): o valor restante da RB depois de descontada a participação dos trabalhadores, somente para o cultivo empresarial.

Valor Presente Líquido (VPL), estimado por meio do fluxo de caixa, descontadas as taxas que representam custos de capital de importância para o investidor a longo prazo (Shang, 1990; Martin et al.,1994); no caso, 12% ao ano. Para haver viabilidade o VPL deve ser positivo.

Taxa Interna de Retorno (TIR): porcentagem da renda anual líquida (renda bruta menos despesas operacionais) sobre o custo do investimento (Shang, 1990; Martin et al.,1994). Há viabilidade econômica quando a TIR é superior a determinada taxa de atratividade, neste estudo definida em 12%, superior aos juros obtidos em aplicações financeiras tradicionais no Brasil e às taxas oferecidas pelo governo brasileiro para subsidiar este tipo de atividade por meio de empréstimos bancários.

Ponto de Nivelamento (PN) ou ponto de ruptura (*breaking point*), que representa produção mínima necessária de *K. alvarezii* para cobrir o custo operacional. Obtido pela divisão do Custo Operacional Total pelo preço de venda da tonelada de macroalga fresca.

Lucro Operacional (LO) = RF - COT, para garantir as condições financeiras e operacionais no curto prazo e

Índice de Lucratividade (IL) = LO/RF*100, porcentagem disponível da receita após o pagamento do custo operacional.

Período de Retorno de Capital (PRC) = custo do investimento inicial dividido pelo saldo médio anual obtido no fluxo de caixa.

As condições de produção pessimista (A), mais provável (B) e otimista (C) relacionam-se aos valores médios esperados por empresários do setor, de $5 \pm 0,5$ t balsa⁻¹ ciclo⁻¹ (Tabela 2) e são compatíveis com as taxas de crescimento diárias na região observadas em Ubatuba, de 4,5 a 8,2% (Paula et al., 1999), 3,5 a 5,7% (Bulboa e Paula, 2005); e na restinga da Marambaia, de $3,76 \pm 0,79\%$ (Góes e Reis, 2011b). Depois de calculados os custos de produção por tonelada para cada condição de produção, nos casos em que esses custos excederem o valor de venda da tonelada é desnecessário fazer o cálculo dos índices de rentabilidade.

Tabela 2. Fatores de produção de alga fresca, cenário pessimista (A), mais provável (B) e otimista (C) em toneladas por balsa, e em quilos por metro linear de rede tubular, em 55 dias de produção.

Cenário	Produção por balsa	Produção por m linear de rede
A	4,0 t	4,55 kg
B	4,5 t	5,11 kg
C	5,0 t	5,68 kg

Foi utilizado para o cálculo da renda bruta o preço de R\$ 450,00, praticado na região por uma empresa refinadora para a compra do produto fresco no local de cultivo.

Análise dinâmica

As variáveis a) tamanho dos cultivos (13, 25 e 35 balsas para o sistema empresarial e 4, 7 e 11 balsas para o sistema familiar) e b) preço de venda (R\$ 450,00 t⁻¹, R\$ 670,00 t⁻¹ e R\$ 900,00 t⁻¹ para o sistema empresarial) foram aplicadas a planilhas dinâmicas articuladas entre si no Software Microsoft Excel, preparadas para o cálculo dos índices e sua posterior

comparação.

Para o investimento familiar não foi simulado aumento no preço de venda. O valor das mudas para o cálculo do investimento inicial foi estipulado como igual ao valor de venda da alga fresca para cada variação.

RESULTADOS

Investimento inicial: sistema empresarial

O investimento inicial total para a implantação de um cultivo empresarial em 13 balsas com 11,44 km de redes tubulares e demais itens de apoio nas condições descritas é de R\$ 77.058,66 (Tabela 3). Equivale a R\$ 6,74 ou USD 1.80 m⁻¹ (1 USD = R\$ 3,7563 à taxa de conversão ao fim do dia 31 de julho de 2018), ou a R\$ 38.529,33 ha⁻¹. O item estruturas de cultivo representa 56,6% do investimento, seguido de embarcações (21,4%) (Figura 5).

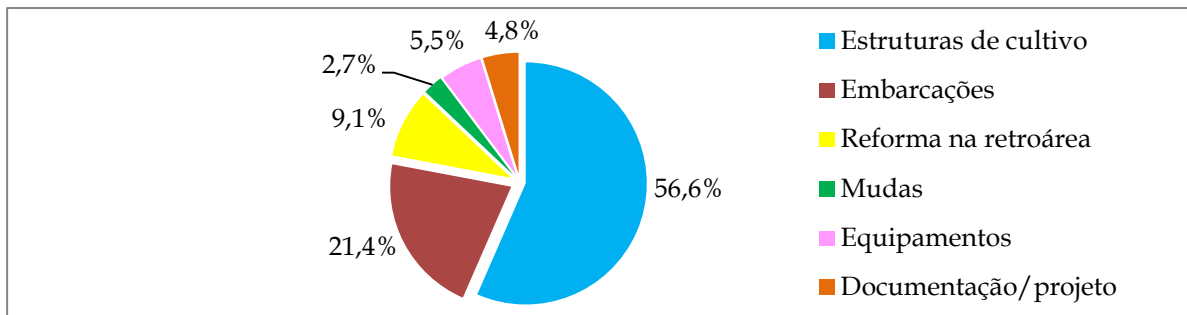


Figura 5. Participação das diferentes classes de itens no custo do investimento inicial no cultivo **empresarial** de *K. alvarezii* utilizando 13 balsas. No desenho, a porcentagem é aproximada.

Tabela 3. Investimento inicial no cultivo **empresarial** de *Kappaphycus alvarezii* com 13 balsas para 2 ha, na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

SISTEMA EMPRESARIAL INVESTIMENTO INICIAL	Quan- tidade	Valor (R\$)	Vida útil e reposição ¹	Deprecia- ção anual (a)	Juros do capital (b)	Total (a) + (b)
1- Estrutura de fundeio e demarcação						
1.1- Poita, boia e cabo (material)	36	10.800,00	10	1.080,00	648,00	1.728,00
2- Estruturas flutuantes						
2.1- Balsa completa (material)	13	23.400,00	5	4.680,00	1.404,00	6.084,00
2.2- Jangada para manejo (material)	1	2.500,00	5	500,00	150,00	650,00
3- Mão-de-obra						
3.1- Reforma de imóvel (dias-homem =dh)	20	1.600,00			192,00	192,00
3.2- Confecção das poitas (dh)	36	2.880,00			345,60	345,60
3.3- Confecção das balsas (dh)	26	2.080,00			249,60	249,60
3.4- Confecção da jangada (dh)	4	320,00			38,40	38,40
4- Mudras de <i>K. alvarezii</i> (kg)	4.576	2.059,20	10	205,92	123,55	329,47
5- Retroárea: reforma de imóvel						
5.1- Instalação hidráulica e elétrica (material)	1	3.000,00	10	300,00	180,00	480,00
5.2- Bancada, tanque e caiação (material)	1	4.000,00	10	400,00	240,00	640,00
6- Equipamento						
6.1- Tenda para manejo	1	250	5	50,00	15,00	65,00
6.2- Barraca banheiro	1	200	5	40,00	12,00	52,00
6.3- Banheiro portátil	1	300	5	60,00	18,00	78,00
6.4- Instrumentos para aferição	1	3.500,00	5	700,00	210,00	910,00
7- Embarcações						
7.1- Bote inflável	1	6.000,00	5	1.200,00	360,00	1.560,00
7.2- Motor de popa 4 t - 6,5 hp	1	2.500,00	5	500,00	150,00	650,00
7.3- Motor de popa 2 t - 15 hp	1	6.200,00	5	1.240,00	372,00	1.612,00
7.4- Caiaque Fibra e Remo	2	1.800,00	10	180,00	108,00	288,00
8- Documentação e projeto (5%)	5%	3.669,46			440,34	440,34
Total cultivo (R\$)		45.639,20		6.465,92	3.151,15	9.617,07
Total estrutura de apoio (R\$)		31.419,46		4.670,00	2.105,34	6.775,34
Total geral (R\$)		77.058,66		11.135,92	5.380,04	16.515,96

¹Vida útil em anos.

²Valor do bem dividido por sua vida útil.

³Juros anuais: Taxa de 12% a.a. sobre o capital médio inicial.

Investimento inicial: sistema familiar

O investimento inicial total para a implantação de um cultivo familiar de *Kappaphycus alvarezii* nas condições descritas é de R\$ 36.751,28 (Tabela 4).

Tabela 4. Investimento necessário para implantação do cultivo de *K. alvarezii* pelo sistema familiar com 4 balsas ou 3,52 km de redes tubulares em 0,4 ha, na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

SISTEMA FAMILIAR	Quantidade	Preço total (R\$)	Vida útil e reposição ¹	Depreciação anual (a)	Juros do capital (b)	Total (a) + (b)
INVESTIMENTO INICIAL						
1- Estrutura para fundeio e demarcação (poitas e boias)	12	3.600,00	10	360,00	216,00	576,00
2- Estrutura flutuante						
2.1- Balsas completas (material)	4	7.200,00	10	720,00	432,00	1.152,00
2.2- Jangada para manejo	1	1.500,00	5	300,00	90,00	390,00
3. Mão de obra						
3.2- Confeção das poitas (dias-homem =dh)	18	1.440,00			172,80	172,80
3.3- Confeção das balsas (dh)	8	640,00			76,80	76,80
3.4- Confeção da jangada (dh)	3	240,00			28,80	28,80
4- Mudanças de <i>K. alvarezii</i> (kg)	7.200	864,00	10	86,40	103,68	190,08
5- Retroárea: construção civil						
5.1- Rancho de pesca (24 m ²) (material)	1	7.500,00	10	750,00	450,00	1.200,00
5.2- Material hidráulico/ elétrico (material)	1	2.500,00	10	250,00	150,00	400,00
6- Mão-de-obra						
6.1- Construção do rancho (dh)	18	1.440,00			172,80	172,80
7- Embarcação						
7.1- Barco inflável	1	6.000,00	5	1.200,00	360,00	1.560,00
7.1- Motor popa 4t - 6,5 hp	1	1.200,00	5	240,00	72,00	312,00
7.2- Caiaque Fibra + Remo	1	900,00	5	180,00	54,00	234,00
8- Documentação/projeto (5%)	5,0%	1.751,20			210,14	210,14
Subtotal (cultivo)		15.484,00		1.466,40	1.120,08	2.586,48
Subtotal (apoio)		21.291,20		2.620,00	1.468,94	4.088,94
Total geral		36.775,20		4.086,40	2.589,02	6.675,42

¹Vida útil em anos.

²Valor do bem dividido por sua vida útil.

³Juros anuais: Taxa de 12% a.a. sobre o capital médio inicial.

O valor do investimento equivale a R\$ 3,21 ou USD 0.85 (conversão à taxa registrada ao final do dia 31 de julho de 2018: 1 USD = R\$ 3,7563) por metro linear de rede de rede tubular. As estruturas de cultivo representam 43,5% do investimento, seguido da construção do rancho na retroárea (28,6%) e das embarcações (21,5%) (Figura 6).

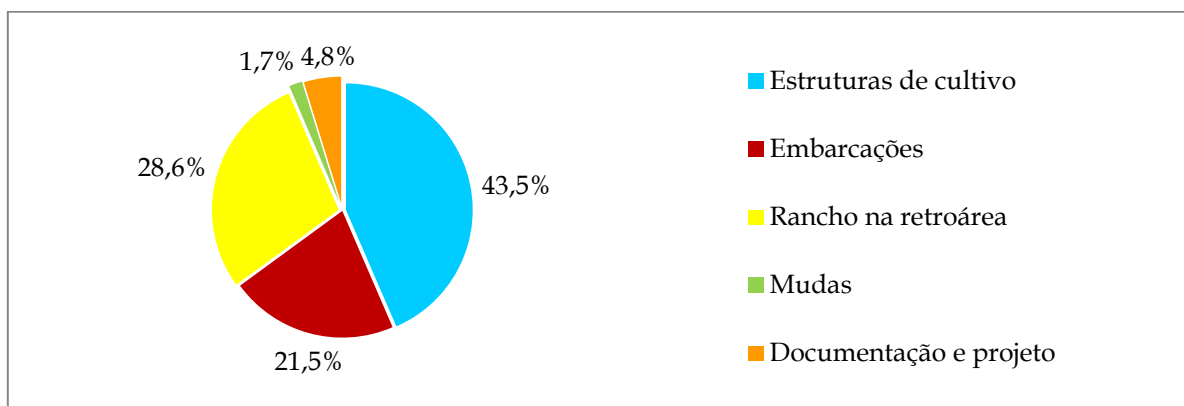


Figura 6. Participação dos itens no custo do investimento inicial para implantação de um cultivo de *Kappaphycus alvarezii* em 0,4 ha no sistema **familiar**. Julho de 2018.

Custos operacionais

Sistema empresarial

No sistema empresarial, o Custo Total de Produção (CTP) para 13 balsas resultou em R\$ 245.016,80. O Custo Operacional Total (COT) de R\$ 241.165,65 (Tabela 5) representa 313% do investimento inicial, evidenciando o elevado custeio da operação. O custo da mão-de obra e respectivos encargos constitui 66,5% do custo operacional do cultivo empresarial em 13 balsas. A composição do custo operacional no sistema empresarial pode ser observada na Figura 7.

Sistema familiar

O custo operacional anual total no sistema familiar resultou em R\$ 39.609,70 (Tabela 6), que se aproxima e corresponde a 105% do investimento inicial. Vide a composição do custo operacional (Figura 8).

Tabela 5. Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e Custo Total de Produção (CTP) por ciclo e por ano do cultivo de *K. alvarezii* no sistema **empresarial** com 13 balsas, com 4 funcionários a 1,25 salários mínimos, com 5 ciclos completos na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

CUSTOS OPERACIONAIS	COE	Encargos Sociais ²	Encargos financeiros ³	COT	Outros Custos Fixos	CTP
SISTEMA EMPRESARIAL						
1- Aluguel do galpão: R\$ 2.500,00 mês ⁻¹	6.000,00		144,00	6.144,00		6.144,00
2- Mão de obra permanente						
2.1- Auxiliares e vigias (4 funcionários a 1,25 SM)	11.448,00	4.579,20	384,65	16.411,85		16.411,85
2.2- Técnico Nível Superior (a 5 SM)	11.448,00	4.579,20	384,65	16.411,85		16.411,85
3- Frete (aluguel)	900,00		21,60	921,60		921,60
4- Materiais diversos						
4.1- Insumos e ferramentas	600,00		14,40	614,40		614,40
4.2- Limpeza e manutenção	450,00		10,80	460,80		460,80
5- Cabos PVC 6mm	2.060,00		49,44	2.109,44		2.109,44
6- Combustível para embarcação	1.200,00		28,80	1.228,80		1.228,80
7- Equipamento de proteção individual (EPI)	600,00		14,40	614,40		614,40
8- Água, energia elétrica e celular	1.200,00		28,80	1.228,80		1.228,80
9- Depreciação						
9.1- das estruturas de cultivo				1.252,00		1.252,00
9.2- das mudas				41,18		41,18
9.3- dos equipamentos				170,00		170,00
9.4- das embarcações				624,00		624,00
9.5- Depreciação da construção civil					140,00	140,00
10- Juros do capital investido					630,23	654,94
Total ciclo⁻¹	35.906,00	9.158,40	3.168,73	48.233,13	794,94	49.003,36
Total ano⁻¹	179.530,00	45.792,00	15.843,65	241.165,65	3.974,70	245.016,80

¹ Valores expressos em Real.

² Encargos sociais = 40% do desembolso.

³ Encargos financeiros = 24% a.a. sobre a metade do COE adicionado aos encargos sociais.

⁴ Depreciação estimada de acordo com a vida útil.

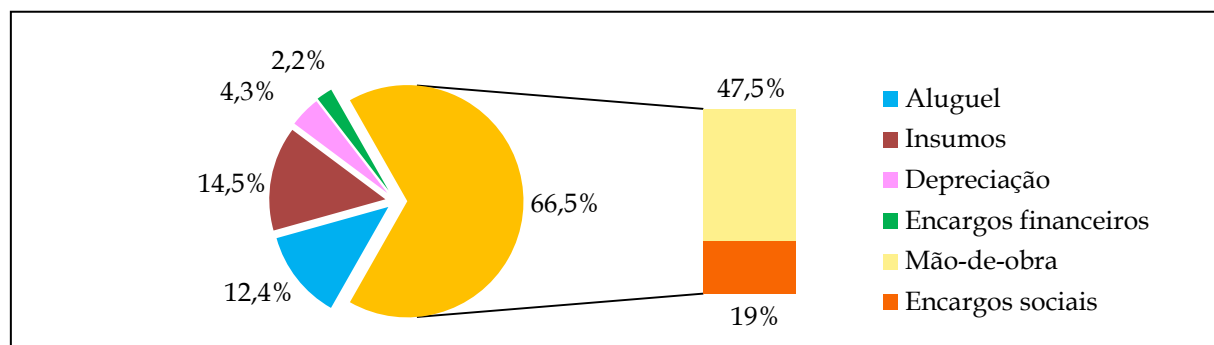


Figura 7. Composição do Custo Operacional Total (COT) para o cultivo de *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **empresarial** em 13 balsas na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

Tabela 6. Custo Operacional Efetivo (COE), Total (COT) e Custo Total de Produção (CTP) por ciclo e por ano para o cultivo de *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **familiar** em 4 balsas, em 0,4 ha, com 5 ciclos completos na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

CUSTOS OPERACIONAIS	COE	Encargos Sociais ²	Encargos financeiros	COT	Outros Custos Fixos	CTP
SISTEMA FAMILIAR						
1- Mão de obra (2 membros x 1,5 SM ciclo ⁻¹)	2.862,00	1.144,80	96,16	4.102,96		4.102,96
2- Frete (aluguel)	450,00		10,80	460,80		460,80
3- Materiais diversos						
3.1- Insumos e ferramentas	300,00		7,20	307,20		307,20
3.2- Limpeza e manutenção	480,00		11,52	491,52		491,52
3.2- Cabos PET 6mm para amarrar redes	634,00		15,22	649,22		649,22
4- Combustível para embarcação	500,00		12,00	512,00		512,00
5- Equipamento de proteção individual	300,00		7,20	307,20		307,20
6- Água, energia elétrica e telefone celular	432,00		10,37	442,37		442,37
7- Depreciação ⁴						
7.1- das estruturas flutuantes				312,00		312,00
7.2- das mudas				12,67		12,67
7.3 - das embarcações				324,00		324,00
7.4- Depreciação da construção civil					200,00	200,00
8- Juros do capital investido					512,03	512,03
Total ciclo ⁻¹	5.958,00	1.144,80	170,47	7.921,94	712,03	8.633,97
Total ano ⁻¹	29.790,00	5.724,00	852,34	39.609,70	3.560,14	43.169,83

¹ Valores expressos em Real.

²Encargos sociais = 40% do desembolso.

³Encargos financeiros = 24% a.a. sobre a metade do COE adicionado aos encargos sociais.

⁴Depreciação estimada de acordo com a vida útil.

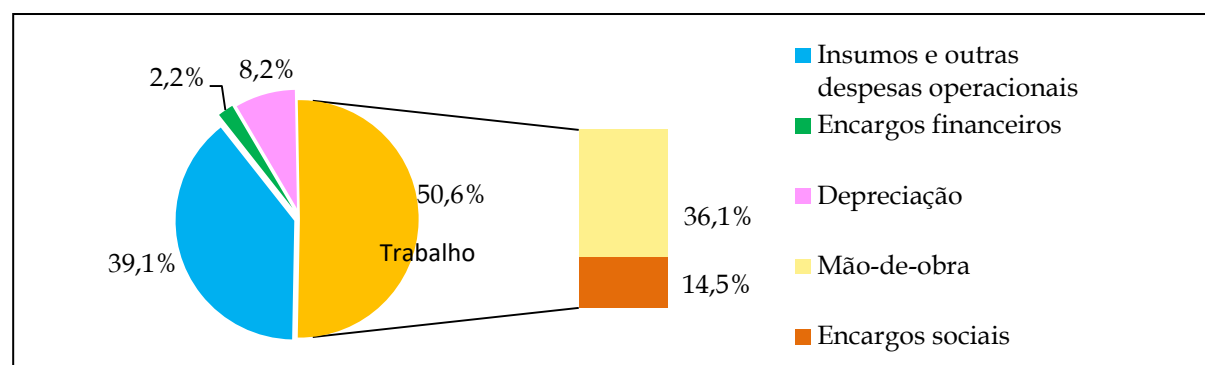


Figura 8. Composição em porcentagem dos diferentes itens do Custo Operacional Total (COT) do cultivo de *Kappaphycus alvarezii* em 4 balsas, em 0,4 ha pelo sistema **familiar**, na costa sudeste do Brasil, julho de 2018.

Custos de produção comparados

Considerando a perda de uma safra:

No sistema empresarial com 13 balsas, na condição de produção otimista (C), o custo de produção (COT t⁻¹) da alga fresca obtida em **quatro** colheitas anuais resultou em R\$ 71.017,06 t⁻¹ (Tabela 7). Isto representa 226% do valor de venda médio da tonelada da macroalga fresca praticado na região (R\$ 450,00). Com **cinco** ciclos anuais, no mesmo cenário, o COT de R\$ 798,24 ainda é muito alto em relação ao preço de venda praticado pela principal compradora (Tabela 8).

No sistema familiar com 4 balsas, o custo de produção de **quatro** safras na condição otimista resultou em R\$ 540,74 t⁻¹ ou 120% do valor de venda. Se forem colhidas as **cinco** safras anuais, somente na melhor condição de produção o custo de produção chegará a R\$ 424,41, apenas ligeiramente inferior ao preço de venda da alga fresca praticado na região.

Tabela 7. Custo de produção de *Kappaphycus alvarezii*, nos sistemas **empresarial** e **familiar**, considerando cinco ciclos de plantio anuais em que apenas **quatro** safras sejam bem sucedidas, no litoral sudeste do Brasil, em janeiro de 2018.

Sistema	Cenário A		Cenário B		Cenário C	
	Empresarial	Familiar	Empresarial	Familiar	Empresarial	Familiar
Produção para venda (t)	185,120	56,960	211,120	64,960	237,120	72,960
Custo operacional efetivo (R\$ t ⁻¹)	969,80	523,00	850,37	458,59	757,13	408,31
Custo operacional total (R\$ t ⁻¹)	1.302,75	695,39	1.142,32	609,76	1.017,06	542,90
Custo total de produção (R\$ t ⁻¹)	1.323,56	757,90	1.160,14	664,56	1.033,30	591,69

Tabela 8. Custo de produção de *Kappaphycus alvarezii*, nos sistemas **empresarial** e **familiar**, considerando **cinco** ciclos de plantio anuais com sucesso na colheita, no litoral sudeste do Brasil, em janeiro de 2018.

Sistema	Cenário A		Cenário B		Cenário C	
	Empresarial	Familiar	Empresarial	Familiar	Empresarial	Familiar
Produção para venda (t)	237,120	72,960	269,620	82,960	302,120	92,960
Custo operacional efetivo (R\$ t ⁻¹)	757,13	408,31	665,86	359,09	594,23	320,46
Custo operacional total (R\$ t ⁻¹)	1.017,06	542,90	894,46	477,46	798,24	426,39
Custo total de produção (R\$ t ⁻¹)	1.033,30	591,69	909,21	520,37	811,40	464,39

Desta forma, a atividade seria inviável para as três condições de produção tanto para quatro (Tabela 8) como para cinco safras anuais (Tabela 9), se considerarmos apenas os tamanhos de fazendas inicialmente propostos para os dois sistemas.

Índices de rentabilidade e análise de sensibilidade

Como há possibilidade real de haver episódios de perdas de uma safra por diversos fatores (intempéries, dificuldades com mão de obra, atividades concorrentes, acidentes, etc.) os resultados expostos a seguir referem-se sempre a quatro safras anuais, sempre considerando os custos e o trabalho envolvido na realização de cinco ciclos de plantio (Tabela 9).

Tabela 9. Fatores de produção e renda final da produção de *Kappaphycus alvarezii* no litoral sudeste do Brasil, considerando a perda de uma safra, com obtenção de apenas quatro safras, no sistema **empresarial** com 13 balsas e no sistema **familiar** com 4 balsas.

Sistema	A		B		C	
	Empresar.	Familiar	Empresar.	Familiar	Empresar.	Familiar
Produção por balsa (t)	4,0		4,5		5,0	
Produção total (t)	208,000	64,000	234,000	72,000	260,000	80,000
Mudas para o plantio seguinte (t)	22,880	7,040	22,880	7,040	22,880	7,040
Produção para venda (t)	185,120	56,960	211,120	64,960	237,120	72,960
Valor de venda (R\$ t ⁻¹)	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00	450,00
Receita Bruta (R\$)	83.304,00	25.632,00	95.004,00	29.232,00	106.704,00	32.832,00
Participação na renda (R\$)	1.082,95	-	1.235,05	-	1.387,15	-
RF (RB - participação) (R\$)	82.221,05	25.632,00	93.768,95	29.232,00	105.316,85	32.832,00

No sistema empresarial com 13 balsas, mesmo dobrando o preço de comercialização para R\$ 900,00 t⁻¹, a viabilidade também não seria alcançada nos três cenários, com todos os índices negativos ou vazios (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de custos e da rentabilidade do investimento na produção de *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **empresarial**, em treze balsas, no litoral sudeste do Brasil. Julho de 2018.

Produção por balsa (t)	Cenário A		Cenário B		Cenário C	
	4,0	900,00	4,5	900,00	5,0	900,00
Valor de Venda (R\$ t ⁻¹)	450,00	900,00	450,00	900,00	450,00	900,00
Receita Final (R\$)	82.221,05	164.442,10	93.768,95	207.549,52	105.316,85	230.645,32
Lucro operacional (R\$)	-158.944,60	-76.929,47	-147.396,70	-33.822,05	-135.848,80	-10.726,25
Margem Bruta (%)	-65,91	-31,87	-61,12	-14,01	-56,33	-4,44
Índice de Lucratividade (%)	-193,31	-46,78	-157,19	-16,30	-128,99	-4,65
Valor presente líquido VPL 12%	-947.711,43	-538.050,73	-912.403,80	-320.580,59	-835.289,43	-204.065,93
Taxa Interna de Retorno TIR (%)	x	x	x	x	x	x
Período de Retorno do Capital (PRC) (anos)	x	x	x	x	x	x
Ponto de nivelamento (PN) (t)	535,92	268,19	535,92	268,19	535,92	268,19

Tabela 11. Análise de custos e da rentabilidade do investimento na produção de *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **familiar**, litoral sudeste do Brasil, janeiro de 2018.

	Cenário A		Cenário B		Cenário C	
Valor de Venda (R\$ t ⁻¹)	450,00	900,00	450,00	900,00	450,00	900,00
Receita Bruta (R\$)	32.832,00	65.664,00	37.332,00	74.664,00	42.465,60	84.931,20
Lucro operacional (R\$)	-31.525,61	1.306,39	-27.025,61	10.306,39	-21.892,01	20.573,59
Índice de lucratividade (IL) (%)	-96,02	1,99	-72,39	13,80	-51,55	24,22
Taxa interna de retorno (TIR) (%)	x	-15,97	x	23,60	x	52,77
Valor presente líquido (VPL) - 12%	-216.550,01	-31.041,88	-191.124,00	19.810,12	-162.118,02	77.822,09
Per. Recup. Capital (PRC) (anos)	x	x	x	3,8	x	1,9
Ponto de nivelamento (PN) (t)	143,02	71,51	143,02	71,51	143,02	71,51

Análise dinâmica comparativa

Cálculo comparativo: Investimento Inicial

Tabela 12. Cálculo comparativo do custo do Investimento Inicial no cultivo **empresarial** da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, em 13, 25 e 35 balsas, no sudeste do Brasil.

	13 balsas	25 balsas	35 balsas
Embarcações	16.500,00	16.500,00	16.500,00
Reforma na retroárea	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Equipamentos	4.250,00	4.250,00	4.250,00
Estruturas de cultivo	43.580,00	76.220,00	103.420,00
Mudas	2.059,20	7.920,00	8.254,40
Documentação/projeto	3.669,46	5.594,50	6.971,22
	77.058,7	117.484,5	146.395,6

Em ambos os sistemas, embora o custo das estruturas e outros itens de apoio (retroárea, equipamentos e embarcações) se dilua com o aumento do tamanho da fazenda no sistema empresarial (Tabela 12), as estruturas de cultivo compõem a maior parte do custo do investimento inicial e demandam maior investimento de acordo com o tamanho do cultivo (Figuras 9 e 10).

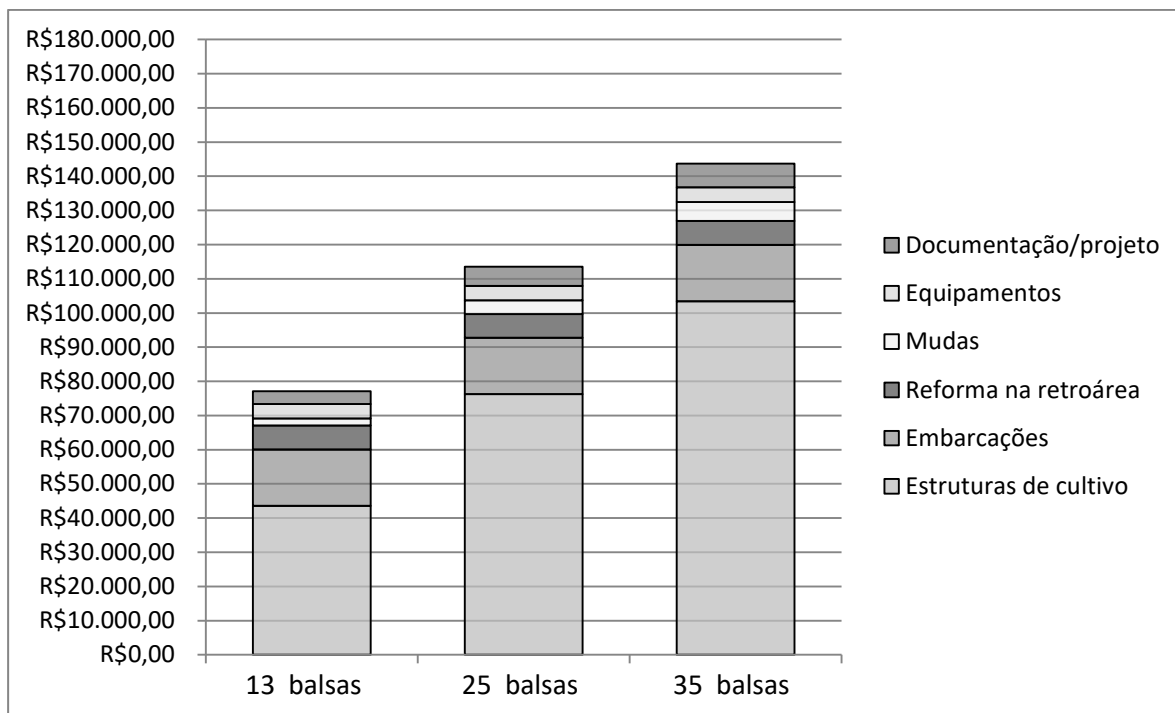


Figura 9. Composição do custo do investimento inicial para implantação de fazendas marinhas de macroalgas *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **empresarial** de 13, 25 e 35 balsas de PVC com redes tubulares, estruturas e equipamentos de apoio, segundo o sistema empresarial. Julho de 2018.

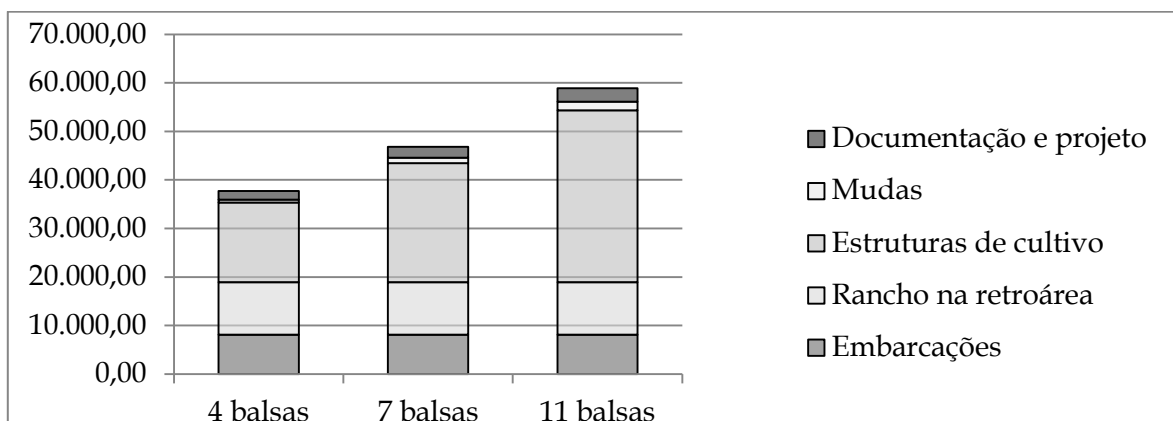


Figura 10. Composição do custo do investimento inicial para implantação de fazendas marinhas de macroalgas *Kappaphycus alvarezii*, no sistema **familiar** de 4, 7 e 11 balsas de PVC com redes tubulares e estruturas de apoio. Julho de 2018.

Cálculo comparativo: Custos Operacionais

Os custos operacionais anuais aumentam de acordo com o aumento do tamanho do cultivo nos dois sistemas (Figuras 11 e 12), e também com o número de funcionários, o COT anual totalizando R\$ 220.345,00 para 13 balsas com 3 auxiliares, R\$ 251.110,00 para 25 balsas com 4 auxiliares e R\$ 289.364,00 para 35 balsas com 5 funcionários no sistema empresarial. A mão-de obra e encargos sociais são os fatores que mais impactam o custo operacional com o aumento do cultivo, seguido dos insumos e encargos financeiros (Figura 11).

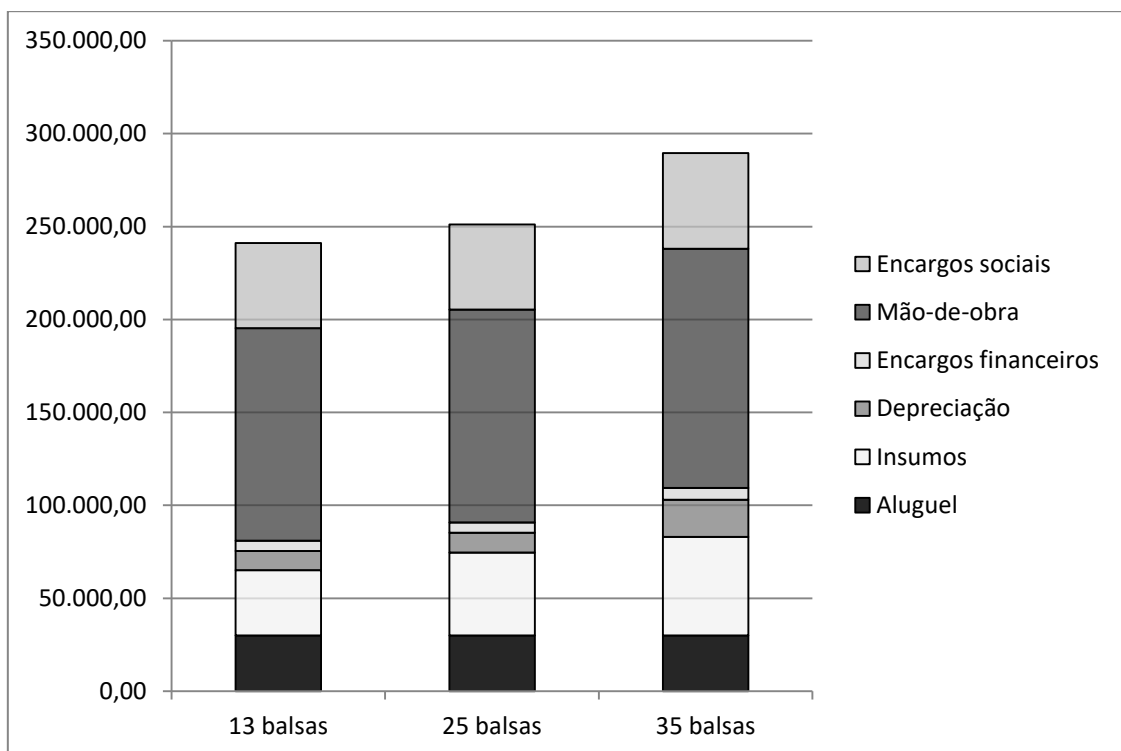


Figura 11. Composição comparativa do custo operacional total anual para o cultivo de *Kappaphycus alvarezii* no sistema **empresarial**, praticando cinco ciclos de cultivo, utilizando 13 balsas com 2 funcionários, 25 balsas com 4 funcionários e 35 balsas com 5 funcionários.

No sistema familiar os custos operacionais somam R\$ 39.610,0 (4 balsas), R\$ 42.810,00 (7 balsas) e R\$ 47.079,00 (11 balsas) e a composição dos custos demonstra que insumos são o fator que mais impacta o aumento do cultivo (Figura 12).

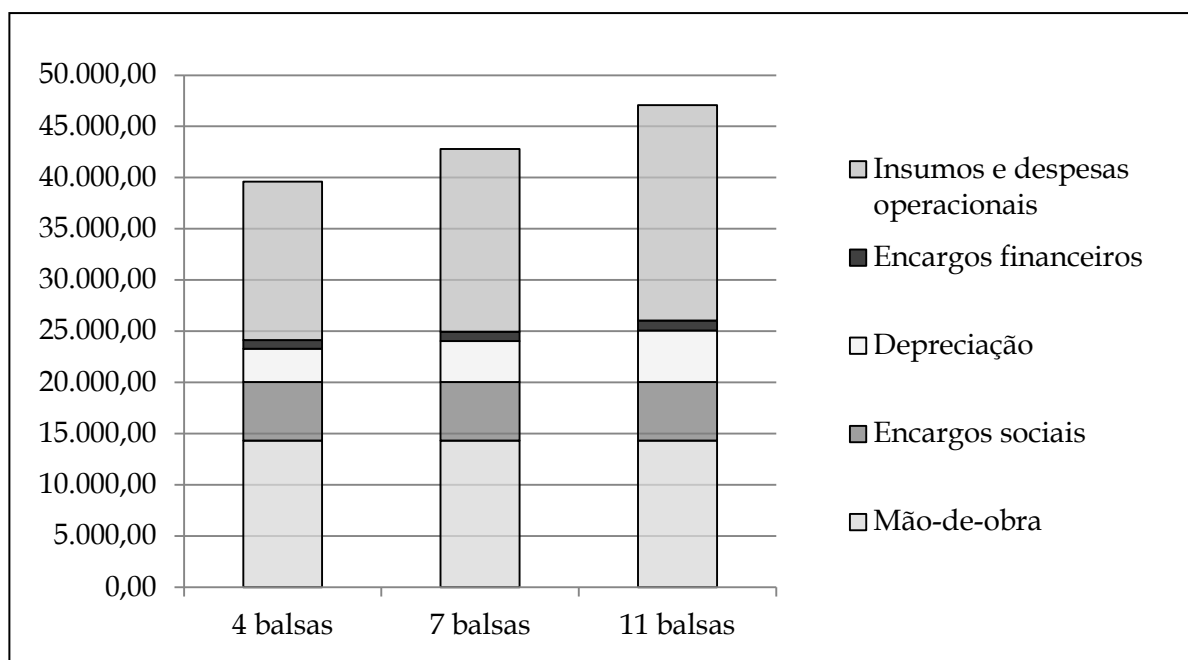


Figura 12. Comparação da composição do custo operacional total anual do cultivo de *Kappaphycus alvarezii* com 4, 7 e 11 balsas no sistema **familiar**, mantido por dois indivíduos operando 5 ciclos.

Cálculo comparativo: Índices de Rentabilidade

Após constatação da inviabilidade das formas inicialmente propostas (empresarial com 13 balsas e familiar com 4 balsas), a análise dinâmica revelou que no sistema empresarial, ao valor de venda de R\$ 450,00t⁻¹, o cultivo de *Kappaphycus alvarezii* seria economicamente inviável mesmo com 35 balsas. Dobrando-se o valor para R\$ 900,00 t⁻¹ seria possível atingir a viabilidade com 25 balsas. E, com 35 balsas, torna-se viável se alcançar o valor de venda de R\$ 670,00 t⁻¹. Portanto, o cultivo empresarial não apresentou viabilidade compatível com o valor pago pela indústria da carragenana na região nem com as dimensões da aquicultura de baixo escala permitida no litoral norte de São Paulo.

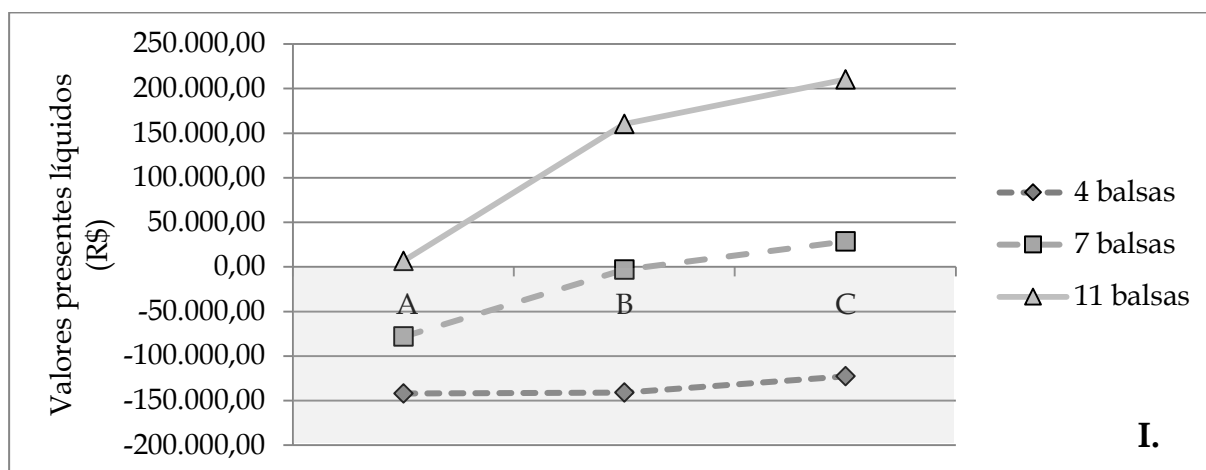
Para o sistema familiar não foi testada variação no valor de venda, já que se mantendo o número de pessoas trabalhando (duas) e o valor de venda a R\$ 450,00 t⁻¹, o cultivo alcança viabilidade econômica com um mínimo de 11 balsas, o que é factível em 2 ha.

Nesse contexto, obtêm-se Valores Presentes Líquidos (VPL) positivos, Taxas Internas de Retorno (TIR) a partir de 38,2% (na condição pessimista A), 105,4% (em B) e 126,5% (em C) e Período de Retorno de Capital (PRC) de dez meses para a melhor condição de produção (Tabela 13).

Tabela 13. Índices de rentabilidade Valor Presente Líquido (VPL), Taxa interna de Retorno (TIR) e Período de Retorno de Capital (PRC) para o cultivo de *Kappaphycus alvarezii* no sistema **familiar**, por até dois indivíduos, com cinco plantios e 4 safras anuais.

		A	B	C
VPL 12% (R\$)	4 balsas	-141.973,05	-140.974,08	-122.812,65
	7 balsas	-78.294,54	-19.342,53	12.439,97
	11 balsas	6.592,92	99.688,42	149.632,35
TIR (%)	4 balsas	-	-	-
	7 balsas	-12,77%	26,55%	41,45%
	11 balsas	38,17	70,73%	87,81%
PRC (meses)	4 balsas	-	-	-
	7 balsas	-	41	29
	11 balsas	31	17	14

Para cada tamanho de cultivo, no sistema familiar, a comparação dos índices de rentabilidade nas condições de produção pessimista A, esperada B e otimista C é melhor visualizada graficamente (Figura 15).



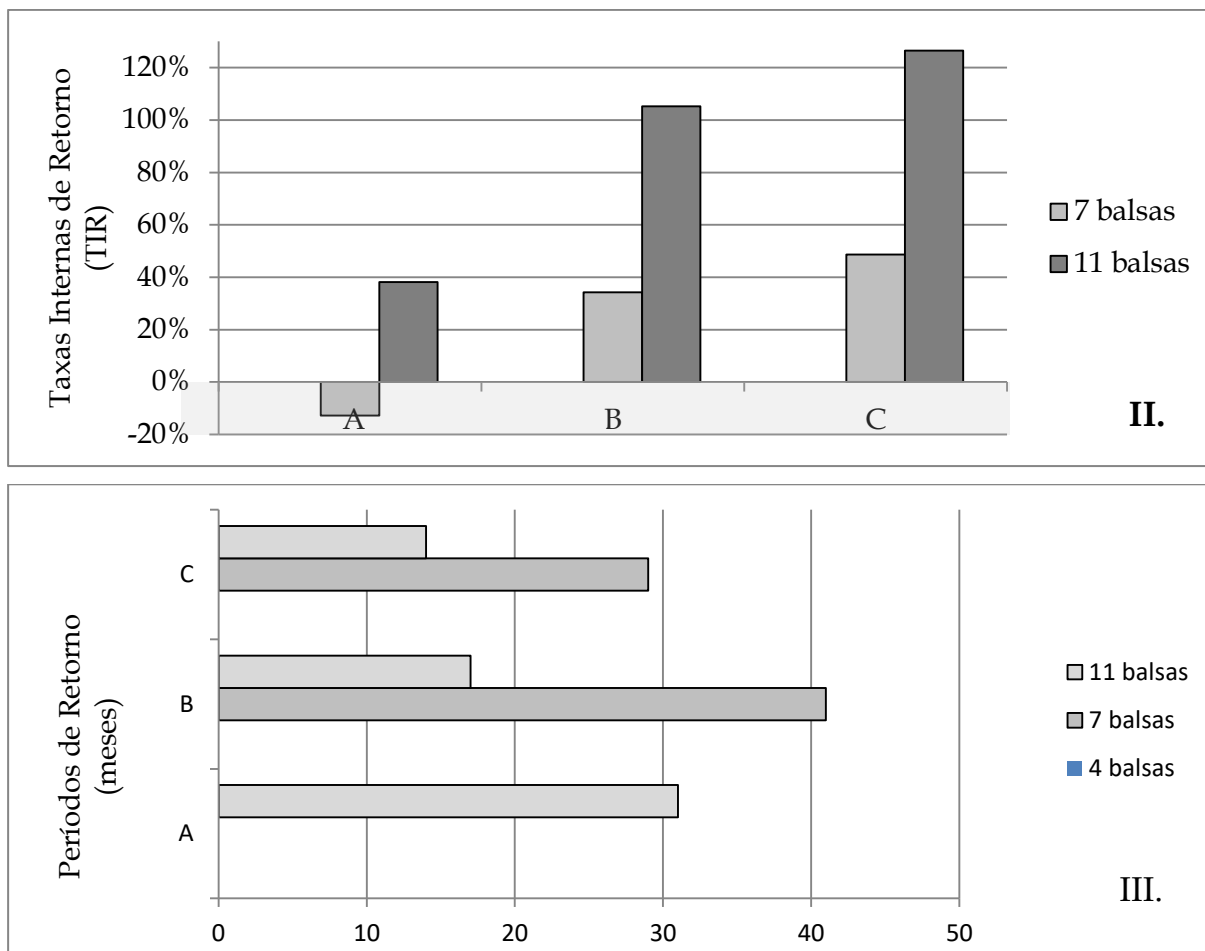


Figura 15. Índices de rentabilidade obtidos para o cultivo de *Kappahycus alvarezii* no sistema **familiar**, nas condições de produção pessimista A, esperada B e otimista C, de acordo com o porte da fazenda: I. Valores Presentes Líquidos (VPL) após dez anos de cultivo. **II. Taxas Internas de Retorno (TIR)** obtidas apenas para 7 balsas nas condições B e C e para 11 balsas nas três condições. **III. Períodos de retorno (PRC)** obtidos para o cultivo nas condições A, B e C somente para 11 balsas.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo corroboram outros que apontam a necessidade de aumento do tamanho dos cultivos como solução para viabilizar a atividade em comunidades costeiras (Valderrama et al., 2015). A análise dinâmica é uma estratégia para buscar condições em que o cultivo pode ser viável.

Custo de investimento

O valor obtido para o investimento no sistema empresarial com 13 balsas, de R\$ 6,74 ou USD 1.80 por metro linear de rede tubular, incluindo as instalações e equipamentos em terra, excede o custo dos cultivos flutuantes no México e nas ilhas Salomão (USD 1.40 m⁻¹), os mais altos descritos no estudo comparativo realizado por Valderrama et al. (2013). Isso pode ser atribuído ao alto custo com estruturas de PVC, e as estruturas de apoio em terra e equipamentos que não são consideradas nos demais estudos.

O investimento inicial de R\$ 37.751,28 no cultivo familiar de *K. alvarezii* no litoral Sudeste do Brasil em 0,4 ha (R\$ 9,44, ou USD 2.51 m⁻²) é quase um décimo do valor do investimento obtido na mesma região, estimado em R\$ 92,50 m⁻² (USD 24,62) para a implantação de um cultivo de vieira *N. nodosus*, espécie bivalve que, entretanto, alcança alto valor de venda no varejo (Marques et al., 2018). Estas espécies podem ser comparadas como opções de cultivo por serem marinhas, tropicais e não dependentes de ração.

O investimento no cultivo de *K. alvarezii* no sudeste do Brasil é duas vezes e meia superior ao investimento necessário para um cultivo flutuante de 0,25 ha da mesma alga nas Filipinas, avaliado em USD 1,05 m⁻² (Samonte, 2017) ou cerca de R\$ 3,94 m⁻². O método de cultivo empregado nas Filipinas para áreas com profundidade maior do que 5 m utiliza o sistema de *long line* em balsas múltiplas (*multiple raft long line farm method* - MRL), reconhecidamente mais oneroso do que o sistema tradicional de cultivo fixo acima do fundo (*fixed off-bottom method*), em áreas de menor profundidade (Valderrama et al., 2015). É importante lembrar que nos sistemas analisados em comparação não se costuma contabilizar a retroárea, que elevaria o valor do investimento inicial.

Na Índia, o programa de fomento dá prioridade a famílias que vivam perto da praia ou da costa (Johnson e Gopakumar, 2011). Uma vez implantado o cultivo, a maioria das atividades pode ser realizada na própria praia, à sombra de árvores, em barracas e ranchos, ou no mar, sobre jangadas. O barco também é um fator que impacta o valor do investimento;

em algumas localidades a possibilidade de receber um barco para trabalhar foi um dos itens do programa a atrair pescadores a participar (Namudu e Pickering, 2006).

Custos operacionais

Dentre os oito sistemas comparados por Valderrama et al. (2015) em estudo primeiramente publicado no manual da FAO (2013), a partir de pesquisas realizadas em seis países, o menor custo de produção por unidade foi obtido em Palawan, nas Filipinas, USD 3,6 (R\$ 13,50) por tonelada de alga seca. O mais alto custo de produção por unidade também foi obtido nas Filipinas, em Zamboanga, USD 111,11 por tonelada seca (R\$ 416,63).

No estudo acima citado os valores de venda referem-se à alga seca, enquanto, na região objeto do presente estudo, é o valor que a indústria local está disposta a pagar pelo produto fresco no local de cultivo. Assim, embora o custo de produção para o sudeste do Brasil calculado neste estudo para a alga fresca seja de R\$ 426,40 t⁻¹, ou USD 113.52, na melhor condição de produção (cultivo familiar, 5 ciclos, 5 t balsa⁻¹), o custo de produção da biomassa seca nestas condições seria de 7 a 10 vezes mais elevado, (USD 794.64 a USD 1.135.20 por tonelada de alga seca) pois são necessários de 7 a 10 kg de alga fresca para obter-se 1 kg de alga seca. I

Essa variação depende dos métodos e cuidados durante a secagem, tais como presença ou quantidade de sal, grau de secagem, presença de outros organismos, de areia, etc. os quais se refletem também na qualidade e condicionam o valor de venda. Embora o mercado local se disponha a comprar a alga fresca por R\$ 450,00, esses valores seriam totalmente incompatíveis com os que se praticam nos principais países produtores onde a espécie é produzida em grande escala e comercializado no mercado internacional como *commodity*. É importante salientar que em alguns desses países a mão-de-obra é composta por trabalhadores rurais que vivem abaixo da linha da pobreza (Valderrama et al, 2015).

A mão de obra e os respectivos encargos sociais no Brasil representam 42,6% dos custos operacionais no cultivo com 11 balsas no sistema familiar, enquanto a participação do valor estimado para o trabalho não remunerado em cultivos realizados em Visayas, Filipinas (Samonte, 2017) é de 10% a 14%. (Figura 16). O valor do trabalho não remunerado é sempre calculado pelo custo de oportunidade, representado pela remuneração que os indivíduos obteriam em outras atividades caso não houvesse opção de praticar a algicultura.

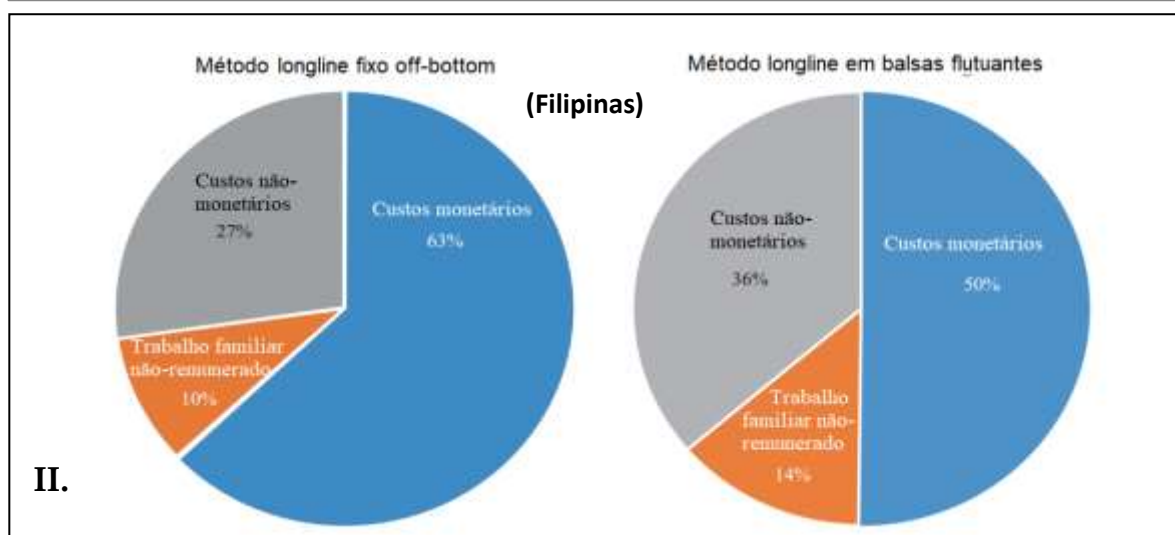
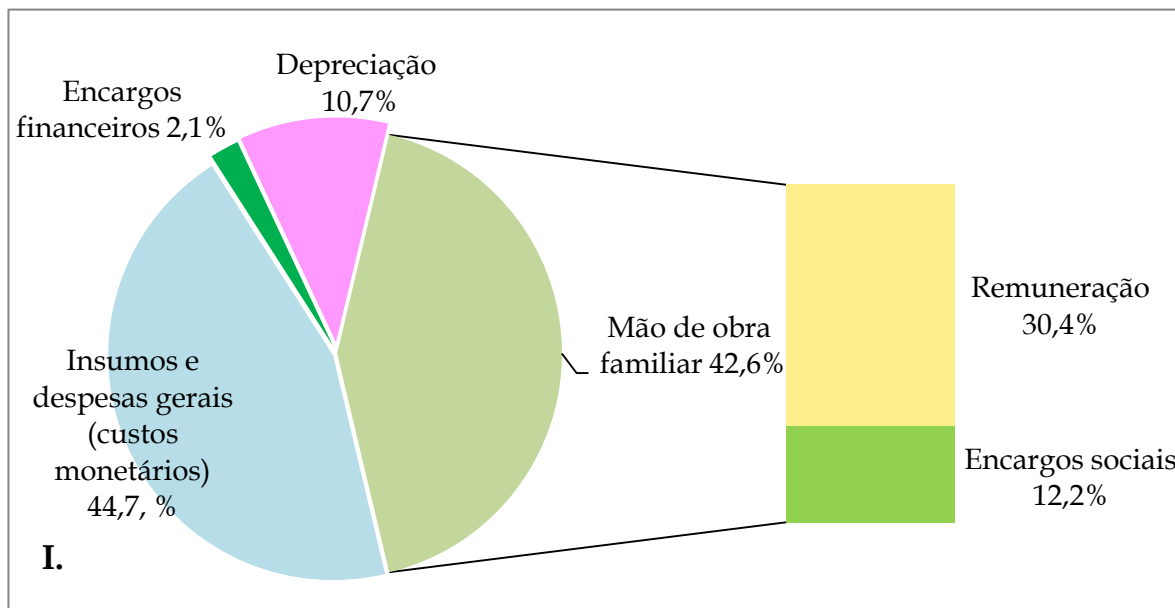


Figura 16. Composição dos custos operacionais do cultivo de espécies do gênero *Kappaphycus*. I. Estimativa para cultivo **familiar** no Brasil, com 11 balsas de PVC com redes tubulares. II. Composição do custo operacional estimado a partir de várias pesquisas de base com produtores de algas e focadas em discussões de grupos na região de Visayas, Filipinas, de 2000 a 2011. Fonte dos dados: Samonte (2017).

Produtividade

Este estudo obteve resultado positivo para o valor de venda R\$ 900,00 t⁻¹ para 25 balsas. Para manter o valor R\$ 450,00 t⁻¹ no contexto da pequena indústria nacional da carragenana atuando como compradora *in loco*, seria necessário dobrar a produtividade do cultivo para alcançar a viabilidade econômica. Ainda assim,

Considerem-se alguns fatores que podem influenciar a produtividade:

a) Temperatura

Paula et al., (2002) e Hayashi et al., (2007) observaram na região de Ubatuba, SP, que a taxa de crescimento está diretamente relacionada à temperatura. As maiores taxas de crescimento diário ocorreram de fevereiro a maio, declinando de julho a dezembro. Esse fator pode influenciar o número de ciclos.

b) Duração do ciclo

O ciclo de 55 dias considerado neste estudo é compatível com a informação de outros produtores, que consideram o intervalo de 50±5 dias, devido a eventuais dificuldades de realizá-la em datas fixas. A maioria das áreas de cultivo citadas encontram-se no entorno de pequenas ilhas, em locais mais profundos, sujeitos a alterações climáticas, tais como ventos e tempestades. Os produtores evitam intervalos maiores para evitar que a biomassa excessiva naufrague com as estruturas. A duração do ciclo entre 45 e 55 dias está compatível com o pico do período de crescimento exponencial já observado em estudos anteriores na região (Hayashi et al, 2007).

c) O número de ciclos

Consideramos que um ciclo completo compreende os períodos de plantio, de crescimento e de colheita, realizados de forma subsequente: 5 dias para plantio + 45 dias de crescimento + 5 dias para colheita = 55 dias. E o número de ciclos que se pode completar em um ano seriam 6, se se trabalhasse ininterruptamente. Aqui são excluídos 90 dias por ano: $(365 \text{ dias} - 90 \text{ dias}) / 55 \text{ dias de duração do ciclo} = 5 \text{ ciclos}$. A exclusão é considerada porque pode-se identificar os períodos de menor ou nenhum crescimento da alga (Bulboa e Paula, 2005; Góes e Reis, 2011), ou períodos de dedicação ou concorrência com outras atividades (Namudu e Pickering, 2006; Johnson e Gopakumar, 2011) em que não compensa realizar colheitas ou mesmo manter o cultivo na água.

Na Índia, apesar de haver interrupção na época das monções, um grupo de apoio mútuo de 5 pessoas consegue semear por dia 5 jangadas (quadros de bambu) de 3 x 3 m com 60 m de linhas cada, durante os primeiros 45 dias, ao fim dos quais iniciam-se colheitas também diárias, enquanto se faz novo plantio nas jangadas que se esvaziam (Johnson e Gopakumar, 2011). Com um máximo de 49 jangadas, semeadas durante sete semanas, essa organização e divisão de tarefas possibilita completarem-se 29 ciclos sobrepostos, mesmo fora do período das monções de verão e de inverno. Nesses lugares a alga é vendida seca (Zuniga-Jara e Marin-Riffo, 2016). O número de ciclos isolados compactados, com 5 colheitas considerado no presente estudo supõe a comercialização da macroalga em estado fresco, em quantidade igual ou superior a 10 t, condição para que a indústria compradora se disponha a deslocar-se para buscar o produto.

d) Qualidade das mudas

No presente estudo considerou-se a propagação vegetativa como método para obtenção de mudas, como ocorre na quase totalidade dos cultivos comerciais em todo o mundo. A partir de fragmentos do talo, são gerados clones do espécime original que, após grande número de culturas sucessivas, pode levar ao empobrecimento e à diminuição da produtividade.

Técnicas como a micropropagação estão sendo praticadas em laboratório e devem ser estimuladas para manter a qualidade, sanidade e alta produtividade das mudas (Dawes e Koch, 1991; Hayashi et al., 2007). O programa governamental para cultivo de *Kappaphycus* no México é estruturado com base em mudas produzidas em laboratório. Este método também produz clones, porém é possível acelerar e intensificar a propagação e qualidade das mudas, que têm um desempenho superior ao daquelas obtidas por meio de clonagens sucessivas realizadas nos próprios cultivos durante muitos anos. Apesar de o México também apresentar limitações devidas à sazonalidade da produção (Hurtado et al., 2001), o país foi apontado como o mais promissor para a expansão da atividade dentre outros na América Latina (FAO, 2013).

e) Manejo

A forma de manejo na colheita e no plantio pode influenciar a produtividade. As mudas devem ser separadas antes de enviar o produto da colheita para o comprador. Isso

significa aparar as pontas, que têm condição de se desenvolver mais rapidamente do que a região basal da macroalga sem os ápices.

f) Densidade

Msuya (2013) observou maiores taxas de crescimento ao reduzir a densidade no plantio, utilizando mudas de 50g, ao invés de 100 ou 150 g, distribuídas com igual espaçamento. Nosso estudo segue o padrão praticado na região sudeste: quatro mudas de 100 g destinadas ao plantio de cada metro linear de rede são retiradas da biomassa produzida, operação que se reflete no total da produção para venda e por consequência, na receita.

Se redução do tamanho das mudas (g), frequência de distribuição nas redes (unidade m^{-1}), distância entre linhas ou redes (m) e taxas de crescimento diárias - DGR (%) forem monitoradas e equacionadas em cada local de cultivo pode-se estabelecer limites que permitam elevar efetivamente a produtividade.

g) Doenças, epifitismo e herbivoria

A principal e praticamente única doença provocada por micro-organismos que pode incidir sobre os cultivos é o *ice-ice* (que acarreta o aparecimento de áreas esbranquiçadas nos talos e pode provocar a morte do organismo exposto prolongadamente a baixas salinidades). *Ice-ice*, epifitismo e herbivoria, e a maneira de serem controladas através do manejo também são fatores que impactam a produtividade (Wakibia, 2006; Zuniga-Jara e Marin-Riffo, 2016).

A herbivoria é controlada com o uso de redes protetoras já citadas e consideradas no presente estudo. O manejo profilático dos talos acometidos por *ice-ice* e por epifitismo deve fazer parte da rotina dos cultivos; sendo realizado no tempo de trabalho contratado permanentemente, não impacta diretamente o custo operacional. Entretanto, a frequência da incidência desses eventos poderá ocupar mais tempo dentro da rotina do trabalhador contratado; a partir de um limite a ser definido, pode requerer contratação adicional de pessoal. Isso pode influenciar os custos, caso se planeje a expansão do cultivo em novas unidades, ou sua transferência para outro local. Essa decisão refletiria temporariamente no custo de produção, já que o valor do trabalho constitui a maior parte dos custos operacionais.

h) Tamanho do cultivo e implicações legais

Número de balsas: Maiores profundidades e maior amplitude das marés exigem maior distância entre as balsas, para impedir o seu abalroamento, reduzindo a área disponível quando essa área é limitada.

O tamanho do cultivo empresarial proposto inicialmente no presente estudo considerou uma profundidade de 8 m, e igual distância entre balsas. Essa profundidade é possível de ser encontrada à proximidade mínima da costa da região em que é permitida a instalação de estruturas para aquicultura, de 200 m a partir da praia e 80 m a partir da costeira. E considerou a máxima área que pode ser requerida por uma pessoa física para um cultivo de baixo impacto no litoral Norte de São Paulo: 2 ha, ou 20.000 m² (SÃO PAULO, 2017). Considerando uma profundidade máxima de 3 m e igual distância entre as balsas é possível instalar 25 balsas de 80 m em posição diagonal em um retângulo de 250 X 80 m = 20.000 m², ou 2 ha.

Comprimento das linhas ou redes: O estudo que avaliou a dimensão socioeconômica do cultivo de carragenófitas revelou que, nas condições observadas no sistema analisado na Tanzânia, não há sustentabilidade nem possibilidade de suplantarmos a linha da pobreza em cultivos menores do que 2 km de linhas (FAO, 2013; Valderrama, 2015). No cultivo brasileiro, o número máximo de redes colocado em um módulo foi de 11 redes de 5 metros = 55 m, ou 880 m de redes por balsa, ainda assim, sem apresentar sustentabilidade nas condições nacionais para menos de 9.680 m de redes.

Maiores cultivos tendem a ser viáveis na sua operação ao longo do ciclo, pela possibilidade de melhor aproveitamento da mão-de-obra contratada ou temporária, e oferecer melhor retorno do investimento em equipamentos, embarcações e estruturas na retroárea.

Sendo o cultivo de macroalgas realizado a menos de 0,5 m da superfície e não implicando em efeitos potencialmente poluidores e sim, pelo contrário, mitigadores, o conceito de “aquicultura de baixo impacto” utilizado para a lei de zoneamento ecológico-econômico no estado de São Paulo teria de ser revisto à luz dos mesmos critérios que estabeleceram a dispensa de licença ambiental para cultivos de macroalgas se realizadas em áreas até 10 ha na legislação paulista (SÃO PAULO, 2016; 2017).

Modelo de avaliação

O presente modelo de avaliação consistiu na tomada instantânea de um contexto proposto com a finalidade de obter resultados exatos, que caracterizassem pontualmente a experiência ainda inicial dos cultivos comerciais, sejam empresariais ou familiares, no Sudeste do Brasil. Não obstante, uma série de variáveis podem ser consideradas e contrapostas em modelos dinâmicos de avaliação para cada sítio, cada comunidade, cada contexto socioeconômico e ambiental em que se pretender implantá-los.

Um modelo dinâmico que relaciona parâmetros que afetam a produtividade do cultivo com base na tecnologia local foi proposto para avaliar de forma simples a viabilidade econômica de cultivos em pequena escala para comunidades de pescadores artesanais de baixa renda no estuário do Vellar, na Índia (Zuniga-Jara e Marin-Riffo, 2016). Esse tipo de modelo, visando o aumento do rendimento e da produtividade, poderiam ser adotados no litoral da região sudeste do Brasil para analisar a possibilidade de implantação de futuros empreendimentos.

Disponibilidade de recursos

O setor pode se organizar a partir do interesse de produtores individuais, mas para atender a demandas sociais, políticas públicas para viabilizar o início das atividades são necessárias.

Os critérios para seleção de possíveis beneficiados pelo programa governamental indiano, é não ser inadimplente com qualquer instituição ou governo e a vontade ou interesse do agricultor em adotar o cultivo de *K. alvarezii*, além da proximidade da costa (Johnson e Gopakumar, 2011).

Na percepção de comunidades pobres na costa da Tanzânia onde são aplicados programas que aliam conservação e sustentabilidade econômica, os que melhor impactam e mais progridem são aqueles mais longos e que demandam maior investimento de tempo e recursos (Tobey e Torell, 2006).

CONCLUSÃO

Baseado nos fatores de produção e valores usuais de comercialização apresentados neste estudo, o monocultivo de *Kappaphycus alvarezii* não apresenta viabilidade econômica

pelo sistema empresarial para o monocultivo em 13 balsas em 2 ha em nenhum dos cenários propostos. Concluímos que a viabilidade comercial do monocultivo de *K. alvarezii* nestas condições só poderia ser alcançada com preços de venda mais altos, dobrando a produtividade sem aumentar os custos operacionais, ou aumentando o tamanho dos cultivos. Para tanto, é necessária a proposição de modelos dinâmicos de avaliação para a implantação de novos cultivos, considerando, caso a caso, os fatores de produtividade influentes em cada sítio. Locais com menores profundidades, minimamente distantes da praia que possam dispensar o uso de embarcações a motor para os trabalhos de plantio e colheita, da moradia ou da via de acesso dos trabalhadores, podem diminuir sensivelmente os custos de implantação, de operação e de manutenção dos cultivos. Sem flexibilidade do mercado para a aquisição do produto a preços mais convenientes para o produtor, nem a possibilidade legal de utilizar maiores áreas para implantação de um maior número de balsas, o cultivo nos moldes empresariais para exclusiva venda do produto fresco para a indústria de carragenana não é um empreendimento viável.

Já pelo sistema familiar, o monocultivo apresentou viabilidade a partir de 11 balsas, pois conta com a reorganização do sistema de remuneração do trabalho. A natureza do trabalho familiar, caracterizado pela diversificação de tarefas, adaptabilidade a variações sazonais e a eventual disponibilidade de mão de obra com flexibilidade de remuneração, oferece um panorama promissor. A aquisição de novas tecnologias de cultivo, o consórcio com outras espécies aquícolas não-dependentes de ração e a agregação de valor por meio do domínio das fases subsequentes de beneficiamento e aproveitamento integral da macroalga apontam para a possibilidade de crescimento e evolução do setor.

REFERÊNCIAS

- ANP 2018. Agência Nacional do Petróleo - Superintendência de Participações Governamentais. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/royalties-e-outras-participacoes/royalties>>.
- Barros-Barreto, M. B. B.; Marinho, L. C.; Reis, R. P.; da Mata, C. S.; Ferreira, P. C. G. 2013. *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) cultivated in Brazil: is it only one species? *Journal of Applied Phycology*, 25(4), 1143-1149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9952-8>.
- Bindu, M.S.; Levine, I.A. 2011. The commercial red seaweed *Kappaphycus alvarezii*-an overview on farming and environment. *Journal of Applied Phycology*, 23(4):789-796. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9570-2>.
- Bulboa, C.; de Paula, E. J.; Chow, F. 2008. Germination and survival of tetraspores of *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) introduced in subtropical waters of Brazil. *Phycological Research*, 56(1): 39-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1835.2008.00483.x>.
- Bulboa, C.R.; Paula, E.J. 2005. Introduction of non-native species of *Kappaphycus* (Rhodophyta, Gigartinales) in subtropical waters: Comparative analysis of growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* in vitro and in the sea in south-eastern Brazil. *Phycological Research*, 53(3):183-188. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-183.2005.00385.x>.
- Castelar, B.; de Siqueira, M. F.; Sánchez-Tapia, A.; Reis, R. P. 2015. Risk analysis using species distribution modeling to support public policies for the alien alga *Kappaphycus alvarezii* aquaculture in Brazil. *Aquaculture*, 446, 217-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.012>.
- Castelar, B.; Reis, R. P.; Moura, A. L.; Kirk, R. 2009b. Invasive potential of *Kappaphycus alvarezii* off the south coast of Rio de Janeiro state, Brazil: a contribution to environmentally secure cultivation in the tropics. *Botanica Marina*, 52(4): 283-289. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/BOT.2009.002>.
- Castelar, B.; Reis, R.P.; Bastos, M. 2009a. Contribuição ao protocolo de monitoramento ambiental da maricultura de *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva (Areschougaceae - Rhodophyta) na baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(3): 613-617 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062009000300001>.
- Costa, M.A.; Paula, E.J.; Chow, F. 2015. Avaliação do potencial do extrato da macroalga marinha *Kappaphycus alvarezii* como fertilizante orgânico, para uso via tratamento de semente e pulverização foliar na cultura de soja. 70 f. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIOESTE1_34ecf7be81c791757951e28db4fd4a88>.
- DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação - Marinha do Brasil. Normas 17. Normas da autoridade marítima para auxílios à navegação. Propósito: estabelecer normas, procedimentos e instruções sobre auxílios à navegação, para aplicação nas Águas Jurisdicionais Brasileiras para a segurança da navegação, salvaguarda da vida humana

no mar e prevenção de poluição nas vias navegáveis. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dhn/sites/www.marinha.mil.br.dhn/files/normam/NORMAM-17%20%28REV.4%29.pdf>>.

- Doty, M.S.; Norris, J.N. 1985. *Eucheuma* species (Solieriaceae, Rhodophyta) that are major sources of carrageenan. In Abbott IA, Norris JN (Ed.). Taxonomic of economic seaweeds: with reference to some Pacific and Caribbean species. California Sea Grant College Program. III: 47-61. Disponível em <<https://escholarship.org/uc/item/6xm1n104>>.
- Fagundes, L.; Henriques, M.B.; Ostini,S; Gelli, V.C. 1997. Custos e benefícios da mitilicultura em espinhel no sistema empresarial e familiar. *Informações Econômicas*, 27(2), 33:48. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/1997/tec3-0297.pdf>>.
- Góes, H. G.; Reis, R. P. 2011a. An initial comparison of tubular netting versus tie-tie methods of cultivation for *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) on the south coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 607-613. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9647-y>.
- Góes, H.G.; Reis, R.P. 2011b. Temporal variation of the growth, carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated at Sepetiba bay, southeastern Brazilian coast. *Journal of Applied Phycology* 24(2): 173-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-011-9665-4>.
- Hayashi, L.; de Paula, E. J.; Chow, F. 2007 b. Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 19(5): 393-399. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9135-6>.
- Hayashi, L.; Oliveira, E. C.; Bleicher-Lhonneur, G.; Boulenguer, P.; Pereira, R. T.; von Seckendorff, R.; ... Critchley, A. T. 2007a. The effects of selected cultivation conditions on the carrageenan characteristics of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 19(5): 505. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-007-9163-x>>.
- Hayashi, L.; Yokoya, N.S.; Kikuchi, D.M.; Oliveira, E.C. 2007b. Callus induction and micropropagation improved by colchicine and phyto regulators in *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae). In: Borowitzka M.A., Critchley A.T., Kraan S., Peters A., Sjøtun K., Notoya M. (eds) Nineteenth International Seaweed Symposium. *Developments in Applied Phycology*, vol 2. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9619-8_25.
- Hayashi, L.; Reis, R.P. 2008. Nutrients removed by *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. *Aquaculture*, 277, 3(4):185-191. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.024>.
- Hayashi, L.; Santos, A.A.; Faria, G.S.; Nunes, B.G.; Souza, M. S.; Fonseca, A. L.; ... Bouzon, Z. L. 2011. *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) cultivated in subtropical waters in Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 337-343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9135-6>.
- Hayashi, L.; Faria, G.S.; Nunes, B.G.; Zitta, C.S.; Scariot, L.A.; Rover, T.; Marthiellen, R.L.F.; Bouzon, Z.L. 2011. Effects of salinity on the growth rate, carrageenan yield, and cellular structure of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultured in vitro. *Journal of*

- Applied Phycology, 23(3), 439-447. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-010-9595-6>.
- Hayashi, L.; Bulboa, C.; Kradolfer, P.; Soriano, G.; Robledo, D. 2014. Cultivation of red seaweeds: a Latin American perspective. *Journal of Applied Phycology*, 26(2): 719-727. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0143-z>.
- Hurtado, A.Q.; Agbayani, R.F.; Sanares, R.; de Castro-Mallare, M.T.R. 2001. The seasonality and economic feasibility of cultivating *Kappaphycus alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines. *Aquaculture*, 199(3-4), 295-310. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00553-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00553-6).
- IBAMA 2008. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Instrução Normativa nº 185, de 22 de julho de 2008. Permite o cultivo de *Kappaphycus alvarezii* no litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, exclusivamente, na área compreendida entre a Baía de Sepetiba (RJ) e a Ilha Bela (SP) (...). Diário Oficial da União, Brasília, 23 de julho de 2008, nº 140, Seção 1, p. 60.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conheça as cidades e Estados do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.
- Johnson, B.; Gopakumar, G. 2011. Farming of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* in Tamil Nadu coast - status and constraints Marine Fisheries Information Service T&e Ser. Mandapam 208:1-5. Disponível em: <http://eprints.cmfri.org.in/8882/1/208-1.pdf>.
- La Ode, M. A.; Iba, W.; Ingram, B. A.; Gooley, G. J.; de Silva, S. S. 2015. Mariculture in SE Sulawesi, Indonesia: Culture practices and the socio economic aspects of the major commodities. *Ocean & Coastal Management*, 116: 44-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.028>.
- Marques, H.L.A., Galvão, M.S.N.; Garcia, C.F.; Henriques, M.B. 2018. Economic analysis of scallop culture at the north coast of São Paulo State, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 44(3): 290-290. DOI: <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2018.290>.
- Martin, N. B.; Serra, R.; Antunes, J. F. G.; Oliveira, M. D. M.; Okawa, H. 1994. Custos: sistema de custo de produção agrícola. *Informações Econômicas*, 24(9): 97-122. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec1-0994.pdf>.
- Matsunaga, M.; Bemelmans, P. F.; Toledo, P. E. N. de; Dullely, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, 23(1):123-139.
- Msuya, F.E. 2013. Effects of stocking density and additional nutrients on growth of the commercially farmed seaweeds *Eucheuma denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in Zanzibar Tanzania. Disponível em: <http://repository.udsm.ac.tz:8080/xmlui/handle/123456789/881>.
- Namudu M.T.; Pickering T.D. 2006. Rapid survey technique using socio-economic indicators to assess the suitability of Pacific island rural communities for *Kappaphycus* seaweed farming development. *Journal of Applied Phycology*, 8/3(5): 241-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-006-9023-0>.
- Neish, I.C.; Suryanarayan, S. 2017. Development of eucheumatoid seaweed value-chains through carrageenan and beyond. *Tropical seaweed farming trends, problems and opportunities*: 173-192. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_12.

- Oliveira Filho, E. C.; Paula, E. J. 2003. Exotic seaweeds: friends or foes?. In: 17th International Seaweed Symposium, 2003, Cape Town. Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium. Oxford: Oxford University Press, 2001. 17: 87-93.
- Oliveira, E.C. 2005. Considerações sobre o impacto ambiental do cultivo da alga *Kappaphycus alvarezii* na costa sudeste do Brasil. Boletim Ficológico, Ano 24.
- Paula, E. J.; Erbert, C.; Pereira, R. T. L. 2001. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) in vitro. Phycological research, 49(3), 155-161. DOI: <http://dx.doi.org/1008085614360>.
- Paula, E. J.; Pereira, R. T. L.; Ohno, M. 1999. Strain selection in *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) using tetraspore progeny. In Sixteenth International Seaweed Symposium (pp. 625-635). DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/a:1008085614360>.
- Paula, E. J.; Pereira, R. T. L.; Ohno, M. 1999. Strain selection in *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) using tetraspore progeny. In Sixteenth International Seaweed Symposium: 625-635. DOI: <http://dx.doi.org/1008085614360>.
- Pedra, A.G.; L. M., Ramlov, F.; Maraschin, M.; Hayashi, L. 2017. Cultivation of the red seaweed *Kappaphycus alvarezii* with effluents from shrimp cultivation and brown seaweed extract: Effects on growth and secondary metabolism. Aquaculture, 479: 297-303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.06.005>.
- Pereira, O.M.; Henriques, M.B.; Fagundes, L. 1998. Viabilidade da criação de ostra *Crassostrea gigas* no litoral das regiões sudeste e sul do Brasil. Informações Econômicas, 28(8): 7-21.
- Periyasamy, C.; Anantharaman, P.; Balasubramanian, T. 2013. Social upliftment of coastal fisher women through seaweed (*Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty) farming in Tamil Nadu, India. Journal of Applied Phycology, 26(2): 775-781. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-013-0228-8>.
- Reis, R. P. 2007a. Monitoramento ambiental da alga exótica *Kappaphycus alvarezii* cultivada comercialmente nas baías de Sepetiba e da Ilha Grande, RJ. Relatório Técnico para o CEPESUL - Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
- Reis, R.P.; Bastos, M.; Góes, H.G. 2007b. Cultivo de *Kappaphycus alvarezii* no litoral do Rio de Janeiro: subsídios ao monitoramento ambiental da produção em escala industrial. Panorama da Aquicultura, 99: 42-47. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/99/CultivosDeAlgas02.asp>.
- Reis, R. P. 2009. Caracterização da assembléia fitobentônica da praia do Kutuca, ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasilica, 23, 297-304.
- Reis, R.P.; Castelar, B.; Santos, A.A. 2017. Why is algaculture still incipient in Brazil? Journal of Applied Phycology, 29(2): 673-682. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-016-0890-8>.
- Robledo, D., Freile-Peigrín, Y. 2010. Prospects for the cultivation of economically important carrageenophytes in Southeast Mexico. Journal of Applied Phycology, 23-3: 415-419. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9585-8>.

- Samonte, G.P.B. 2017. Economics of *Kappaphycus* spp. Seaweed Farming with Special Reference to the Central Philippines. *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities*, 147-154. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_9.
- Sanches, E.G.; Henriques, M.B.; Fagundes, L., Silva, A.A. 2006. Viabilidade econômica do cultivo da garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*) em tanques rede, região sudeste do Brasil. *Informações Econômicas* 36(8):5-25.
- Sanches, E.G.; Seckendorff, R.W.; Henriques, M.B; Fagundes, L.; Sebastiani, E.F. 2008. Viabilidade econômica do cultivo do bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. *Informações Econômicas*, 38(12):42-51. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/tec4-1208.pdf>>.
- Santos, A. A.; Souza, R. V.; Novaes, A. L. T.; Mattar, G.; Hayashi, L. 2010. O cultivo da *Kappaphycus alvarezii* como alternativa para maricultores catarinenses. *Panorama da Aquicultura*, Laranjeiras, 20: 24-29.
- São Paulo (Estado) 1977a. Decreto nº 9.414, de 20 de janeiro de 1977. Cria o Parque Estadual de Ilhabela e dá providências correlatas.
- São Paulo (Estado) 1977b. Decreto Estadual 9.629, de 29 de março de 1977. Cria o Parque Estadual da Ilha Anchieta e dá providências correlatas.
- São Paulo (Estado) 1977c. Decreto nº 10.251, de 30 de agosto de 1977. Cria o Parque Estadual da Serra do Mar e dá providências correlatas.
- São Paulo (Estado) 1983. Secretaria de Estado da Cultura. Resolução n.º 7 de 01 de março de 1983 cria o Núcleo Caiçara de Pinçinguaba.
- São Paulo (Estado) 2016. Decreto Nº 62.243, de 01 de novembro de 2016. Dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas.
- São Paulo (Estado) 2017. Decreto Nº 62.913, de 08 de novembro de 2017. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, e dá providências correlatas.
- Schuh, E.; Alves, E. 1973. Agricultura de subsistência: teste de um modelo de equilíbrio subjetivo nas condições do Brasil. Pastore, José. *Agricultura e Desenvolvimento*, 150-171.
- Shang, Y.C. 1990. *Aquaculture economic analysis: an introduction*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 211 p.
- SIGRH 2018. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Quadro 37. Unidades de Conservação do Litoral do Estado De São Paulo. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/r0estadual/quadro37.htm>>.
- Valderrama, D.; Cai, J.; Hishamunda, N.; Ridler, N.; Neish, I. C.; Hurtado, A. Q.; Msuya, F. E.; Krishnan, M.; Narayanakumar, R.; Kronen, M.; Robledo, D.; Gasca-Leyva, E.; Fraga, J. 2015. The economics of *Kappaphycus* seaweed cultivation in developing countries: a comparative analysis of farming systems. *Aquaculture Economics & Management*, 19(2), 251-277. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13657305.2015.1024348>.
- Yokoya, N. S.; Stirk, W. A.; Van Staden, J.; Novák, O.; Turečková, V.; Strnad, M. 2010. Endogenous cytokinins, auxins, and abscisic acid in red algae from Brazil. *Journal of*

Applied Phycology, 46(6): 1198-1205. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00898.x>.

Zuniga-Jara, S.; Marin-Riffo, M. 2016. Bioeconomic analysis of small-scale cultures of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty in India. *Journal of Applied Phycology*, 28: 1133-1143. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0616-3>.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados obtidos neste estudo tenham revelado a inviabilidade econômica do cultivo de *Kappaphycus* nas condições primeiramente testadas, o contexto nacional e internacional aponta no cultivo de macroalgas como uma importante tendência capaz de gerar melhoramentos sociais econômicos e ambientais. Nesse contexto, é inegável o papel da espécie *Kappaphycus alvarezii* como espécie-chave para cultivos em regiões tropicais, tal como outras espécies animais e vegetais que apresentaram condições zootécnicas e fitotécnicas para justificar a sua expansão ao longo da história humana.

Além da Carragenana:

Os grandes empreendimentos de macroalgas priorizam a produção massiva de carragenana e não estimulam o desenvolvimento de outros produtos com maior valor, seja para a alimentação humana ou outros fins; por outro lado, a estruturação de cadeias regionais, com parceiros cooperados ou associados, pode ajudar a identificar novas oportunidades e demandas no mercado regional e nacional e desenvolver produtos para venda ao consumidor e uma logística própria, com menos agentes intermediários.

As grandes corporações alimentícias instaladas no Brasil estão adaptadas à importação de algas e derivados, porém o mercado brasileiro é muito vasto e geograficamente distante dos grandes produtores. Pode haver nichos em que a aquisição de carragenana seja mais compensadora em pequena escala, segundo o princípio da economia de proximidade, com metas de autossuficiência. O estabelecimento de mais empresas processadoras pode ser um fator de estabilidade dos preços, garantindo um preço que garanta a viabilidade dos cultivos, mesmo que esse preço tenda a flutuar de acordo com diversos fatores.

Os pontos de cultivo encontrados no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, onde também se encontra a principal refinaria industrial de carragenana e compradora do produto fresco, indicam que os poucos produtores que persistem há mais de uma década nessa região tenham encontrado condições favoráveis a se manterem na atividade. De fato, ao menos dois desses pontos são geridos pela própria refinaria. Esta mantém contabilidade independente para a produção e o refino. Tem a seu favor a condição de comprar materiais para a confecção de balsas em volumes e a preços de atacado, bem como de utilizar a retroárea da refinaria para a confecção das estruturas, e seus responsáveis se dispõem a equipar

produtores que se disponham a fornecer-lhes o produto com regularidade. Quanto ao trabalho contratado, são praticados a valores mais baixos do que os aqui propostos (1,1 salário mínimo para os auxiliares) é dispensada a presença do técnico, uma vez que o empresário realiza todo o trabalho de orientação e coordenação dos auxiliares. Estes têm direito à participação de 5% na produção, como forma de estímulo as melhores práticas e melhores resultados.

Outros produtores organizaram-se de modo a depender de menos trabalho contratado, fazendo a gestão e quase todo o trabalho, de forma intensa e permanente, de forma que mais se assemelha ao sistema familiar, considerando a possibilidade de contratação temporária de até duas pessoas. Têm na algicultura uma atividade complementar à pesca, ou a pequenos empreendimentos e serviços no ramo de hospedagem ou alimentação, ou desenvolvem cultivos consorciados com mexilhões *Perna perna* ou vieiras *Nodipecten nodosus*.

Entre os produtores remanescentes no estado de São Paulo, o domínio de fases mais adiantadas do processamento e a conseqüente agregação de valor são vistos como necessidade e tendência atual. Estes produtores expressam, no momento deste texto, grande compromisso com o controle de riscos ambientais, desempenhando papel fundamental no propósito de monitoramento da presença e eventual disseminação da macroalga no ambiente, de modo a atender às diretrizes preconizadas na legislação.

A percepção geral dos produtores é de uma grande necessidade de avançar e dominar outros elos na cadeia produtiva, como as técnicas de processamento de carragenana ou a venda no varejo para outros fins, como a culinária, em restaurantes sofisticados da região. Estudos sociológicos podem ser realizados para avaliar se essa apropriação poderá se dar de forma coletiva, construindo-se uma rede de cooperação, dentro dos princípios de proximidade, com baixa tecnologia, usando recursos locais que valorizem o ser humano.

A seleção de locais apropriados é fundamental para se alcançar os melhores resultados. Futuras metas de pesquisa poderão abordar cultivos-teste em locais com ambiente propício e em que haja pessoas interessadas em ingressar na atividade. Também são indicadas futuras pesquisas quantitativas relativas aos demais elos da cadeia produtiva e a questões de logística. Análises técnicas locais devem preceder as análises econômicas, também locais ou regionais e estas devem ser padronizadas para poder aferir resultados.

Pode-se desenvolver um programa de treinamento de produtores para realizarem registros sistemáticos e planejamento econômico. É pertinente, também, a investigação da

relação custo-benefício de materiais alternativos. É importante também um olhar sob o prisma da ecologia humana, observando o conceito de resiliência envolvido na manutenção de modos de vida ligados ao mar, a conservação e a remediação ambiental que pode ser proporcionada pelas algas, de modo a mensurar outros ganhos possíveis além dos que justificam políticas de inclusão social. Enfim, estratégias de planejamento e sistemas de produção devem ser estudados e revistos de modo a estimular o cultivo empresarial e familiar de macroalgas, tanto da *Kappaphycus alvarezii* como de algas nativas no litoral da região Sudeste do Brasil.