



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

LUCAS GOMES MENDES

Avaliação econômica do cultivo da halófito *Sarcocornia ambigua* em sistema hidropônico

FLORIANÓPOLIS

2020

Lucas Gomes Mendes

Avaliação econômica do cultivo da halófito *Sarcocornia ambigua* em sistema hidropônico

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em aquicultura.

Orientador: Prof. Walter Quadros Seiffert, Dr.

Florianópolis

2020

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

Mendes, Lucas Gomes

Avaliação econômica do cultivo da halófita *Sarcocornia ambigua* em sistema hidropônico / Lucas Gomes Mendes ; orientador, Walter Quadros Seiffert, 2020.

37 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Custo operacional. 3. Salicornia. 4. Mercado. 5. Sal verde. I. Seiffert, Walter Quadros. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Aquicultura. III. Título.

Lucas Gomes Mendes

Avaliação econômica do cultivo da halófito *Sarcocornia ambigua* em sistema hidropônico

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora

Composta pelos seguintes membros:

Prof. Walter Quadros Seiffert, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jorge Luis Barcelos Oliveira, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Barbosa Henriques, Dr.
Instituto de Pesca de São Paulo

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em aquicultura.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura

Prof. Dr. Walter Quadros Seiffert
Orientador

Florianópolis, 2020.

Dedico este trabalho aos meus pais Roseli e Vanderlei e ao meu afilhado Anthony.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica de um modelo de produção hidropônico da halófito *Sarcocornia ambigua* utilizando a tecnologia NFT (*Nutrient Film Technique*). Para o dimensionamento deste modelo, os índices fitotécnicos utilizados foram extraídos da literatura e para identificar a demanda consumidora da planta foi aplicado um questionário online em restaurantes de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Com base nessas informações foram determinadas as dimensões físicas do modelo produtivo e a quantidade de planta a ser produzida. Indicadores de custos operacionais foram analisados com base na estrutura de custos operacionais e indicadores de viabilidade financeira Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e o Retorno do Capital Investido (RCI), calculados com base em um fluxo de caixa com horizonte de 10 anos. O empreendimento hipotético proposto teve um investimento inicial de US\$ 15.529,21, com o Custo Total de Produção (CTP) anual de US\$ 20.294,76 (ano 1), US\$ 20.525,01 (ano 2 ao 9) e US\$ 20.364,27 (ano 10). A produção semanal foi de 35 kg⁻¹, equivalente a 1.260 kg⁻¹, 1.400 kg⁻¹ e 1.120 kg⁻¹, no primeiro ano, segundo ao nono ano e décimo ano, respectivamente. Com estas produções anuais, obteve-se o CTP de US\$ 16,11 kg⁻¹ US\$ 14,66 e US\$ 18,18, nos referidos anos. Para o preço de venda da planta de US\$ 19,72 o kg⁻¹, a TIRM, VPLA e RCI apresentaram 21%, US\$ 3.738,41 e 3,5 anos, respectivamente. Conclui-se, portanto, que, o modelo de sistema de produção hidropônico de *Sarcocornia ambigua* proposto, apresenta viabilidade econômica.

Palavras-chave: Aquicultura. Custo operacional. Salicornia. Mercado. Sal verde.

ABSTRACT

This study had as objective to analyze the economic viability of a model of hydroponic production of halophyte *Sarcocornia ambigua* cultivated in technology NFT (Nutrient Film Technique). To design this model, it was necessary to calculate the phytotechnical indexes used in recent studies available in the literature and to identify the demand consumed of the plant, an online questionnaire was applied in restaurants in Florianopolis, Santa Catarina state, Brazil. Based on this information, the dimensions of the production model and the number of plants to be produced were displayed. Operating cost indicators analyzed based on the operating cost structure and financial viability indicators as Modified Internal Rate of Return (MIRR), Annualized Net Present Value (ANPV) and Return on Invested Capital (RIC) was calculated based on cash flow for a time horizon stipulated as 10 years. The proposed hypothetical venture had an initial investment of US\$ 15,529.21, with Total Operation Cost (TOC) of US\$ 20,294.76 (year 1), US\$ 20,525.01 (year 2 to 9) and the US\$ 20,364.27 (year 10). Production weekly was 35 kg⁻¹, equivalent to 1,260 kg⁻¹ to 1,400 kg⁻¹ and 1,120 kg⁻¹, in the first year, after the third and tenth years, respectively. With these advanced productions, the US\$ 16,11 kg⁻¹ US\$ 14,66 e US\$ 18,18 TOC. For the selling price of US\$ 19.72 per kg⁻¹ of plant, MIRR, ANPV and ROC presented 21%, US\$ 3,738.41 and 3.5 years. Therefore, it was concluded that the *Sarcocornia ambigua* hydroponic production system, is economically viable.

Keywords: Aquaculture. Operational costs. Salicornia. Market. Green salt.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	8
1.1	OBJETIVOS.....	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
2	FORMATAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO	11
2.1	INTRODUÇÃO.....	12
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	14
2.2.1	IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA CONSUMIDORA DA PLANTA.....	14
2.2.2	DIMENSIONAMENTO DO EMPREENDIMENTO HIDROPÔNICO.....	15
2.2.2.1	SETOR BANCO MATRIZ DE HALÓFITAS (SETOR A).....	16
2.2.2.2	SETOR SALA DE ENRAIZAMENTO DE MUDAS (SETOR B).....	17
2.2.2.3	SETOR ESTUFA BERÇÁRIO DE MUDAS EM HIDROPONIA (SETOR C)..	18
2.2.2.4	SETOR ESTUFA DE PRODUÇÃO HIDROPÔNICA (SETOR D)	19
2.2.3	VIABILIDADE ECONÔMICA	20
2.3	RESULTADOS	22
2.3.1	DEMANDA CONSUMIDORA DA PLANTA	22
2.3.2	VIABILIDADE ECONÔMICA	22
2.4	DISCUSSÃO.....	28
2.5	CONCLUSÃO.....	31
2.6	AGRADECIMENTOS	31
2.7	REFERÊNCIAS	31
	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	34

1. INTRODUÇÃO GERAL

Plantas halófitas são conhecidas por habitar ambientes onde a concentração de sal seria letal para maioria das outras espécies (FLOWERS & COLMER, 2008). Dentre as inúmeras espécies de plantas halófitas se destacam as espécies do gênero *Sarcocornia*, que são encontradas naturalmente ao longo da região costeira da América do Sul. No Brasil há a ocorrência da espécie *Sarcocornia ambigua* (COSTA et al., 2006; ALONSO & CRESPO, 2008), facilmente reconhecida pelos seus aspectos morfológicos simples como brotos suculentos posicionados verticalmente, ciclo de vida perene e presença de pequenas flores aderidas em seus brotos no estágio reprodutivo (VENTURA, 2011; VENTURA & SAGI; 2013).

Seus brotos suculentos geram uma biomassa vegetal que pode ser aplicada na alimentação animal, indústria farmacêutica, indústria de biocombustíveis, extração de aditivos nutracêuticos e principalmente, para o consumo humano (BROWN et al., 1999; GENG et al., 2005; D'OCA et al., 2012; WEBB et al., 2012; BUHMANN & PAPENBROCK, 2013; FAN et al., 2013; GLENN et al., 2013; SHPIGEL et al., 2013; BUHMANN et al., 2015).

Para o consumo humano, a espécie *Salicornia* sp. foi inserida no mercado Europeu como um vegetal fresco, onde seus brotos suculentos eram consumidos como salada ou como tempero no preparo de pratos com frutos do mar (KIM et al., 2011; BERTIN et al., 2014). Seus brotos jovens e carnudos têm ganhado destaque na alta gastronomia mundial pelo seu sabor levemente salgado e seu valor nutricional (LU et al., 2010; BERTIN et al., 2014; VENTURA et al., 2014).

Nos Estados Unidos a planta halófitas *Salicornia bigelovii* é cultivada para fins comerciais a fim de atender a demanda por produtos frescos nos Estados Unidos e na Europa (AGAWU, 2012). Em alguns países da Europa este saboroso vegetal é comumente encontrado em restaurantes sofisticados geralmente acompanhando pratos com frutos do mar (BÉLGICA, 2013). Segundo Bélgica (2013), o preço de atacado da planta na Irlanda é de US\$ 19,72 quilograma da halófitas inteira e fresca. Sob este preço aplicam-se algumas taxas de importação do produto da França, um dos principais produtores da planta na Europa (VOORT et al., 2007).

Em algumas cidades da Europa, a salicornia pode ser obtida através do cultivo em solo a céu ou coberto por estufas agrícolas ou através da coleta de seus brotos jovens em ambiente natural (BÉLGICA, 2013).

Na França no ano de 2013 foi coletado do ambiente natural, em toda região costeira da Francesa, o equivalente a 500 toneladas de *Salicornia* sp. fresca (BÉLGICA, 2013). O

volume de coleta neste país é controlado pelo governo francês e deve ser respeitado para que não seja super explorado (BÉLGICA, 2013). Um outro modo de obter a planta, de forma mais sustentável que a coleta, seria por via do cultivo integrado com aquacultura, onde é possível produzir esta halófito a partir de nutrientes disponíveis no efluente de cultivo de animais aquáticos como o camarão marinho. Este sistema que integra plantas e camarões tem se mostrado como alternativa na produção de biomassa vegetal destinada ao consumo humano em países como o México, Estados Unidos e Brasil (COSTA, 2006).

Na região sul do Brasil, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Silva (2016), Soares-Neto (2017) e Pinheiro et al., (2017) também obtiveram resultados positivos no cultivo integrado da *S. ambigua* e o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Esses autores produziram a halófito *S. ambigua* em sistema hidropônico utilizando método NFT (*Nutrient Film Technique*) integrado a produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos. No sistema NFT as raízes das plantas são acomodadas no interior das calhas hidropônicas onde um filme de água e nutrientes corre pelo interior das calhas de cultivo, nutrindo o vegetal (LENNARD & LEONNARD, 2006). Os resultados obtidos nestas pesquisas demonstraram a capacidade do sistema aquapônico de biotransformar os nutrientes oriundos da ração que não são absorvidos pelos camarões (efluente) em uma solução nutritiva para as plantas.

Carneiro et al., (2019, no prelo) realizaram um estudo comparativo na produção de *S. ambigua* em sistema hidropônico (solução hidropônica de Hoagland & Arnon (1950)) e aquapônico com camarões marinhos. Ao final observaram que o sistema hidropônico obteve melhores resultados fitotécnicos quando comparado ao sistema aquapônico. A viabilidade técnica da produção de *S. ambigua* em sistema hidropônico também foi observada para a *Salicornia perene*, onde Muñoz & Niell (2009) realizaram um teste utilizando a solução de Hoagland & Arnon (1950) modificada para entender a dinâmica de absorção de nutrientes desta espécie. Os autores relataram que a halófito pôde se desenvolver e absorver e incorporar amônia, fosfato e nitrato.

No que tange a viabilidade econômica da produção da *S. ambigua* em sistema aquapônico, Castilho-Barros et al., (2018) avaliaram economicamente um empreendimento aquapônico hipotético para cultivo de *S. ambigua* e o camarão marinho *L. vannamei*. Como resultado do estudo, o empreendimento dimensionado mostrou ser economicamente viável além de revelar a halófito como força motriz econômica do empreendimento, devido seu alto valor de mercado e baixo custo de produção quando comparada a produção dos camarões.

Considerando o valor de comercialização da halófita praticado na Europa e a viabilidade técnica de produção em diferentes sistemas (ex: hidroponia e aquaponia), estudos de viabilidade econômica aplicados à produção da planta em sistemas hidropônicos merecem atenção. Diante disso, o presente trabalho realizou uma avaliação econômica da produção da planta *S. ambigua* em sistema de hidroponia com estufa em escala comercial afim de averiguar se o empreendimento apresenta viabilidade econômica e/ou indicadores de rentabilidade satisfatórios.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a demanda e a viabilidade economicamente da *Sarcocornia ambigua* produzida em sistema hidropônico.

1.1.2. Objetivos Específicos

Identificar a demanda consumidora da planta em quilos por semana na região sul do Brasil.

Dimensionar um empreendimento para o cultivo de *Sarcocornia ambigua* em estufa hidropônica e identificar a viabilidade econômica do empreendimento

2. FORMATAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo a seguir está formatado segundo as normas da revista *Agricultural System* (online) ISSN 0308-521X. Classificação Qualis CAPES A1 na área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros com fator de impacto de 4,131.

Avaliação econômica da produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua*

Lucas Gomes Mendes^{1*}, Ramon Carneiro¹, Leonardo Castilho-Barros² & Walter Quadros

Seiffert¹

¹ Laboratório de Camarões Marinhos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Avenida Admar Gonzaga 1346, Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina – SC, Brasil.

² Embrapa Pesca e Aquicultura, Prolongamento do Avenida NS 10, Loteamento Água Fria, Palmas, Tocantins - TO, Brasil.

*Autor correspondente: Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rodovia Admar Gonzaga, 1346. CEP: 88034-001, Florianópolis, Santa Catarina – SC, Brasil. E-mail: Lucas.gomesmendes@gmail.com

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica de um modelo de produção hidropônico da halófito *Sarcocornia ambigua* utilizando a tecnologia NFT (*Nutrient Film Technique*). Para o dimensionamento deste modelo, os índices fitotécnicos utilizados foram extraídos da literatura e para identificar a demanda consumidora da planta foi aplicado um questionário online em restaurantes de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Com base nessas informações foram determinadas as dimensões físicas do modelo produtivo e a quantidade de planta a ser produzida. Indicadores de custos operacionais foram analisados com base na estrutura de custos operacionais e indicadores de viabilidade financeira Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e o Retorno do Capital Investido (RCI), calculados com base em um fluxo de caixa com horizonte de 10 anos. O empreendimento hipotético proposto teve um investimento inicial de US\$ 15.529,21, com o Custo Total de Produção (CTP) anual de US\$ 20.294,76 (ano 1), US\$ 20.525,01 (ano 2 ao 9) e US\$ 20.364,27 (ano 10). A produção semanal foi de 35 kg⁻¹, equivalente a 1.260 kg⁻¹, 1.400 kg⁻¹ e 1.120 kg⁻¹, no primeiro ano, segundo ao nono ano e décimo ano, respectivamente. Com estas produções anuais, obteve-se o CTP de US\$ 16,11 kg⁻¹ US\$ 14,66 e US\$ 18,18, nos referidos anos. Para o preço de venda da planta de US\$ 19,72 o kg⁻¹, a TIRM, VPLA e RCI apresentaram 21%, US\$ 3.738,41 e 3,5 anos, respectivamente. Conclui-se, portanto, que, o modelo de sistema de produção hidropônico de *Sarcocornia ambigua* proposto, apresenta viabilidade econômica.

Palavras-chave: Aquicultura. Custo operacional. Salicornia.

2.1. INTRODUÇÃO

Plantas halófitas pertencentes ao gênero *Salicornia* e *Sarcocornia* tem sido utilizada no tratamento de efluentes da aquacultura marinha. Essas espécies habitam naturalmente ambientes salinos e absorvem nutrientes transformando-os em biomassa vegetal, sendo consideradas importantes agentes de neutralização dos rejeitos da maricultura. Sua biomassa pode ser utilizada na alimentação animal, indústria farmacêutica, indústria de biocombustíveis, extração de aditivos nutracêuticos e principalmente, para o consumo humano (BROWN et al., 1999; GENG et al., 2005; D'OCA et al., 2012; WEBB et al., 2012; BUHMANN e PAPENBROCK, 2013; FAN et al., 2013; GLENN et al., 2013; SHPIGEL et al., 2013; BUHMANN et al., 2015).

Para fins de consumo humano, a *Salicornia* foi inserida no mercado Europeu como um vegetal fresco semelhante ao aspargo verde, tendo seus brotos suculentos consumidos em saladas ou como tempero de legumes (KIM et al., 2011; BERTIN et al., 2014). Seus brotos jovens e carnudos têm ganhado destaque na alta gastronomia mundial não só pelo seu sabor salgado, mas também pelo seu valor nutricional (LU et al., 2010; BERTIN et al., 2014; VENTURA et al., 2014). No Reino Unido e na Irlanda este vegetal é comumente encontrado em restaurantes sofisticados geralmente acompanhado de frutos do mar (BÉLGICA, 2013).

Segundo Bélgica (2013), na Irlanda o preço de atacado da planta é de US\$ 19,72 o quilograma da halófito fresca. Sob este preço ainda são impostas taxas de importação do vegetal da França, um dos principais produtores da planta na Europa (VOORT et al., 2007).

Em algumas cidades da Europa, a *Salicornia* pode ser obtida através da coleta de seus brotos jovens em ambiente natural ou através do cultivo utilizando solo ao ar livre ou em solo coberto por estufas (BÉLGICA, 2013).

Na França no ano de 2013 foi coletado do ambiente natural, em toda região costeira, o equivalente a 500 toneladas de *Salicornia* sp. (BÉLGICA, 2013). O volume de coleta nestes locais é controlado pelo governo e deve ser respeitado para que não seja demasiadamente explorado (BÉLGICA, 2013).

Um outro modo de obter a planta, de forma mais sustentável que a coleta, seria por via do cultivo integrado, que produz a planta a partir de nutrientes disponíveis no efluente da produção de camarões marinhos. Esse sistema integrado tem se mostrado uma alternativa promissora em países como o México e Estados Unidos (COSTA, 2006).

No sul do Brasil, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Silva (2016), Soares-neto (2017) e Pinheiro et. al. (2017), também obtiveram resultados positivos no cultivo

integrado entre a *Sarcocornia ambigua* e o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Esses autores produziram a halófito *S. ambigua* em sistema hidropônico utilizando método NFT (*Nutrient Film Technique*) integrado a produção do camarão marinho em sistema de bioflocos. No sistema NFT as raízes das plantas são acomodadas no interior das calhas hidropônicas onde um filme de água e nutrientes corre pelo interior das calhas de cultivo, nutrindo o vegetal (LENNARD & LEONNARD, 2006). Os resultados obtidos nestas pesquisas demonstraram a capacidade do sistema aquapônico de biotransformar os nutrientes não absorvidos pelos camarões (efluente) em uma solução nutritiva para as plantas.

Magallón-Barajas (2014) comparou a solução aquapônica, oriunda do cultivo de tilápia e hortaliças, com a solução hidropônica utilizada comercialmente concluindo que no sistema aquapônico é possível acumular concentrações de nitrogênio semelhantes as concentrações encontradas na solução hidropônica comercial, porém apresentando deficiências em alguns nutrientes como enxofre, magnésio, fosforo e potássio.

No que tange a viabilidade econômica da produção da planta em sistema aquapônico, Castilho-Barros et al., (2018) avaliaram economicamente um empreendimento aquapônico hipotético para cultivo de *S. ambigua* e o camarão marinho *L. vannamei*. Como resultado do estudo, o empreendimento dimensionado mostrou ser economicamente viável além de revelar a *Salicornia* como força motriz econômica do empreendimento, devido seu alto valor de mercado no período estudado.

Carneiro et al., (2019, no prelo), ao comparar a produtividade da planta *S. ambigua* entre diferentes tratamentos (aquaponia com camarão marinho; Solução hidropônica de Hoagland modificada e solução de Hoagland com metade da concentração de nutrientes de sua concentração original), obteve como resultado uma produtividade de $1,3 \pm 0,2$, $2,1 \pm 0,5$ e $2,0 \pm 0,3$ $\text{kg}^{-1} \text{m}^2$ nos respectivos tratamentos, demonstrando melhor produção de biomassa vegetal no sistema hidropônico.

A viabilidade técnica da produção de *S. ambigua* em sistema hidropônico também foi observada para a *Salicornia perene*, onde Muñoz & Niell (2009) realizaram testes utilizando a solução de Hoagland & Arnon (1950) modificada para entender melhor a dinâmica de absorção de nutrientes desta espécie. Os autores relataram que a halófito pode se desenvolver, incorporando amônia, fosfato e nitrato.

A produção hidropônica mundial, com diversas espécies de plantas, representou um montante aproximado de 24 bilhões de dólares em 2018 (INTELLIGENCE, 07/01/2020). Alguns estudos realizados no Brasil demonstraram resultados financeiros e técnicos muito promissores. Silva & Schwonka (2001) avaliaram a viabilidade econômica de um sistema de

produção hidropônica de alface em estufa chegando à conclusão de que, embora o investimento inicial seja alto (US\$ 14.866,22), foi possível recuperar o capital investido em apenas 2,5 anos devido a boa lucratividade do sistema.

Para o aumento do preço ao consumidor, Fernandes (2002) afirma que o cultivo da alface em estufa hidropônica pode alcançar preços de venda superiores aos preços praticados pelo produto cultivado em campo aberto, devido a melhor qualidade da produção em estufa.

Considerando o valor de comercialização da *Salicornia* e sua viabilidade técnica de produção em hidroponia, bem como a reconhecida rentabilidade da atividade da produção hidropônica em nível mundial, estudos de viabilidade econômica aplicados à produção da *S. ambigua* neste sistema merecem devida atenção.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi a de estimar a demanda de consumo da halófito *S. ambigua* na região da grande Florianópolis, Estado de Santa Catarina, e avaliar economicamente a produção dessa planta em sistema de hidroponia em escala comercial tendo como hipótese que a produção da planta em sistema hidropônico possui viabilidade econômica.

2.1.1 Material e métodos

2.1.2 Identificação da demanda consumidora da planta

O Laboratório de Camarões Marinhos LCM/UFSC tem se tornado uma das referências mundiais em pesquisas no cultivo integrado entre a *Sarcocornia ambigua* e espécies de interesse ao aquanegócio como camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, tainha *Mugil* sp., tilápia *Oreochromis niloticus*, entre outros. A visibilidade alcançada por esse laboratório nos estudos dessa espécie de halófito chamou a atenção de empresários de diversos ramos que utilizam essa planta na culinária, notadamente por restaurantes de alta gastronomia de Florianópolis e região metropolitana.

Identificado o interesse comercial pela halófito, no período de março de 2019 a novembro de 2019, foi enviado questionário-online a restaurantes de Florianópolis e região metropolitana para estimar demanda consumidora pelo produto. Decorridos então 8 meses, obteve-se o total de 13 respostas. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequena Empresas (SEBRAE)¹, esse montante de resposta representa aproximadamente 0,32 % do total de restaurantes e estabelecimentos que compõem este segmento na região do estudo.

¹Fonte: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Macrorregiao%20-%20Grande%20Florianopolis.pdf>, acessado em 4 de abril de 2020.

A partir das respostas dos entrevistados foi estimada a demanda média semanal em quilos da halófitas, sendo então extrapolada para 0,32% do total de estabelecimentos. Desta forma foi possível dimensionar um empreendimento com estrutura capaz de atender a demanda identificada.

2.1.3 Dimensionamento do empreendimento hidropônico

O local da implementação deste empreendimento foi baseado na região sul do Brasil entre o litoral norte do Estado do Paraná e o litoral sul do Estado do Rio do Grande do Sul ($25^{\circ} 18'24''\text{S}/48^{\circ} 19'44''\text{W}$ e $33^{\circ} 39'33''\text{S}/53^{\circ} 25'58''\text{W}$).

Os índices fitotécnicos utilizados como base no dimensionamento do empreendimento para produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua* foram derivados dos resultados experimentais obtidos por Silva (2016), Pinheiro et al., (2017), Soares-Neto (2017), Castilho-Barros et al. (2018) e Carneiro et al. (2019, no prelo).

A estrutura mínima proposta para produção da halófitas em sistema de hidroponia tem o total de 940 m², sendo composta por uma sala para enraizamento de mudas (7,19 m²), banheiro (3,64 m²), escritório (4,85 m²), estufa de berçário e produção (232 m²) e banco matriz de halófitas coberto por estufa (203 m²) (Figura 1). Uma distância de 500 metros entre o empreendimento e o ponto de captação de água salina foi arbitrariamente definido.

O fluxo de produção tem início no banco matriz das halófitas, onde estacas de *S. ambigua* serão coletadas e preparadas em bandejas de enraizamento. Em seguida as bandejas serão acondicionadas na sala de enraizamento para formação de mudas. Decorridos aproximadamente 35 dias, com o surgimento de brotos e raízes, as mudas serão transferidas para o setor de berçário sendo então acomodadas em calhas hidropônicas até ganharem tamanho. Após 28 dias no setor berçário hidropônico, as mudas já com tamanhos aproximado de 20 cm serão transferidas para as calhas hidropônicas do setor produção, setor esse onde serão cultivadas até atingirem tamanho comercial. Ao final, no setor produção as plantas permaneceram por mais 28 dias onde apresentarem tamanho comercial (28 gramas). Em um total de aproximado de 91 dias de cultivo, as plantas estarão prontas para colheita e devida comercialização. Assim, como finalização do processo de cultivo (ou ciclo produtivo), estima-se colheitas de 35 quilos de planta inteira e fresca por semana.

Figura 1 – Esquema do empreendimento hidropônico e seus respectivos setores: (a) setor banco matriz de halófitas coberto por estufa, (b) setor sala de enraizamento, (c) setor estufa de berçário hidropônico, (d) setor estufa de produção hidropônica (e) banheiro, (f) escritório e (g) terreno com área total de 940 m².



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.1.3.1 Setor banco matriz de halófitas (Setor A)

Plantas adultas serão mantidas em um canteiro (203 m²) coberto por estufa agrícola. O banco matriz fornecerá semanalmente estacas para formação de mudas que darão origem as plantas de tamanho comercial. O processo de produção de mudas consiste na coleta de ramos lenhosos de plantas adultas de *Sarcocornia ambigua* cortados em estacas de 10 cm cada, onde cada estaca dará origem a uma muda (CARNEIRO et al. 2019, no prelo). O banco matriz de plantas deve ter área total mínima de 203 m² para que seja possível a coleta semanal de 1.535 estacas (equivalente a 35 quilos de planta por semana).

O dimensionamento desta área considera o rendimento e a colheita de estacas por metro quadrado sem destruir o banco matriz. Explicando melhor este índice, foi observado em estudos não publicados que o rendimento médio em um canteiro de plantas adultas gira em torno de 60 estacas m² de banco matriz, ou seja, em um metro quadrado é possível coletar 60 estacas sem

destruir o banco matriz (Tabela 1). Após a coleta das estacas, este material será transferido para o setor sala de enraizamento (Setor B da Figura 1).

Tabela 1 – Índices e variáveis fitotécnicas por setor para produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua* na costa sul do Brasil, agosto de 2019.

Setor	Unidade	Ano 1	Anos 2 ao 9	Ano 10
Banco matriz de halófitas (Setor A)				
Capacidade de colheita de estacas	Estacas m ²	60	60	60
Área necessária para o banco de mudas	Metro	203	203	203
Quantidade de estacas necessárias por ciclo	Unids.	1.523	1.523	1.523
Tempo para confecção de estacas	Dias ¹	5	5	5
Culturas por ano ¹	Unids.	36	40	32
Sala de Enraizamento de mudas (Setor B)				
Quantidade estacas (entrando)	Unids.	1.523	1.523	1.523
Sobrevivência de enraizamento	%	95,00%	95,00%	95,00%
Quantidade estacas (saindo)	Plantas ¹	1450	1450	1450
Tempo de enraizamento das mudas	Dias ¹	35	35	35
Culturas por ano ¹	Unids.	36	40	32
Estufa de Berçário Hidropônico (Setor C²)				
Densidade de plantas na bancada hidropônica	Plantas m ²	70	70	70
Quantidade de plantas (entrando) em cada módulo hidropônico	Unids.	1.450	1.450	1.450
Comprimento da bancada hidropônica	Metros	10	10	10
Largura da bancada hidropônica	Metros	1,9	1,9	1,9
Plantas (inicial)	Unids.	1450	1450	1450
Sobrevivência no berçário hidropônico	%	95%	95%	95%
Volume de solução hidropônica por planta	L ¹	3,0	3,0	3,0
Tempo de cultivo	Dias ¹	28	28	28
Culturas por ano ¹	Unids.	36	40	32

¹ cada cultura corresponde a um módulo hidropônico do setor produção que produz 35 kg⁻¹ por semana.

Fonte: Elaborado pelo autor com informações extraídas de Pinheiro (2015), Silva (2016), Soares Neto (2017), Castilho-Barros et al. (2018) e Carneiro et al. (2019 no prelo).

² os setores C e D possuem as mesmas estruturas, equipamentos e dimensões assim como os mesmos índices fitotécnicos, porém funções diferentes.

Fonte: elaborado pelos autores.

2.1.3.2 Setor sala de enraizamento de mudas (Setor B)

Uma sala de enraizamento (7,19 m²), construída em alvenaria, acomodará as estacas de *Sarcocornia ambigua* em bandejas de enraizamento contendo substrato inerte durante o período de 35 dias (CARNEIRO et al., 2019, no prelo) (Tabela 1).

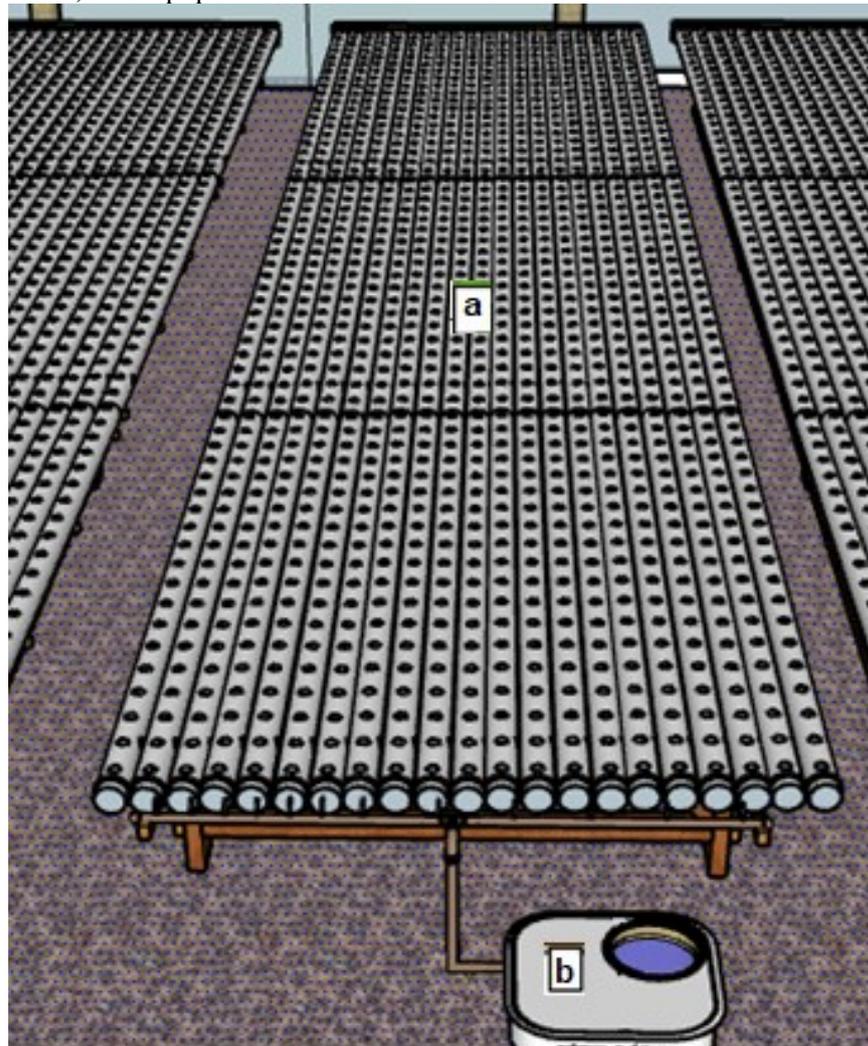
Para o enraizamento semanal serão necessários 0,033 m³ de substrato na proporção de 0,5:2:0,5 (areia, terra preta e perlita) (CARNEIRO et al, 2019, no prelo). Foi considerado o reuso do mesmo substrato por oito vezes antes de ter seu volume totalmente descartado. As bandejas serão alocadas em prateleiras horizontais em uma sala com pouca luz (artificial e solar) durante o período de 35 dias. Durante este período serão regadas com água doce duas vezes ao

dia (CARNEIRO et al., 2019, no prelo). Após o período de enraizamento, as plantas devem ser transferidas para as calhas hidropônicas (PINHEIRO, 2015; SILVA, 2016; SOARES-NETO, 2017; PINHEIRO et al., 2017; CARNEIRO et al., 2019, no prelo).

2.1.3.3 Setor Estufa Berçário de mudas em hidroponia (Setor C)

Nesse setor, uma estufa agrícola de 232 m² de área acomodará em seu interior 4 módulos hidropônicos com 21 m² de área de plantio cada (Figura 1. – Setor C). Em cada módulo hidropônico será acoplado um reservatório de solução hidropônica com 4,0 m³ de volume útil juntamente com uma bomba submersa com vazão de 20 L min⁻¹, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Módulo hidropônico: (a) bancada hidropônica com capacidade para 1.450 plantas e (b) reservatório de solução nutritiva de 4,0 m³ equipado com bomba submersa com vazão de 20 L min⁻¹.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O módulo hidropônico será formado por 27 tubos de PVC de 75 mm (10 m e 75 mm de diâmetro) contendo orifícios de 50 mm de diâmetro em sua extensão onde serão acomodadas as plantas. Os tubos serão posicionados lado a lado formando uma estrutura retangular que acomodará um total de 1.450 plantas. Cavaletes de madeira serão usados sob um espaçamento de 2 metros de distância afim de sustentar as calhas hidropônicas que estarão 1,30 m¹ acima do nível do solo. O módulo terá uma inclinação de 4,0% para que a solução hidropônica flua pelo interior dos tubos e caia no reservatório de solução hidropônica com auxílio de uma tubulação de captação. Na parte mais alta do módulo será posicionado o reservatório de solução. Na parte mais baixa da bancada, após a solução passar pela zona de raízes, um tubo coletará a solução e a conduzirá por gravidade até o reservatório de 4,0 m³. A solução percorrerá o interior dos tubos irrigando as raízes das plantas e depois será conduzida por gravidade através de tubos até reservatório completando o ciclo de recirculação da solução hidropônica. O período de funcionamento da bomba (período de irrigação das plantas) será de 24 horas por dia (PINHEIRO, 2015; SOARES-NETO, 2017; CARNEIRO et al., 2019, no prelo).

No teto da estufa será instalado uma tela preta com 50% de sombreamento afim de reduzir a incidência solar direta sobre plantas (PINHEIRO et al., 2017).

A solução hidropônica utilizada será constituída de água marinha (32 psu) enriquecida com nutrientes químicos até chegar à metade da concentração de nutrientes da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) (CARNEIRO et al., 2019, no prelo). A solução nutritiva será totalmente renovada a cada 28 dias de cultivo para manter os níveis ideais de nutrientes para o crescimento da planta (CARNEIRO et al., 2019, no prelo). No início e no final de cada ciclo hidropônico a solução nutritiva terá seus macronutrientes analisados por um laboratório especializado afim de assegurar a concentração de nutrientes ideais para as plantas na solução utilizada no sistema hidropônico (CARNEIRO et al., 2019, no prelo).

2.1.3.4 Setor Estufa de Produção Hidropônica (Setor D)

Uma estufa agrícola também com 232 m² de área será utilizada para o setor produção hidropônica, também com quatro módulos de 21 m² de área de plantio cada. O setor “Estufa Berçário Hidropônico” e produção hidropônica são exatamente iguais em termos de estrutura, manejo e quantidade de plantas por módulo, porém farão papeis diferentes. O primeiro destina-se a produção das mudas e o segundo a produção das plantas até atingirem tamanho comercial (aproximadamente 28 gramas) (CARNEIRO et al., 2019, no prelo).

2.1.3.5 Viabilidade econômica

Os cálculos financeiros foram baseados no número de ciclos de produção por ano e na produção de quilos de planta por ciclo produtivo. O valor de venda da planta teve como base o valor comercial de atacado praticado na Europa (US\$ 19,72 kg⁻¹ da planta fresca e inteira).

Para o ano 1 do empreendimento foi considerado um desfalque de 5 semanas destinado a adequação do terreno, e a construção dos setores. Para o ano 10 (último ano de produção) foi reservado um período de 2 semanas para que toda estrutura seja desmontada no final do período de arrendamento do terreno. Assim, os anos 1, 2 a 9 e 10 tiveram quantidade de ciclos diferentes conforme segue abaixo:

- Ano 1 = 36 ciclos de produção por ano
- Anos 2 a 9 = 40 ciclos de produção por ano
- Ano 10 = 32 ciclos de produção por ano.

Com estas informações, a avaliação econômico-financeira do empreendimento tomará por base os custos, receitas e lucros obtidos para a produção da halófito (*Sarcocornia ambigua*) onde foram utilizadas análises orçamentárias para comparar custos e variações de receita em cada cenário proposto (SHANG, 1990). Para tal avaliação, foi utilizado o método proposto por Matsunaga et al., (1976) que define:

a) Custo operacional efetivo (COE), onde serão levantadas todas as despesas (gasto com energia elétrica, mão-de-obra etc.) que compõem um ciclo produtivo;

b) Custo operacional total (COT) que é composto pelo somatório do COE, encargos financeiros (estimados de acordo com as taxas de juros anuais de programas de incentivo ao agricultor subsidiados pelo governo brasileiro como o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF com uma taxa de juros de 8% a.a.), depreciação dos equipamentos e encargos sociais. Os encargos sociais terão taxa de 40,0% sobre o valor atribuído a mão-de-obra (SANCHES et al., 2006; CASTILHO-BARROS et al., 2018).

c) Custo total de produção (CTP) que é a soma do COT, acrescida dos custos com depreciação das estruturas e juros anuais do capital referente ao empréstimo de 100% do valor do investimento inicial.

Para indicar a rentabilidade do empreendimento será utilizada a metodologia descrita por Martin et al., (1994) onde calcula-se:

- Receita Bruta (RB) = (Produção x Preço de venda);

- Receita Líquida (RL) = (RB – CTP anual);
- Margem Bruta (MB) = ((RB – CTP anual) / CTP anual) X 100; e
- Índice de Lucratividade (IL) = (RL / RB) X 100.

A análise de investimento do empreendimento foi avaliada com base no Fluxo de Caixa (FC) para um horizonte de 10 anos, tendo os seguintes indicadores:

Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), que consiste na análise econômica da proposta considerando que o caixa gerado pelo projeto em análise é reinvestido pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e que os desembolsos financeiros são reinvestidos pela taxa de juros cobrada no mercado de financiamento (BROM & BALIAN, 2007). A viabilidade financeira do projeto é alcançada quando a TIRM for superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), definida aqui em 11,00% (Taxa média de crescimento do Índice IBOVESPA entre 2009 a 2019¹);

Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), que trata da periodização dos valores médios dos fluxos de caixas do projeto proposto, seja o horizonte avaliado apresentado por ano, meses etc. (BROM & BALIAN, 2007), sendo oportuno para comparar investimentos com diferentes horizontes de tempo. Para este cálculo, foi estipulada a taxa de atratividade de 11%¹ (Taxa média de crescimento do Índice IBOVESPA entre 2009 a 2019).

Retorno do Capital Investido (RCI), método de cálculo que não leva em conta a variação que o capital sofre ao longo do tempo, mas é muito utilizado para rápidas decisões de mercado, sendo mais atrativo o investimento quanto mais rápido for o retorno ao capital investido; e

Ponto de Nivelamento (PN) que determina qual é a produção mínima necessária para cobrir os custos de acordo com o preço de venda do quilo da halófita (Pqh), onde:

$$PN = CTP \times Pqh \quad (1)$$

Por fim, os índices econômicos obtidos para o sistema hidropônico foram avaliados em uma análise de sensibilidade propondo uma perda de 34 ciclos de produção (ao longo do horizonte de 10 anos) e variação no preço de venda de 15% para mais e 15% para menos com relação ao preço de atacado praticado na Europa (US\$ 19,72).

¹Fonte: <http://bvmf.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoTaxaMediaCrescimento.aspx?Indice=IVBX&idioma=pt-br>, acessado em 20 de maio de 2020.

2.3 Resultados

2.3.1 Demanda consumidora da planta

Dos quinze restaurantes entrevistados treze responderam ao questionário online. Com isso foi identificado uma demanda semanal de 35 kg de planta inteira e fresca. A partir disso foi estimado um empreendimento com capacidade para produzir semanalmente, e de forma escalonada, 35 kg de *Sarcocornia ambigua*.

2.3.2 Viabilidade econômica

O investimento inicial para a implantação de um empreendimento hipotético de produção de *Sarcocornia ambigua* hidropônica no litoral da região sul do Brasil foi estimado em US\$ 15.529,21 (Tabela 2). Observa-se que os itens com maior participação percentual sobre o valor total do investimento foram a compra do conjunto de estufas (berçário, produção e banco de mudas) com 435 m² no valor total de US\$ 6.634,39, a aquisição de oito bancadas hidropônicas de 21 m² cada no valor total de US\$ 3.118,10 e a construção da sala de enraizamento, banheiro e escritório com 16 m² no valor de US\$ 1.765,26, que corresponderam a 42%, 20% e 11% do total do investimento, respectivamente.

O custo total de produção anual (CTP) nos diferentes períodos foram de US\$ 20.294,76, US\$ 20.525,01 e US\$ 20.364,27 para 36 ciclos (ano 1), 40 ciclos (anos 2 a 9) e 32 ciclos (ano 10), respectivamente (Tabela 3).

Observa-se que os itens com maiores custos operacionais foram folha de pagamento e arrendamento do terreno que representaram 47% e 27% do total dos custos, respectivamente.

Seguindo a ordem dos maiores custos, a mão de obra dimensionada para o empreendimento consiste em um gerente (US\$ 303,43 por mês) e um auxiliar (US\$ 263,92 por mês), ambos com uma jornada diária de oito horas. O valor mensal do arrendamento do terreno foi estimado através de consultas a imobiliárias da região sul do país onde chegou-se ao valor de US\$ 461,00 mensais para locação/arrendamento de um terreno de 590 m².

Para solução hidropônica seu custo foi calculado sendo que após 28 dias de cultivo o volume total das soluções hidropônicas (setor berçário e produção final) serão totalmente descartadas e renovadas a fim de assegurar que as concentrações de nutrientes supram a necessidade nutricional das plantas (CARNEIRO et al., 2019, no prelo).

O substrato para o enraizamento teve custo de US\$ 11,35 (volume de 0,03 m³) e foi calculado levando em consideração o reuso do mesmo por 4 meses, após esse período o substrato será totalmente descartado e renovado, este custo representou 2,17% do total dos custos.

Tabela 2 - Estimativa do investimento necessário para o empreendimento hidropônico de *Sarcocornia ambigua* no litoral sul do Brasil, abril de 2019¹.

Itens	Valor Total	Vida Útil ²	Depreciação	Total
1. Construção Civil				
Sala de enraizamento (banheiro + escritório)	1.765,26	30	58,84	1.765,26
Estufa banco de mudas	2.410,42	20	120,52	2.410,42
Estufa berçário e produção	4.223,97	20	211,20	4.223,97
Mangueira perfurada para irrigação	85,53	15	5,70	0,00
Bancada hidropônica de berçário	1.559,05	25	62,36	85,53
Bancada hidropônica de produção	1.559,05	25	62,36	1.559,05
2. Equipamentos				
Sombrite 50%	89,38	5	17,88	89,38
Sistema captação de água salina	476,98	15	31,80	476,98
Tesouras colheita mudas	12,73	5	2,55	14,25
Bandejas 128 células	65,91	10	6,59	65,91
Porta bandejas	82,00	15	5,47	82,00
Cadeira de madeira	12,53	5	2,51	12,53
Mesa de plástico	29,55	3	9,85	29,55
Pá	10,55	10	1,05	10,55
Enxada	9,21	10	0,92	9,21
Ferramentas em geral	26,39	20	1,32	26,39
Mangueiras em geral	211,08	10	21,11	211,08
Bomba submersa	164,87	5	32,97	164,87
Condutivímetro digital	39,58	10	3,96	39,58
Balança de precisão digital	9,23	5	1,85	9,23
Balança eletrônica até 40 kg ⁻¹	42,19	5	8,44	42,19
Caixa plástica para colheita	5,25	10	0,53	5,25
Computador	224,27	10	22,43	224,27
Mesa de escritório	53,17	15	3,54	53,17
Cadeira escritório	120,98	5	24,20	120,98
Impressora	182,66	10	18,27	182,66
Quadro elétrico	290,24	15	19,35	290,24
outros utensílios	500,00	15	33,33	500,00
3. Documentação				527,70
3.a. Licenciamento e regularização³				1.765,26
3.b. Elaboração do projeto⁴				739,49
TOTAL GERAL				15.529,21
			790,88	14.791,25

¹ montante expresso em dólar americano = R\$ 3,792

(<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>), acessado em 04 de julho de 2019;

² Expresso em anos;

³ Custo com Licenciamento e regularização baseado na abertura de uma empresa no Brasil

⁴ Cálculo elaboração do projeto [3b = (1 + 2 + 3.a) X 5%]

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Custo Operacional da produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua* no litoral sul do Brasil, abril de 2019 ^{1, 2}.

Item	COE ³	Encargos Sociais ⁴	Encargos financeiros ⁵	COT ³	Outros Custos	CTP ³
Folha de pagamento	176,17(±14,09)	70,47(±5,64)	0,37(±0,06)	246,63(±19,73)		247,00(±19,79)
Arrendamento da área (540 m ²)	143,52(±11,52)		0,30(±0,05)	143,52(±11,48)		143,82(±11,53)
Solução hidropônica	16,92(±1,35)		0,04(±0,01)	16,92(±1,35)		16,96(±1,36)
Substrato para preparo de mudas	11,33(±0,79)		0,02(±0,00)	11,33(±0,79)		11,35(±0,79)
Material limpeza	4,10(±0,33)		0,01(±0,00)	4,10(±0,33)		4,11(±0,38)
Material de escritório	3,69(±0,30)		0,01(±0,00)	3,69(±0,30)		3,70(±0,30)
Energia elétrica	17,14(±1,37)		0,04(±0,01)	17,14(±1,38)		17,14(±1,38)
Água Doce	3,72(±0,30)		0,01(±0,00)	3,72(±0,17)		3,77(±0,30)
Manutenção em geral	8,20(±0,66)		0,02(±0,01)	8,22(±0,66)		8,22(±0,66)
Análise laboratorial da solução hidropônica	7,08(±1,22)		0,01(±0,00)	7,08(±1,22)	32,18(±2,60)	7,10(±1,22)
Juros do Capital investido						32,18(±2,57)
Serviços contábeis e alvarás	15,47(±1,24)		0,03(±0,01)	15,47(±1,24)		15,50(±1,24)
Depreciação Equipamentos ³				9,51(±0,76)		9,51(±0,76)
Depreciação construção civil ³					10,12(±0,81)	10,12(±0,81)
Total/Ciclo	401,80(±15,74)			473,36(±23,23)		523,25(±21,34)
Total/ Ano 1	15.539,92			18.627,33		20.294,76
Total/ Anos 2 a 9	15.773,16			18.493,58		20.525,01
Total/ Anos 10	15.604,95			18.355,37		20.364,27

¹ montante expresso em dólar americano = R\$ 3,791 (<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>), acessado em 4 de julho de 2019

² Valores médios ± desvio padrão para os diferentes períodos

³ Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e Custo Operacional Total de Produção (CTP).

⁴ Encargos sociais = 40% sobre a mão de obra do COE.

⁵ Encargos financeiros = 8% a.a. (PRONAFE 2019/2019) sobre a metade do COE acrescido dos encargos sociais

Fonte: Dados do estudo.

Embora haja monitoramento diário *in loco* dos parâmetros da solução nutritiva, considerou-se o custo de US\$ 7,10 (representando 1,36% do CTP) referente às análises laboratoriais da solução hidropônica afim de certificar que a concentração de nutrientes não sofresse alteração em sua composição ao longo do cultivo. Essas análises deverão ser feitas a cada 28 dias de cultivo conforme Carneiro et al., (2019, no prelo).

Para os custos dos serviços contábeis e alvarás foi considerado o somatório de taxas de Vigilância Sanitária, Taxa Funcionamento (bombeiros) e Alvará da Prefeitura, resultando em um montante de US\$ 15,50, o que representou 2,96% do CTP por ciclo.

A depreciação dos equipamentos e construções foi estimada em US\$ 19,62, representando 3,76% dos custos totais. Esse valor pode ser considerado como uma reserva contábil destinada a reposição de determinados bens quando esses se tornarem economicamente obsoleto ou apresentarem problemas na utilização.

O CTP por quilograma produzido de planta (kg^{-1} de halófita) foi de US\$ 16,11 (ano 1), US\$ 14,66 (ano 2 ao 9) e US\$ 18,18 (ano 10) (Tabela 4).

Tabela 4 - Custos operacionais da produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua* calculados por quilo de planta, abril de 2019¹.

	Produção (kg^{-1} Ano)	COE² (US\$)	COT² (US\$)	CTP² (US\$)
Ano 1	1.260	12,33	14,78	16,11
Anos 2 ao 9	1.400	11,27	13,21	14,66
Ano 10	1.120	13,93	16,36	18,18

¹montante expresso em Dólar americano = R\$ 3,792
(<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>), acessado em 04 de julho de 2019;

² Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e Custo Operacional Total de Produção (CTP).

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao avaliar as variações financeiras e de rendimento do empreendimento, uma análise de sensibilidade foi realizada com base em três preços de venda diferentes: sendo o preço base praticado na Europa (US\$ 19,72) e variações arbitrariamente estipuladas em 15% para menos (US\$ 16,76) e 15% para mais (US\$ 22,68) afim de simular as variações no preço de venda do produto (Tabela 5).

Tabela 5 - Indicadores econômicos da produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua* considerando três preços de venda por quilo da halófito, junho de 2019¹.

	Unidade	Preço de venda (US\$ kg ⁻¹ halófito)		
		16,76	19,72	22,68
Receita Bruta (ano 1)	US\$	21.117,60	24.847,20	28.576,80
Receita Bruta (anos 2 ao 9)	US\$	23.464,00	27.608,00	31.752,00
Receita Bruta (ano 2 ao 10)	US\$	18.771,20	22.086,40	25.401,60
Lucro Operacional (ano 1)	US\$	822,84	4.552,44	8.282,04
Lucro Operacional (anos 2 ao 9)	US\$	2.938,99	7.082,99	11.226,99
Lucro Operacional (ano 10)	US\$	-1.593,07	1.722,13	5.037,33
Margem Bruta (ano 10)	%	4,05	22,43	40,81
Margem Bruta (anos 2 ao 9)	%	14,32	34,51	54,70
Margem Bruta (ano 10)		-7,82	8,46	24,74
Índice de Lucratividade (ano 1)	%	3,90	18,32	28,98
Índice de Lucratividade (anos 2 ao 9)	%	12,53	25,66	35,36
Índice de Lucratividade (ano 10)		-8,49	7,80	19,83
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	%	9,5%	21,2%	27,3%
Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)	US\$	-292,63	3.738,41	7.769,45
Retorno do Capital investido (RCI)	Anos	7,0	3,5	2,6
Ponto de Equilíbrio (ano 1)	kg ⁻¹ Ano	1.210,90	1.029,15	894,83
Ponto de Equilíbrio (anos 2 ao 9)	kg ⁻¹ Ano	1.224,64	1.040,82	904,98
Ponto de Equilíbrio (ano 10)	kg ⁻¹ Ano	1.215,05	1.032,67	897,90

¹ montante expresso em Dólares Americanos = R\$ 3,7931

(<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>), acessado em 4 de julho de 2019

Fonte: elaborada pelos autores.

Para o valor de venda da planta a US\$ 16,76 kg⁻¹ (menor valor analisado) a TIRM foi de 9,5% ficando abaixo da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estipulada em 11% e retorno do capital investido de 7 anos, o que apresenta risco considerável ao negócio. Já para o preço de venda de US\$ 19,72 kg⁻¹ (preço praticado no mercado europeu) foram obtidos resultados favoráveis com TIRM de 21,2%, VPLA de US\$ 3.738,41 e RCI de 3,5 anos, representado baixo risco para o negócio. Notadamente, para um cenário otimista de venda da halófito, com preço de US\$ 22,68 kg⁻¹, foram obtidos resultados mais atrativos com uma TIRM de 27,3%, VPLA de US\$ 7.769,45 e RCI de 2,6 anos (Tabela 5).

O Ponto de Nivelamento (PN), que é a quantidade mínima de planta a ser produzida e comercializada para cobrir os custos totais de produção (CTP), variou consideravelmente entre os anos conforme o preço de venda avaliado. Para cobrir os custos do empreendimento no primeiro ano de produção será necessário produzir e comercializar 1.210,90 kg⁻¹ (vendido a US\$ 16,76 kg⁻¹), 1.029,15 kg⁻¹ (vendido a US\$ 19,72 kg⁻¹) ou 894,83 (vendido a US\$ 22,68 kg⁻¹). Para o período do segundo ao nono ano será necessário produzir e comercializar a quantidade de planta equivalente a 1.224,64 kg⁻¹ (vendido por US\$ 16,76 kg⁻¹), 1.040,82 kg⁻¹ (vendido por US\$ 19,72 kg⁻¹) e 904,98 kg⁻¹ (vendido por US\$ 22,68 kg⁻¹). Para o décimo ano,

será necessário produzir e comercializar 1.215,05 kg⁻¹, 1.032,67 kg⁻¹, 897,90 kg⁻¹ (vendido a US\$ 16,76 kg⁻¹, US\$ 19,72 kg⁻¹, 22,68 kg⁻¹, respectivamente) (Tabela 5).

Diante dos resultados econômicos obtidos pelos três preços de venda (US\$ 16,76, US\$ 19,72 e US\$ 22,68 kg⁻¹) foi simulado a perda de 7 ciclos no ano 1, 20 ciclos no ano 5 e 7 ciclos no ano 10, resultando na perda de 34 ciclos produtivos em um horizonte de 10 anos de projeto. Essa simulação levou em consideração a probabilidade da perda de parte da produção ocasionada por fatores inesperados que pudessem comprometer a saúde econômica do empreendimento. Os melhores resultados só foram possíveis utilizando os preços de venda de US\$ 19,72 (preço praticado na Europa e referência do estudo) e US\$ 22,68 (variação de 15% para mais), como mostra a tabela 6.

Tabela 6 - Análise de sensibilidade dos indicadores econômicos da Produção hidropônica de *Sarcocornia ambigua*, considerando a perda de 34 ciclos (culturas) durante o período de 10 anos de empreendimento, setembro de 2019¹.

	Unidade	Preço de venda (US\$ kg ⁻¹ halófito)		
		16,76	19,72	22,80
Receita Bruta (ano 1)	US\$	17.011,40	20.015,80	23.020,20
Receita Bruta (ano 2 ao 9)	US\$	11.732,00	13.804,00	15.876,00
Receita Bruta (ano 10)	US\$	14.665,00	17.255,00	19.845,00
Lucro Operacional (ano 1)	US\$	-3.283,36	-278,96	2.725,44
Lucro Operacional (ano 2 ao 9)	US\$	-8.793,01	-6.721,01	-4.649,01
Lucro Operacional (ano 10)	US\$	-5.699,27	-3.109,27	-519,27
Margem Bruta (ano 1)	%	-16,18	-1,37	13,43
Margem Bruta (ano 2 ao 9)	%	-42,84	-32,75	-22,65
Margem Bruta (ano 10)	%	-27,99	-15,27	-2,55
Índice de Lucratividade (ano 1)	%	-19,30	-1,39	11,84
Índice de Lucratividade (ano 2 ao 9)	%	-74,95	-48,69	-29,28
Índice de Lucratividade (ano 10)	%	-38,86	0,49	-2,62
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	%	-1%	15%	23%
Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)	US\$	-2.320,80	1.352,05	5.024,90
Retorno do Capital investido (RCI)	Anos	12,23	4,95	3,39
Ponto de Equilíbrio (ano 1)	kg ⁻¹ Ano	1.210,90	1.029,15	894,83
Ponto de Equilíbrio (ano 2 ao 9)	kg ⁻¹ Ano	1.224,64	1.040,82	904,98
Ponto de Equilíbrio (ano 10)	kg ⁻¹ Ano	1.215,05	1.032,67	897,90

¹ montante expresso em Dólares Americanos = R\$ 3,7931

(<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>), acessado em 4 de julho de 2019

Fonte: dados da pesquisa

Com a perda de 34 ciclos no cenário do preço de venda de US\$ 16,76 kg⁻¹ (Menor preço avaliado) o RCI foi maior que 12 anos, ou seja, as perdas comprometem a saúde financeira do empreendimento. Diferentemente do que apresentam os resultados para os preços de venda de US\$ 19,72 e US\$ 22,68 kg⁻¹ que apresentaram resultaram em um RCI de 4,95 e 3,99 anos e TIRM de 15% e 23%, respectivamente, que sugerem um retorno econômico relativamente rápido e taxas de rentabilidade acima da TMA. Diante disso, a ocorrência de mais

perdas de produção além dessas simuladas fatalmente comprometerão a longevidade financeira do empreendimento.

2.4 Discussão

Estudos de viabilidade econômico-financeira, em regra, visam a identificar gargalos e ordenar os meios de produção antes da implementação de um empreendimento. No presente estudo, a viabilidade econômica da implantação do cultivo hidropônico de *Sarcocornia ambigua* no litoral da região sul do Brasil, teve valor de investimento total estimado em US\$ 15.529,21 para a produção de aproximadamente 3.945 unidades mensais de *S. ambigua*. O valor referente ao investimento inicial ficou próximo dos valores obtidos por Borges & Dal'sotto (2016) para produção de alface e rúcula em sistema hidropônico e Rover et al., (2016) para produção de alface em sistema hidropônico e inferior ao valor relatado por Leite et al., (2016) para produção e alface em hidroponia.

Alto valor de investimento foi reportado por Borges & Dal'sotto, (2016) onde em um estudo de caso, analisaram a viabilidade econômico-financeira da produção de aproximadamente 3.560 unidades mensais de rúcula e alface em estufa hidropônica no estado do Paraná, onde foi estimado um custo de investimento na ordem de US\$ 10.529,21.

Rover et al., (2016) encontraram altos valores de investimento na verificação da viabilidade econômica na construção de um empreendimento para a produção de 3.840 unidades mensais de alface em estufa hidropônica na cidade de Tijucas no Estado de Santa Catarina – Brasil. Neste estudo os autores estimaram um investimento inicial de US\$ 14.341,00.

Leite et al., (2016) em um estudo de caso, analisaram a viabilidade financeira da produção de alface em estufa hidropônica com capacidade produtiva de 9.340 unidades mensais no estado do Paraná – Brasil, onde foi estimado um investimento inicial na ordem de US\$ 21.108,17.

Segundo Junge et al, (2017), a produção de plantas sem uso do solo pode apresentar altos custos de investimento devido a aplicação de tecnologia avançada como estufas e bancadas hidropônicas. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com as afirmações de Junge et al., (2017), uma vez que as estruturas de produção hidropônica (bancada e estufa) tiveram impacto de 42% e 20% no investimento total, com valores de US\$ 6.634,39 e US\$ 3.118,10 respectivamente. Para Martins & Silva, (1997) o custo de investimento com estufas agrícolas e bancadas hidropônicas aplicadas ao cultivo da alface é variável especialmente em função do tipo do material empregado em sua construção. Uma forma de

reduzir os custos com estes equipamentos, seria utilizar materiais equivalentes e mais baratos para construção das estufas, assim como usar a mão-de-obra disponível na propriedade na construção e montagem das estufas e bancadas hidropônicas.

O Custo Total de Produção anual (CTP/anual) do empreendimento foi de US\$ 20.294,76 (ano 1), US\$ 20.525,01 (ano 2 ao 9) e US\$ 20.364,27 (ano 10) (tabela 4), considerado 244%, 163%, 234% mais alto quando comparado aos CTP's obtidos por Borges & Dal'sotto (2016), Leite et al., (2016) e Rover et al., (2016), respectivamente. Essa diferença pode ser justificada devido a metodologia utilizada por esses autores quando atribuem menores custos com mão de obra (ex: mão-de-obra familiar), bem como os menores custos com arrendamento/aluguel da terra (ex: terra própria).

Dentre a composição dos custos que formam CTP/anual do presente estudo os mais expressivos foram a mão-de-obra e arrendamento da terra que corresponderam a 47% e 27% do CTP anual, respectivamente. O custo com mão-de-obra ficou 14% acima do percentual sugerido por Tokunaga et al., (2015) para produção aquapônica entre tilápia e alfaces no estado do Hawaii/EUA. Isso significa um alto custo e acima da média, justamente por se tratar de uma mão-de-obra e aluguel de terreno localizados na região costeira que imprimem valores altos. Essa comparação de valores encontra respaldo metodológico uma vez que a aquaponia é uma atividade produtiva semelhante a hidroponia e, como ocorre neste estudo, ambos são avaliados em zona costeira.

O Custo Total de Produção por quilo produzido (CTP/kg) encontrado foi de US\$ 0,43 kg⁻¹, esse valor ficou acima do reportado por Castilho-Barros et al., (2018) para a produção aquapônica da mesma espécie de halófita com camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*), que obteve um custo unitário de US\$ 0,25. Essa diferença no custo de produção pode ser causada pelo sistema aquapônico avaliado pelos autores uma vez que os valores podem ter sido diluídos entre as espécies cultivadas.

Comparando a planta *S. ambigua*, que possui alto valor no mercado, com a alface, com valor de mercado bem mais baixo, Leite et al., (2016), obtiveram um custo unitário na faixa de US\$ 0,11, Rover et al., (2016) US\$ 0,19 e Borges & Dal'sotto, (2016) US\$ 0,23. Este último estando mais próximo ao custo de produção unitário observado no presente trabalho (US\$ 0,43).

Até o momento não foi reportado em literatura o cultivo em escala comercial da *S. ambigua* no Brasil. As informações geradas neste estudo tiveram como base no preço de venda de atacado da halófita europeia *Salicornia sp.*, comercializada no Reino Unido e na França por US\$ 19,72 kg⁻¹ da planta inteira e fresca (BÉLGICA, 2013).

Os valores de CTP/kg⁻¹ estimados neste projeto, nos diferentes períodos avaliados, não atingiram o valor comercial da planta praticado na Europa (US\$ 19,72 kg⁻¹). Esse resultado demonstra que o cultivo da halófito em território brasileiro, baseado nos custos de produção aqui obtidos, pode ser uma oportunidade de negócio desde que o mercado consumidor brasileiro esteja disposto a pagar o preço de venda proposto. Estes resultados corroboram com o estudo de Castilho-Barros et al., (2018) onde os autores observam que os custos de produção foram menores que o preço de comercialização da planta na Europa.

No que diz respeito ao Retorno do Capital Investido (RCI) os resultados deste estudo (utilizando uma TMA de 11% e preço de venda planta US\$ 19,72 kg⁻¹) apontaram que foi possível retomar o capital investido em até 3,5 anos. Esse resultado ficou abaixo do apresentado por Leite et al., (2016) em um empreendimento semelhante (cultivo de alface), onde o autor obteve um RCI de 4 anos e acima do valor reportado por Rover et al., (2016) que apresentou um RCI de 2,2 anos. Esses resultados demonstram que empreendimentos de produção hidropônica, quando bem estruturados, apresentam rápido retorno econômico ao investidor (LEITE et al., 2016).

O resultado da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) utilizando o preço de venda da planta praticado na Europa (US\$ 19,72), foi de 21%, e ficou acima do resultado reportado por Souza et al., (2019), que avaliaram a viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em uma fazenda localizada no estado do Mato Grosso, Brasil, onde alcançaram TIRM de 16%.

Tendo em vista o potencial econômico da halófito no Brasil, há maneiras de agregar valor ao produto, aumentando assim a lucratividade do negócio. Entre as estratégias de aumento nos ganhos com a comercialização da halófito, destaca-se a assepsia e acondicionamento em embalagens descartáveis e reutilizáveis para a disposição do produto, proporcionando o aumento do seu tempo de prateleiras de supermercados. Outra forma de aumentar o preço de comercialização seria agregar valor ao produto pela fabricação do sal verde. No entanto, faz-se necessário novos estudos econômicos para checar se tal alternativa é viável economicamente.

Diante da cultura de consumo da planta na Europa, seu potencial econômico mundial junto com a capacidade do sistema hidropônico de produzir a *Sarcocornia ambigua* com uma fonte natural de compostos fenólicos e antioxidantes para consumo humano, são necessários esforços maciços em publicidade para mostrar à sociedade brasileira seu valor para saúde humana, assim como uma alternativa de substituição para o sal de cozinha convencional.

2.5 Conclusão

Mesmo apresentando altos valores de investimento e custeio, a produção hidropônica da halófita *Sarcocornia ambigua* apresentou resultados econômicos positivos para os preços de venda de US\$ 19,72 e US\$ 22,68 por quilo, respectivamente.

Da mesma forma, o custo de produção da planta observado neste trabalho, ficou abaixo do valor de venda praticado no atacado Europeu, indicando a halófita nativa com potencial econômico no mercado brasileiro e exportação.

2.6 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Ciência do Mar 2 projeto: 43/2013 AUXPE 1969/20). Walter Seiffert recebeu bolsa de pesquisa em produtividade do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq).

2.7 Referências

BÉLGICA. INSTITUTO FLAMENGO DO MAR. (org.). **Professional fishermen by foot at the Somme Bay and their governance**. 2013. Disponível em: http://www.vliz.be/wiki/Professional_fishermen_by_foot_at_the_Somme_Bay_an. Acesso em: 11 abr. 2020.

BERTIN, R.L., et al., 2014. **Nutrient composition and, identification/quantification of major phenolic compounds in *Sarcocornia ambigua* (Amaranthaceae) using HPLC–ESI-MS/MS**. Food Research International, v. 55, pp 404-411.

BUHMANN, A., PAPENBROCK, J. 2013. **Biofiltering of aquaculture effluents by halophytic plants: Basic principles, current uses and future perspectives**. Environmental And Experimental Botany, v. 92, p.122-133.

BUHMANN, ANNE K. et al., 2015. **Optimization of culturing conditions and selection of species for the use of halophytes as biofilter for nutrient-rich saline water**. Agricultural Water Management, v. 149, p.102-114.

BORGES, R., DAL’SOTTO, T.C. 2016. **Análise econômico-financeira de um sistema de cultivo hidropônico**. Custos e @gronegócios On Line, Recife, v. 12, n. 3, p.217-239.

BROM, L.G., BALIAN, J.E.A. 2007. **Análise de investimento e capital de giro: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva. 132 p.

- BROWN, J.J. et al., 1999. **Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent**. *Aquaculture*, [s.l.], v. 175, n. 3-4, p.255-268.
- CARNEIRO, R.F.S. et al., 2019. **Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* in hydroponics and aquaponics with *Litopenaeus vannamei***. *Aquaculture*, no prelo.
- CASTILHO-BARROS, L. et al., 2018. **Economic evaluation of the commercial production between Brazilian samphire and whiteleg shrimp in an aquaponics system**. *Aquaculture International*, v. 26, n. 5, p.1187-1206, Springer Nature America, Inc.
- COSTA, C. S. B. et al., 2006. Effect of Ultraviolet-B Radiation on Salt Marsh Vegetation: Trends of the Genus *Salicornia* along the Americas. **Photochemistry And Photobiology**, [s.l.], v. 82, n. 4, p.878-886. Wiley.
- D'OCA, M.G.M. et al., 2012. **Fatty acids composition in seeds of the South American glasswort *Sarcocornia ambigua***. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 84, n. 3, p. 245 – 261.
- FAN, P. et al., 2013. (Org.). **Transcriptome Analysis of *Salicornia europaea* under Saline Conditions Revealed the Adaptive Primary Metabolic Pathways as Early Events to Facilitate Salt Adaptation**. *Plos One*, v. 8, n. 11, p.1-18, Public Library of Science (PLoS).
- FERNANDES, A.A. et al. 2002. **Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.2, p.195-200.
- GENG, L.X. et al., 2005. (Org.). **Analysis of Fatty Acid Compositions of *Salicornia Europaea* L. Seed Oil**. *Food Science*, Beijing, v. 2, p.1-42.
- GLENN, E.P. et al., 2013. **Three halophytes for saline-water agriculture: An oilseed, a forage and a grain crop**. *Environmental and Experimental Botany*, v. 92, p.110-121.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. 1950. **The water - culture method for growing plants without soil**. Berkeley. University of California.
- INTELLIGENCE, Mordor. 2020 (Org.). **Hydroponics Market – growth, trends and forecast (2020 - 2025)**. 07/01/2020. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/hydroponics-market>>. Acesso em: 23 jan. 2020.
- JUNGE, R. et al., 2017. **Strategic Points in Aquaponics**. *Water*, v. 9, n. 3, p.1-9, MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w9030182>.
- KIM, J.Y., et al., 2011. **Dicaffeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea*) and their antioxidative activity**. *Food Chemistry*, v. 125, n. 1, p. 55 62.
- LEITE, D. et al., 2016. **Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP**. *Revista Ipecege*, v. 2, n. 1, p.57-65, I-PECEGE. <http://dx.doi.org/10.22167/r.ipecege.2016.1.57>.

- LENNARD, W.A., LEONARD, B.V. 2006. **A Comparison of Three Different Hydroponic Sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic Test System.** *Aquaculture International*, v. 14, n. 6, p.539-550.
- LU, D. et al., 2010. **Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii* Torr. during storage.** *Lwt - Food Science And Technology*, v. 43, n. 3, p.519-524.
- MAGALLÓN-BARAJAS, F.J., et al., 2014. **Protocolos de bio-procesamiento de residuales acuícolas para su uso en horticultura hidropónica.** CONACyT. 70 p.
- MARTIN, N.B. et al., 1994. **Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI.** *Informações Econômicas*, 28(1), 7-28.
- MARTINS, D.E.C., SILVA, S. E. D. 1997. **Hidroponia: uma técnica fascinante.** Curitiba: D.E.C. Martins. 62p.
- MATSUNAGA, M. et al., 1976. **Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA.** *Agricultura em São Paulo*, v. 23, p. 123-139.
- MUÑOZ, R., NIELL, F.X. 2009. **Incorporación de nitrógeno y fósforo por *Sarcocornia perennis* (Miller) A. J. Scott em concentraciones reales en el estuario del río Palmones.** *Limnetica*, v. 28, n. 2, p. 215-224.
- ROVER, S.O. et al., 2016. **Viabilidade econômica da implantação de sistema de cultivo de alface hidropônica.** *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 15, n. 3, p.169-179, Universidade do Estado de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711532016169>.
- SANCHES, E.G. et al., 2006. **Viabilidade econômico do cultivo da garoupa verdadeira (*Epinepheus marginatus*) em tanques-rede, região sudeste do Brasil.** *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 36, n. 8, p.1-11.
- SHANG, Y.C. 1990. **Aquaculture economics analysis: An introduction.** In: SANDIFER, P. A. (Ed.). *Advances in world aquaculture.* Baton Rouge: The World Aquaculture Society, p. 211.
- SHPIGEL, M. et al., 2013. **Constructed wetland with *Salicornia* as a biofilter for mariculture effluents.** *Aquaculture*, v. 412-413, p.52-63.
- SILVA, E.T., SCHWONKA, F. 2001. **Viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico em Colombo, região metropolitana de Curitiba, PR.** *Scientia Agraria*, 13 Curitiba, v.2, n.1, p.111-116, Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v2i1.1007>.
- SILVA, H.V. 2016. **Efeito do estresse hídrico na produção de compostos bioativos de *Sarcocornia ambigua* em sistema aquapônico com *Litopenaues vannamei*.** 59 f, Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOARES-NETO, J.R. 2017. **Cultivo de *Sarcoconia ambigua* em aquaponia com *Litopenaeus vannamei* em bioflocos com diferentes áreas de bancada hidropônica.** 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PAQI0480-D.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018.

SOUZA, S.V. et al., 2019. **Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal.** Land Use Policy, v. 83, p.357-369, Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.020>.

PINHEIRO, I.C. 2015. **Produção da halófita *Sarcocornai ambigua* e *Litopenaeus vannamei* em sistema de aquaponia com bioflocos.** 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://tede.ufsc.br/teses/PAQI0407-D.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2020.

PINHEIRO, I. et al., 2017. **Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* and Pacific white shrimp in an aquaponic system with biofloc technology.** Ecological Engineering, v. 100, p.261-267, Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.024>.

TOKUNAGA, K. et al., 2015. **Economics of Small-scale Commercial Aquaponics in Hawaii.** Journal Of The World Aquaculture Society, v. 46, n. 1, p.20-32, fev. Wiley.

VENTURA, Y. et al., 2014. **The development of halophyte-based agriculture: past and present.** Annals of Botany, p. 1–12.

VOORT, M.P.J. et al., 2007. **Quality requirements for vegetables and fruit products in the European Union: training manual, product quality standards including UN-ECE quality standards for unions.** Wageningen: Wageningen UR, Applied Plant Research, 43 p. (EU access report / Applied Plant Research, Research Unit Arable Farming and Vegetable Production; 06).

WEBB, J.M. et al., 2012. **Halophyte filter beds for treatment of saline wastewater from aquaculture.** Water research. v. 46, p. 5102–5114.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

AGAWU, Ebenezer Teye. **Comparison between *Salicornia* and *Sarcocornia* ecotypes to optimize yield for vegetable production applying highly saline irrigation.** 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master Of Science In Biotechnology Of Drylands, Ben-gurion University Of The Negev, Negev, 2012.

FLOWERS, Timothy J.; COLMER, Timothy D. Salinity tolerance in halophytes*. **New Phytologist**, [s.l.], v. 179, n. 4, p.945-963, set. 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02531.x>.

ALONSO, M. Ángeles; CRESPO, Manuel B.. Taxonomic and Nomenclatural Notes on South American Taxa of *Sarcocornia* (Chenopodiaceae). **Annales Botanici Fennici**, [s.l.], v. 45, n. 4, p.241-254, ago. 2008. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. <http://dx.doi.org/10.5735/085.045.0401>.

BÉLGICA. INSTITUTO FLAMENGO DO MAR. (org.). **Professional fishermen by foot at the Somme Bay and their governance**. 2013. Disponível em: http://www.vliz.be/wiki/Professional_fishermen_by_foot_at_the_Somme_Bay_an. Acesso em: 11 abr. 2020.

BERTIN, Renata Labronici et al., Nutrient composition and, identification/quantification of major phenolic compounds in *Sarcocornia ambigua* (Amaranthaceae) using HPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, [s.l.], v. 55, p.404-411, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.036>.

BUHMANN, Anne; PAPENBROCK, Jutta. Biofiltering of aquaculture effluents by halophytic plants: Basic principles, current uses and future perspectives. **Environmental And Experimental Botany**, [s.l.], v. 92, p.122-133, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.005>.

BUHMANN, Anne K. et al., Optimization of culturing conditions and selection of species for the use of halophytes as biofilter for nutrient-rich saline water. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v. 149, p.102-114, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2014.11.001>.

BROWN, J. jed et al., Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent. **Aquaculture**, [s.l.], v. 175, n. 3-4, p.255-268, maio 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486\(99\)00084-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0044-8486(99)00084-8).

CARNEIRO, Ramon. Felipe Siqueira et al., Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* in hydroponics and aquaponics with *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 2019, no prelo.

CASTILHO-BARROS, Leonardo et al., Economic evaluation of the commercial production between Brazilian samphire and whiteleg shrimp in an aquaponics system. **Aquaculture International**, [s.l.], v. 26, n. 5, p.1187-1206, 4 jun. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-018-0277-8>.

COSTA, C. S. B. et al., Effect of Ultraviolet-B Radiation on Salt Marsh Vegetation: Trends of the Genus *Salicornia* along the Americas. **Photochemistry And Photobiology**, [s.l.], v. 82, n. 4, p.878-886, 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1562/2005-10-30-ra-729>.

D'OCA, Marcelo G. m. et al., Fatty acids composition in seeds of the South American glasswort *Sarcocornia ambigua*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 84, n. 3, p.865-870, 17 jul. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0001-37652012005000044>.

FAN, Pengxiang et al., Transcriptome Analysis of *Salicornia europaea* under Saline Conditions Revealed the Adaptive Primary Metabolic Pathways as Early Events to Facilitate Salt Adaptation. **Plos One**, [s.l.], v. 8, n. 11, p.1-18, 12 nov. 2013. Public Library of Science (PLoS).

GENG, Liu Xiao *et al.* Analysis of Fatty Acid Compositions of *Salicornia Europaea* L. Seed Oil. **Food Science**, Beijing, v. 2, p.1-42, 2005.

GLENN, Edward P. *et al.*, Three halophytes for saline-water agriculture: An oilseed, a forage and a grain crop. **Environmental And Experimental Botany**, [s.l.], v. 92, p.110-121, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.05.002>.

HOAGLAND, D.R.; Arnon, D.I. **The water - culture method for growing plants without soil**. Berkeley. University of California. 1950.

KIM, Jin Young *et al.*, Dicafeoylquinic acid derivatives and flavonoid glucosides from glasswort (*Salicornia herbacea* L.) and their antioxidative activity. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 125, n. 1, p.55-62, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.035>.

LENNARD, Wilson A.; LEONARD, Brian V.. A Comparison of Three Different Hydroponic Sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic Test System. **Aquaculture International**, [s.l.], v. 14, n. 6, p.539-550, 27 maio 2006. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-006-9053-2>.

LU, Donghe *et al.*, Nutritional characterization and changes in quality of *Salicornia bigelovii* Torr. during storage. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 43, n. 3, p.519-524, abr. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2009.09.021>.

MUÑOZ, Rocío; NIELL, Xavier. Incorporación de nitrógeno y fósforo por *Sarcocornia perennis* (Miller) A. J. Scott en concentraciones reales en el estuario del río Palmones. **Limnetica**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.215-224, 15 dez. 2009. Asociacion Iberica de Limnologia. <http://dx.doi.org/10.23818/limn.28.17>.

SHPIGEL, M. *et al.*, Constructed wetland with *Salicornia* as a biofilter for mariculture effluents. **Aquaculture**, [s.l.], v. 412-413, p.52-63, nov. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.038>.

SILVA, Hortência Ventura da. **Efeito do estresse hídrico na produção de compostos bioativos de *Sarcocornia ambigua* em sistema aquapônico com *Litopenaeus vannamei***. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SOARES-NETO, Joaquin da Rocha. **Cultivo de *Sarcoconia ambigua* em aquaponia com *Litopenaeus vannamei* em bioflocos com diferentes áreas de bancada hidropônica**. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PINHEIRO, Isabela *et al.*, Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* and Pacific white shrimp in an aquaponic system with biofloc technology. **Ecological Engineering**, Florianópolis, v. 100, p.261-267, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.024>.

VENTURA, Yvonne; SAGI, Moshe. Halophyte crop cultivation: The case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. **Environmental And Experimental Botany**, [s.l.], v. 92, p.144-153, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.010>..

VENTURA, Yvonne et al., Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 128, n. 3, p.189-196, abr. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.02.001>.

VENTURA, Yvonne et al., The development of halophyte-based agriculture: past and present. **Annals Of Botany**, [s.l.], v. 115, n. 3, p.529-540, 13 ago. 2014. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcu173>.

VOORT, Marcel van Der et al., **Quality requirements for vegetables and fruit products in the European Union**. 6. ed. Wageningen: Wageningen Ur, Applied Plant Research, 2007. 43 p.

WEBB, J.m. et al., Halophyte filter beds for treatment of saline wastewater from aquaculture. **Water Research**, [s.l.], v. 46, n. 16, p.5102-5114, out. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.034>.