

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
ENGENHARIA DE AQUICULTURA

TAYNA SILVEIRA DA COSTA

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA A IMPLANTAÇÃO DE CULTIVOS
COMERCIAIS DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* EM SANTA CATARINA**

FLORIANÓPOLIS

2019

Tayna Silveira da Costa

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA A IMPLANTAÇÃO DE CULTIVOS
COMERCIAIS DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* EM SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Aquicultura.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leila Hayashi

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Costa, Tayna Silveira da
AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA A IMPLANTAÇÃO DE CULTIVOS
COMERCIAIS DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* EM SANTA
CATARINA / Tayna Silveira da Costa ; orientador, Leila
Hayashi, 2019.
30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Algocultura. 3.
Aquicultura. 4. Carragenana. 5. Maricultura. I. Hayashi,
Leila. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia de Aquicultura. III. Título.

Tayna Silveira da Costa

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR PARA A IMPLANTAÇÃO DE CULTIVOS
COMERCIAIS DA MACROALGA *Kappaphycus alvarezii* EM SANTA CATARINA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira de Aquicultura e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação

Florianópolis, 26 de novembro de 2019.

Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Leila Hayashi, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Alex Alves dos Santos, Dr.
EPAGRI

Thallis Felipe Boa Ventura, Me.

Dedico este trabalho ao meu mano, Paulinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, que sacrificaram noites de sono e dias de descanso, em suas duplas jornadas de trabalho, para me proporcionarem conforto e tempo para me dedicar exclusivamente à minha formação. Pai, você é vitorioso por me ensinar a importância dos estudos. Mãe, você é meu exemplo de mulher forte e doce, eu quero ser como você. Obrigada, por acreditarem em mim até quando eu mesma não acreditei.

Agradeço aos meus irmãos, que me fazem sentir amada. Obrigada, Djavan por respeitar o meu espaço. Obrigada, Denner por me ensinar a humildade de reconhecer seus erros e superar os preconceitos. Obrigada, Kauãzinho por ser minha dose diária de carinho e por todos os sanduíches que mataram minha fome. Obrigada, Paulo por me proteger de onde você está.

Agradeço toda minha família, que me fazem sentir especial. Cada um tem um pedacinho em mim e me fazem ser o que sou hoje.

Agradeço todos os meus amigos. Aqueles que fiz na infância, adolescência e que permanecem do meu lado até hoje. Mas um agradecimento especial é para os que fiz durante a graduação (principalmente, Caroline, Laila, Rafaela, Rebeqa e Yasmin). Vocês fizeram estes anos mais leves e menos cansativos, passaram junto comigo noites sem dormir para entregar projetos no prazo, sacrificaram finais de semanas estudando e se dedicaram a tornar o curso melhor para todos, mas também me proporcionaram longas risadas, daquelas que dói a bochecha e falta o ar. É disso que vou lembrar no futuro.

Agradeço aos professores toda dedicação e conhecimento passado. Obrigada, pelos ensinamentos de suma importância a minha formação profissional e também pessoal. Um agradecimento especial vai para minha orientadora, Leila Hayashi, que admiro e me inspiro. Obrigada, por cada bronca dada para minha evolução e por cada elogio e motivação.

Agradeço aos colegas de laboratório e a equipe da Epagri pelo tempo e apoio me dado. Sem vocês este trabalho não seria possível.

Agradeço a Jussara por toda dedicação, ajuda, atenção, elogiou, carinho e apoio. Você alegra os dias com sua energia e aquece o coração de todos com seu amor.

Agradeço a mim mesma, por reconhecer a importância de todos e saber que sem cada um de vocês eu não conseguiria alcançar os meus objetivos.

RESUMO

A macroalga *Kappaphycus alvarezii* tem grande importância econômica, social e ambiental, pois o uso de seu ficocolóide (carragenana) é amplamente usado na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia; seu cultivo pode ser fonte de renda aos maricultores, e como a maioria das macroalgas, possui capacidade de mitigar a eutrofização da água. O cultivo desta espécie em regiões de clima subtropical pode ser comprometido nos meses mais frios do ano, pois seu crescimento ocorre em temperaturas entre 20 °C e 30 °C. Este trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação prévia de quatro pontos de cultivo entre o norte e sul do litoral de Santa Catarina, analisando a influência da temperatura nas taxas de crescimento de duas linhagens (verde e marrom) e rendimento de carragenana. Os cultivos foram realizados no mar entre os meses de fevereiro a junho na Ponta do Sambaqui, Ribeirão da Ilha, Governador Celso Ramos e Penha. A taxa de crescimento mínima foi de $1,03 \pm 0,38\%$ dia⁻¹ e máxima de $5,42 \pm 0,16\%$ dia⁻¹ na Ponta do Sambaqui. No Ribeirão da Ilha foi de $3,69 \pm 0,31\%$ dia⁻¹ e $4,31 \pm 0,15\%$ dia⁻¹ para taxas de crescimento mínima e máxima, respectivamente. Em Governador Celso Ramos, a taxa de crescimento variou de $2,95 \pm 0,69\%$ dia⁻¹ a $3,45 \pm 1,05\%$ dia⁻¹ e em Penha, de $2,35 \pm 0,09\%$ dia⁻¹ a $2,80 \pm 0,30\%$ dia⁻¹. Os rendimentos de carragenana foram de 21,27% e 33,55% na Ponta do Sambaqui e 41,88% no Ribeirão da Ilha. Nos outros pontos não foi possível fazer análise de carragenana por falta de biomassa. Não houve diferenças significativas no crescimento entre as linhagens e foi possível observar influência da temperatura nas taxas de crescimento. As algas cultivadas nos quatro locais apresentaram boas taxas de crescimento e rendimentos de carragenana próximas as encontradas em outros cultivos de regiões de clima subtropical. Plantas cultivadas em Penha, em particular, apresentaram taxas de crescimento elevadas no mês de junho, podendo ser uma opção para a manutenção dos cultivos no inverno em Santa Catarina. aquelas cultivadas no Ribeirão da Ilha, apresentaram rendimento de carragenana superior as carragenanas comerciais.

Palavras-chave: Algocultura. Aquicultura. Carragenana. Maricultura.

ABSTRACT

Kappaphycus alvarezii is economically, socially and environmentally important, because its phycocolloid (carrageenan) is widely used in the pharmaceutical, cosmetic and food industries; its cultivation can be a source of income for producers, and like most of seaweed, it has ability to mitigate water eutrophication. The cultivation of this species in subtropical regions can be compromised in colder months of the year because the best growth happens at temperatures between 20 °C and 30 °C. This work aimed to make a preliminary evaluation of four Santa Catarina cultivation points between the north and south of the coastline, analyzing the influence of the temperature in the growth rates of two strains (green and brown) and carrageenan yield. Cultivations were carried out at sea from February to June in Ponta do Sambaqui, Ribeirão da Ilha, Governador Celso Ramos and Penha. The minimum growth rate was $1.03 \pm 0.38\% \text{ day}^{-1}$ and maximum of $5.42 \pm 0.16\% \text{ day}^{-1}$ in Ponta do Sambaqui. In Ribeirão da Ilha the minimum and maximum growth rate was $3.69 \pm 0.31\% \text{ day}^{-1}$ and $4.31 \pm 0.15\% \text{ day}^{-1}$, respectively. In Governador Celso Ramos, the growth rate varied from $2.95 \pm 0.69\% \text{ day}^{-1}$ to $3.45 \pm 1.05\% \text{ day}^{-1}$ and in Penha from $2.35 \pm 0.09\% \text{ day}^{-1}$ to $2.80 \pm 0.30\% \text{ day}^{-1}$. Carrageenan yields were 21.27% and 33.55% in Ponta do Sambaqui and 41.88% in Ribeirão da Ilha. No carrageenan analysis was made in samples from other places due to lack of biomass. There were no significant differences in growth between strains and the influence of the temperature on growth rates was evident. Seaweeds cultivated in the four points showed good growth rates and carrageenan yields close to those found in other subtropical climate crops. Plants cultivated in Penha, particularly, showed high growth rates in June, and this place can be considered an option to crops maintenance during the winter in Santa Catarina. Those plants cultivated in Ribeirão da Ilha, presented higher carrageenan yield than commercial samples.

Keywords: Algoculture. Aquaculture. Carrageenan. Mariculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Locais de cultivo.	14
Figura 2 – Linha do tempo com os períodos de cultivo de cada localidade.....	15
Figura 3 – Croqui com vista superior do sistema de cultivo....	15
Figura 4 – Taxa média de crescimento das linhagens verde e marrom para os cultivos de fevereiro a março e maio a junho na Ponta do Sambaqui (A). Valores de temperatura máxima, mínima e média para os meses de cultivo na Ponta do Sambaqui (B)..	19
Figura 5 – Taxa média de crescimento (% dia ⁻¹) das linhagens verde e marrom para os cultivos de fevereiro a março e março a maio Ribeirão da Ilha (A). Valores de temperatura máxima, mínima e média para os meses de cultivo no Ribeirão da Ilha (B)...	20
Figura 6 – Taxa média de crescimento (% dia ⁻¹) das linhagens verde e marrom da Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha, no período de fevereiro a março.	21
Figura 7 - Taxa média de crescimento (% dia ⁻¹) das linhagens verde e marrom de Penha e Ponta do Sambaqui.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de temperatura média, máxima e mínima, taxas de crescimento e rendimento de carragenana.	18
Tabela 2 - Rendimento de carragenana.	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos.....	13
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1	SISTEMA DE CULTIVO	14
2.2	AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO.....	15
2.3	EXTRAÇÃO DE CARRAGENANA	16
2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1	CRESCIMENTO.....	17
3.2	RENDIMENTO DE CARRAGENANA.....	23
4	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial da aquicultura (peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas) atingiu 110,2 milhões de toneladas em 2016. Somente a produção de plantas aquáticas alcançou 30,1 mil toneladas, nas quais as algas predominam, arrecadando 11,7 bilhões de dólares. China e Indonésia são os maiores produtores de algas do mundo, representando 47,9 e 38,7%, respectivamente, da produção mundial (FAO, 2018).

A produção do cultivo e exploração das macroalgas destina-se ao consumo direto, principalmente das espécies do gênero *Laminaria* (Kombu), *Pyropia* (Nori), *Undaria* (Wakame) e *Ulva* (Aonori) (MCHUGH, 2003; PELLIZZARI; REIS, 2011), ou a extração dos ficocolóides (hidrocolóides) utilizados para os diversos fins, principalmente das espécies dos gêneros *Kappaphycus* e *Euचेuma* (carragenana), *Gelidium* e *Gracilaria* (agar) e *Ascophyllum* e *Ecklonia* (alginato) (MCHUGH, 2003). Os ficocolóides extraídos das macroalgas, como alginato, ágar e carragenana, possuem propriedades emulsificantes, estabilizantes e gelificantes, que são amplamente usados pela indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética (MCHUGH, 2003; PORSE; RUDOLPH, 2017).

O crescimento na produção de macroalgas cultivadas nos últimos anos no mundo foi contribuído pelo aumento na produção de macroalgas marinhas tropicais (principalmente *Euचेuma* spp. e *Kappaphycus alvarezii*) na Indonésia. Em 2010, esse país produziu menos de 4 milhões de toneladas de algas marinhas para extração de carragenana, e em 6 anos, alcançou 11 milhões toneladas (FAO, 2018). Em 2016, a produção dessas macroalgas juntas atingiu 11,5 milhões de toneladas e arrecadaram 1,2 bilhão de dólares, sendo ambas as mais cultivadas e usadas para a extração de carragenana (FAO, 2018).

O cultivo de *K. alvarezii* é importante na mitigação de eutrofização, além de ser fonte alternativa de renda para moradores do litoral, possuindo um papel ambiental, econômico e social (PELLIZZARI; REIS, 2011). Esta macroalga é considerada a principal fonte de carragenana *kappa*, e seu cultivo em fazendas das Filipinas, Indonésia e Tanzânia foram rapidamente estabelecidas (HAYASHI *et al.*, 2010a). Além do uso convencional da carragenana, os metabólicos secundários bioativos podem ter novas aplicações farmacológicas e ser aplicada como fonte de proteínas, vitaminas, minerais e fibras alimentares na alimentação humana (HAYASHI; REIS, 2012).

As macroalgas *Euचेuma* sp. e *Kappaphycus* sp. são espécies de regiões tropicais, naturalmente encontradas na região Indo-Pacífica, do Leste da África até Guam, China, Japão

e ilhas do sudeste da Ásia (DOTY, 1987; ARECES, 1995). Os primeiros cultivos comerciais dessas espécies tiveram início na década de 70 na Filipinas e Indonésia, com algas colhidas dos bancos naturais. Outros países como Tanzânia, Vietnã e algumas ilhas do Pacífico também iniciaram seus cultivos com sucesso (MCHUGH, 2003).

O Brasil, mesmo com um extenso litoral com condições favoráveis para o cultivo de macroalgas tropicais, possui produção insignificante devido à falta de tradição em consumir algas na alimentação. No entanto, o país precisa importar a matéria-prima (macroalga) para o consumo indireto, como por exemplo, os ficocolóides (REIS; BASTOS; GÓES, 2007) abrindo oportunidade de mercado para quem quer cultivar as macroalgas. Os cultivos realizados no Brasil são na sua maioria experimentais (principalmente de macroalgas verdes e vermelhas) e alguns cultivos artesanais (PELLIZZARI; REIS, 2011).

O primeiro cultivo experimental da macroalga *K. alvarezii* no Brasil ocorreu em 1995, no litoral norte do Estado de São Paulo, e apresentou resultados favoráveis ao cultivo comercial em balsas flutuantes na Baía de Ubatuba (PAULA; PEREIRA; OHNO, 2002). Diversos experimentos foram realizados a partir de um ramo vindo de cultivos experimentais do Japão, que por sua vez era originário de cultivos comerciais na Filipinas (PAULA; PEREIRA, 1998; HAYASHI *et al.*, 2017). No cultivo experimental em Ubatuba, a *K. alvarezii* obteve variações nas taxas de crescimento, de 8% ao dia no verão e 4,5% ao dia no inverno (PAULA; PEREIRA, 1998). Paula, Pereira e Ohno (1999) realizaram experimentos de liberação e germinação de tetrásporos *in vitro* que apresentaram mortalidade em massa e demonstraram o potencial de uma única progênie de tetrásporos para seleção de linhagens. Hayashi *et al.* (2007a) analisou a extração, teor e propriedade de carragenana e concluiu que os diferentes protocolos de cultivo interferem no rendimento e qualidade da carragenana. Posteriormente, Hayashi *et al.* (2007b) observaram que o rendimento da carragenana e taxa de crescimento são inversamente proporcionais.

Devido aos impactos ambientais causados pela introdução de *Kappaphycus* em alguns lugares, como Havaí (CONKLIN; SMITH, 2005) e Venezuela (BARRIOS; BOLAÑOS; LÓPEZ, 2005), há uma preocupação dos órgãos ambientais brasileiros para liberação do cultivo comercial. No entanto, diversos trabalhos comprovam que a *K. alvarezii* não apresenta potencial invasivo nas regiões onde o cultivo experimental foi introduzido legalmente no Brasil (CASTELAR *et al.*, 2009; CASTELAR; REIS; BASTOS, 2009; NUNES, 2010; CASTELAR *et al.*, 2015).

No Estado de Santa Catarina, a *K. alvarezii* proveniente de São Paulo foi introduzida em 2008. A partir desta introdução, Hayashi *et al.* (2010b) concluíram que a macroalga

apresenta baixo risco invasivo no litoral de Florianópolis, e que um dos fatores que controlam isso são as baixas temperaturas no inverno. Outros trabalhos foram realizados voltados ao potencial produtivo, viabilidade econômica e cultivo consorciado com moluscos em Santa Catarina (SANTOS, 2014), aquicultura multitrófica integrada, ou IMTA (do inglês, integrated multi-trophic aquaculture) com peixes e moluscos (HAYASHI et al., 2008; HAYASHI et al., 2010b), e integração com carcinicultura em sistema de bioflocos BFT (PIRES, 2014; PIRES, 2017), reforçando seu papel ambiental, social e econômico.

A Universidade Federal de Santa Catarina e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), obtiveram em 2017 uma licença para o cultivo experimental da *K. alvarezii* em quatro pontos do estado de Santa Catarina: Ponta do Sambaqui, Governador Celso Ramos, Penha e Ribeirão da Ilha (BOA VENTURA, 2018) e estão negociando a liberação para o cultivo comercial. Desse modo, surge a oportunidade de produção desta macroalga em sistema de monocultivo ou a integração com os cultivos de ostras e mexilhões já existentes, gerando mais uma fonte de renda para os maricultores, como previsto por Santos (2014).

Tendo em vista que fatores abióticos ou bióticos de um ambiente podem influenciar a viabilidade da produção (PAULA *et. al.*, 1998), é necessário realizar estudos que avaliem as taxas de crescimento das algas e o rendimento da carragenana dos diferentes pontos de cultivos. Estes estudos são fundamentais para implementação de futuros cultivos comerciais em Santa Catarina.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os cultivos experimentais da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no litoral de Santa Catarina para futura implementação de cultivos comerciais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as taxas de crescimento das duas linhagens (marrom e verde) da *K. alvarezii* cultivadas na Ponta do Sambaqui, Ribeirão da Ilha, Governador Celso Ramos e em Penha e associar com as variações de temperatura.

- Avaliar o rendimento da carragenana extraída de amostras da *K. alvarezii* dos cultivos da Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

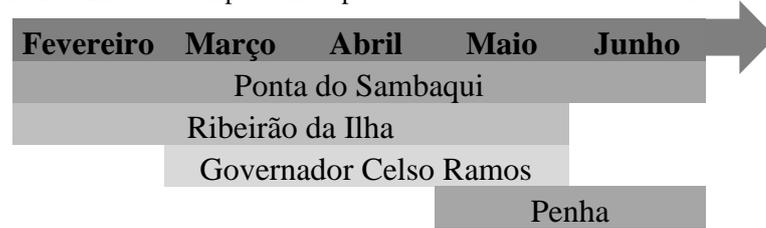
2.1 SISTEMA DE CULTIVO

Duas linhagens da *Kappaphycus alvarezii* (marrom e verde) foram usadas para a realização do experimento, que ocorreu nos meses de fevereiro a junho de 2019. Os cultivos foram realizados no mar em *long-lines* duplos, na praia do Ribeirão da Ilha ($27^{\circ}44'27''\text{S}/48^{\circ}32'28''\text{W}$), Ponta do Sambaqui ($27^{\circ}29'18''\text{S}/48^{\circ}32'26''\text{W}$), Governador Celso Ramos ($27^{\circ}18'35''\text{S}/48^{\circ}34'30''\text{W}$) e Penha ($26^{\circ}46'40''\text{S}/48^{\circ}36'14''\text{W}$) (Figura 1). Uma parte da biomassa foi cultivada na Ponta do Sambaqui e outra no Ribeirão da Ilha, sendo distribuída para os demais pontos de cultivo. Os cultivos ocorreram de fevereiro a junho em Sambaqui, fevereiro a maio em Ribeirão da Ilha, abril a maio em Governador Celso Ramos, e de maio a junho em Penha (Figura 2).

Figura 1 – Locais de cultivo.



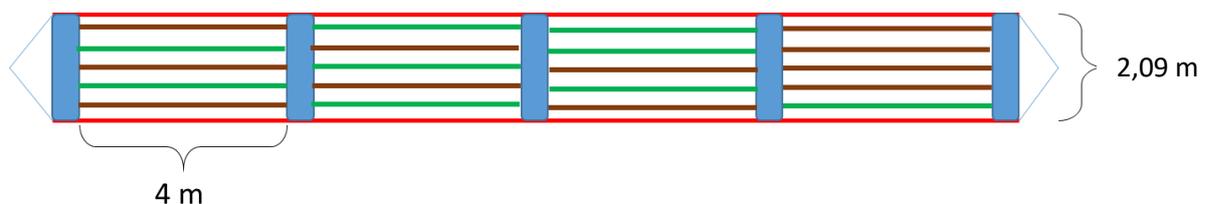
Figura 2 – Linha do tempo com os períodos de cultivo de cada localidade.



A estrutura de cultivo é formada por *long lines* duplos com cinco flutuadores longitudinais, cilíndricos e achatados (Figura 3). A distância entre os dois cabos é de 2,09 m e a distância entre os flutuadores é de 4 m. No espaço entre dois flutuadores foram fixadas as cordas de cultivo confeccionadas com redes tubulares de polietileno e com tamanho de malha de 60 mm. As linhagens foram separadas em redes tubulares, com densidade de 1 kg/m linear, e dispostas na estrutura de forma aleatória. Uma rede de proteção foi instalada abaixo do sistema de cultivo para minimizar a dispersão das mudas destacadas e evitar a herbivoria. Cada cultivo possui um termômetro automático que aferiu a temperatura da água, diariamente, a cada uma hora.

Figura 3 – Croqui com vista superior do sistema de cultivo. Em vermelho estão representadas os *long-lines* duplos, em azul são os flutuadores, em verde e marrom são as redes tubulares com as linhagens verde e marrom, respectivamente.

Fonte: Autora.



2.2 AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO

A cada pesagem, três redes tubulares de cada linhagem foram escolhidas aleatoriamente ($n=3$) e pesadas úmidas até o fim do experimento. As algas foram pesadas quinzenalmente, e quando atingidas as densidades de 7 kg/m foram realizadas as colheitas. O replantio foi realizado com 20% da biomassa colhida e o restante foi destinado a secagem e armazenamento para posterior extração de carragenana. A taxa de crescimento (TC) foi calculada de acordo com a fórmula proposta por Yong, Yong e Arton (2013):

$$TC = \left[\left(\frac{Bf}{Bi} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100$$

Onde, TC = Taxa média de crescimento; Bf = Biomassa final; Bi = Biomassa inicial; t = tempo em dias.

2.3 EXTRAÇÃO DE CARRAGENANA

A carragenana foi obtida de amostras de algas secas (verde e marrom misturadas) após cada colheita, dos cultivos da Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha. Primeiro, as algas foram secas a temperatura ambiente por uma semana aproximadamente, e 3 amostras de 10 g (n=3) foram separadas e mantidas em estufa a 60 °C por 24 horas, obtendo o peso seco (PS). Após esse período, essas amostras foram transferidas para uma estufa à 105°C por 2 horas, e os extratos secos (ES) foram determinados de acordo com a fórmula (HAYASHI, 2007a):

$$ES = (m/PS) \times 100$$

Onde, m representa a massa das amostras após secagem e PS é o peso seco.

Após a secagem e cálculo dos extratos secos, foi realizado o tratamento alcalino. Este tratamento foi realizado com 5 g de amostra embebidas em 500 mL de hidróxido de potássio (KOH) 6% e mantidas em banho-maria a 80 °C com agitação por 2 horas. As algas foram filtradas em musseline e lavadas por 20 horas em água corrente.

Terminados os processos anteriores, a extração aquosa da carragenana foi realizada com 5 g de alga tratada em água destilada na proporção 1:100 (massa seca: água destilada) a 60 °C por 1 hora, em Banho-Maria com agitação constante. Em seguida, as algas foram trituradas em um processador de alimentos e retornaram ao Banho-Maria por mais 1 hora, nas mesmas condições. Antes de terminar a digestão aquosa (5 minutos antes), foi acrescentado 26 g de celite e, posteriormente, filtrada com bomba de baixa pressão. Após a extração, o extrato de cada amostra foi colocado em recipiente plástico e gelificado com cloreto de potássio (KCl) a 0,2%. Após esfriar, o gel formado foi cortado em tiras, congelado por 24 horas e descongelado, repetindo o processo mais duas vezes. As fibras de carragenana foram secas em estufa a 60 °C por 12 horas e pesadas para o cálculo de rendimento. O cálculo do rendimento

da carragenana (RC) foi realizado através da razão entre a massa seca de carragenana extraída e a massa seca de alga utilizada (Hayashi et al. 2007a):

$$RC = (PS/C) \times 100$$

Onde, PS é o peso seco da amostra com 35% de umidade e C é o peso da carragenana. Em seguida, o rendimento de carragenana final (CF) foi calculado pela seguinte fórmula:

$$CF = (RC/ES) \times 100$$

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Uma vez testada a homocedasticidade das variáveis, as diferenças das taxas de crescimento e rendimento de carragenana nos diferentes locais foram avaliadas por ANOVA unifatorial e Teste Tukey, considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$), com auxílio do Software Past Statistics (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CRESCIMENTO

Na Ponta do Sambaqui foram realizadas duas colheitas, uma no mês de março e outra em junho. As taxas médias de crescimento no mês de março para as linhagens verde e marrom foram de $5,42 \pm 0,16\%$ dia⁻¹ e $4,62 \pm 0,51\%$ dia⁻¹, respectivamente. Em junho, foram obtidas taxas médias de crescimento de $1,47 \pm 0,32\%$ dia⁻¹ para linhagem verde e $1,03 \pm 0,38\%$ dia⁻¹ para a linhagem marrom, como demonstrado na Tabela 1. Não houve diferença significativa nas taxas de crescimento entre as linhagens verde e marrom em ambos os meses (Figura 4.A). No entanto, na colheita de março as taxas de crescimento foram significativamente maiores que as taxas do mês de junho.

A *Kappaphycus alvarezii* é uma espécie originária de regiões tropicais e cresce bem em águas com temperaturas entre 20 °C e 32 °C (MCHUGH, 2003; ASK, 2006). Seu cultivo realizado em águas subtropicais de Santa Catarina, onde a temperatura pode atingir 16 °C no inverno, causa redução no seu crescimento (HAYASHI *et al.*, 2010b). A taxa média de

crescimento no mês de março foi significativamente superior à de junho devido as temperaturas mais baixas no mês de maio e junho, durante o cultivo, apresentando relação entre temperatura e taxa de crescimento (Figura 4.B). A relação entre essas duas variáveis também foi observada em cultivos de São Paulo (PAULA; PEREIRA; OHNO, 2002; HAYASHI *et al.*, 2007b) e Santa Catarina, no Brasil (HAYASHI *et al.*, 2010b), e Vietnã (HUNG *et al.*, 2009). Em contrapartida, as menores taxas de crescimento no México foram observadas com temperaturas de 29 °C a 30 °C, apresentando correlação negativa (MUÑOZ *et al.*, 2004) em temperaturas muito elevadas. Hayashi *et al* (2010b) registraram taxas de crescimento semelhantes às do presente trabalho para o mês de março e inferiores em junho no mesmo local em 2008. No presente trabalho, no mês de março as taxas de crescimento foram inferiores às de São Paulo (HAYASHI *et al.*, 2007b).

Tabela 1 – Dados de temperatura média, máxima e mínima, taxas de crescimento e rendimento de carragenana.

Local	Mês	Tempo de cultivo (dias)	Temperatura (°C)			Taxa média de Crescimento (% dia ⁻¹)		Rendimento de Carragenana (%)
			Média	Máxima	Mínima	Verde	Marrom	
Ponta do Sambaqui	Fev	34	26,65	28,55	24,75	-	-	-
	Mar		27,09	28,61	25,56	5,42 ± 0,16	4,62 ± 0,51	21,27
	Mai	43	21,95	23,48	20,43	-	-	-
	Jun		21,15	23,04	19,25	1,47 ± 0,32	1,03 ± 0,38	33,55
Ribeirão da Ilha	Fev	41	*	*	*	-	-	-
	Mar		25,83	28,19	23,46	4,23 ± 0,65	3,69 ± 0,34	-
	Abr	63	24,16	26,15	22,16	-	-	-
	Mai		23,34	25,05	21,63	4,31 ± 0,15	3,86 ± 0,31	41,88
Governador Celso Ramos	Abr	43	*	*	*	-	-	-
	Mai		22,17	24,47	19,88	3,45 ± 1,05	2,95 ± 0,69	-
Penha	Mai	22	24,28	28,15	20,41	-	-	-
	Jun		22,21	23,61	20,82	2,35 ± 0,09	2,80 ± 0,30	-

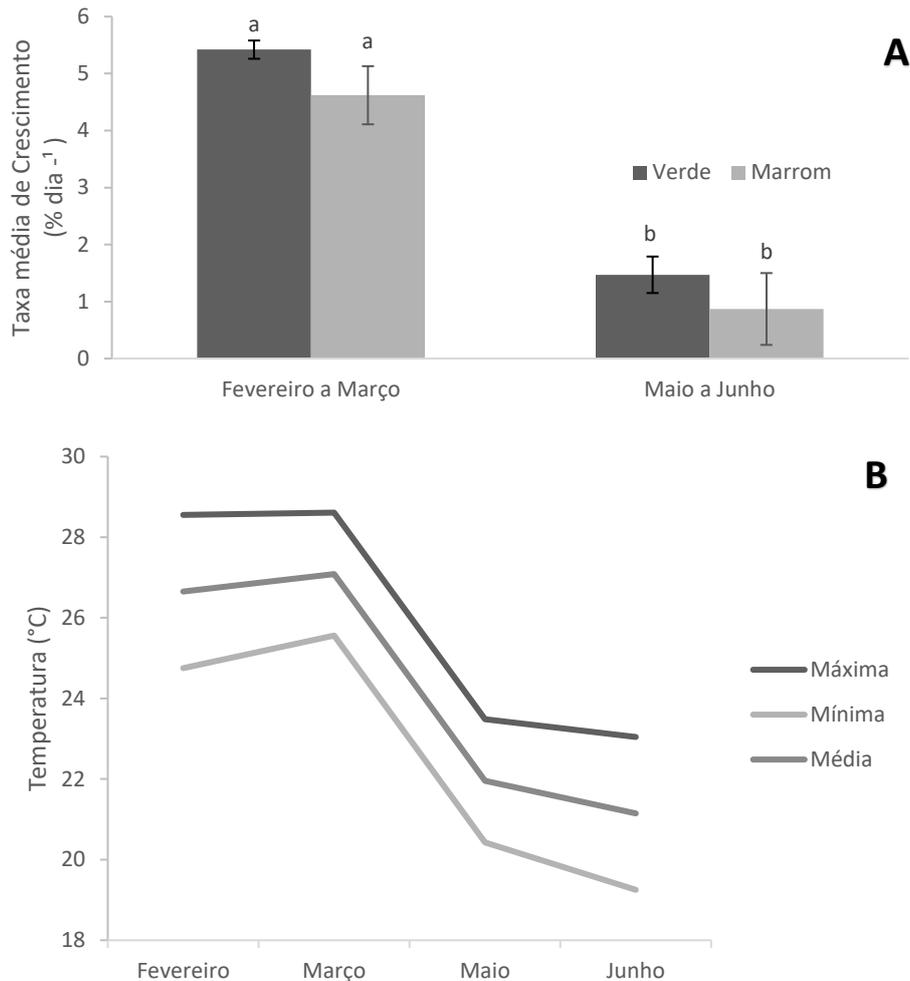
*Valores não obtidos. Fonte: Autora.

No Ribeirão da Ilha foram realizados dois ciclos de cultivo, com colheitas em março e maio. No mês de março, as taxas médias de crescimento obtidas para as linhagens verde e marrom foram de 4,23 ± 0,65% dia⁻¹ e 3,69 ± 0,34% dia⁻¹, respectivamente. Como apresentado na Tabela 1, no mês de maio as taxas médias de crescimento foram de 4,31 ± 0,15% dia⁻¹ para a linhagem verde e 3,86 ± 0,31% dia⁻¹ para a linhagem marrom. Nas duas colheitas, as taxas de

crescimento não apresentaram diferenças significativas entre as linhagens verde e marrom (Figura 5.A).

Figura 4 – Taxa média de crescimento das linhagens verde e marrom para os cultivos de fevereiro a março e maio a junho na Ponta do Sambaqui (A). Valores de temperatura máxima, mínima e média para os meses de cultivo na Ponta do Sambaqui (B). As barras verticais indicam o desvio padrão e as letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

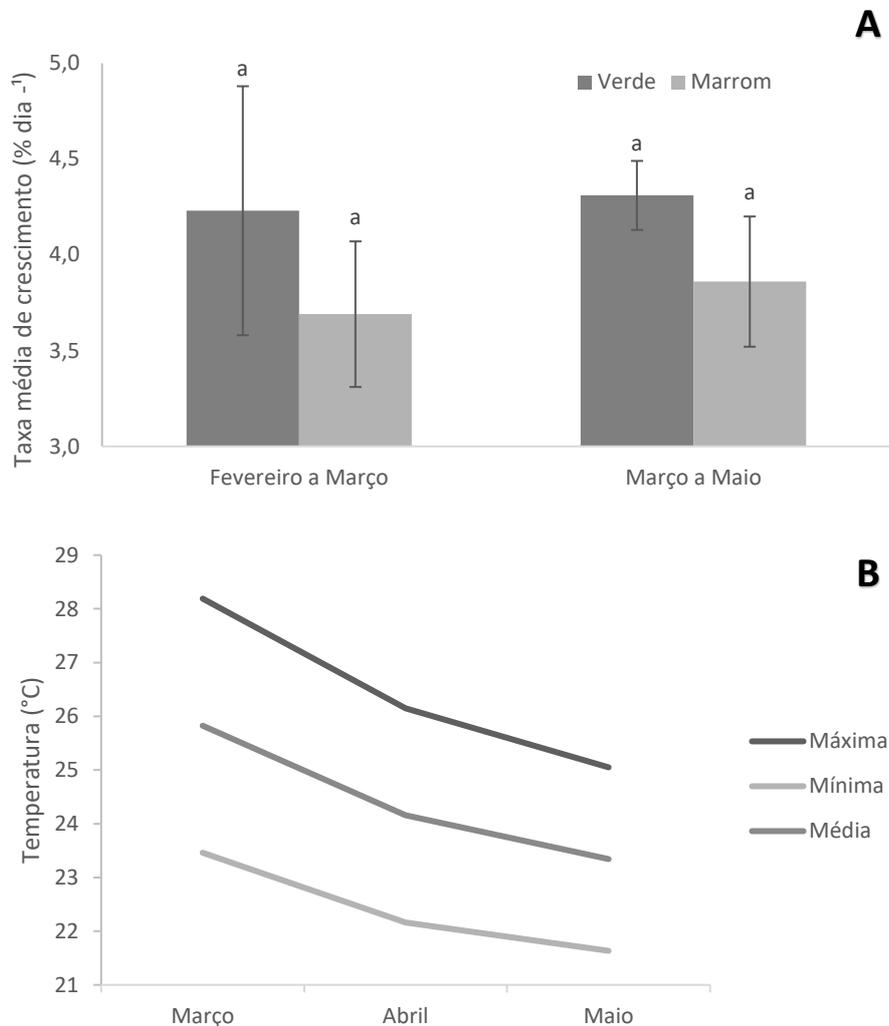
Fonte: Autora.



No Ribeirão da Ilha não ocorreu grande diferença nas temperaturas médias entre os dois ciclos de cultivo (fevereiro a março e março a maio). O Ribeirão da Ilha apresentou temperatura mínima de 21,63 °C no mês de maio, enquanto Sambaqui obteve 19,65 °C no mês de junho (Figura 5.B). A menor variação de temperaturas mínimas no Ribeirão da Ilha, possivelmente ocorreu devido ao ciclo de cultivo ter começado e terminado antes do início do inverno, podendo explicar a semelhança das taxas de crescimento entre os dois ciclos de cultivo (Tabela 1).

Figura 5 – Taxa média de crescimento (% dia⁻¹) das linhagens verde e marrom para os cultivos de fevereiro a março e março a maio Ribeirão da Ilha (A). Valores de temperatura máxima, mínima e média para os meses de cultivo no Ribeirão da Ilha (B). As barras verticais indicam o desvio padrão e as letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Fonte: Autora.



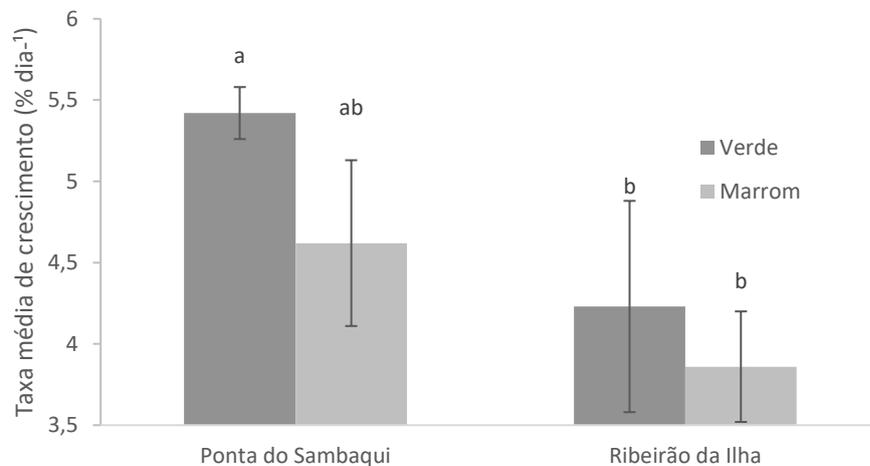
A correlação positiva entre temperatura e taxa de crescimento pode justificar a taxa de crescimento mais elevada na Ponta do Sambaqui quando comparada ao Ribeirão da Ilha no mês de março (Tabela 1). Esta diferença pode também ser explicada pelo tempo de cultivo de cada local. O ciclo de cultivo de Sambaqui durou 34 dias enquanto do Ribeirão da Ilha durou 46 dias, muito próximos aos tempos de cultivo de 36 e 42 dias, testados por Hayashi *et al.* (2010b), registrando taxas de crescimento maiores para o ciclo de 36 dias e próximos dos valores encontrados em Sambaqui. Se os ciclos de cultivo do Ribeirão da Ilha tivessem ocorrido no mesmo tempo de cultivo que na Ponta do Sambaqui, provavelmente as taxas de crescimento seriam semelhantes.

A movimentação da água, combinada com outros fatores também pode ser responsável pela variação das taxas de crescimento (GLENN; DOTY, 1992). Por isso, os estudos continuam para obter um ano de observação e recomenda-se que os próximos trabalhos avaliem outros fatores, como fotometria, salinidade e movimentação da maré. Nos meses de março e maio as taxas de crescimento nesse local foram inferiores às de São Paulo (HAYASHI *et al.*, 2007b) e em Santa Catarina as taxas foram semelhantes no mês de março (HAYASHI *et al.*, 2010b).

Ao comparar as taxas de crescimento dos dois locais (Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha), nas colheitas de março foi possível observar que a taxa de crescimento da linhagem verde da Ponta do Sambaqui ($5,42 \pm 0,16\%$ dia⁻¹) foi significativamente maior que a da linhagem verde e marrom do Ribeirão da Ilha ($4,23 \pm 0,32\%$ dia⁻¹). Entretanto, a linhagem marrom não apresentou diferenças significativas nas taxas de crescimento entre as localidades (Figura 6).

Figura 6 – Taxa média de crescimento (% dia⁻¹) das linhagens verde e marrom da Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha, no período de fevereiro a março. As barras verticais indicam o desvio padrão e as letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Fonte: Autora.



Em Governador Celso Ramos, o cultivo foi realizado de abril a maio, com apenas uma colheita em maio. As taxas médias de crescimento foram de $3,45 \pm 1,05\%$ dia⁻¹ para a linhagem verde e de $2,95 \pm 0,69\%$ dia⁻¹ para a linhagem marrom, não apresentando diferenças significativas entre as duas linhagens. O cultivo de Penha foi realizado de maio a junho, com apenas uma colheita em junho. As taxas médias de crescimento para as linhagens verde e marrom foram de $2,35 \pm 0,09\%$ dia⁻¹ e $2,80 \pm 0,30\%$ dia⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Ocorreu alguns problemas durante o transporte das algas para Penha, influenciando no crescimento nas

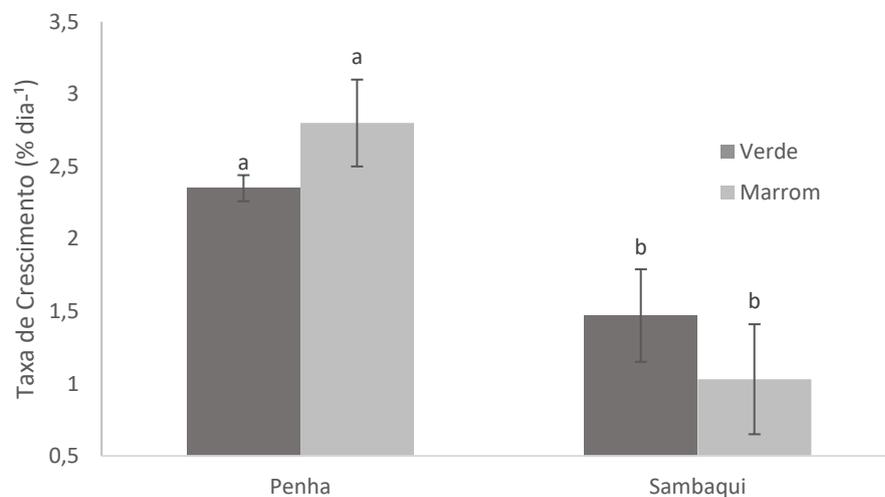
primeiras semanas, porém as algas logo se recuperaram rapidamente e apresentaram boas taxas de crescimento no momento da colheita. Também não houve diferenças significativas nas taxas médias de crescimento entre as linhagens.

A taxa de crescimento de Governador Celso Ramos é consideravelmente inferior a encontrada em São Paulo quando comparado ao mesmo período (HAYASHI *et al.*, 2007b). Na Ponta do Sambaqui, Hayashi *et al.* (2010b) encontrou taxas de crescimento no mês de maio próximos às de Governador Celso Ramos e inferiores às de Penha, no mês de junho. Nas Filipinas, as maiores taxas de crescimento no inverno foram de 2,30 % dia⁻¹ a 4,20 % dia⁻¹ (HURTADO *et al.*, 2001) e no México foram observadas taxas de crescimento de 2,0% dia⁻¹ a 2,4% dia⁻¹ para a linhagem verde e de 2,5% dia⁻¹ a 3,3% dia⁻¹ para a linhagem marrom (MUÑOZ *et al.*, 2004).

Quando comparadas as taxas de crescimento da Ponta do Sambaqui e Penha nas colheitas de junho foi possível observar que as taxas de crescimento das linhagens marrom e verde de Penha foram significativamente maiores que as taxas das mesmas linhagens da Ponta do Sambaqui (Figura 7). No mês de junho, na Ponta do Sambaqui, as temperaturas foram inferiores a 20 °C causando queda no crescimento, enquanto na Penha as temperaturas sempre se mantiveram acima de 22°C. Como já citado anteriormente, a *Kappaphycus alvarezii* quando cultivadas em temperaturas inferiores a 20 °C tem seu crescimento diminuído, indicando que Penha seja um bom local para o cultivo neste período.

Figura 7 - Taxa média de crescimento (% dia⁻¹) das linhagens verde e marrom de Penha e Ponta do Sambaqui. As barras verticais indicam o desvio padrão e as letras iguais representam falta de diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Fonte: Autora



Na tabela 1, é possível observar que os quatro locais analisados apresentaram taxas de crescimento que variaram de $1,03 \pm 0,38\%$ dia⁻¹ para linhagem marrom a $5,42 \pm 0,16\%$ dia⁻¹ para linhagem verde. As diferenças não significativas observadas entre as linhagens verde e marrom em todos os cultivos realizados neste trabalho também ocorreram em São Paulo (HAYASHI *et al.*, 2007b), Santa Catarina (HAYASHI *et al.*, 2010b), México (MUÑOZ *et al.*, 2004) e Filipinas (HURTADO *et al.*, 2001). São Paulo tem variação menor de temperatura refletindo nas taxas de crescimento e sobrevivência das linhagens no inverno (HAYASHI *et al.*, 2007b) e existe a possibilidade de isso ocorrer em Penha, pois se encontra mais ao norte do Estado.

3.2 RENDIMENTO DE CARRAGENANA

As carragenanas extraídas de amostras obtidas das colheitas de março e junho na Ponta do Sambaqui apresentaram rendimentos médios de $21,27\% \pm 3,70\%$ e $33,55\% \pm 3,16\%$, respectivamente (Tabela 2), sendo que as amostras de junho apresentaram valores significativamente maiores às amostras de março, corroborando com Hayashi *et al.* (2007b), que observou uma correlação negativa entre a taxa de crescimento e rendimento da carragenana. Estes valores são inferiores aos obtidos por Hayashi *et al.* (2007b) em maio e superiores em junho, em carragenanas extraídas em São Paulo. O rendimento da carragenana variou de $22,93\% \pm 0,2\%$ a $28,80\% \pm 1,00\%$ em Santa Catarina (HAYASHI *et al.*, 2010b). As amostras da colheita de maio no Ribeirão da Ilha apresentaram rendimento médio de carragenana de $41,88\% \pm 6,05\%$ dia⁻¹, semelhante ao rendimento obtido no México (MUÑOZ *et al.*, 2004) e superior ao encontrado no Vietnã (OHNO; NANG; HIRASE, 1996).

Tabela 2 - Rendimento de carragenana.

Local	Mês	Rendimento
Ponta do Sambaqui	Mar	21,27
	Jun	33,55
Ribeirão da Ilha	Mai	41,88

A carragenana do Ribeirão da Ilha obteve um rendimento significativamente superior aos rendimentos encontrados nos meses de março e junho da Ponta do Sambaqui. Provavelmente, essa variação ocorreu, pois a Ponta do Sambaqui apresentou taxa de crescimento maior que o Ribeirão da Ilha em março. A diferença de rendimento nas colheitas

de maio e junho pode ter sido influenciada por outros fatores abióticos, como ocorreu no Rio de Janeiro, onde a salinidade foi a principal responsável pelo maior rendimento da carragenana (GÓES; REIS, 2011). A correlação negativa entre taxas de crescimento e rendimento de carragenana são vantajosas em cultivos comerciais, uma vez que as baixas taxas de crescimento serão compensadas pelo rendimento da carragenana maior.

4 CONCLUSÃO

Ponta do Sambaqui e Ribeirão da Ilha apresentaram taxas de crescimento maiores que $3,5\% \text{ dia}^{-1}$, considerada desejável para cultivo comercial. Penha obteve bom crescimento próximo ao inverno, indicando ser um local favorável para cultivos neste período. Ribeirão da Ilha se destacou com rendimento de carragenana superior as obtidas comercialmente. De forma geral, os quatro locais analisados apresentaram algas com boas taxas de crescimento e rendimento de carragenana próximos a valores encontrados em outros cultivos realizados em regiões de clima subtropical. Sugere-se que os próximos trabalhos avaliem outras variáveis e um período maior de cultivo nestes locais, para observar o comportamento das taxas de crescimento e rendimento de carragenana em diferentes estações do ano.

REFERÊNCIAS

ARECES A.J. 1995. Cultivo comercial de carragenófitas del género *Kappaphycus* Doty. In: ALVEAL, K.; FERRARIO, M.E.; OLIVEIRA, E.C. & SAR, E. (eds). Manual de Metodos ficológicos. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 529-549.

ASK, ERICK (2006) Cultivating cottonii and spinosum: a “how to” guide. In: Critchley AT, Ohno M, Largo DB (eds) World seaweed resources—an authoritative reference system ISBN 90 75000 804. ETI, UK, DVD-ROM

BARRIOS, J.; Bolaños, J.; López, R. 2007. Blanqueamiento de arrecifes coralinos por la invasión de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) en Isla Cubagua, Estado Nueva Esparta, Venezuela. **Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela** 46: 147-152.

BOA VENTURA, Thallis Felipe. **Adição de Dióxido de Carbono Seguido de Aumento de Irradiância Como Estratégia de Otimização do Cultivo da Macroalga *Kappaphycus alvarezii***. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CASTELAR, Beatriz *et al.* 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**, [s.l.], v. 52, n. 4, p.283-289, 1 jan. 2009. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/bot.2009.002>.

CASTELAR, Beatriz *et al.* Risk analysis using species distribution modeling to support public policies for the alien alga *Kappaphycus alvarezii* aquaculture in Brazil. **Aquaculture**, [s.l.], v. 446, p.217-226, set. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.012>.

CASTELAR, Beatriz; REIS, Renata Perpetuo; BASTOS, Marcos. Contribuição ao protocolo de monitoramento ambiental da maricultura de *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva (Areschougiaceae - Rhodophyta) na baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica**

Brasilica, [s.l.], v. 23, n. 3, p.613-617, set. 2009. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062009000300001>.

CONKLIN, Eric J.; SMITH, Jennifer E. Abundance and Spread of the Invasive Red Algae, *Kappaphycus* spp., in Kane’ohe Bay, Hawai’i and an Experimental Assessment of Management Options. **Biological Invasions**, [s.l.], v. 7, n. 6, p.1029-1039, nov. 2005. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-004-3125-x>

DOTY, Maxwell Silva. The production and use euehema. In: CASE Studies of Seven Commercial Seaweed Resources. 282. ed. Roma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 1987. p. 123-164.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2018. Fisheries and Aquaculture Statistic Branch. Disponível em <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>> Acessado em: 29 maio 2019.

GLENN, Edward P.; DOTY, Maxwell S. Water motion affects the growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and related red seaweeds. *Aquaculture*, [s.l.], v. 108, n. 3-4, p.233-246, dez. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90109-x](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(92)90109-x).

GÓES, Henrique Geromel de; REIS, Renata Perpetuo. 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*, [s.l.], v. 24, n. 2, p.173-180, 18 mar. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-011-9665-4>.

HAYASHI, Leila *et al.* 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**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.505-511, 30 mar. 2007a. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-007-9163-x>.

HAYASHI, Leila; PAULA, Edison José de; CHOW, Fungyi. 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**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.393-399, 10 mar. 2007b. Springer Nature.

HAYASHI, Leila *et al.* Nutrients removed by *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. **Aquaculture**, [s.l.], v. 277, n. 3-4, p.185-191, jun. 2008. Elsevier BV. .

HAYASHI, Leila *et al.* A Review of *Kappaphycus Farming*: Prospects and Constraints. **Cellular Origin, Life In Extreme Habitats And Astrobiology**, [s.l.], v. 283, n. 251, p.251-283, 2010a. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-8569-6_15.

HAYASHI, Leila *et al.* *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) cultivated in subtropical waters in Southern Brazil. **Journal Of Applied Phycology**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.337-343, 22 jun. 2010b. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9543-5>.

HAYASHI, Leila; REIS, Renata P. Cultivation of the red algae *Kappaphycus alvarezii* in Brazil and its pharmacological potential. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.748-752, ago. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2012005000055>.

HAYASHI, Leila *et al.* The Cultivation of *Kappaphycus* and *Eucheuma* in Tropical and Sub-Tropical Waters. **Tropical Seaweed Farming Trends, Problems And Opportunities**, [s.l.], p.55-90, 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_4.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David A.T.; RYAN, Paul D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. [s.i]: Palaeontological Electronica, 2001. 9 p.

HUNG, Le Dinh *et al.* Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Camranh Bay, Vietnam. **Journal Of**

Applied Phycology, [s.l.], v. 21, n. 3, p.265-272, 2 ago. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-008-9360-2>.

HURTADO, Anicia Q *et al.* The seasonality and economic feasibility of cultivating *Kappaphycus alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines. *Aquaculture*, [s.l.], v. 199, n. 3-4, p.295-310, ago. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(00\)00553-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(00)00553-6).

MCHUGH, Dennis J. A guide to the seaweed industry. Roma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2003.

MUÑOZ, Julieta *et al.* Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. *Aquaculture*, [s.l.], v. 239, n. 1-4, p.161-177, set. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.043>.

NUNES, Beatriz Gomes. **Monitoramento do Ambiente do Cultivo Experimental da Alga *Kappaphycus alvarezii* na Praia de Sambaqui, Florianópolis/SC**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação, Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OHNO, Masao; NANG, Huynh Quang; HIRASE, Shushumu. Cultivation and carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* in the waters of Vietnam. *Journal Of Applied Phycology*, [s.l.], v. 8, n. 4-5, p.431-437, jul. 1996. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02178588>.

PAULA, Edison Jose de; PEREIRA, Ricardo Toledo Lima; OHNO, Masao. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of Sao Paulo State, Brazil. **Phycological Research**, [s.l.], v. 50, n. 1, p.1-9, mar. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1440-1835.2002.00248.x>.

PAULA, Edison José de; PEREIRA, Ricardo T. Lima. Cultivo de Algas: Da "Marinomia" à maricultura da alga exótica, *Kappaphycus alvarezii* para produção de carragenana no Brasil. **Panorama da Aquicultura** 48, p.10-15, jun. 1998

PAULA, Edison José de; PEREIRA, Ricardo Toledo Lima; OHNO, Masao. Strain selection in *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) using tetraspore progeny. **Journal Of Applied Phycology**, [s.l.], v. 11, n. 1, p.111-121, 1999. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1008085614360>.

PELLIZZARI, Franciane; REIS, Renata Perpetuo. Seaweed cultivation on the Southern and Southeastern Brazilian Coast. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.305-312, abr. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2011005000057>.

PIRES, Clóvis Murilo. **Análise do Potencial de Fertilização da Macroalga *Kappaphycus alvarezii* Com Efluentes Oriundos da Carcinicultura de *Litopenaeus vannamei* em Sistema de Bioflocos**. 2014. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PIRES, C. M., **Aproveitamento do Efluente da Carcinicultura de *Litopenaeus vannamei* em Sistema Biofoco Pela Macroalga *Kappaphycus alvarezii***. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.

PORSE, Hans; RUDOLPH, Brian. The seaweed hydrocolloid industry: 2016 updates, requirements, and outlook. **Journal Of Applied Phycology**, [s.l.], v. 29, n. 5, p.2187-2200, 24 abr. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-017-1144-0>.

REIS, Renata Perpetuo; BASTOS, Marcos; GÓES, Henrique Geromel. Cultivo de no litoral do Rio de Janeiro: Subsídios aos monitoramentos ambiental da produção em escala industrial. **Panorama da Aquicultura**, [s.l.], p.42-47, fev. 2007.

SANTOS, Alex Alves dos. **Potencial de Cultivo da Macroalga *Kappaphycus alvarezii* no Litoral de Santa Catarina**. 2014. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação, Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

YONG, Yoong Soon; YONG, Wilson Thau Lym; ANTON, Ann. Analysis of formulae for determination of seaweed growth rate. *Journal Of Applied Phycology*, [s.l.], v. 25, n. 6, p.1831-1834, 23 mar. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-013-0022-7>.