



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**



**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE**

ÊMILLE NATANE DE ARAÚJO BARBOSA

**É SUSTENTÁVEL? UMA ANÁLISE DOS CULTIVOS DE MACROALGAS
MARINHAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

JOÃO PESSOA

2017

ÊMILLE NATANE DE ARAÚJO BARBOSA

**É SUSTENTÁVEL? UMA ANÁLISE DOS CULTIVOS DE MACROALGAS
MARINHAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal da Paraíba,
para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. George Emmanuel C. de
Miranda

JOÃO PESSOA

2017

B238s Barbosa, Êmille Natane de Araújo.

É sustentável? Uma análise dos cultivos de macroalgas marinhas no estado do Rio Grande do Norte / Êmille Natane de Araújo Barbosa. - João Pessoa, 2017.

96 f. : il.

Orientação: George Emmanuel Cavalcanti de Miranda.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Cultivo de algas - Rio Grande do Norte. 3. Crassiphycus birdiae. I. Miranda, George Emmanuel Cavalcanti de. II. Título.

UFPB/BC

CDU 502.131.1(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO

 60 Anos	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA Programa Regional de Pós-Graduação Em Desenvolvimento e Meio Ambiente MESTRADO	PRODEMA Caixa Postal 5122 João Pessoa - PB 58051-970 Fone: (83) 3216-7472	 PRODEMA 20 Anos
---	---	--	---

Ata da 422a Sessão Pública de Defesa de Dissertação da aluna **Êmille Natane de Araújo Barbosa** do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, na área de Gerenciamento Ambiental. Aos três do mês de Julho de dois mil e dezessete às 14:00 horas, no Auditório do PRODEMA, reuniu-se, na forma e termos do art. 64 do Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação "stricto sensu" da UFPB, anexo à Resolução CONSEPE nº 12/00, a Banca Examinadora, composta pelos professores doutores George Emmanuel Cavalcanti de Miranda - PRODEMA-UFPB, na qualidade presidente/orientador, Gil Dutra Furtado, na qualidade de membro interno, PRODEMA-UFPB, Dárlcio Inácio Alves Teixeira na qualidade de membro externo - UFRN, para julgamento da dissertação de mestrado da aluna, **Êmille Natane de Araújo Barbosa** intitulada **"É sustentável? Uma análise dos cultivos de *Gracilaria Greville* (Rhodophyta) no Rio Grande do Norte"**. A sessão pública foi aberta pela Prof. Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda na qualidade de presidente. Após a apresentação dos integrantes da banca examinadora, a candidata iniciou a exposição de seu trabalho. Em seguida o Prof. Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda passou a palavra ao examinador externo o Prof. Dr. Dárlcio Inácio Alves Teixeira, que iniciou a arguição. Na sequência, o Prof. Dr. Gil Dutra Furtado fez os seus comentários que foram finalizados pelo Prof. Dr. George Emmanuel Cavalcanti de Miranda o presidente da banca examinadora solicitou a retirada da Assembléia para, em sessão secreta, avaliar a candidata. Após a análise da banca examinadora foi atribuído o conceito **APROVADO**, conforme o art. 65 do anexo à Resolução CONSEPE-UFPB nº 12/00. Nada mais havendo a tratar, eu, Reinaldo Farias Paiva de Lucena, Coordenador, lavrei a presente Ata, que lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa-PB, 03 de Julho de 2017.

 Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena
 Coordenador

 Prof. Dr. George Emmanuel Cavalcanti de
 Miranda
 Orientador

 Prof. Dr. Gil Dutra Furtado
 Avaliador interno

 Prof. Dr. Dárlcio Inácio Alves Teixeira
 Avaliador externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aquelas pessoas que têm sido meu suporte durante toda minha vida, meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao professor George pela orientação, paciência e compreensão durante todo o processo. Obrigada pelo apoio, pelos conselhos, por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei e por contribuir com minha formação e amadurecimento profissional.

À minha família pelo apoio incondicional, pela compreensão nos momentos em que estive ausente. Espero conseguir honrar os nomes que carrego. Agradeço especialmente à minha irmã pela ajuda nas transcrições das entrevistas. E ao meu irmão por dirigir por mim, quando o cansaço não me permitia.

Agradeço aos colegas do LAM, Natalia, Daniel, Leandro, Henrique, Ruth e Rebeca pelos bons momentos, pelas conversas, pela descontração, pelos cafezinhos... Aos amigos, da biologia, das viagens, da turma da Amelia, da vida, por me proporcionarem os melhores momentos, os mais divertidos, os que conseguiram me fazer esquecer, mesmo por pouco tempo, das preocupações e estresses. Vocês são os melhores. Agradeço especialmente à Letyssia, uma amiga que espero ter pelo resto da vida, por ter me ajudado sem que eu precisasse pedir.

Aos colegas da turma Prodema “Bombação”, vocês fizeram esses anos mais divertidos e interessantes. Agradeço especialmente à Raissa, que me ajudou a entender as fórmulas dos índices usados neste trabalho.

Ao DSE, pelo apoio e compreensão nesta jornada, em especial aos que fazem parte do LABEA.

Agradeço ao Prodema, à coordenação, aos professores, pelas oportunidades, pela contribuição à minha formação profissional e amadurecimento intelectual. Agradeço também a Saulo, pelos problemas e burocracias resolvidas na secretaria e pelos conselhos.

Às bancas de qualificação e defesa, por aceitarem o convite, pelas sugestões, contribuições e pela compreensão.

Agradeço à todas e todos que entrevistei por aceitarem participar deste estudo e pela oportunidade de aprender com vocês. Agradeço especialmente à Luzia, que me ajudou na implantação de um experimento, Glória e Silvana por me guiarem aos outros entrevistados. Agradeço também ao professor Dário por me apresentar as associações.

Por fim agradeço à Deus por me permitir mais uma conquista. Sempre confiarei em Seus planos.

“this is the recipe of life
said my mother
as she held me in her arms as I wept
think of those flowers you plant
in the garden each year
they will teach you
that people too
must wilt
fall
root
rise
in order to bloom”

“essa é a receita da vida
disse minha mãe
me abraçando enquanto eu chorava
pense nas flores que você planta
a cada ano no jardim
elas nos ensinam
que as pessoas
também murcham
caem
criam raiz
crescem
para florescer no final”

RESUMO

O cultivo de algas tem sido estimulado como uma alternativa ao extrativismo nos bancos naturais, além de ser uma possibilidade de geração de renda, redução do êxodo, do desemprego, da desagregação familiar e da valorização do papel feminino na geração de renda e na participação da organização comunitária. O objetivo geral deste estudo foi avaliar a sustentabilidade dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte. A análise realizada considerou aspectos socioeconômicos, tecnológicos e ambientais. A pesquisa foi caracterizada como um estudo de caso, cujo método avaliou parâmetros qualitativos e quantitativos. Os dados foram coletados através de entrevistas semiestruturadas, direcionadas aos produtores de algas, aos presidentes das associações de maricultores e à profissionais da aquicultura. Os dados coletados foram utilizados na caracterização das associações, na identificação do perfil socioeconômico dos produtores e nos cálculos dos índices IDES, ICS, IT, IA e IS. A fim de desenvolver o melhoramento de técnica de cultivo de *Crassiphycus birdiae*, foi realizado um experimento usando o método de pulso de nutrientes. Foram testados 13 tratamentos, sendo um controle e 12 resultante de combinações de quatro concentrações (0,75 ml/L; 1,5 ml/L; 3,0 ml/L; 6,0 ml/L) de um fertilizante agrícola (VitanTM) e três períodos de exposição (12h; 24h; 48h). Após o período de exposição ao pulso de nutrientes, as algas foram cultivadas em água do mar esterilizada por quatro semanas. Foi analisado o efeito do pulso de nutrientes na taxa de crescimento. Os resultados obtidos na análise da sustentabilidade da atividade de maricultura foram: Índice de Desenvolvimento Econômico-social (IDES – 0,931) de alto nível; Índice de Capital Social (ICS – 0,759) de médio nível; Índice Tecnológico (IT – 0,836) de alto nível; Índice Ambiental (IA – 0,633) de médio nível e Índice de Sustentabilidade (IS – 0,790) de médio nível. Na avaliação do efeito do pulso de nutrientes observou-se um aumento progressivo dos valores da biomassa fresca e taxa de crescimento em todos os tratamentos com exceção do T13, tratamento com maior concentração e período de exposição ao fertilizante. A maior média de incremento da biomassa fresca e taxa de crescimento foi encontrada no tratamento T3(1,5ml/L; 12h), entretanto a análise estatística não evidenciou diferença significativa.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Cultivo de algas. *Crassiphycus birdiae*.

ABSTRACT

The seaweed cultivation has been encouraged as an alternative to harvesting in natural beds as well as being a possibility of generating income, reducing the exodus, unemployment, family breakdown and valuation of women's role in generating income and participation of community organization. The aim of this study was to evaluate the sustainability of seaweed aquaculture of Rio Grande do Norte. The analysis considered socioeconomic, technological, and environmental aspects. The research was characterized as a case study, which qualitative and quantitative parameters were evaluated. Data were collected through semi-structured interviews, directed to the seaweed farmers, the presidents of the mariculture associations and aquaculture specialists. The collected data were used to characterize the associations, to identify the socioeconomic profile of the farmers, and to calculate the IDES, ICS, IT, IA and IS indexes. To improve the cultivation technique of *Crassiphycus birdiae*, an experiment was carried out using the nutrient pulse method. Thirteen treatments were tested, one control and 12 resulting from combinations of four concentrations (0.75 ml/L; 1.5 ml/L; 3.0 ml/L; 6.0 ml/L) of an agricultural fertilizer (VitanTM) and three exposure periods (12h; 24h; 48h). After the period of exposure to the nutrient pulse, the propagules were grown in sterilized seawater for four weeks. The effect of nutrient pulse on growth rate was analysed. The obtained results in the sustainability analysis of the mariculture activity were: High-level Index of Economic and Social Development (IDES – 0.931); Medium level Index of Social Capital (ICS – 0.759); High-level Index of Technology (IT – 0.836); Medium level Index of Environment (IA – 0.633) and medium level Index of Sustainability (IS – 0.790). In assessing the nutrient pulse effect, a progressive increase in the values of fresh biomass and growth rate was observed in all treatments, except for T13, treatment with higher concentration and higher period of exposure fertilizer. The highest increase in fresh biomass and growth rate was found in the T3 treatment (1.5ml/L; 12h), however the statistical analysis did not show any significant difference.

Key-words: Sustainability. Seaweed cultivation. *Crassiphycus birdiae*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa (Rio Grande do Norte, Brasil) com localização das áreas de estudo, Praia de Pitangui, município de Extremoz e Praia de Rio do Fogo, município de Rio do Fogo.....	17
Figura 2- Esquema de um sistema de produção de macroalgas composto por seus subsistemas (econômico-social, tecnológico e ambiental) e por seus índices (IDES, ICS, IT, IA e IS).....	20
Figura 3- Fotografia mostrando o aspecto geral da espécie utilizada nos experimentos. Encontrada no banco de algas no município de Rio do Fogo/RN.....	32
Figura 4- Aspecto geral da área de coleta, onde é possível observar o substrato consolidado emergido na maré baixa.....	32
Figura 5- Experimento na câmara de cultivo do Laboratório de Algas Marinhas/UFPB com temperatura média de 24 °C, densidade de fluxo fotônico de 60 a 80 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12/12 h.....	35
Figura 6- Sede da Alginorte, onde ocorre o beneficiamento das algas do cultivo da AMAR.	38
Figura 7- Sede da Associação de Maricultura e beneficiamento de Algas de Pitangui, onde ocorrem reuniões da associação e o beneficiamento das algas.	41
Figura 8- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por gênero.....	42
Figura 9- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por número de filhos.....	44
Figura 10- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, segundo o número de pessoas que moram na residência.	45
Figura 11- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o número de dependentes.....	45
Figura 12- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por tempo de trabalho no cultivo.....	46
Figura 13- Distribuição da frequência relativa (%) dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com a atividade praticada antes do cultivo.	47
Figura 14- Distribuição da frequência relativa (%) dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o nível de escolaridade.....	48
Figura 15- Canal por onde a água residual das atividades domésticas (água cinza) é despejada na rua e segue em direção ao mar.....	51
Figura 16- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, segundo os tipos de lazer que os produtores mais gostam.	52

Figura 17- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo com a renda familiar. SM= Salário mínimo.	52
Figura 18- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo como o tipo da fonte de renda familiar.	53
Figura 19- Fotografia de um sistema de cultivo do tipo balsa flutuante, localizada na Praia de Rio do Fogo (município de Rio do Fogo). É possível observar a boia (A) ligada à estrutura de ancoragem, os canos de PVC (B) utilizados como flutuadores e as redes tubulares (C) com as algas em cultivo.	59
Figura 20- Fotografias do local de beneficiamento das algas produzidas pela AMAR. A: Local de secagem das algas. B: Moinho utilizado para produção de farinha de algas.	61
Figura 21- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por grau de preocupação com o meio ambiente.	64
Figura 23- Taxa de crescimento de <i>Crassiphycus birdiae</i> cultivada por quatro semanas nos treze tratamentos (T1 a T13) com temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μmol de fótons m^{-2} , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. Os valores correspondem a média (n=4). Barras representam o desvio padrão.	69
Figura 22- Gráficos representando a evolução dos valores médios (n=4) da biomassa fresca da <i>Crassiphycus birdiae</i> durante as quatro semanas do experimento, nos 13 tratamentos (T1 a T13). As barras representam o desvio padrão. Condições experimentais: temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μmol de fótons m^{-2} , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. O eixo Y é correspondente ao valor médio do peso úmido (g), o eixo X correspondente ao tempo em semanas (1 a 4).	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escala de variação do Índice de Desenvolvimento Econômico-Social dos cultivos do Rio Grande do Norte.	23
Tabela 2- Relação dos indicadores e seus respectivos valores, usados para calcular o IDES..	23
Tabela 3- Escala de variação do Índice de Capital Social dos cultivos do Rio Grande do Norte.	26
Tabela 4- Relação dos indicadores e seus respectivos valores, usados para calcular o ICS. ...	26
Tabela 5- Escala de variação do Índice Tecnológico dos cultivos do Rio Grande do Norte. ..	27
Tabela 6- Relação dos indicadores, seus respectivos valores e pesos, usados para calcular o IT.	28
Tabela 7- Escala de variação do Índice Ambiental dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte.	29
Tabela 8- Relação dos indicadores, seus respectivos valores e pesos, usados para calcular o IA dos cultivos de macroalgas.	30
Tabela 9- Escala de variação do Índice de Sustentabilidade.	31
Tabela 10- Esquema mostrando os tratamentos testados e em que consistiram; sendo (*) tratamento correspondente ao controle.	34
Tabela 11- Composição química do fertilizante Vitan TM , disponibilizada pelo próprio fabricante.	34
Tabela 12- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, segundo a faixa etária.	43
Tabela 13- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o estado civil.	43
Tabela 14- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas do RN que praticavam o extrativismo.	46
Tabela 15- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, segundo a satisfação com os serviços de saúde oferecidos e acesso à compra de medicamentos.	49
Tabela 16- Distribuição da frequência relativa de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo com a quantidade de produtores que reformou a casa após início da atividade de cultivo.	50

Tabela 17- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES dos produtores de algas. Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.	55
Tabela 18- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores de capital social na composição do ICS dos produtores de algas. Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.	56
Tabela 19- Indicadores utilizados no cálculo do IT, sendo Pi = peso do i-ésimo indicador, Ei = escore do i-ésimo indicador; Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.	61
Tabela 20- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com a percepção de melhoria da consciência ambiental da comunidade após a implementação dos cultivos.	64
Tabela 21- Indicadores utilizados no cálculo do IA, sendo Pi = peso do i-ésimo indicador, Ei = escore do i-ésimo indicador; Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.	65
Tabela 22- Valores dos índices (IDES, ICS, IT e IA) utilizados na composição do Índice de Sustentabilidade, sendo: Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.....	68
Tabela 23- Média ($\pm$ desvio padrão) dos valores da Taxa de Crescimento (%.d ⁻¹) de <i>Crassiphycus birdiae</i> cultivada por 26 dias nos treze tratamentos com temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μ mol de fótons m ⁻² , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. n=4.	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 HIPÓTESE.....	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	17
3.1.1 COMUNIDADE DE PITANGUI.....	18
3.1.2 COMUNIDADE DE RIO DO FOGO	18
3.2 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	19
3.2.1 COLETA DE DADOS.....	20
3.2.2 ANÁLISE DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE	22
3.2.3 AUTORIZAÇÕES E LICENÇAS NECESSÁRIAS	31
3.3 MELHORAMENTO DAS TÉCNICAS DE CULTIVOS ATRAVÉS DO USO DE FERTILIZANTE AGRÍCOLA	31
3.3.1 ESPÉCIE UTILIZADA	31
3.3.2 LOCAL DE COLETA DAS ALGAS USADAS NOS EXPERIMENTOS	32
3.3.3 COLETA E ACLIMATAÇÃO.....	33
3.3.4 EXPERIMENTOS	33
3.3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS	35
3.3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE.....	37
4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS PRODUTORES DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE	37
4.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO TECNOLÓGICO DO CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE.....	57

4.1.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO AMBIENTAL DO CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE	63
4.1.4 ANÁLISE DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE	68
4.2 MELHORAMENTO DAS TÉCNICAS DE CULTIVO DE <i>Crassiphycus birdiae</i>	69
5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE	77
ANEXO.....	93

1 INTRODUÇÃO

As macroalgas marinhas têm um grande número de aplicações ao ser humano, principalmente como alimento e fonte de ficocolóides (GAMAL, 2010). Entre as rodófitas os compostos mais utilizados são as agaranas e carragenanas, diferenciadas por suas características estequiométricas (FERREIRA et al., 2012). Algumas das principais espécies produtoras de ágar pertencem ao gênero *Gracilaria* Greville, e estão distribuídas por todo o mundo, nas zonas tropicais e temperadas (MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2005). Espécies deste gênero têm sido amplamente estudadas devido a sua importância econômica na utilização para produção de ágar (SCHMIDT et al., 2010).

O ágar é amplamente usado como agente gelificante em alimentos processados, cosméticos e produtos farmacêuticos, além de aplicações na medicina e biotecnologia (GAMAL, 2010; MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2005). E seu valor comercial está atrelado ao rendimento e as propriedades físicas, como força de gel e temperatura de gelificação, bem como propriedades químicas (MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2005). Algas do gênero *Gelidium* J. V. Lamouroux, coletadas no Japão no século XVII, foram as primeiras fontes de ágar do mundo, porém no começo do século XX a demanda excedeu o suprimento destas algas (REBELLO et al., 1997). Desde então o gênero *Gracilaria* tem sido a principal fonte deste coloide (ARMISEN, 1995).

A exploração de algas no Brasil começou no final da década de 40 no litoral paulista, com a instalação de uma pequena empresa produtora de ágar a partir de *Pterocladia capillacea* (S. G. Gmelin) Santelices & Hommersand, a qual cessou atividades após os bancos naturais terem se esgotado (OLIVEIRA, 1998, 1997). No final da década de 60 uma outra empresa, CIALGAS, instalou-se em Taboão da Serra (SP) para produzir ágar e carragenana a partir de macroalgas, *Gracilaria* spp. e *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux, dos bancos naturais nordestinos, principalmente do Ceará e Rio Grande do Norte, e encerrou atividades em 1998 (HAYASHI et al., 2014; MIRANDA, 2000; OLIVEIRA, 1998, 1997).

Na década de 70 a empresa Agar Brasileiro Ind. E Com. LTDA instalou-se em João Pessoa (PB) (OLIVEIRA, 1997, 1998), produzindo cerca de 60 toneladas de ficocolóides por ano (MIRANDA, 2000; OLIVEIRA, 1997), principalmente ágar extraído de duas ou três espécies do gênero *Gracilaria* e uma de *Gracilariopsis* (MIRANDA, 2000), esta empresa

encontra-se em atividade atualmente. Em geral as coletas ocorriam sobre as algas arribadas ou através do arranque manual diretamente sobre os bancos onde elas crescem (MIRANDA, 2000).

Oliveira Filho (1981) em sua análise da produção comercial de algas no Brasil, informou uma queda na produção do recurso observada em meados da década de 70, Durairatnam (1989) também observou diminuição do estoque natural nos bancos do nordeste. Embora esta tenha sido atribuída a uma sobre-exploração dos bancos naturais não havia informações sobre a dimensão do impacto da exploração nas populações algais (MIRANDA, 2000). Farias, Miranda e Lima (2004) documentaram o desaparecimento da população de *Gracilaria* em Ponta do Mato (Cabedelo/PB) após exploração comercial. Miranda (2010) informou que através de comunicação pessoal de pescadores e coletores de algas, foi relatado o desaparecimento de pelo menos quatro bancos de *Gracilaria* localizados nos municípios de Cabedelo (PB), Pitimbu (PB), João Pessoa (PB) e em Maracajá (RN), e diminuição da produção em Icapuí (CE), Guamaré (RN), Diogo Lopes (RN), Rio do Fogo (RN) e Ponta de Pedras (PE).

O cultivo de algas marinhas fornece um recurso substancial e renovável que pode ser utilizado de forma sustentável para benefícios econômicos e sociais em todo o mundo (HAYASHI et al., 2014). O aumento da demanda do mercado de matérias-primas de algas tem estimulado pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo (HAYASHI et al., 2014). Além disto, também há a possibilidade de geração de renda, redução do êxodo, do desemprego, da desagregação familiar e a valorização do papel feminino na geração de renda e na participação da organização comunitária (KNOX; JOFFER, 2010). Entretanto o uso de “mudas” para o cultivo oriundas de bancos naturais reduz a disponibilidade de biomassa, um problema que deve ser resolvido para garantir a preservação dos bancos naturais (HAYASHI et al., 2014).

Nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará já foram implantados cultivos como forma de minimizar o impacto da exploração. Em 2001 foi iniciada uma parceria entre o governo brasileiro e a FAO na forma de um projeto de cooperação técnica, o TCP/BRA/0065, com o objetivo de desenvolver o cultivo de macroalgas em comunidades costeiras do Nordeste como alternativa para o aumento da renda da população local além de proteger os bancos naturais já sobre-explotados (FREDDI; AGUILAR-MANJARREZ, 2003; HARVEY et al., 2017). Segundo os autores, com a conclusão do projeto foi verificada a viabilidade do cultivo de *Gracilaria*, a fácil transferência da técnica de cultivo para a comunidade e que o cultivo se

tornou uma importante fonte de renda para as populações costeiras, em especial para as mais pobres (FREDDI; AGUILAR- MANJARREZ, 2003).

Em 2006 foi iniciada uma nova parceria entre a FAO e o governo brasileiro (Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca), o projeto “Desenvolvimento para Comunidades Costeiras (UTF/BRA/066/BRA) (DCC), com o orçamento de cinco milhões de dólares e um período de execução de cinco anos (BEZERRA, 2008; FREDDI; AGUILAR- MANJARREZ, 2003; HARVEY et al., 2017). Este projeto tinha como objetivo reduzir a pobreza nas comunidades costeiras e assegurar a utilização sustentável dos recursos marinhos, através da introdução e expansão de técnicas de maricultura simples e economicamente viáveis e do envolvimento das comunidades na cogestão dos recursos (FREDDI; AGUILAR- MANJARREZ, 2003). É importante destacar os quatro principais objetivos do projeto DCC, consolidação do cultivo de *Gracilaria*; diversificação da atividade de maricultura; desenvolvimento de projetos pilotos de cogestão de recursos marinhos e o estabelecimento e organização de comitês interinstitucionais (FREDDI; AGUILAR- MANJARREZ, 2003). O cultivo realizado em Rio do Fogo (RN) foi iniciado através deste projeto.

As discussões voltadas a conceituação da expressão desenvolvimento sustentável (DS), teve seu início em 1960 devido as mudanças e desastres ambientais que ocorreram na época, e perdura até os dias atuais, entretanto a definição mais usada e aceita foi a elaborada no Relatório de Brundtland, o qual é definido como aquele que atende as necessidades das gerações presentes, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades (VAN BELLEN, 2004), entretanto, para melhor interpretar o termo DS se faz necessário entender as expressões sustentabilidade, meio ambiente e desenvolvimento (RABELO; LIMA, 2007).

Assim como Rabelo e Lima (2007), Van Bellen (2004) e Cavalcanti (2012), em seus estudos sobre desenvolvimento sustentável, discorrem sobre a problemática que existe em defini-lo, o primeiro por afirmar que há uma distorção no significado de DS quando o termo desenvolvimento é associado a crescimento e não a mudança, evolução e/ou progresso, já o ultimo faz uma crítica ao excesso de definições que existe, que não há um consenso entre elas, não expõem com clareza o que deve ser sustentado e sobre o que significa o termo sustentar.

O conceito de sustentabilidade apresenta-se de três maneiras: a primeira atrelada ao conceito de desenvolvimento sustentável; a segunda baseada nas relações equilibradas entre

comunidades e os contextos locais (social, ambiental, político e econômico); e por último, a sustentabilidade entendida como a resiliência de um sistema (SALAS-ZAPATA; RÍOS-OSORIO; CASTILLO, 2011; VEIGA, 2010).

Segundo Veiga (2010), Salas-Zapata, Ríos-Osorio e Castillo (2011) e Cavalcanti (2012), a sustentabilidade tem seu entendimento muitas vezes erroneamente associado exclusivamente a questão econômica e/ou a ecologia, entretanto, a melhor maneira de compreender essa expressão é relacionando-a a um sistema (SALAS-ZAPATA; RÍOS-OSORIO; CASTILLO, 2011). Seu uso nos possibilitará conhecer e avaliar a forma como as comunidades se comporta frente a particularidade econômica, social e ecológica local.

As investigações sobre sustentabilidade baseada em sistema socioecológico têm sua discussão provocada pela interação entre sistemas sociais e ecológico, que devida as múltiplas interações, traz à tona diálogos sobre os sistemas de produção tecnológico, serviços, sistema de produção, economia, saúde dentre outros (SALAS-ZAPATA; RÍOS-OSORIO; CASTILLO, 2011). Avaliar sustentabilidade requer a análise de uma variedade de indicadores que vai além do desempenho econômico e de qualidade de vida, tais indicadores devem possibilitar a observação de variações de estoque e requer o acompanhamento dos aspectos ambientais por indicadores físicos (VEIGA, 2010), químicos e biológicos.

Os indicadores de sustentabilidade dividem-se em quatro dimensões, o social, ambiental, econômica e institucional, conforme a Comissão on Sustainable Development (CSD, 2005). Os três primeiros quando analisados de maneira integrada e sistêmica são eficientes na avaliação da sustentabilidade do sistema aquícola (NASCIMENTO, 2007).

A relevância do uso de indicadores de sustentabilidade fundamenta-se na sua eficiência como ferramentas de monitoramento, suporte em processo de tomadas de decisões, na implementação de política e da gestão ambiental (RABELO; LIMA, 2007; VAN BELLEN, 2004). A importância de tal indicador também se deve a sua capacidade de apontar tendências, otimizar a velocidade de resposta e de escolha de novas alternativas, assim como sua excelência em atingir metas (RABELO; LIMA, 2007).

Considerando as dimensões ambiental, ecológica e socioeconômica, e o histórico de exploração de algas no Nordeste, supõem-se que os cultivos de algas desenvolvido pelas comunidades costeiras no litoral do Rio Grande do Norte são consideradas uma atividade sustentável, assim, a presente dissertação tem por objetivo avaliar a sustentabilidade

socioambiental dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte e propor o aperfeiçoamento da tecnologia usada nos cultivos.

Para alcançar tal objetivo foi necessário: caracterizar o contexto socioeconômico dos produtores de algas Rio Grande do Norte; caracterizar o contexto tecnológico do cultivo de algas Rio Grande do Norte; caracterizar o contexto ambiental do cultivo de algas do Rio Grande do Norte; analisar os indicadores de sustentabilidade para o cultivo de algas; e testar o uso de fertilizante agrícola para o incremento da biomassa de *Crassiphycus birdiae* cultivada, no melhoramento das técnicas de cultivo.

Embora os cultivos de algas do Rio Grande do Norte estejam em funcionamento há 11 anos, observou-se que desde implantação do projeto não houve estudos voltados a análise da sustentabilidade socioambiental de tais cultivos. Assim a realização do presente trabalho contribuirá de forma a suprir essa demanda por informação.

1.1 HIPÓTESE

Considerando as dimensões ambiental e socioeconômica, além do histórico de exploração de algas no Nordeste do Brasil, o cultivo de algas desenvolvido por comunidades costeiras no litoral do Rio Grande do Norte pode ser considerado uma atividade sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a sustentabilidade dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte e contribuir com o aperfeiçoamento da tecnologia usada no cultivo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o contexto socioeconômico dos produtores de algas do Rio Grande do Norte;
- Caracterizar o contexto tecnológico do cultivo de algas do Rio Grande do Norte;
- Caracterizar o contexto ambiental do cultivo de algas do Rio Grande do Norte;
- Analisar os indicadores de sustentabilidade para o cultivo de algas.
- Testar o uso de fertilizante agrícola para o incremento da biomassa de *Crassiphycus birdiae* cultivada, no melhoramento das técnicas de cultivo.

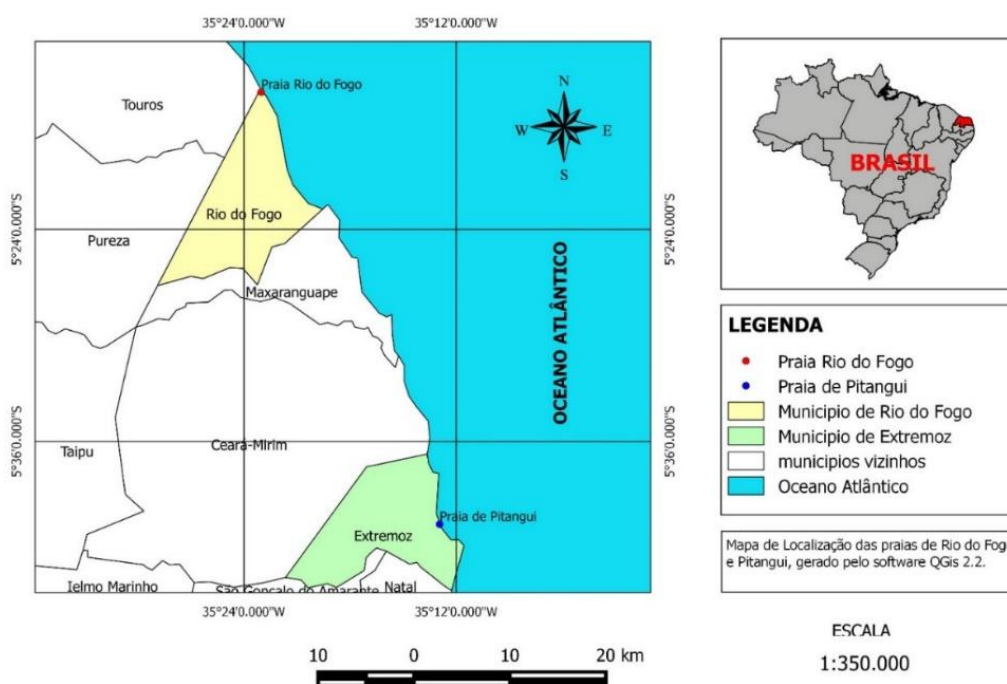
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi feito em colaboração com projeto: Maricultura de macroalgas como fonte de produtos sustentáveis em comunidades tradicionais da zona costeira do nordeste do Brasil; Edital PROEXT (2015-2016) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus de Macaíba (RN).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Duas comunidades no estado do Rio Grande do Norte (Fig. 01) foram selecionadas para o desenvolvimento do presente estudo, nestas estão localizadas duas associações de algueiras e a atividades de cultivo de macroalgas determinou a seleção deles. Dessa forma foram selecionadas a Associação de Maricultura e Beneficiamento de Algas de Pitangui (AMBAP), localizada na praia de Pitangui (município Extremoz) e a Associação de Maricultoras de Rio do Fogo (AMAR), localizada na praia de Rio do Fogo (município Rio do Fogo).

Figura 1- Mapa (Rio Grande do Norte, Brasil) com localização das áreas de estudo, Praia de Pitangui, município de Extremoz e Praia de Rio do Fogo, município de Rio do Fogo.



Fonte: Autoria de Maciel Duarte.

O clima da região é do tipo Aw/As (tropical com estação seca), segundo a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007) e com temperatura média em torno de 26°C (NUNES, 2006). A área apresenta estação chuvosa entre os meses de fevereiro a agosto e estação seca entre os meses de setembro a janeiro (BEZERRA; MARINHO-SORIANO, 2010; CARNEIRO, 2011; LIMA, 2011).

3.1.1 COMUNIDADE DE PITANGUI

A Associação de Maricultura e Beneficiamento de Algas de Pitangui (AMBAP) está localizada na praia de Pitangui, município de Extremoz (RN). O município de Extremoz faz parte da região metropolitana de Natal, sendo a praia de Pitangui 30 km distante de Natal. Segundo o IBGE (2017a), a cidade possui uma área de 139,575 km², cerca de 24,569 habitantes e IDHM de 0,66 (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal). De acordo com Knox (2007), o povoamento de Pitangui ocorreu devido à ocupação promovida pelos moradores de um povoado no interior, chamado Contenda.

Devido à geomorfologia do local, cercado por cordões de dunas fixas e móveis, e à falta de estradas asfaltadas, o acesso era a pé, cavalo ou pela beira da praia na maré baixa, este “isolamento” fez o povoado ser conhecido originalmente como “a ilha dos pescadores” (KNOX, 2007). De acordo com Knox (2007, 2008), o potencial turístico da beira mar motivou o deslocamento dos antigos moradores para locais mais distantes da praia, sendo as casas próximas ao mar ocupadas pelo turismo de veraneio de classe média.

Segundo Knox (2007, 2008), uma parte dos habitantes sobrevive da atividade de pesca, seja diretamente pescando e fazendo a venda do pescado ao consumidor em sua própria residência ou revendendo para peixarias; ou indiretamente, trabalhando como funcionários em grandes peixarias da região. Outra atividade de destaque em Pitangui é o turismo, devidos aos atrativos do local, como a praia, os passeios pelas dunas, cachoeira de Pitangui e Lagoa de Pitangui, embora estas atividades sejam majoritariamente contratadas externamente. Além disso, também ocorre a agricultura doméstica e comércio local.

3.1.2 COMUNIDADE DE RIO DO FOGO

A Associação de Maricultoras de Rio do Fogo (AMAR) está localizada na praia de Rio do Fogo, município de Rio do Fogo (RN), que é aproximadamente 70km distante da capital do Estado e possui uma área de 150,262 km². A cidade tem aproximadamente 10.059 habitantes e IDHM de 0,569 (IBGE, 2017b).

A ocupação do atual município de Rio do Fogo foi iniciada em 1877 por quatro famílias do sertão potiguar que fugiam de uma seca em direção ao litoral. Estas famílias instalaram suas moradas numa região banhada pelo Rio Roxo e mantiveram seu sustento através da pesca. Com o tempo o povoado foi crescendo e se desenvolvendo, e em 1995 alcançou sua emancipação política (IBGE, 2017c).

Assim como em Pitangui, em Rio do Fogo a pesca é uma atividade de destaque para a economia do local. Segundo Santos (2015), a maioria dos habitantes sobrevive exclusivamente da pesca da lagosta, peixes e moluscos. O turismo, no entanto, ainda está em desenvolvimento, há poucos hotéis com estrutura mínima. No local há passeios para os recifes da APA Recifes de Corais, chamado de “parracho” pelos habitantes de Rio do Fogo.

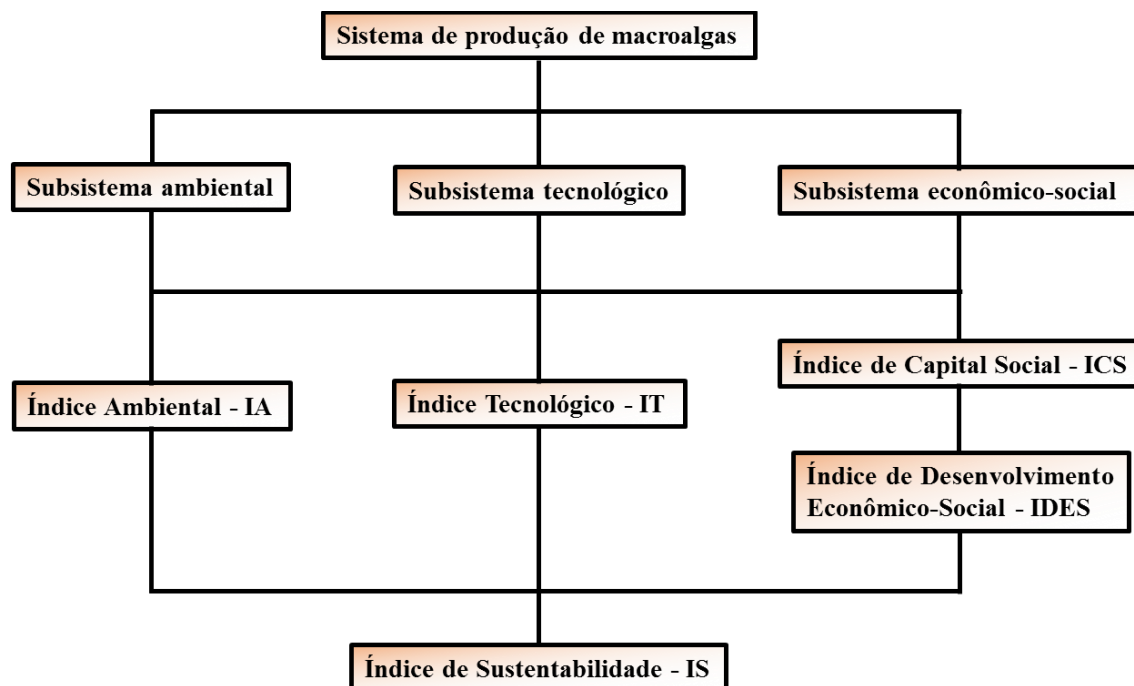
3.2 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

A metodologia utilizada para avaliar a sustentabilidade da atividade de cultivo desenvolvida pelas comunidades foi baseada nos estudos de Fiúza (2011) e Nascimento (2007), que avaliaram a sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí (Ceará) e um projeto de piscicultura em Jaguaribara (Ceará) respectivamente. Estes autores fizeram a avaliação usando uma abordagem sistêmica.

Segundo Hardi e Zdan (1997) a avaliação do desenvolvimento sustentável deve seguir uma abordagem holística e incluir uma análise do sistema e todas as suas partes, além de considerar o bem-estar dos subsistemas social, ecológico e econômico. É necessário também examinar as implicações positivas e negativas das atividades humanas evidenciando os custos e benefícios para os sistemas humanos e ecológicos, em termos monetários e não monetários (HARDI; ZDAN, 1997).

De acordo com Martinelli et al. (2012) um sistema é o arranjo das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si e que funcionam como uma estrutura organizada. Os sistemas de produção são permeáveis a entradas de insumos, que pode ser luz solar; nutrientes etc., e a saída de produtos para o meio, por exemplo, algas, peixes, crustáceos e moluscos (FIÚZA, 2011). Em qualquer cultivo na aquicultura comunitária, os meios social, econômico, tecnológico e ambiental interagem por meio dos seus subsistemas, além disso, esta interação proporciona a sustentabilidade do cultivo, ou seja, a eficácia produtiva, pertinência social, viabilidade financeira e equilíbrio ambiental (FIÚZA, 2011). Neste estudo, para avaliação da sustentabilidade, foram considerados os subsistemas acima citados, representados pela Figura 02.

Figura 2- Esquema de um sistema de produção de macroalgas composto por seus subsistemas (econômico-social, tecnológico e ambiental) e por seus índices (IDES, ICS, IT, IA e IS).



Fonte: Adaptado de Nascimento (2007) e Fiúza (2011).

Esta pesquisa pode ser definida como um estudo de caso, pois, segundo Ventura (2007) tem a característica de estudar uma unidade e o que representa para o todo, não apenas analisar somente o caso. Este estudo contém variáveis qualitativas e quantitativas. As variáveis qualitativas estão relacionadas aos objetivos específicos referentes ao contexto socioeconômico dos membros das associações, contexto tecnológico do cultivo de algas do RN e à condição ambiental do cultivo. A abordagem qualitativa é necessária pois permite a compreensão destas questões e sua interpretação sem o uso de dados numéricos e métodos estatísticos (FIÚZA, 2011). E a abordagem quantitativa está relacionada à análise dos indicadores de sustentabilidade aplicáveis aos cultivos de algas, permitindo a quantificação e análise de dados numéricos (FIÚZA, 2011).

3.2.1 COLETA DE DADOS

As comunidades selecionadas, já citadas e descritas anteriormente, desenvolvem regularmente cultivos de macroalgas na costa do Rio Grande do Norte. A origem da atividade na comunidade, bem como apoios e assistência técnica, métodos utilizados, mecanismos de comercialização entre outros foram investigados.

A coleta de dados foi feita através de entrevistas semiestruturadas. A entrevista é um dos principais procedimentos utilizado nas pesquisas sociais, tem como objetivo a coleta de

informações do entrevistado acerca de determinado assunto (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2010). A entrevista pode ser feita com todos os segmentos da população, alfabetizados ou não, além de haver a possibilidade de o entrevistador repetir ou esclarecer as perguntas para ter certeza de que foi compreendido. Outra vantagem da entrevista é a oportunidade de o entrevistador observar as atitudes dos entrevistados (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2010).

Foram realizadas entrevistas direcionadas à três grupos de sujeitos da pesquisa. O primeiro grupo de entrevistados foram os produtores das duas comunidades selecionadas, com idade acima de dezoito anos, objetivando caracterizar o contexto socioeconômico dos produtores de algas do Rio Grande do Norte e coletar dados para a análise da sustentabilidade. O universo amostral deste grupo foi o número total de produtores associados das associações AMBAP e AMAR, sendo entrevistados quatorze e quinze produtores das respectivas associações. As entrevistas seguiram um roteiro semiestruturado (Apêndice A). Entre todos os associados foram entrevistados os produtores que estão trabalhando a mais tempo nesta atividade.

O primeiro contato com os produtores foi feito através do projeto de extensão (Maricultura de macroalgas como fonte de produtos sustentáveis em comunidades tradicionais da zona costeira do nordeste do Brasil), embora, a princípio, algumas produtoras tenham se recusado a participar da entrevista por receio quanto às informações requisitadas. Este receio foi superado conforme outras produtoras foram sendo entrevistadas. Não foi possível acompanhar as atividades dos produtores no cultivo, pois devido às condições climáticas e oceanográficas as atividades estavam momentaneamente interrompidas em ambas as comunidades.

O segundo grupo de entrevistas estruturadas foram aplicadas aos presidentes das associações AMBAP (Associação de Maricultura e Beneficiamento de Algas de Pitangui/RN) e AMAR (Associação das Maricultoras de Rio do Fogo/RN). Estas entrevistas seguiram um roteiro semiestruturado (Apêndice B) adaptado de Fiúza (2011) e tiveram como objetivo obter informações acerca da associação propriamente dita como: histórico; questões financeiras e institucionais; dados sobre o cultivo; conflitos de uso, aspectos ambientais e tecnologia empregada.

O terceiro grupo é composto por profissionais técnicos ligados a aquicultura, e que participaram de projetos institucionais de algicultura desenvolvidos em cada uma das

comunidades estudadas no Rio Grande do Norte. Estes foram entrevistados com a finalidade de obter informações sobre aspectos socioeconômicos, tecnológicos, ambientais e ecológicos, que nortearam a implantação dos cultivos, além de obter as escalas de sustentabilidade e os pesos para os indicadores tecnológicos e ambientais. Foram entrevistados dois profissionais e as entrevistas seguiram um roteiro semiestruturado predefinido (Apêndice C), adaptado de Fiúza (2011). A caracterização dos contextos tecnológico e ambiental foram feitas com informações obtidas nas entrevistas ao segundo e terceiro grupo, e estão expostas junto aos resultados referentes à caracterização das associações e à análise dos índices tecnológico e ambiental.

Todas as entrevistas foram gravadas, assim pôde-se obter o conteúdo integral da fala dos entrevistados, segundo Gil (2008) este é o meio mais confiável de reproduzir com precisão as respostas. Todas as entrevistas e as gravações foram realizadas com o consentimento dos entrevistados. Também foram feitas anotações de informações presentes nas falas dos entrevistados e que complementaram as informações sobre o cultivo.

3.2.2 ANÁLISE DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE

A análise da sustentabilidade foi obtida através do estabelecimento de índices, calculados de acordo com Fiúza (2011) e Nascimento (2007). Os indicadores são algumas questões contidas nas entrevistas. As respostas obtidas foram transformadas em valores do sistema binário. Para cada resposta não se atribuiu o valor 0 (zero) e cada resposta sim atribuiu-se o valor 1 (um). Algumas perguntas continham até quatro opções de respostas, as quais foram atribuídos valores além de 1. Abaixo estão as fórmulas de cada índice utilizado na análise e seus respectivos indicadores.

3.2.2.1 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL (IDES)

Para averiguar a qualidade de vida dos produtores de algas foi calculado o IDES com a seguinte fórmula:

$$IDES = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{max_i}} \right] \quad \text{Eq. 01}$$

Foi calculada a contribuição de cada indicador na formação do IDES da seguinte forma:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n(\sum_{i=1}^m E_{max_i})} \quad \text{Eq. 02}$$

Onde:

IDES = Índice de desenvolvimento econômico-social;

Eij = Escore do i-ésimo indicador, alcançado pelo j-ésimo produtor;

i = 1,..., m; j = 1,..., n;

E_{maxi} = Escore máximo do i-ésimo indicador;

C_i = Contribuição do indicador (i) no Índice de desenvolvimento econômico-social dos produtores de algas;

n = Número de produtores;

m = Número de indicadores.

O valor do IDES varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1 maior é o nível de desenvolvimento econômico-social (Tab. 01), assim como maior contribuição na construção do Índice de Sustentabilidade.

Tabela 1- Escala de variação do Índice de Desenvolvimento Econômico-Social dos cultivos do Rio Grande do Norte.

Nível de Desenvolvimento Econômico-Social	
Baixo	$0 < \text{IDES} \leq 0,5$
Médio	$0,5 < \text{IDES} \leq 0,8$
Alto	$0,8 < \text{IDES} \leq 1$

Fonte: Adaptado de Fiúza (2011)

Os indicadores usados na formação do IDES foram separados pelos subtemas, educação, saúde, habitação, aspectos sanitários, renda, acesso à lazer e à bens duráveis. Alguns indicadores são formados por subitens, neste caso é considerado o resultado do somatório das pontuações dos subitens. Abaixo estão os indicadores e seus respectivos valores (Tab. 02).

Tabela 2- Relação dos indicadores e seus respectivos valores, usados para calcular o IDES.

Indicadores	Valores
Educação	
Ausência de escola pública ou comunitária	0
Existência de escola de alfabetização	1
Existência de escola de primeiro grau menor	2

Existência de escola de primeiro grau maior	3
Saúde	
Ausência de atendimento médico e ambulatorial	0
Atendimento primeiros socorros	1
Atendimento por agente de saúde	2
Atendimento médico	3
Habitação	
I - Tipo de construção da residência	
Casa de taipa ou madeira	0
Casa de tijolo	1
II - Fez alguma reforma depois que passou a trabalhar com o cultivo de algas	
Não	0
Sim	1
III - Presença de energia elétrica	
Não	0
Sim	1
Aspectos sanitários	
I - Tipo de tratamento dado à água para o consumo	
Nenhum tratamento	0
Fervida, filtrada ou uso de hipoclorito de sódio	1
II - Destino dado aos dejetos humanos	
Jogados à céu aberto ou enterrado	0
Dirigidos à fossa ou esgoto	1
III - Destino dado ao lixo domiciliar	
Lançado ao solo ou queimado	0
Enterrado	1
Lazer	
Nenhuma infraestrutura de lazer	0
Existência apenas de quadra esportiva (onde também acontecem as festas)	1
Existência de campos de futebol ou ginásio esportivos e salões de festas	2
Existência de salões de festas, campos de futebol e televisor	3
Renda	

I - Renda média familiar

R < 1 SM	0
1 SM ≤ R ≤ 3 SM	1
R > 3 SM	2

II - A produção de algas é a única atividade que gera renda familiar

Não	0
Sim	1

Bens duráveis

Grupo 1: rádio, ferro de passar, liquidificador e bicicleta

Grupo 2: máquina de costura, equipamento de som, televisão e fogão a gás

Grupo 3: geladeira, antena parabólica, moto e carro

Possui pelo menos um dos bens do grupo 1 e nenhum dos outros grupos	1
Possui pelo menos um dos bens do grupo 1 e 2 e nenhum bens do grupo 3	2
Possui pelo menos um dos bens do grupo 1, do grupo 2, e do grupo 3	3

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

3.2.2.2 ÍNDICE DE CAPITAL SOCIAL (ICS)

O Índice de Capital Social foi utilizado para avaliar o engajamento dos produtores de algas do Rio Grande do Norte nas associações. O ICS foi calculado conforme a fórmula abaixo:

$$ICS = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{max_i}} \right] \quad \text{Eq. 03}$$

A contribuição de cada indicador na formação do ICS foi calculada seguindo a equação:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n(\sum_{i=1}^m E_{max_i})} \quad \text{Eq. 04}$$

Onde:

ICS = Índice de Capital Social;

E_{ij} = Escore do i-ésimo indicador, alcançado pelo j-ésimo produtor;

i = 1,..., m; j = 1,..., n;

E_{max_i} = Escore máximo do i-ésimo indicador;

C_i = Contribuição do indicador (i) no Índice de Capital social dos produtores de algas;

n =Número de produtor;

m =Número de indicadores.

Assim como no IDES, quanto maior for o Índice de Capital Social, maior o nível de acumulação de capital social (Tab. 03).

Tabela 3- Escala de variação do Índice de Capital Social dos cultivos do Rio Grande do Norte.

Nível de acumulação de Capital Social	
Baixo	$0 < ICS \leq 0,5$
Médio	$0,5 < ICS \leq 0,8$
Alto	$0,8 < ICS \leq 1$

Fonte: Adaptado de Fiúza (2011).

Para a construção do ICS foram avaliados os seguintes indicadores, como mostra a Tabela 04:

Tabela 4- Relação dos indicadores e seus respectivos valores, usados para calcular o ICS.

Indicadores	Valores
O senhor(a) participa ativamente das atividades com a Associação a qual está filiado?	
Não	0
Sim	1
Nas reuniões o senhor(a) apresenta sugestões?	
Não	0
Sim	1
As sugestões apresentadas são apreciadas e aprovadas nas reuniões?	
Não	0
Sim	1
Todas as decisões da Associação são apreciadas e aprovadas em reuniões?	
Não	0
Sim	1
As decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela diretoria?	
Não	0
Sim	1

O senhor(a) participou da escolha dos líderes da Associação?	
Não	0
Sim	1
Os investimentos da Associação são submetidos e aprovados nas reuniões?	
Não	0
Sim	1

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

3.2.2.3 ÍNDICE TECNOLÓGICO (IT)

O Índice Tecnológico foi calculado para avaliar o desenvolvimento tecnológico dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte. O índice foi obtido de acordo com a seguinte equação:

$$IT = \sum_{i=1}^m \left[\frac{E_i P_i}{m P_{max_i}} \right] \quad \text{Eq. 05}$$

Onde:

IT = Índice Tecnológico;

E_i = Escore do i-ésimo indicador;

P_i = Peso do i-ésimo indicador;

P_{maxi} = Peso máximo do i-ésimo indicador;

i = 1,..., m.

m = Número de indicadores.

A escala de nível para este índice foi definida através de uma média dos valores determinados pelos profissionais entrevistados (Tab. 05).

Tabela 5- Escala de variação do Índice Tecnológico dos cultivos do Rio Grande do Norte.

Nível de Desenvolvimento Tecnológico	
Baixo	0 < IT ≤ 0,3
Médio	0,3 < IT ≤ 0,7
Alto	0,7 < IT ≤ 1

Fonte: Adaptado de Fiúza (2011).

Os indicadores que formaram este índice caracterizam a tecnologia utilizada no cultivo e avaliam o nível de sustentabilidade tecnológica do cultivo. Seguindo o método descrito por Nascimento (2007), foram atribuídos pesos para os indicadores, referentes ao grau de importância do indicador na sustentabilidade tecnológica, sendo que 0 (zero) significa nenhuma importância e 3 (três) significa elevada importância para a sustentabilidade tecnológica do sistema de cultivo. Segundo Nascimento (2007) a atribuição dos pesos é necessária para melhorar as relações entre os indicadores. Durante as entrevistas com os profissionais, foi solicitado que fosse atribuído pesos aos indicadores tecnológicos, em seguida foi calculada uma média e usada na ponderação dos indicadores do IT (NASCIMENTO, 2007). Abaixo os indicadores usados na construção do Índice tecnológico e os pesos atribuídos (Tab. 06).

Tabela 6- Relação dos indicadores, seus respectivos valores e pesos, usados para calcular o IT.

Indicadores	Valores	Pesos
A) A tecnologia de cultivo é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
B) O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
C) As mudas podem ser facilmente produzidas?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
D) A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
E) Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
F) A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos?		
Não	0	0 à 3

Sim	1
G) A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata?	
Não	0 0 à 3
Sim	1

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

3.2.2.4 ÍNDICE AMBIENTAL (IA)

Foi calculado o Índice ambiental para avaliar os aspectos ambientais e os impactos do cultivo e beneficiamento de algas sobre o ambiente. O IA foi calculado seguindo a equação abaixo.

$$IA = \sum_{i=1}^m \left[\frac{E_i P_i}{m P_{max_i}} \right] \quad \text{Eq. 06}$$

Onde:

IA = Índice Ambiental;

E_i = Escore do i-ésimo indicador;

P_i = Peso do i-ésimo indicador;

P_{maxi} = Peso máximo do i-ésimo indicador;

i = 1,..., m.

m = Número de indicadores.

A escala de nível (Tab. 07) usada para este índice seguiu o mesmo método da escala do Índice Tecnológico.

Tabela 7- Escala de variação do Índice Ambiental dos cultivos de macroalgas do Rio Grande do Norte.

Nível de Desenvolvimento Ambiental	
Baixo	0 < IA ≤ 0,3
Médio	0,3 < IA ≤ 0,7
Alto	0,7 < IA ≤ 1

Fonte: Adaptado de Fiúza (2011).

Os indicadores utilizados na construção do Índice Ambiental foram relativos às condições ambientais, ao uso racional dos recursos e impactos da atividade sobre o ambiente.

Também foi necessário atribuir pesos aos indicadores do sistema ambiental, cuja metodologia usada foi a mesma do sistema tecnológico. Abaixo (Tab. 08) encontram-se os indicadores e os pesos usados no cálculo do IA.

Tabela 8- Relação dos indicadores, seus respectivos valores e pesos, usados para calcular o IA dos cultivos de macroalgas.

Indicadores	Valores	Pesos
A) A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
B) A coleta de mudas nos bancos naturais causa impactos ambientais?		
Não	1	0 à 3
Sim	0	
C) O processo de produção pode ser viabilizado (realizado) sem o uso de energia elétrica ou fóssil?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
D) A implantação do cultivo encontra-se normatizada por alguma estrutura ambiental? (São licenciados?)		
Não	0	0 à 3
Sim	1	
E) São usadas espécies nativas?		
Não	0	0 à 3
Sim	1	

Fontes: Adaptado de Nascimento (2007)

3.2.2.5 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (IS)

O Índice de Sustentabilidade foi calculado como uma média dos índices anteriores. Foi utilizada a seguinte equação:

$$IS = \frac{1}{k} \sum_{h=1}^k I_h \quad \text{Eq. 07}$$

Onde:

IS = Índice de Sustentabilidade;

I = Valor calculado para o h-ésimo índice;

$h = 1, \dots, k$

k = Número de Índices

O valor do Índice de Sustentabilidade varia entre 0 (zero) e 1 (um), quanto mais próximo de 1, maior é o nível de sustentabilidade do cultivo de alga do RN (Tab. 09).

Tabela 9- Escala de variação do Índice de Sustentabilidade.

Nível de Sustentabilidade	
Baixo	$0 < IS \leq 0,5$
Médio	$0,5 < IS \leq 0,8$
Alto	$0,8 < IS \leq 1$

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

3.2.3 AUTORIZAÇÕES E LICENÇAS NECESSÁRIAS

Para o desenvolvimento deste estudo foi solicitada autorização para realização da pesquisa ao Conselho Nacional de Saúde através da Plataforma Brasil, que encaminhou ao Comitê de Ética da UFPB/CCS. O Projeto foi aprovado e a licença concedida, cuja certidão encontra-se anexada (Anexo A).

3.3 MELHORAMENTO DAS TÉCNICAS DE CULTIVOS ATRAVÉS DO USO DE FERTILIZANTE AGRÍCOLA

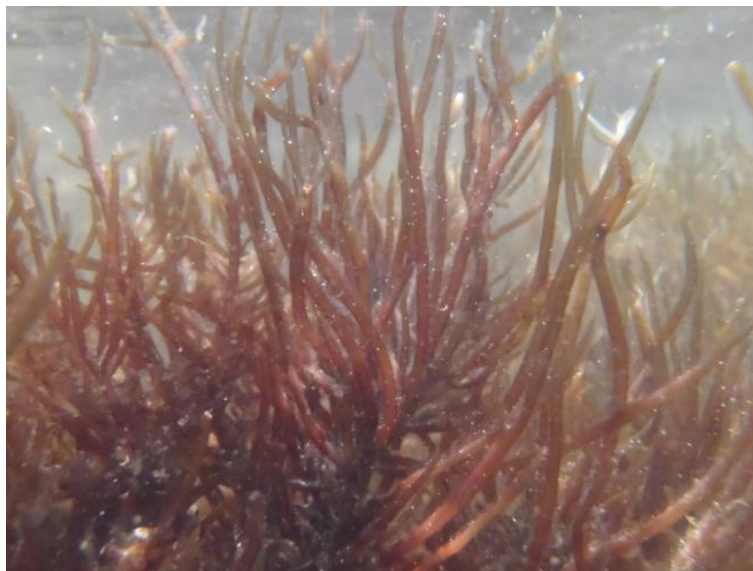
O melhoramento das técnicas, bem como a incorporação de tecnologias aplicadas em outros sistemas de cultivo podem incrementar as taxas de crescimento e consequentemente melhorar a produtividade e colaborar com a sustentabilidade da atividade, neste sentido foi avaliado com a espécie utilizada uma técnica que consiste em fornecer uma quantidade adicional de nutrientes possibilitando um consequente aumento nas taxas de crescimento.

3.3.1 ESPÉCIE UTILIZADA

Para os experimentos apresentados a seguir foram utilizadas amostras de algas da espécie *Crassiphycus birdiae* (E.Plastino & E.C.Oliveira) Gurgel, J.N.Norris & Fredericq, anteriormente descrita como *Gracilaria birdiae* E. M. Plastino & E. C. Oliveira de acordo com a plataforma AlgaeBase (Guiry; Guiry, 2020) (Fig. 03). A escolha desta espécie foi feita com

base no seu uso pelos produtores de algas do Rio Grande do Norte nos seus cultivos, além da sua ampla distribuição no litoral nordestino.

Figura 3- Fotografia mostrando o aspecto geral da espécie utilizada nos experimentos. Encontrada no banco de algas no município de Rio do Fogo/RN.



Fonte: Émille Natane

3.3.2 LOCAL DE COLETA DAS ALGAS USADAS NOS EXPERIMENTOS

As algas foram coletadas na Praia de Rio do Fogo ($5^{\circ}16'22.26''S$ $35^{\circ}22'50.19''W$) localizada no município de Rio do Fogo/RN no dia 03/10/2016, onde ocorrem naturalmente fixas ao substrato consolidado (Fig. 04).

Figura 4- Aspecto geral da área de coleta, onde é possível observar o substrato consolidado emergido na maré baixa.



Fonte: Émille Natane.

A praia de Rio do Fogo faz parte da APA Recifes de Corais, que também inclui, além do município de Rio do Fogo, os municípios de Maxaranguape e Touros (FERNANDES, 2016). A área, que constitui um recife de arenito, forma uma franja recifal estendendo-se por uma longa faixa (FERNANDES, 2016). Este autor monitorou alguns parâmetros ambientais na área do cultivo de algas de Rio do Fogo. Durante o período de amostragem a média de salinidade foi de $36,02 \pm 1,12$ PSU, o valor médio do pH foi de $8,05 \pm 0,09$ e do oxigênio dissolvido foi de $3,83 \pm 0,71$ mg/L. Quanto aos nutrientes inorgânicos dissolvidos, o mesmo autor obteve uma média de $9,83 \pm 12,00$ $\mu\text{mol L}^{-1}$ de NH_4^+ ; $1,15 \pm 0,86$ $\mu\text{mol L}^{-1}$ de NO_3^- ; $0,41 \pm 0,20$ $\mu\text{mol L}^{-1}$ de NO_2^- e $0,06 \pm 0,08$ $\mu\text{mol L}^{-1}$ de PO_4^{3-} . Segundo Pereira e Soares-Gomes (2009), de forma geral, é considerado que estes nutrientes ocorrem em baixas concentrações na água marinha.

3.3.3 COLETA E ACLIMATAÇÃO

As algas foram coletadas manualmente, em seguida acomodadas em caixa térmica e transportadas até o Laboratório de Algas Marinhas (DSE/UFPB), onde foram triadas para a remoção de epífitas e fauna associada. As algas foram mantidas em câmara de cultivo controlada, com água do mar aerada em temperatura média de 24 °C, densidade de fluxo fotônico de 60 a 80 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12/12 h até o início do experimento. A aclimação durou aproximadamente três semanas.

3.3.4 EXPERIMENTOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Algas Marinhas (LAM/DSE/UFPB). Toda a água do mar utilizada no experimento em laboratório foi previamente filtrada em filtro com poro de 0,45 μm para retenção de zooplâncton, fitoplâncton e impurezas. Em seguida foi aquecida em estufa por duas vezes a 90 °C durante 2 horas cada, considerado este procedimento para efeito de “esterilização”. Por fim a salinidade foi padronizada, quando necessário, para 35 PSU através de diluição com água destilada.

O experimento consistiu em submeter as algas a um pulso de nutriente, sob diferentes concentrações e tempos de exposição. No total 13 tratamentos foram realizados, ou seja, houve 13 combinações diferentes entre concentrações e tempos de exposição, como está mostrado no esquema abaixo (Tab. 10). Cada tratamento teve cinco réplicas. Foi utilizado o fertilizante foliar VitanTM como fonte de nutriente para o pulso, este nutriente possui alta solubilidade e disponibilidade quando diluído em água, os componentes do mesmo estão especificados na Tabela 11.

Tabela 10- Esquema mostrando os tratamentos testados e em que consistiram; sendo (*) tratamento correspondente ao controle.

Tratamento	Concentração (ml/L)	Tempo (h)
T1(*)	0	0
T2	0,75	12
T3	1,5	12
T4	3,0	12
T5	6,0	12
T6	0,75	24
T7	1,5	24
T8	3,0	24
T9	6,0	24
T10	0,75	48
T11	1,5	48
T12	3,0	48
T13	6,0	48

Tabela 11- Composição química do fertilizante VitanTM, disponibilizada pelo próprio fabricante.

Componentes	Porcentagem (%)
Uréia	7,2
Ácido fosfórico	15,4
Hidróxido de potássio	9,5
Cloreto de cálcio	3,71
Cloreto de zinco	2,23
Ácido bórico	3,53
Cloreto de manganês	2,0
Sulfato de cobre	0,572

Fonte: Sudoeste Agropecus Ind. Com. Ltda

Inicialmente foram feitas as diluições do fertilizante em água do mar esterilizada nas seguintes concentrações: 0,75 ml/L, 1,5 ml/L 3,0 ml/L e 6,0 ml/L, um volume total de 3 litros de água. Em seguida foi necessário realizar a correção do pH para 7,0, por se tratar de um valor neutro e próximo ao valor da água do mar. Em cada frasco da solução de tratamento foram

colocados aproximadamente 40g de algas. Todos os frascos tinham aeração constante e foram mantidos no escuro, por um período 12h, 24h ou 48h, de acordo com o tratamento.

Após 12, 24 ou 48 horas de exposição ao nutriente, período denominado de “pulso”, foram retirados 7,5 g de algas de cada concentração e distribuído em cinco frascos de Erlenmeyer (1,5g/réplica) contendo 200 ml de água do mar esterilizada (réplicas) (Fig. 05). Foi definido como tratamento controle (T1), àquele no qual, as algas não foram expostas ao pulso de nutrientes. As algas foram mantidas em sala de cultivo por quatro semanas e o meio de cultura (água do mar esterilizada) foi renovado semanalmente, as condições da sala foram temperatura média de 24 °C, densidade de fluxo fotônico de 60 a 80 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12/12 h.

Figura 5- Experimento na câmara de cultivo do Laboratório de Algas Marinhas/UFPB com temperatura média de 24 °C, densidade de fluxo fotônico de 60 a 80 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12/12 h.



Fonte: Êmille Natane.

3.3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

3.3.5.1 PESO ÚMIDO E TAXA DE CRESCIMENTO

Durante as trocas semanais do meio de cultivo a massa fresca dos talos foi medida utilizando uma balança analítica (0,0001g). Para reduzir o erro, antes da pesagem os talos eram enxutos delicadamente com papel absorvente a fim de retirar o excesso de água sobre o talo. Em seguida a taxa de crescimento (TC) foi calculada segundo a fórmula proposta por Brinkhuis (1986):

$$\text{TC} = (\ln \text{ massa final} - \ln \text{ massa inicial} / \text{tempo final} - \text{tempo inicial}) \times 100.$$

3.3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram testados quanto à sua normalidade e homocedasticidade. Em função da ausência de normalidade, os dados da taxa de crescimento foram analisados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e em seguida o teste *a posteriori* de Mann-Whitney com correção de Bonferroni. Os valores da biomassa fresca foram analisados através da análise de variância “ANOVA” unifatorial, e para comparar os tratamentos significativamente diferentes foi utilizado o teste de Tukey. Para a realização destes testes foi utilizado o software PAST (versão 3.14).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS PRODUTORES DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Neste item foram analisados os dados referentes ao subsistema econômico-social relacionado à caracterização das associações e o perfil socioeconômico dos produtores de algas do RN, além da análise dos índices IDES e ICS.

4.1.1.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE PRODUTORES DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Os resultados a seguir referem-se à caracterização das associações de produtores do Rio Grande do Norte, são frutos das entrevistas com as presidentas das associações.

4.1.1.1.1 ASSOCIAÇÃO DE MARICULTORES DE ALGAS DE RIO DO FOGO

A Associação de Maricultores de Algas de Rio do Fogo (AMAR) foi fundada em agosto de 2009 com 18 associados, como resultado do projeto “Desenvolvimento para Comunidades Costeiras (UTF/BRA/066/BRA)” (DCC) de 2006. Quando o projeto foi finalizado, os técnicos responsáveis incentivaram os produtores a formar uma associação. Atualmente o número de associados diminuiu para 16, 12 mulheres e 4 homens, embora segundo o relato apenas 5 associadas estão de fato trabalhando com o cultivo, isso se deve à falta de interesse associada a questão econômica, pois não há uma renda fixa mensal.

A associação possui estatuto e utiliza ata de reunião e livro de frequência como instrumentos de registro, entretanto não há frequência na realização das reuniões, visto que apenas 5 associadas estão de fato participando. Segundo Fiúza (2011), o processo de tomada de decisão tende a ser rápido quando não passa por inúmeros níveis hierárquicos. Reuniões com a participação de todos os associados ocorrem apenas quando há eleição dos cargos administrativos.

Atualmente a associação não recebe assistência de nenhum tipo. Embora nos anos anteriores já tenha sido assistida pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e

Pequenas Empresas) e EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), sendo oferecida ajuda com treinamentos técnicos e no que se refere à gestão da associação. A associação também não recebe recurso financeiro. Segundo o relato, há organização das tarefas entre as associadas, apesar de todas estarem aptas a realizar quaisquer etapas do cultivo e beneficiamento. As obrigações das algieiras referem-se à coleta de mudas, preparação, implantação e manutenção do cultivo, colheita e beneficiamento das algas e preparação dos produtos, semelhante ao que foi registrado por Fiúza (2011) para o cultivo de macroalgas de Trairí (Ceará). O lucro da venda dos produtos é dividido entre os associados que tem participação efetiva nas atividades do cultivo e beneficiamento.

A associação não possui sede própria, e guarda o material usado no cultivo em outra associação local, Alginorte (Associação de exploradores de algas marinhas) (Fig. 06), onde também usam o espaço para a secagem e lavagem das algas e produção de farinha e pó de alga. A fabricação dos produtos alimentícios é feita nas cozinhas das associadas. A associação tem despesas com serviço de contador para emissão de nota fiscal, eletricidade, matéria prima dos produtos. Em média R\$600,00 são gastos por ano. Os materiais usados no cultivo (cordas, rede tubular, canos, boias e âncoras) foram doados pelo projeto DCC. A associação não possui veículo próprio.

Figura 6- Sede da Alginorte, onde ocorre o beneficiamento das algas do cultivo da AMAR.



Fonte: Émille Natane.

Foi relatado que atualmente não há conflitos relacionados a atividade do cultivo, embora no começo da atividade, os produtores precisaram lidar com algumas situações. Por exemplo, quando a corda se partia acidentalmente por ação marinha e consequentemente o cultivo se desprendia. E algumas vezes, além disso, parte do material e das algas era roubado. Não há responsáveis pela segurança do cultivo. Outro problema enfrentado era o descarte de resíduo de óleo no mar por alguns pescadores, que prejudicava a saúde do cultivo e do ambiente do entorno. Este problema foi resolvido após a aplicação de multas aos pescadores pela marinha.

4.1.1.1.2 ASSOCIAÇÃO DE MARICULTURA E BENEFICIAMENTO DE ALGAS DE PITANGUI

Segundo o relato, em 2007 algumas catadoras de algas foram informadas sobre o projeto DCC e o cultivo de macroalgas no município de Rio do Fogo e foram pedir ajuda as produtoras para que as ensinassem a técnica de cultivo. Na época essas mulheres atuavam como extrativistas (catadoras) e coletavam a alga *Hypnea* sp., que era vendida por R\$ 0,30/Kg de alga seca. O cultivo foi iniciado com objetivo de aumentar a renda, pois o retorno financeiro das algas cultivadas e beneficiadas era maior que das coletadas. Além disso, a disponibilidade de *Hypnea* sp. já não era suficiente para atender as necessidades das catadoras. As mães destas mulheres já realizavam esta atividade extrativista e para algumas famílias era a única fonte de renda, fato também relatado por Knox (2007) em sua pesquisa nesta comunidade. A associação foi fundada em 2010 com objetivo de obter reconhecimento e pela necessidade de valorização dos produtos. O cultivo de algas da Praia de Pitangui foi iniciado sem qualquer tipo de apoio externo, cada uma contribuiu na compra dos materiais (canos, cordas). De acordo com o relato, a primeira produção foi comprada por uma empresa baiana.

A Associação de Maricultura e beneficiamento de Algas de Pitangui (AMBAP) possui estatuto, como instrumento de registro são usados ata e livro de frequência, embora não tenham o hábito de usar. Atualmente a associação tem 16 associados, 14 mulheres e 2 homens (jan/2017). As atividades envolvidas na associação referem-se às etapas do cultivo e beneficiamento das algas e alguns cargos administrativos, como presidente; vice-presidente; tesoureiro; vice-tesoureiro; secretário; vice-secretário e 4 fiscais. Não são todos os associados que estão envolvidos com as atividades no cultivo, e atualmente a maioria não participam mais das etapas dentro do mar, pois após a mudança de local, o cultivo ficou em uma área com profundidade ($\pm$ 2m). Inicialmente o cultivo era localizado na área recifal, com fácil acesso, não precisava de barco. Após alguns anos cultivando, os produtores perceberam que alguns

animais herbívoros, por exemplo tartaruga e peixe-boi começando a se alimentar das algas do cultivo. Foi relatado que, por este motivo, algumas vezes até perderam a produção.

A AMBAP é atualmente assistida por programa de extensão da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), do qual recebem apoio técnico, contábil e fornecimento de materiais, não há apoio financeiro direto. Também recebem assistência da Incubadora de Iniciativas e Empreendimentos Solidários (INICIES) também da UFRN, no que se refere a apoio social, contábil e administrativo. A mudança do local de cultivo foi sugestão do coordenador do projeto de extensão que auxilia a associação. Não há divisão de tarefas, todos os que se disponibilizam realizam todas as atividades ligadas ao cultivo, desde o plantio até a fabricação dos produtos. Este número de associados que trabalham no cultivo é reduzido, a falta de interesse por parte de alguns associados está ligada ao fato de que não há uma renda fixa derivada do cultivo.

O lucro recebido pela venda dos produtos é dividido entre os associados que participaram da produção, e uma parte igual é destinada para a manutenção e pagamento das despesas da associação, no caso da produção de alimentos. Quando o lucro é da produção de sabonetes, todo o dinheiro fica na associação, pois é um valor baixo. Esta renda é utilizada para pagamento de contas e compra de matéria prima para os produtos. Diferente da AMAR, a AMBAP tem sede própria (Fig. 07), onde ocorrem reuniões da associação e o beneficiamento das algas. A associação possui dois fornos, dois fogões, geladeira, freezer, mesas, cadeiras, armários, e outros equipamentos utilizados na fabricação dos produtos. A associação não possui veículo próprio. Entre as despesas da associação está água, eletricidade, gás e impostos. Estas despesas somam cerca de R\$200,00 mensais.

No início do cultivo, semelhante ao que houve na comunidade de Rio do Fogo, havia episódios de roubos das estruturas do cultivo. Segundo relatos, os envolvidos roubavam as cordas e soltavam as redes e os canos, destruindo a estrutura do cultivo. Fiúza (2011) em seu estudo com a Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG) no Ceará, também relatou este tipo de conflito, bem como a rejeição por parte dos pescadores, pois estes não aceitavam que o cultivo ocupasse uma área supostamente deles. Fiúza (2011) atribuiu a ocorrência dos roubos dos materiais à falta de vigilância do cultivo, entretanto com o passar do tempo essas ocorrências cessaram em todas as comunidades citadas, embora os cultivos continuaram sem vigilância.

Figura 7- Sede da Associação de Maricultura e beneficiamento de Algas de Pitangui, onde ocorrem reuniões da associação e o beneficiamento das algas.



Fonte: Êmille Natane.

4.1.1.2 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS PRODUTORES DE MACROALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

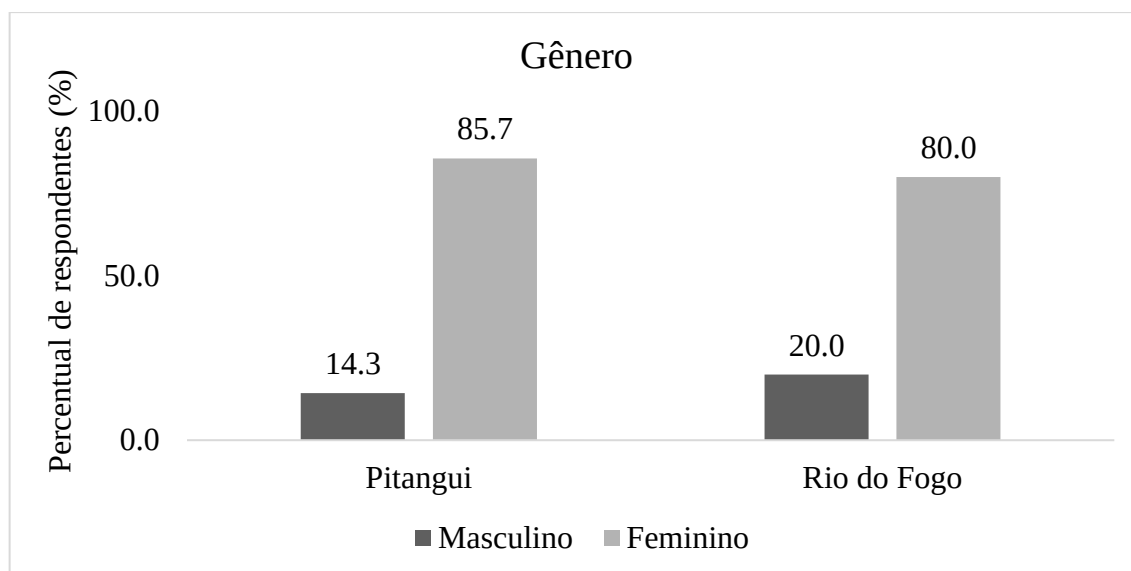
Os resultados a seguir são referentes à caracterização socioeconômica dos produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, estes dados obtidos nas entrevistas com os associados.

4.1.1.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTORES

Foi observado que a maioria dos produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte são do gênero feminino (82,8%), o mesmo ocorre em ambas as comunidades, como é mostrado no gráfico abaixo (Fig. 08). Este fato já havia sido constatado por Santos (2015) na comunidade de Rio do fogo. Fiúza (2011) observou um equilíbrio na proporção de homens (58%) e mulheres

(42%) produtoras de algas da APAFG. Entretanto, Monteiro; Araujo e Castro (2010), ao estudar o perfil socioeconômico de participantes do projeto de alginocultura “De Corpo e Alga” da comunidade da Praia Barrinha de Mutamba, município de Icapuí no estado do Ceará, observou que a maioria dos participantes eram do gênero feminino (60%).

Figura 8- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por gênero.



Foi verificado que a idade dos produtores variou entre 20 e 66 anos, com uma média de 40,3 ($\pm 13,6$) anos, considerando os dados das duas associações. Na Tabela 12 pode ser observada a distribuição da frequência relativa dos cultivadores de macroalgas do Rio Grande do Norte de acordo com a faixa etária e a idade média dos produtores das duas associações. É possível observar uma distribuição semelhante dos produtores do Rio Grande do Norte entre a faixa etária de 20 a 60 anos, sendo a maior porcentagem dos produtores pertencentes a faixa etária de 41 a 50 anos (27,6 %). E apenas 3,4% dos cultivadores tinham mais de 60 anos, ou seja, a maioria dos produtores de algas do Rio Grande do Norte estão na faixa etária potencialmente ativa.

No Ceará, Fiúza (2011) registrou dados semelhantes, houve uma maior participação de associados da APAFG da faixa etária de 20 a 40 anos (50%) e de 41 a 60 anos (42%), e a idade média obtida foi de 34,5 anos, e Monteiro; Araujo e Castro (2010) também registraram uma maior participação de pessoas entre 21 e 40 anos (50%). De acordo com Monteiro; Araujo e Castro (2010) também houve 30% de participação de pessoas da faixa etária de 61 a 70 anos, um valor alto se for comparado às comunidades do Rio Grande do Norte (3,4%) e outras comunidades citadas aqui.

Tabela 12- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, segundo a faixa etária.

Faixa etária (anos)	Frequência relativa (%)		
	Pitangui	Rio do Fogo	Rio Grande do Norte
20 a 30	28,6	20,0	24,1
31 a 40	14,3	26,7	20,7
41 a 50	14,3	40,0	27,6
51 a 60	35,7	13,3	24,1
61 a 70	7,1	0,0	3,4
Total	100,0	100,0	100,0
Média (anos)	42,1 ($\pm 15,7$)	38,7 ($\pm 11,7$)	40,3 ($\pm 13,6$)

Analisando os dados de cada associação pode-se perceber uma diferença na distribuição, há na AMBAP uma maior participação de associados na faixa de 51 a 60 anos (35,7%), enquanto na AMAR a maioria está na faixa 41 a 50 anos (40%). Este dado é corroborado por Santos (2015), que registrou na AMAR uma participação de 42,86% de produtores na faixa de 14 a 50 anos, e idade média de 37 anos.

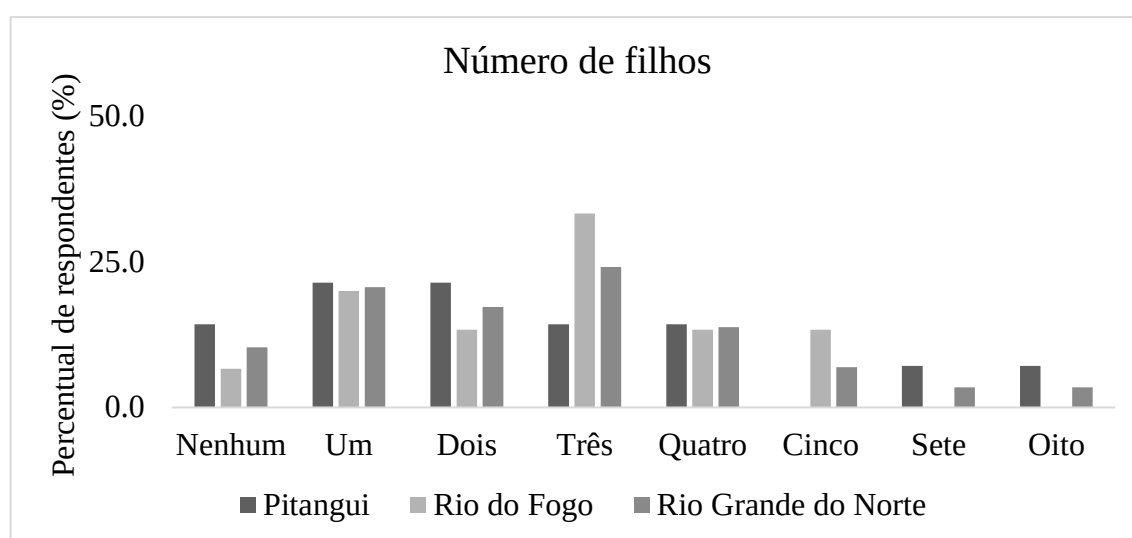
Cerca de 82,8% dos produtores de algas do Rio Grande do Norte estão casados ou em união estável, 13,8% estão solteiros e 3,4% são viúvos. Este padrão também é observado quando os dados são analisados por comunidade, como mostra a Tabela 13. A mesma tendência foi encontrada por Fiúza (2011) ao registrar que 75% de associados da APAFG estão casados ou em relacionamento similar e por Monteiro; Araujo e Castro (2010), que registraram uma participação de 60% de associados casados. Os dados da comunidade de Rio do Fogo são corroborados por Santos (2015), que registrou uma porcentagem de 92,84% de associados da AMAR casados ou em união estável.

Tabela 13- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o estado civil.

Estado Civil	Frequência relativa (%)		
	Pitangui	Rio do Fogo	Rio Grande do Norte
Casado ou similar	78,6	86,7	82,8
Solteiro	14,3	13,3	13,8
Viúvo	7,1	0,0	3,4
Total	100	100	100

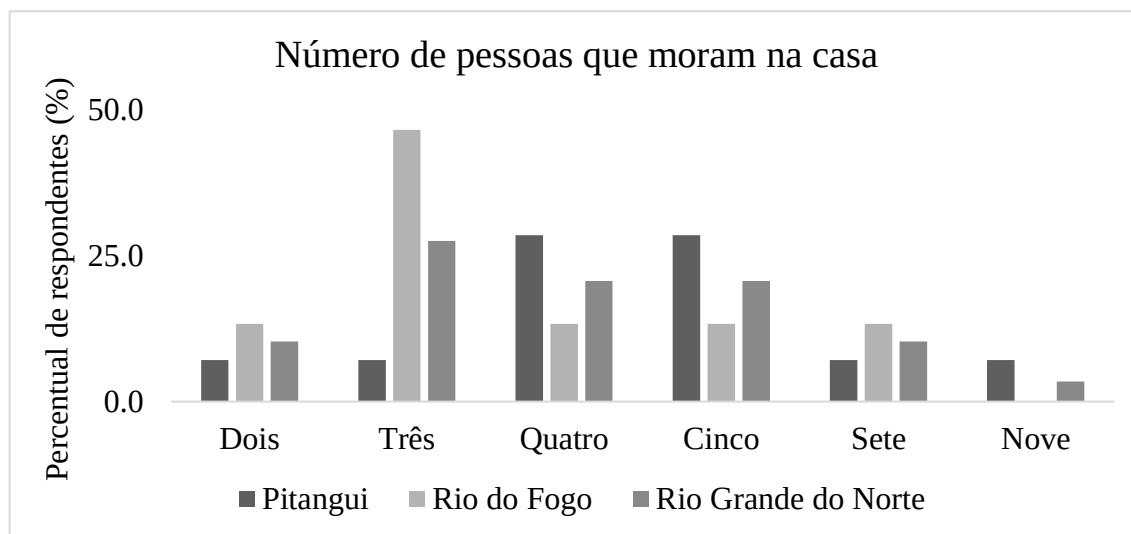
O número de filhos variou entre zero e oito, com uma média de 2,7 ($\pm 1,9$) filhos por produtor. Cerca de 72,4% dos respondentes afirmaram ter três ou menos filhos (Fig. 09), Fiúza (2011) registrou um percentual menor, cerca de 58%, e uma média de 1,7 filhos para os produtores de Flecheiras e Guajirú, no Ceará. Monteiro; Araujo e Castro (2010) observaram que cerca de 60% dos produtores de Icapuí, no Ceará, tinham cinco filhos ou menos. A média do número de filhos não variou entre as comunidades de Pitangui ($2,7 \pm 2,4$) e Rio do Fogo ($2,7 \pm 1,5$).

Figura 9- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por número de filhos.



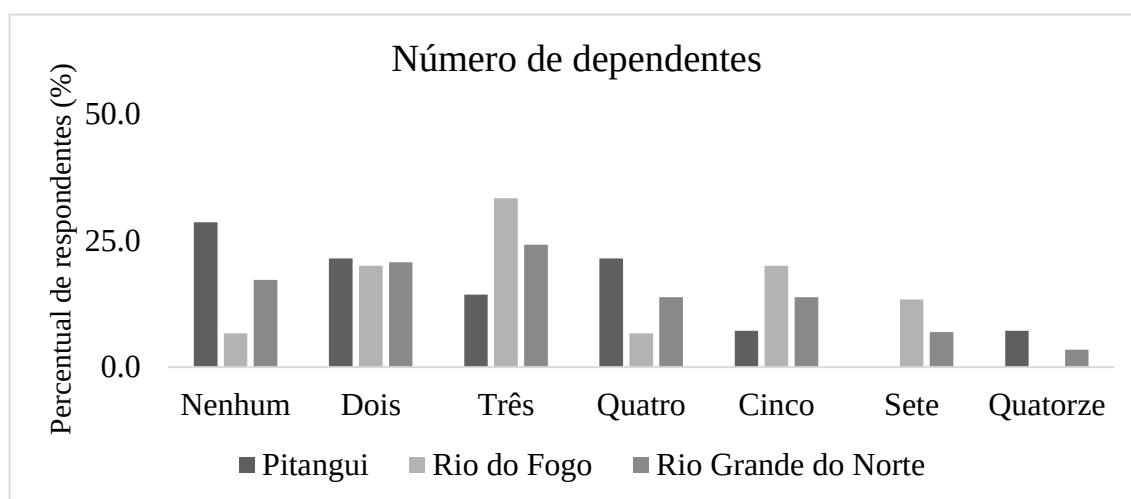
Segundo os relatos, o número de pessoas que moram na mesma residência que os produtores variou entre dois e nove, com uma média de 4,1($\pm 1,8$) de pessoas por residência. Entretanto, na maioria das casas (69%) moram entre 3 e 5 pessoas, como é possível observar na Figura 10. Fiúza (2011) e Monteiro; Araujo e Castro (2010) obtiveram valores semelhantes para os produtores do Ceará, sendo 33% das residências com cinco habitantes e 40% com 4 a 6 habitantes respectivamente. Em Pitangui foi registrada uma média de 4,4 ($\pm 1,9$) residentes por casa dos produtores, e em relação a Rio do Fogo não houve grande variação neste valor, sendo alcançada uma média de 3,8 ($\pm 1,6$) moradores por casa.

Figura 10- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, segundo o número de pessoas que moram na residência.



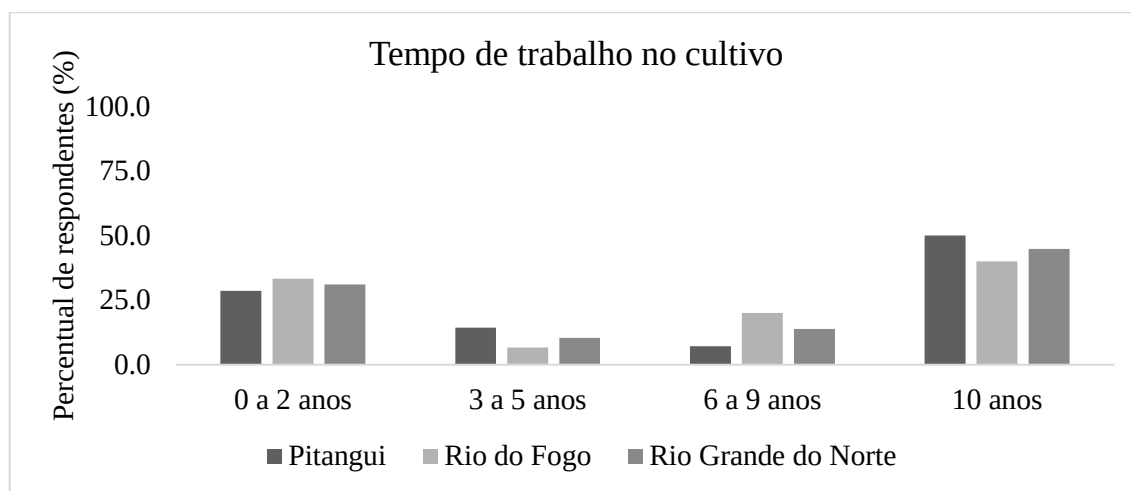
O número de pessoas que dependem da renda dos produtores variou entre 0 e 14 (Fig. 11), resultando numa média de 3,3 ($\pm 2,8$) dependentes por produtor. Além disso, 44,8% dos respondentes afirmaram que possuíam entre 3 e 5 dependentes. Para os produtores da APAFG, Fiúza (2011) registrou uma média de 2,4 dependentes por produtor, e observou que 83% dos produtores tinham entre 3 e 5 dependentes. Analisando os dados de forma conjunta ou separando por comunidades, é possível observar que a média do número de dependentes e do número de pessoas que residem na mesma casa que os produtores é superior à média do número de filhos. Ou seja, mesmo depois que os filhos casam e se tornam pais, permanecem morando e dependendo da renda dos produtores.

Figura 11- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o número de dependentes.



A maioria dos respondentes (44,8%) relatou que realizam atividades nos cultivos desde o início, totalizando cerca de 10 anos (Fig. 12). Cerca de 31% dos produtores afirmaram que realizam atividades no cultivo a dois anos ou menos, em Pitangui dois respondentes informaram que nunca participaram dos trabalhos com o cultivo, estão apenas como associados. Fiúza (2011) também registrou que a maioria (58%) dos produtores da APAFG realizam atividades desde o início.

Figura 12- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por tempo de trabalho no cultivo.



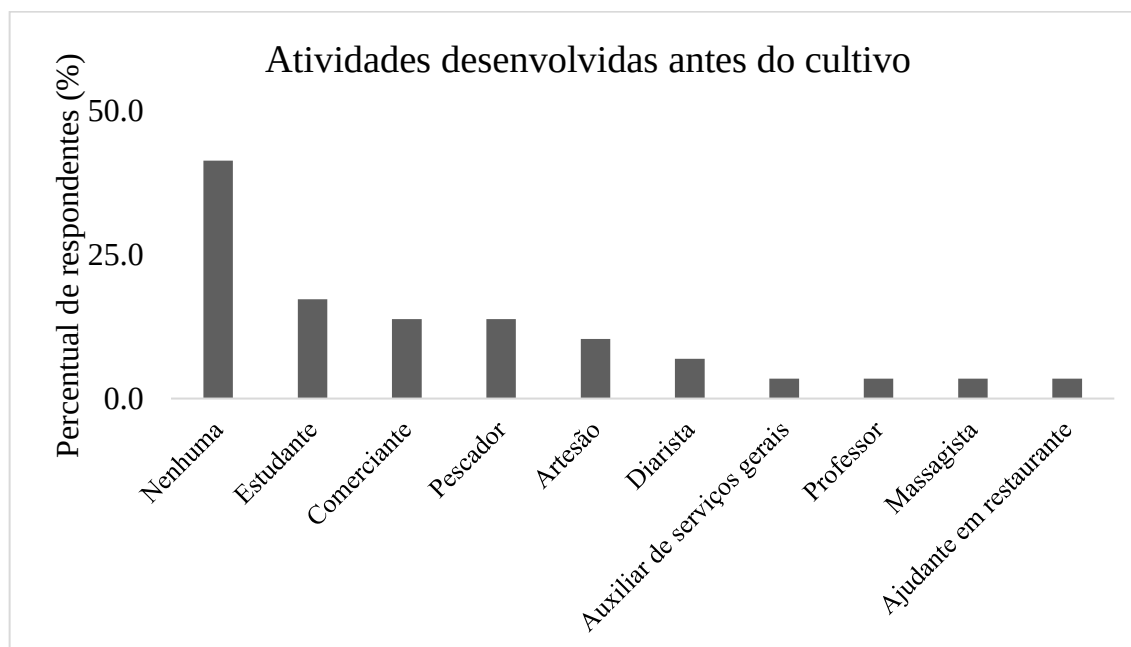
Cerca de 51,7% dos produtores ao serem questionados sobre a quantidade de tempo em que trabalham no cultivo também afirmaram que já praticavam o extrativismo, popularmente chamado de coleta do cisco. Alguns relataram que o faziam desde criança, acompanhando os pais. De fato, a presença de crianças acompanhando as mães na coleta do cisco já foi documentada por Knox (2007) e Bezerra (2008), em Pitangui e Rio do Fogo respectivamente. Durante as visitas às comunidades não foi observada a presença de crianças ou adolescentes acompanhando o trabalho dos produtores. Na Tabela 14 estão os valores da porcentagem de produtores das duas comunidades que já praticavam o extrativismo.

Tabela 14- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas do RN que praticavam o extrativismo.

Local	Prática do extrativismo	
	Valor absoluto (respondentes)	Valor relativo (%)
Pitangui	7	50
Rio do Fogo	8	53,3
Rio Grande do Norte	15	51,7

Quanto às atividades econômicas desenvolvidas antes do cultivo de algas, foi registrado que a maioria dos produtores não realizavam nenhuma atividade (41,4%) (Fig. 13). Ao analisar os dados individualmente, foi possível observar que estes respondentes eram todas mulheres, sendo a maioria casada e com filhos, ou seja, apesar de não realizar nenhuma atividade com retorno econômico, estas mulheres dedicavam seu tempo a cuidar da família e da casa. As atividades de comércio, pesca e artesanato corresponderam a 37,9% do percentual de respondentes. Fiúza (2011) observou que na APAFG a maioria (66%) dos produtores desenvolviam as atividades de pesca e artesanato.

Figura 13- Distribuição da frequência relativa (%) dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com a atividade praticada antes do cultivo.



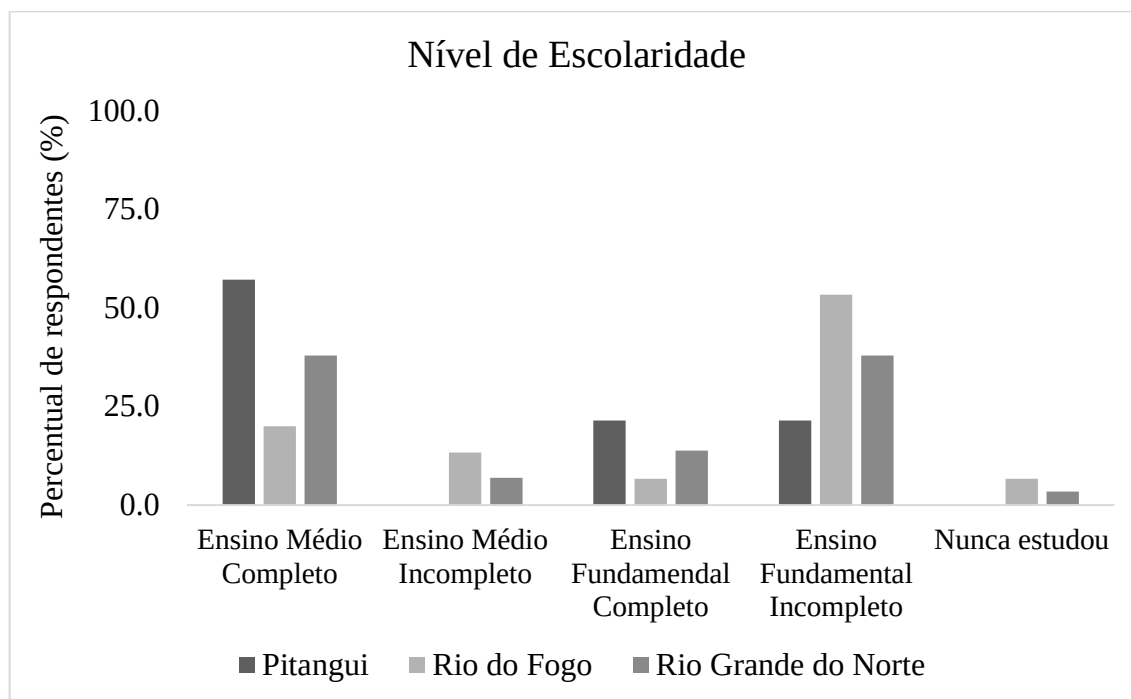
4.1.1.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A. Educação

Os habitantes de ambos os municípios têm acesso às escolas de ensino infantil, fundamental e médio. Não há cursos técnicos ou de nível superior, os universitários têm um carro que os transportam para a capital do estado, Natal, ou outras localidades. Quanto à escolaridade dos produtores do Rio Grande do Norte, verificou-se que apenas 37,9% têm o ensino médio completo (Fig. 14). A mesma porcentagem foi registrada para os produtores que não completaram o ensino fundamental, apenas 13,8% têm o ensino fundamental completo e 3,4% nunca estudou.

Ao comparar o nível de escolaridade dos produtores do Rio Grande do Norte com o dos produtores do Ceará, pode-se perceber que são semelhantes. Fiúza (2011) ao estudar o perfil socioeconômico dos associados da APAFG, registrou que apenas 42% deles tinham o ensino médio completo. Monteiro; Araujo e Castro (2010) observou um percentual menor (30%) de produtores de Icapuí com o mesmo grau de escolaridade.

Figura 14- Distribuição da frequência relativa (%) dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com o nível de escolaridade.



Comparando o nível de escolaridade entre as associações é possível perceber que em Pitangui há um percentual maior de associados que completaram o ensino fundamental (21,4%) ou ensino médio (57,1%), em Rio do Fogo apenas 6,7% dos associados tem o ensino fundamental completo e 20% cursaram as três séries do ensino médio. Santos (2015) já havia observado a baixa escolaridade dos produtores de algas de Rio do Fogo, a autora registrou que 92,85% não tinham o ensino fundamental completo. Em Rio do Fogo um respondente afirmou que não houve oportunidade de acesso à escolarização.

Entre os 29 respondentes, dois estão estudando no momento (6,9%), ambas são habitantes de Rio do Fogo, uma está cursando o ensino médio e a outra está cursando ensino superior. Duas pessoas possuem curso técnico na área de Aquicultura, uma em cada associação, ou seja, em cada cultivo há um profissional técnico apto a aplicar o conhecimento para a melhoria da produção de algas.

Alguns entrevistados foram indagados quanto à vontade de voltar a estudar. A maioria relatou que não tem condições de voltar, por causa da idade, disposição ou por falta de tempo, entretanto seis entrevistados consideraram importante a continuação do estudo para se qualificar para o mercado de trabalho, além disso, uma associada relatou a importância e necessidade de ter um curso de informática direcionada ao gerenciamento da associação.

B. Saúde

Segundo o IBGE (2017d), na comunidade de Rio do Fogo existem seis estabelecimentos de saúde, apenas com atendimento ambulatorial, todos sem internação. Em Extremoz a situação é semelhante, a população tem à disposição 10 estabelecimentos, sendo nove de atendimento ambulatorial e um com serviço de apoio à diagnose e terapia (IBGE, 2017e), além disso a proximidade com Natal aumenta a disponibilidade de serviços de saúde aos habitantes de Extremoz.

Todos os produtores entrevistados informaram ter acesso à postos de saúde, porém ao serem indagados sobre a satisfação com o serviço, a maioria (51,7%) relatou não estar satisfeito com o serviço oferecido, como pode ser observado na Tabela 15. Entre as queixas informadas estão a falta de médicos, de medicamentos e outros materiais, além da dificuldade para marcar consultas. Quanto ao acesso à compra de remédio, 86,2% dos produtores relataram ter renda suficiente para compra de medicamento caso haja a necessidade.

Tabela 15- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, segundo a satisfação com os serviços de saúde oferecidos e acesso à compra de medicamentos.

Local	Serviço satisfatório (%)		Acesso à compra de medicamentos (%)	
	Sim	Não	Sim	Não
Pitangui	42,9	57,1	92,9	7,1
Rio do Fogo	53,3	46,7	80,0	20,0
Rio Grande do Norte	48,3	51,7	86,2	13,8

C. Habitação

Todos os produtores relataram que moram em casa de alvenaria, com energia elétrica fornecida pela rede de abastecimento. Apenas um percentual de 13,8% dos respondentes informou que realizou algum tipo de reforma na casa após o início do cultivo (Tab. 16). Além disso, alguns relataram que o dinheiro recebido pela venda dos produtos das associações

também foi usado para comprar material de construção e eletrodomésticos. Um dos produtores esclareceu que o dinheiro não é suficiente para grandes gastos, na maioria das vezes os lucros da comercialização dos produtos beneficiados são usados em sua totalidade apenas para pagar as despesas da associação.

Tabela 16- Distribuição da frequência relativa de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo com a quantidade de produtores que reformou a casa após início da atividade de cultivo.

Local	Reformou a casa após o início do cultivo (%)	
	Sim	Não
Pitangui	7,1	92,9
Rio do Fogo	20,0	80,0
Rio Grande do Norte	13,8	86,2

D. Aspectos sanitários

Segundo os relatos dos produtores, nas duas comunidades não há serviço de esgotamento sanitário, mas em todas as casas há fossa séptica como destino dos dejetos humanos (água negra). O resíduo das atividades domésticas (água cinza), por exemplo, banho, lavagem de roupas ou louças tem como destino o despejo na rua, como pode ser observado na Figura 15, e segue para o mar. Segundo dados de 2010 do IBGE Cidades (2017a) a taxa de esgotamento sanitário adequado no município de Extremoz é de 37,7% e em Rio do Fogo é de 0,8% (IBGE, 2017b). Quanto ao destino do lixo, em ambas as cidades ocorre o serviço de coleta domiciliar, e todos destinam de forma correta. Entretanto há reclamações quanto à frequência de recolhimento, segundo os relatos as vezes ocorre uma demora. Foi possível observar no local que quando ocorre essa demora há habitantes que realizam a queima do lixo, prática que causa danos ao meio ambiente e à saúde da população do entorno.

A água usada para o consumo humano em Pitangui e Rio do Fogo é tratada com hipoclorito de sódio por agentes do serviço de abastecimento de água. Alguns produtores (13,8%) relataram que também filtram ou ferver a água antes do consumo. Há reclamações quanto à quantidade da substância colocada, alguns dos entrevistados afirmaram que é colocada em excesso e provoca alteração no sabor da água. Por este motivo cerca de 10 entrevistados afirmaram que consomem apenas água mineral.

Figura 15- Canal por onde a água residual das atividades domésticas (água cinza) é despejada na rua e segue em direção ao mar.



Fonte: Émille Natane.

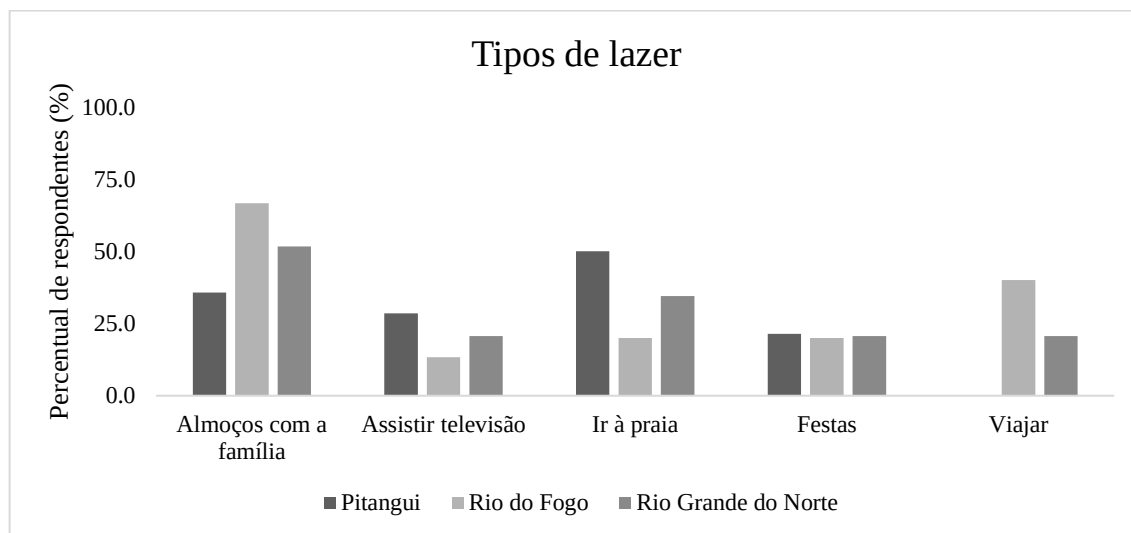
E. Lazer

Com relação a disponibilidade de infraestrutura que propicie o lazer na comunidade, há em ambas as comunidades campos de futebol, ginásio esportivo, salões de festas e televisores. Foi registrado um percentual de 79,3% de produtores que afirmaram passar momentos de lazer com a família. Cerca de 82,7% relataram que a atividade com o cultivo proporcionou mais acesso ao lazer. Entretanto, todos os produtores entrevistados afirmaram que a atividade com o cultivo é o próprio lazer, pois durante esta atividade os produtores podem socializar entre si, além disso, foi relatado também que a atividade proporcionou novos aprendizados, viagens, através das quais puderam conhecer pessoas e lugares diferentes.

Quanto ao tipo de lazer preferido (Fig. 16), a maioria respondeu gostar mais de almoços com a família (51,7%) e ir à praia (34,5%), segundo Fiúza (2011), esse tipo de atividade indica que os produtores possuem laços fortes com o local onde moram. Este fato é confirmado pelos relatos dos produtores da AMAR que citaram nos relatos que o chamado Parracho, uma área

recifal explorada pelo turismo, utilizada também pela população de Rio do Fogo. A afirmação de Fiúza (2011) também é confirmada nos relatos dos produtores da AMBAP (Pitangui), que ao serem indagados sobre as opções de lazer no local, a primeira resposta era sempre o mar.

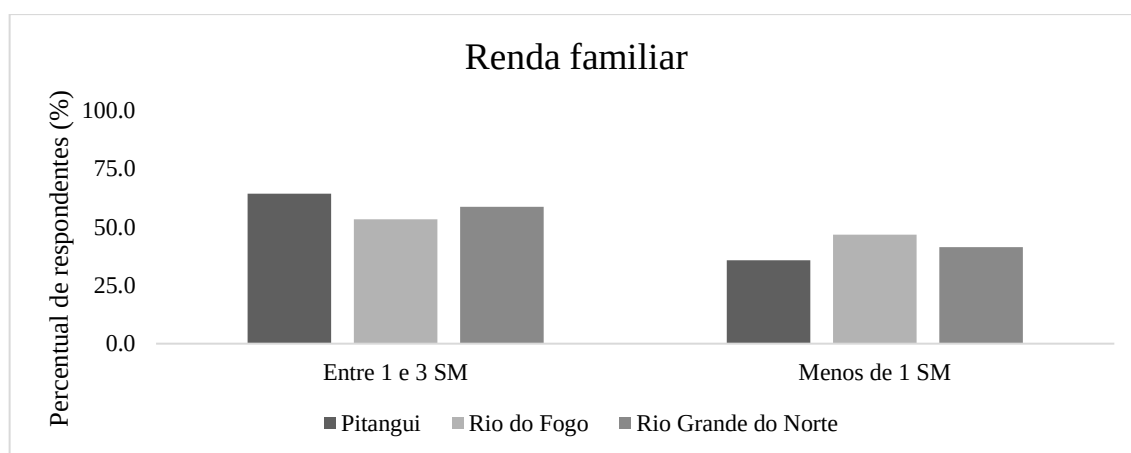
Figura 16- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, segundo os tipos de lazer que os produtores mais gostam.



F. Renda

De acordo com o relato dos produtores, 58,6% dos respondentes afirmaram que sua renda familiar estava na categoria entre um e três salários mínimos (Fig. 17), os outros 41,4% responderam que a renda era menos de um salário.

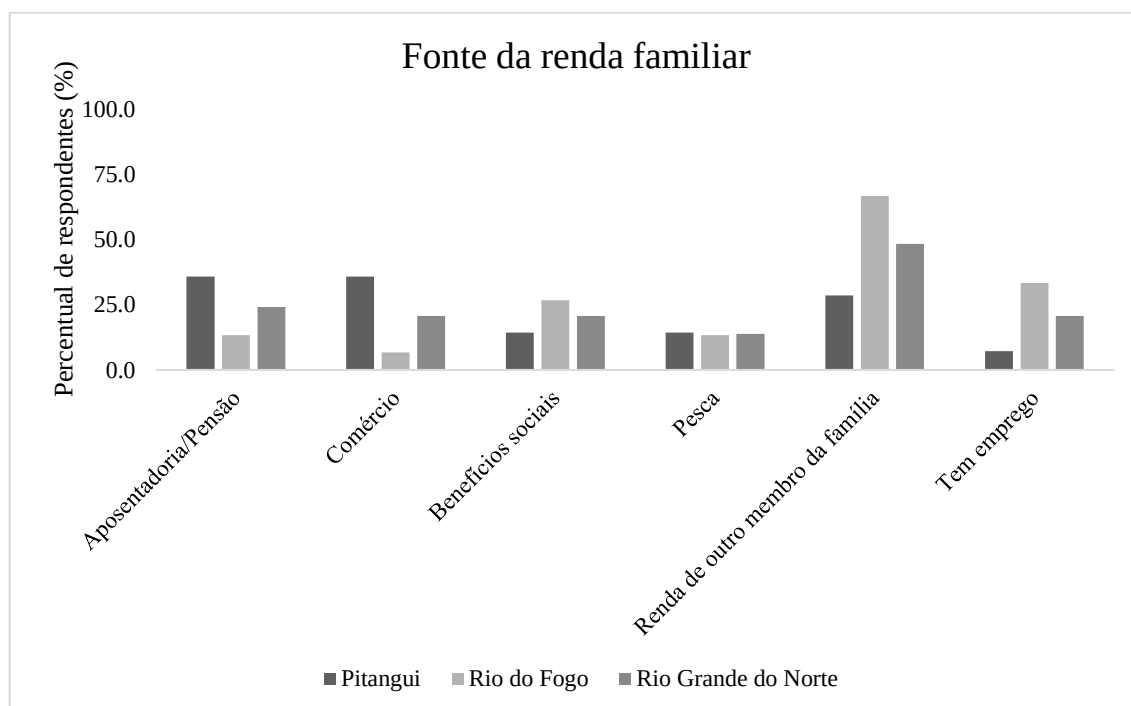
Figura 17- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo com a renda familiar. SM= Salário mínimo.



Todos os respondentes afirmaram que a renda não era derivada do comércio dos produtos beneficiados de algas. A maioria (48,3%) dos produtores do Rio Grande do Norte

relatou que a renda da família é provida por outros membros da família (Fig. 18), que na maioria são maridos e pescadores. Analisando os dados das duas associações separadamente é possível perceber diferenças entre os resultados, 66,7% dos produtores de Rio do Fogo afirmaram que a renda familiar é provida por outro membro da família, enquanto a maioria dos produtores de Pitangui tem a aposentadoria/pensão (35,7%) e o comércio (35,7%) como fonte de renda familiar.

Figura 18- Distribuição da frequência relativa (%) de produtores de macroalgas do Rio Grande do Norte, de acordo como o tipo da fonte de renda familiar.



Ao comparar os dados obtidos com os produtores da AMAR nesta pesquisa com os dados obtidos por de Santos (2015) na mesma associação, é possível verificar uma melhora da renda dos associados. Atualmente a maioria dos associados (53,3%) tem renda familiar entre um e três salários mínimos, Santos (2015) havia registrado 57,14% de associados com renda menor que um salário mínimo e por isso todos os entrevistados tinham outras fontes de renda complementar, como a pesca, o artesanato e benefícios sociais.

Segundo Fiúza (2011), nas comunidades de Guajirú e Flecheiras, localizadas no município de Trairí (Ceará), uma porcentagem maior (92%) de produtores de algas tem uma renda familiar entre um e três salários mínimos. Entretanto, assim como no Rio Grande do Norte, a maioria (83%) precisa desenvolver outra atividade para gerar renda para a família, sendo a pesca (33%) e o artesanato (25%) as principais atividades (FIÚZA, 2011). Monteiro; Araujo e Castro (2010) obtiveram dados semelhantes, 70% dos produtores afirmaram ter renda

familiar acima de R\$ 480,00 reais, sendo a pesca e aposentadoria a principal fonte de renda (ambos 30%) e 80% dos produtores recebem benefício do governo.

Apenas dois respondentes (N=29), um de cada associação, afirmaram não estar satisfeitos com a atividade. Entre os motivos de satisfação foi citada a interação e socialização entre os produtores, que torna o momento de trabalho um lazer. Knox (2007) em sua tese já havia comentado que a coleta de cisco em Pitangui significava mais que um retorno financeiro, também era um momento de sociabilidade, no qual as coletoras trocavam informações acerca de suas vidas. Também foi citado como motivo de satisfação as novas experiências proporcionadas através da atividade com o cultivo, por exemplo, viagens, através das quais puderam conhecer lugares e pessoas diferentes, pelo conhecimento adquirido e pelo fato de poderem trabalhar com o recurso disponível no meio em que estão inseridos, atribuindo mais valor ao ambiente que os cercam.

Ao serem questionados se futuramente continuariam a ser produtores, apenas dois produtores (um em cada associação) responderam não, apesar de ambos terem respondido estarem satisfeitos com a atividade, por questão de saúde e idade. Alguns entrevistados afirmaram que o motivo que compromete a satisfação com a atividade e causaria a saída é a rentabilidade da atividade, Bezerra (2008) também citou a ausência de remuneração imediata como causa da desistência de alguns maricultores do projeto DCC.

G. Aquisição de bens duráveis

Todos os respondentes informaram possuir algum item do grupo três, composto por itens de maior valor. Neste grupo há a presença da geladeira, que é um item básico e fundamental numa residência. No entanto, apenas dois produtores relataram possuir o item de valor mais elevado, o automóvel.

4.1.1.3 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL (IDES)

Os dados a seguir são resultados dos cálculos do IDES, bem como da contribuição de cada indicador. Os indicadores usados foram: educação, saúde, aspectos sanitários, lazer, bens duráveis, habitação e renda. Os resultados dos cálculos podem ser observados na Tabela 17.

Na formação do IDES dos produtores de algas do RN, verificou-se que a contribuição dos indicadores educação, saúde, aspectos sanitários, lazer e bens duráveis (17%) superou o valor dos demais. Observa-se que, com exceção do indicador bens duráveis, os demais indicadores são dependentes de serviços básicos providos à população pelo governo municipal,

como destacou Fiúza (2011), sendo assim independentes da atividade no cultivo. O indicador habitação (11,9%) também contribuiu positivamente na construção do IDES, pois, todos os produtores afirmaram morar em casas do tipo alvenaria e ter acesso a rede de energia elétrica.

Tabela 17- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES dos produtores de algas. Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.

Indicadores	Valor absoluto			Valor relativo (%)		
	Pi	Rf	RN	Pi	Rf	RN
Educação	0,158	0,158	0,158	16,9	17,0	17,0
Saúde	0,158	0,158	0,158	16,9	17,0	17,0
Aspectos sanitários	0,158	0,158	0,158	16,9	17,0	17,0
Lazer	0,158	0,158	0,158	16,9	17,0	17,0
Bens duráveis	0,158	0,158	0,158	16,9	17,0	17,0
Habitação	0,109	0,112	0,111	11,7	12,1	11,9
Renda	0,034	0,028	0,031	3,6	3,0	3,3
IDES	0,932	0,930	0,931	100	100	100

O indicador renda alcançou o menor valor de contribuição (3,3%) na formação do IDES. Este resultado é atribuído ao alto número de respondentes cuja renda familiar é menor que três salários mínimos (41,4%) e ao fato de que todos os produtores têm outras atividades como fonte de renda, sendo a atividade de cultivo e beneficiamento de algas um complemento dessa renda. É possível observar um mesmo padrão de valores nas duas associações, não havendo diferenças entre elas.

Foi obtido o IDES com valor de 0,931, que de acordo com a Escala de variação do Índice de Desenvolvimento Econômico-Social, classifica os cultivos do Rio Grande do Norte como tendo alto nível de desenvolvimento econômico-social. Fiúza (2011) obteve resultados semelhantes, embora o valor do IDES tenha sido menor (0,881), os indicadores educação, saúde, lazer e bens duráveis tiveram os maiores valores de contribuição e a renda também foi o menor valor de contribuição.

4.1.1.4 ÍNDICE DE CAPITAL SOCIAL (ICS)

Os seguintes dados são resultados dos cálculos do ICS, bem como da contribuição de cada indicador e objetivaram analisar a organização social das associações AMBAP e AMAR, localizadas na praia de Pitangui (município de Extremoz) e na praia de Rio do Fogo (município

de Rio do Fogo) respectivamente e por consequência do cultivo de algas do RN. Os resultados dos cálculos podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18- Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores de capital social na composição do ICS dos produtores de algas. Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.

Indicadores	Valor absoluto			Valor relativo (%)		
	Pi	Rf	RN	Pi	Rf	RN
Participação ativa nas atividades da associação	0,102	0,114	0,108	13,3	15,2	14,3
Apresentação de sugestões durante as reuniões da associação	0,112	0,076	0,094	14,7	10,1	12,3
Apreciação e aprovação (em reunião) pela associação das sugestões apresentadas nas reuniões	0,112	0,124	0,118	14,7	16,5	15,6
Decisões da associação são apreciadas e aprovadas em reuniões	0,112	0,105	0,108	14,7	13,9	14,3
Decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela associação	0,112	0,095	0,103	14,7	12,7	13,6
Participação na escolha dos líderes da associação	0,102	0,124	0,113	13,3	16,5	14,9
Investimentos que a associação faz são submetidos e aprovados nas reuniões	0,112	0,114	0,113	14,7	15,2	14,9
ICS	0,765	0,752	0,759	100	100	100

Os indicadores que mais contribuíram na formação do ICS da atividade de maricultura no RN foram: apreciação das sugestões apresentadas pelos associados durante as reuniões (15,6%), participação na escolha dos líderes (14,9%); e apreciação dos investimentos durante as reuniões (14,9%). É importante destacar a contribuição positiva desses indicadores, pois demonstram uma gestão transparente, principalmente em relação aos investimentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Fiúza (2011), em sua pesquisa com a APAFG (Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú), que registrou como indicadores de maior contribuição: decisões são apreciadas e aprovadas em reuniões e investimentos são submetidos e aprovados nas reuniões, ambos com 19% de contribuição.

O indicador de menor contribuição na formação do ICS está relacionado à apresentação de sugestões pelos associados durante as reuniões (12,3%). Fiúza (2011) também registrou para

este indicador a menor contribuição na formação do ICS da associação (6,4%). É possível observar que apesar dos produtores terem uma frequência ativa nas reuniões, sendo terceira maior contribuição (14,3%), eles se abstêm de apresentar sugestões ou opinar sobre os assuntos abordados. Alguns autores (BARRETO, 2004; FIÚZA, 2011) relacionam este fato à baixa escolaridade, pois o acesso à educação contribui também para a consciência política e um melhor entendimento da cidadania.

Além disso, é possível notar que os associados mantêm uma relação estável entre eles, visto que, mesmo sendo poucas as vezes que os associados sugerem algo durante reuniões, elas são apreciadas e analisadas, evidenciado pelo indicador de maior contribuição. O ICS obtido para os cultivos de algas do Rio Grande do Norte foi de 0,759, o qual caracteriza os cultivos como tendo um nível médio de acumulação de capital social.

4.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO TECNOLÓGICO DO CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

A seguir encontra-se uma análise do subsistema tecnológico, com o diagnóstico de algumas respostas dadas pelas presidentas das associações e pelos dois profissionais da área de aquicultura, além resultado do cálculo do Índice tecnológico (IT).

Durante as entrevistas com os profissionais técnicos foi relatado como aconteceu a implantação dos projetos e a relação com a comunidade. A seguir estão alguns desses aspectos relatados

Um dos profissionais entrevistado participou do projeto DCC desenvolvido em Rio do Fogo. Segundo o entrevistado, o projeto “Desenvolvimento para Comunidades Costeiras (UTF/BRA/066/BRA)”, desenvolvido pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca em Parceria com a Food and Agriculture Organization (FAO), teve como objetivo desenvolver uma nova atividade sustentável de maricultura nas comunidades costeiras, além de desestimular a captura da lagosta.

Apesar de a falta de manejo e a sobre-exploração ter causado diminuição nos estoques naturais em algumas populações de algas no Nordeste (BEZERRA; MARINHO-SORIANO, 2010; DURAIRATNAM, 1989; FARIAS; MIRANDA; LIMA, 2004; FREDDI; AGUILAR-MANJARREZ, 2003), segundo o relato, quando o projeto teve início (2006), não era percebido redução na população de *C. birdiae* de Rio do Fogo. O entrevistado associa este fato à

ocorrência de períodos em que o banco fica coberto de areia e a população de algas consegue se recuperar.

Segundo o relato, a comunidade foi atraída pelo fato de o cultivo ser uma alternativa à extração e pela valorização das algas cultivadas e beneficiadas e o projeto foi bem aceito na comunidade, apesar de alguns grupos demonstrarem resistência e desacreditarem do projeto no início, por exemplo, o presidente da colônia de pescadores, alguns maridos das participantes e o poder local. O primeiro ano de execução do projeto serviu como um período de adaptação e superação dessa resistência.

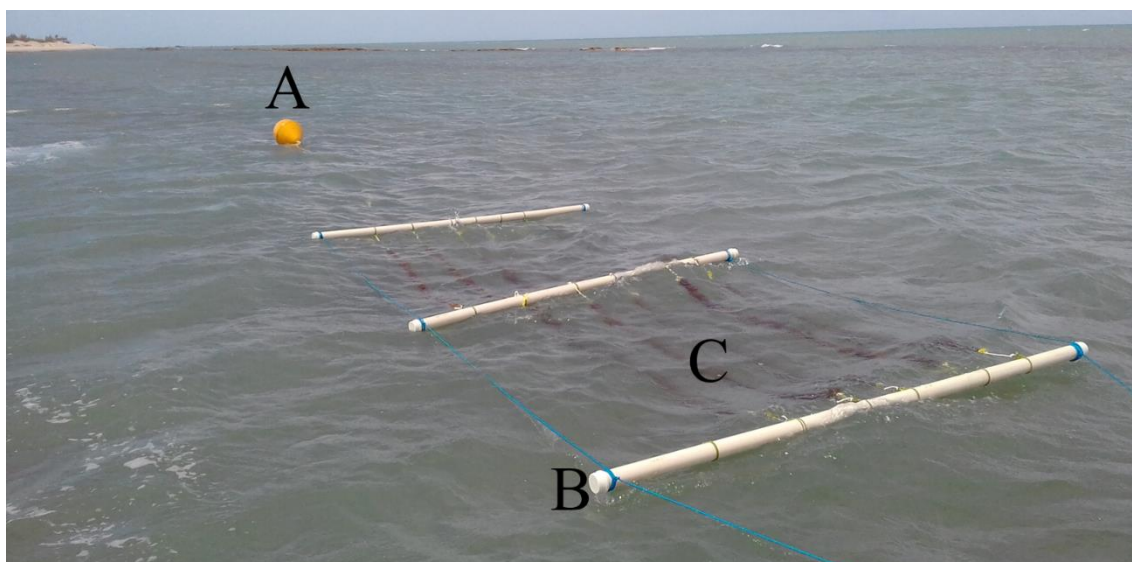
O outro entrevistado é coordenador de um projeto de extensão que acompanha os produtores de algas em Pitangui. O cultivo de Pitangui começou por influência do projeto DCC em Rio do Fogo. Segundo o relato desse profissional, o primeiro contato com a comunidade de Pitangui foi em 2010, a perspectiva de futuro dessa área e o fortalecimento do cultivo, além da motivação pessoal o levou a elaborar esse projeto. O projeto foi bem aceito na comunidade, pois eles já realizavam o cultivo sem apoio técnico. O projeto proporcionou aos produtores oficinas ministradas por técnicos e estagiários do projeto, nas quais foram passadas informações sobre aquicultura, gestão de grupos, beneficiamento direcionado à produção de alimentos. Também houve participação de parceiros de outras instituições.

O sistema de cultivo utilizado pelas duas associações é do tipo balsa flutuante (Fig. 19), composta por redes tubulares de três a cinco metros de comprimento, dentro das quais as algas são cultivadas; canos de PVC, medindo também três metros de comprimento, usados como flutuadores; estrutura de ancoragem (poitas) e cordas de polietileno para as amarrações entre as estruturas do cultivo. Em Rio do Fogo, segundo o relato, o método de cultivo foi desenvolvido durante o projeto, pois a tecnologia usada em outros locais (long-line) não foi adequada às condições do local, foi obtido maior desempenho com o uso de redes tubulares, que são usadas atualmente. Durante o desenvolvimento da tecnologia do cultivo, houve a efetiva participação da comunidade, resultando nestes, os momentos de capacitação. Também houve momentos de troca de conhecimentos, nos quais a comunidade passava conhecimentos e experiências sobre a dinâmica do local e técnicos do projeto e especialistas da área falavam sobre aspectos científicos.

A espécie cultivada é a *Crassiphycus birdiae* (conhecida localmente como cisco macarrão), porém outras espécies do mesmo gênero e até de outros podem ir misturadas quando as algas são colocadas nas redes tubulares. Segundo o relato de um dos especialistas em

aquicultura, a escolha da espécie se deu pela disponibilidade e abundância no local, valor comercial, além da alta produtividade, demonstrada pelos resultados de Bezerra e Marinho-Soriano (2010).

Figura 19- Fotografia de um sistema de cultivo do tipo balsa flutuante, localizada na Praia de Rio do Fogo (município de Rio do Fogo). É possível observar a boia (A) ligada à estrutura de ancoragem, os canos de PVC (B) utilizados como flutuadores e as redes tubulares (C) com as algas em cultivo.



Fonte: Êmille Natane.

As etapas de coleta de mudas, plantio, monitoramento e colheita são realizados nos dias de maré de sizígia (maior amplitude de maré), a qual ocorre durante as luas nova e cheia. O cultivo em Rio do Fogo fica localizado numa área próxima à praia, enquanto o cultivo em Pitangui fica mais distante, sendo o deslocamento realizado por embarcação. As alqueiras da AMAR realizam todas as etapas sozinhas. A AMBAP recebe ajuda técnica, e não realizam as atividades de coleta de mudas, ancoragem e retirada do cultivo do mar. Após a coleta as algas são colocadas dentro das redes tubulares (aproximadamente 2,5kg de alga por rede), que em seguida são amarradas aos canos de PVC e ao restante da estrutura de cultivo.

As algas permanecem em cultivo por aproximadamente dois meses, quando atingem o tamanho comercial, de acordo com as alqueiras, cada rede pode produzir cerca de 20kg de alga ao longo de um ciclo produtivo. Entretanto, alguns fatores podem influenciar no tempo de cultivo, por exemplo, a época do ano, segundo os relatos, as algas crescem mais rápido na estação seca (set-jan); outro fator, observado pela atual presidenta da AMBAP, é o local onde as mudas são coletadas, as mudas coletadas em Rio do Fogo cresciam mais comparado as mudas coletadas em outros locais. O cultivo também sofre influência das condições do mar e do tempo, podendo, por exemplo, sofrer avarias nas suas estruturas. A manutenção do cultivo é feita a

cada quinze dias ou menos, durante a qual os produtores retiram epífitas e alguns animais que ficam presos na estrutura do cultivo.

Não há o controle da produção por parte das associações. Segundo os relatos, a associação AMAR já manteve em épocas mais produtivas 20 balsas com 50 metros de comprimento cada e 2,5kg de algas por corda (5m) e a AMBAP manteve cinco balsas de nove metros de comprimento. Entretanto há épocas que os cultivos ficam pausados por um tempo, tanto por causa das condições do ambiente, pois não há mudas do tamanho propício para a coleta, como também pela falta de encomenda de produtos. Foi relatado que a AMAR já recebeu encomenda de 0,5 tonelada de farinha de algas, neste caso foram utilizadas algas do cultivo e do banco natural.

A colheita é realizada ao final do ciclo produtivo, quando as algas atingem o tamanho comercial. Os produtores retiram as algas das redes tubulares e preparam para o processo de secagem. Durante as entrevistas, foi relatado que antigamente era feito o replantio, ou seja, utilizar parte das algas cultivadas como mudas. Entretanto, atualmente não é praticado com frequência, pois a produção não é suficiente, além disso só é possível realizar essa prática até duas vezes, após isso a taxa de crescimento diminui. Após a colheita as algas passam por um processo de secagem ao Sol (Fig. 20) e lavagem com água doce. O processo termina quando as algas perdem a coloração, e em seguida podem ser armazenadas ou utilizadas na fabricação dos produtos.

As produtoras da AMBAP produzem cosméticos, bolos, biscoitos e doces usando as algas produzidas. Também vendem alga desidratada por até R\$60,00/kg, além de fornecer bolos com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de alga para programas de agricultura familiar da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RN). As alqueiras da AMAR fazem a moagem das algas para fabricação da farinha e do pó, que podem ser usados na produção alimentos. Atualmente só há a fabricação da farinha, que é vendida por R\$ 20,00/kg, porém eventualmente elas também produzem doces. A comercialização dos produtos é feita direta para o consumidor, em feiras e eventos e para empresas. O desenvolvimento da tecnologia de beneficiamento e estratégias de comercialização foram um dos aspectos do projeto DCC, conforme a entrevista com um dos técnicos:

“em determinada época do projeto foi pensado que não era interessante produzir muito, mas produzir algo com valor comercial maior”.

Figura 20- Fotografias do local de beneficiamento das algas produzidas pela AMAR. A: Local de secagem das algas. B: Moinho utilizado para produção de farinha de algas.



Fonte: Êmille Natane

Na Tabela 19 encontram-se os indicadores usados no cálculo do Índice Tecnológico, os pesos atribuídos pelos profissionais que trabalham com aquicultura, e o escore das respostas para cada indicador.

Tabela 19- Indicadores utilizados no cálculo do IT, sendo P_i = peso do i -ésimo indicador, E_i = escore do i -ésimo indicador; Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.

Indicadores	Pi		Rf		RN	
	P_i	E_i	P_i	E_i	P_i	E_i
a) A tecnologia de cultivo é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários?	3	1	3	1	3	1
b) O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio?	3	1	0	1	1,5	1
c) As mudas podem ser facilmente produzidas?	2	1	3	1	2,5	1
d) A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?	3	1	3	1	3	1
e) Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente?	3	1	3	1	3	1
f) A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos?	3	1	3	0	3	0,5
g) A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata?	3	1	3	1	3	1
IT	Pi		Rf		RN	
	1,0		0,857		0,836	

A seguir estão as respostas dos profissionais da área de aquicultura de algas, para os indicadores do subsistema tecnológico. Foram entrevistados dois profissionais que realizaram pesquisa com as associações AMBAP e AMAR. As respostas abaixo são um compilado das respostas dos dois entrevistados.

- a) A tecnologia de cultivo é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários?

Segundo os dois entrevistados, por ser simples, a tecnologia do cultivo é fácil de ser reproduzida por diferentes usuários. Entretanto, é necessário que tenha locais adequados ao cultivo, por exemplo, sem áreas abertas, sem muito vento e com proteção contra as ondas. É importante que a tecnologia seja fácil de reproduzir, pois, geralmente, nas comunidades costeiras os índices de escolaridade são baixos.

- b) O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio?

De forma geral, com exceção do material do cultivo, as algas só precisam da luz, nutrientes presentes na água do mar e um ambiente saudável. Além disso, as mudas são coletadas no próprio ambiente.

- c) As mudas podem ser facilmente produzidas?

As mudas são coletadas de forma manual no banco de algas de Rio do Fogo.

- d) A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?

Existe a possibilidade de cultivar mais de uma espécie de alga, assim como realizar o cultivo multitrófico, como já ocorre em diversas áreas do planeta.

- e) Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente?

As mudas podem ser conseguidas no banco de algas, os materiais como as cordas; tubos de PVC e garateias podem ser comprados também no próprio local. Apenas as redes tubulares não estão disponíveis localmente.

- f) A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos?

Há muitas pesquisas envolvendo biotecnologia, produtos derivados de algas, biologia das algas etc. Entretanto, no Brasil, ainda são necessários mais estudos voltados para o desenvolvimento de tecnologia de cultivo de algas, pois ainda há poucas pesquisas nessa área.

g) A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata?

A pesquisa é barata se for considerado o valor comercial dos produtos derivados das algas, como o ágar e outros ficocolóides, ou mesmo os produtos do beneficiamento, como cosméticos e alimentos. Nesse sentido se faz necessário que tenham mais pesquisas para o desenvolvimento de produtos.

Os indicadores com maior contribuição na construção do IT foram a, d, e, g, pois tiveram peso três e score um. Estes indicadores referem-se respectivamente à acesso democrático à tecnologia, possibilidade de policultivo, disponibilidade de recursos e custeio de pesquisas. O valor obtido do Índice Tecnológico para os cultivos do Rio Grande do Norte foi 0,836, que de acordo com a escala do IT considera que estes cultivos têm alto nível de desenvolvimento tecnológico.

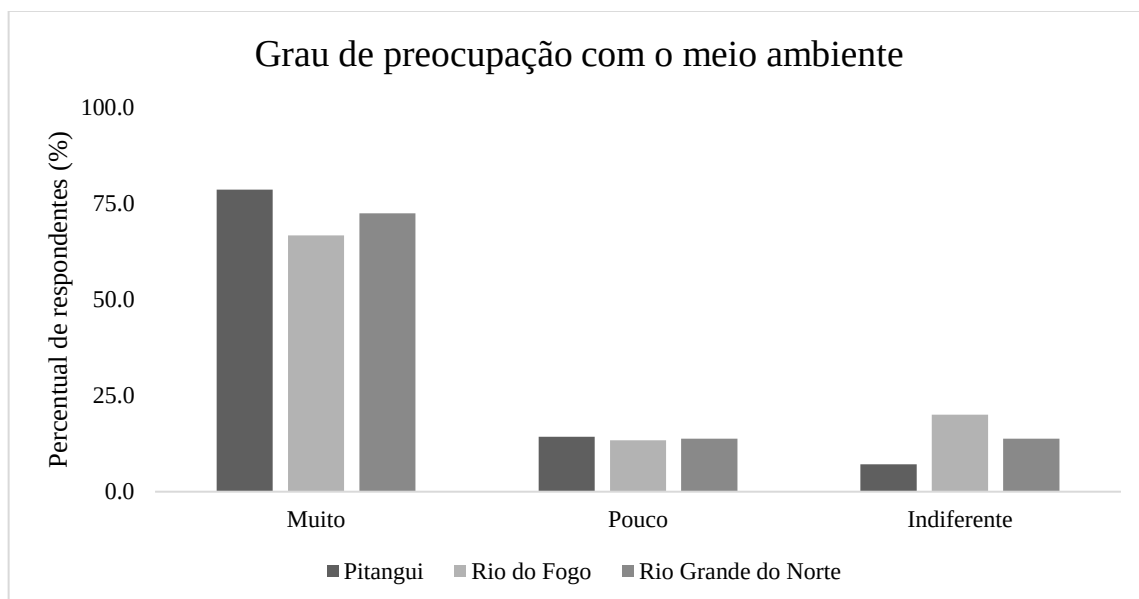
4.1.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO AMBIENTAL DO CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Nesta seção foram discutidos os aspectos ambientais relacionados aos cultivos de algas do Rio Grande do Norte, obtidos através das respostas dos produtores e dos profissionais da aquicultura e do cálculo do Índice Ambiental.

Todos os produtores (100%) acham importante preservar o meio ambiente, entretanto apenas 72,4% consideram-se muito preocupados com o meio ambiente, 27,6% (Fig. 21) responderam que se preocupam pouco ou são indiferentes quanto a questão ambiental.

A maioria dos produtores (89,7%) concorda que a implantação e presença dos cultivos contribuiu para a melhoria da consciência ambiental da população do entorno (Tab. 20). Segundo os relatos, há dois pontos principais na percepção dos produtores: o manejo da coleta das algas e a poluição por óleo dos motores dos barcos. Os produtores relataram que percebem que o extrativismo realizado sem o manejo adequado pode causar danos ao meio ambiente. Todos afirmaram que atualmente o extrativismo não é frequentemente praticado, entretanto alguns também afirmam que em determinadas situações, como quando a quantidade de algas disponível no cultivo não é suficiente para a produção, ocorre a coleta no banco de algas para completá-la.

Figura 21- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, por grau de preocupação com o meio ambiente.



Segundo os relatos de alguns produtores de Rio do Fogo, antes da implantação do cultivo alguns donos de barco tinham o hábito de descartar o óleo dos motores dos barcos no mar, bem como outros resíduos, ação que causava danos ao ecossistema do entorno e ao próprio cultivo. O despejo dessas substâncias foi cessado após a ação de fiscalização e aplicação de multas pela marinha. Além disso, a comunidade percebeu que o cultivo atraía peixes e outros animais, como crustáceos e moluscos de valor comercial.

Tabela 20- Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas do Rio Grande do Norte, de acordo com a percepção de melhoria da consciência ambiental da comunidade após a implementação dos cultivos.

Local	Melhorou a consciência ambiental da comunidade (%)	
	Sim	Não
Pitangui	85,7	14,3
Rio do Fogo	93,3	6,7
Rio Grande do Norte	89,7	10,3

Na Tabela 21 estão expostos os indicadores usados no cálculo do Índice Ambiental, os pesos atribuídos pelos profissionais da área de aquicultura, e o escore das respostas para cada indicador.

Tabela 21- Indicadores utilizados no cálculo do IA, sendo P_i = peso do i-ésimo indicador, E_i = escore do i-ésimo indicador; P_i =Pitangui; R_f =Rio do Fogo e R_N =Rio Grande Norte.

Indicadores	P_i		R_f		R_N	
	P_i	E_i	P_i	E_i	P_i	E_i
a) A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais?	3	1	3	1	3	1
b) O processo de produção pode ser realizado sem o uso de energia elétrica ou fóssil?	2	0	3	0	2,5	0
c) São usadas espécies nativas?	3	1	3	1	3	1
d) A coleta de mudas nos bancos naturais causa impactos ambientais?	1	1	3	1	2	1
e) A implantação do cultivo encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental?	3	0	3	1	3	0,5
IA	P_i		R_f		R_N	
	0,600		0,800		0,633	

A seguir encontra-se a análise dos indicadores usados na construção do Índice Ambiental. As respostas, que formam os escores dos indicadores, foram obtidas através das entrevistas às presidentas das associações e aos profissionais da área de aquicultura.

a) A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais?

Segundo os entrevistados, os recursos naturais são usados de forma racional a fim de evitar desperdícios, uma vez que o próprio processo de produção das algas depende desses recursos. Foi citada como exemplo a coleta das mudas, que é feita de forma a não prejudicar o banco de algas. De acordo com as entrevistas, as duas associações utilizam água da torneira para lavar as algas durante o processo de beneficiamento, ação que poderia ser parcialmente ou totalmente substituída pelo uso de água da chuva. É importante afirmar que o sistema de cultivo pode ser considerado ambientalmente seguro no sentido de não oferecer risco de poluição ao ambiente, pois não há o uso de substâncias químicas, como aditivos ou defensivos.

b) O processo de produção pode ser realizado sem o uso de energia elétrica ou fóssil?

Em nenhuma das associações o processo de produção pode ser viabilizado sem o uso de energia elétrica ou fóssil. Segundo a presidenta da AMAR, por causa da proximidade do banco de algas com o local do cultivo, não há a necessidade do uso de transportes a motor, logo

também não fazem uso de combustíveis fósseis. Porém, é necessário o uso de energia elétrica pelo equipamento que tritura as algas para produzir a farinha e o pó. O cultivo da AMBAP está localizado em uma área distante da praia, dessa forma é preciso o uso de uma embarcação a motor para chegar até ele.

Além disso as mudas são coletadas em Rio do Fogo, ou seja, também é necessário transportar as algas até a praia de Pitangui (Município de Extremoz), e esse transporte é feito de carro. De acordo com a presidenta da AMBAP há também o consumo de gás de cozinha para a produção dos alimentos feitos com as algas. A vantagem no uso desses tipos de energia é o baixo custo para a produção. Há alternativas ao uso de energia elétrica, por exemplo o uso de energia solar, embora a curto prazo não seja uma opção de baixo custo.

c) São usadas espécie nativas?

As duas associações cultivam a espécie *Crassiphycus birdiae*, nativa, presente em toda a costa brasileira. De acordo com os dois profissionais entrevistados, devido aos potenciais problemas ambientais que podem causar, é legalmente proibido o cultivo de espécies de algas exóticas, com exceção da espécie *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva limitado ao litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, exclusivamente, na área compreendida entre a Baía de Sepetiba (RJ) e a Ilha Bela (SP) de acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 185, DE 22 DE JULHO DE 2008 e no estado de Santa Catarina, na área compreendida entre Itapoá (SC) e Jaguaruna (SC), segundo INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 1, DE 21 DE JANEIRO DE 2020.

d) A coleta nos bancos naturais causa impactos ambientais?

De acordo com os entrevistados, a coleta de algas nos bancos naturais pode causar impactos ambientais, como a diminuição dos estoques naturais, diminuição da biodiversidade local, pode prejudicar áreas de berçário de alguns animais ou até o desaparecimento de populações causada pela sobre-exploração. Ainda segundo estes entrevistados, estes impactos são minimizados quando os cultivos são de pequeno porte, como é o caso. Entretanto, mesmo em cultivos de pequena escala, se faz necessário pelo menos duas práticas, o manejo adequado das coletas e o monitoramento dos bancos naturais. As coletas das mudas da AMAR são feitos nos bancos naturais de Rio do Fogo, Zumbi e Touros, e da AMBAP é feita apenas em Rio do Fogo. Todos esses locais fazem parte da Área de Proteção Ambiental Estadual dos Recifes de Corais.

Segundo as entrevistas, não ocorre o monitoramento ambiental periódico desses bancos naturais, prática fundamental para averiguar o estado de preservação e conservação desses ambientes. Atualmente os produtores praticam o manejo adequado nas coletas das mudas, adotando práticas como coletar apenas parte do talo das algas, deixando o apressório mais a porção basal, para que continuem a crescer ao invés de arrancar todo o talo com o substrato junto e fazer a coleta em locais alternados, para que as populações possam se recuperar. Essas práticas foram passadas aos produtores através de orientações dadas pelos técnicos do projeto DCC.

Somado a esse manejo, ainda é possível fazer o replantio, utilizar parte da produção do cultivo como mudas, e evitar fazer a coleta nos bancos naturais, entretanto foi relatado que a taxa de crescimento das algas diminui após o replantio ter sido feito mais de duas vezes. Buschman, Westermeier e Retamales (1995) atribui a diminuição da produtividade ao envelhecimento do talo. As algas do gênero *Gracilaria* crescem por ação do seu meristema apical, que é removido durante as colheitas (para produção de mudas e no cultivo), deixando a parte mais antiga do talo, o que pode explicar a diminuição da produtividade (BUSCHMAN; WESTERMEIER; RETAMALES, 1995).

É perceptível a tomada de consciência por parte dos produtores em relação aos danos causados pela atividade de extrativismo praticada sem o manejo adequado. Também é importante destacar que os próprios produtores se tornam agentes protetores do ambiente que estão utilizando, além de propagar ideias de preservação e proteção ambiental na comunidade em que estão inseridos.

Os dois profissionais técnicos da área de aquicultura abordaram a necessidade de desenvolvimento de técnicas de produção de mudas através de esporos, assim como acontece com a produção de formas jovens em outras áreas da aquicultura, como na carcinicultura, ostreicultura, psicultura etc. Dessa forma os cultivos de *C. birdiae* não dependeriam dos bancos naturais. Alguns estudos já foram desenvolvidos nesta temática, e demonstraram a possibilidade de cultivo de espécies de *Gracilaria* a partir de esporos, por exemplo Alveal et al. (1997), Glenn et al. (1998), Guzmán-Urióstegui & Robledo (1999) e Mantri et al. (2009), que estudaram *G. chilensis*, *G. parvispora*, *G. cornea* e *G. dura* respectivamente.

- e) A implantação do cultivo encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental?

Apenas a associação AMAR tem licença ambiental para realização do cultivo e das coletas de mudas. A AMBAP ainda não dispõe desse instrumento, porém a presidenta da associação e o coordenador do projeto de extensão, que auxilia a associação, relataram que tem esse como um objetivo prioritário.

O valor do IA obtido foi de 0,633, que classifica os cultivos do Rio Grande do Norte como tendo nível médio de sustentabilidade ambiental. Os indicadores que mais contribuíram de forma positiva na construção do IA foram a (uso racional dos recursos naturais) e c (uso de espécies nativas). A maioria dos indicadores (b; d; e) contribuiu de forma negativa, devido ao uso de energia elétrica e fóssil, possibilidade de a coleta de mudas causar impactos ambientais aos bancos naturais e a falta de licença ambiental do cultivo da AMBAP.

4.1.4 ANÁLISE DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O CULTIVO DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

O Índice de Sustentabilidade (IS) foi calculado como uma média dos índices dos itens anteriores. Os valores dos índices podem ser observados na Tabela 22. O valor obtido de IS dos cultivos do Rio Grande do Norte foi de 0,790, que classifica os cultivos como tendo um nível médio de sustentabilidade. Os valores do IS dos cultivos da AMBAP e AMAR foram 0,824 e 0,835 respectivamente. Ambos classificados como tendo alto nível de sustentabilidade.

Tabela 22- Valores dos índices (IDES, ICS, IT e IA) utilizados na composição do Índice de Sustentabilidade, sendo: Pi=Pitangui; Rf=Rio do Fogo e RN=Rio Grande Norte.

Índices	Pi	Rf	RN
Índice de Desenvolvimento Econômico-Social	0,932	0,930	0,931
Índice de Capital Social	0,765	0,752	0,759
Índice Tecnológico	1,000	0,857	0,836
Índice Ambiental	0,600	0,800	0,633
Índice de Sustentabilidade	0,824	0,835	0,790

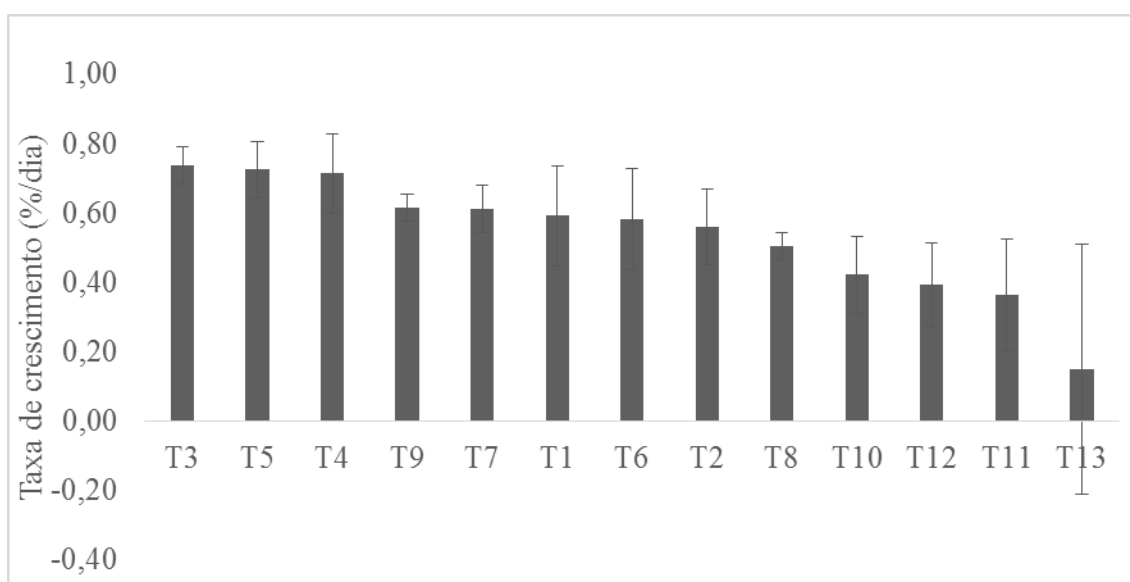
Os índices IDES e IT foram os que mais contribuíram na construção do Índice de Sustentabilidade do RN, 29,5% e 26,5% respectivamente, seguidos pelo Índice de Capital Social (24,0%) e Índice Ambiental (20,1%).

4.2 MELHORAMENTO DAS TÉCNICAS DE CULTIVO DE *CRASSIPHYCUS BIRDIAE*

O acompanhamento da evolução do peso nos diversos tratamentos pode ser observado na Figura 22 (Apêndice D), o aumento progressivo nos valores do peso úmido foi encontrado em todos os tratamentos com exceção do T13(6,0ml/L; 48h), tratamento correspondente ao pulso de maior concentração de nutrientes durante o período mais prolongado.

O maior valor da média do peso fresco foi registrado no tratamento T3(1,5ml/L; 12h), com $1,8196 \pm 0,02g$, seguidos do T5(6,0ml/L; 12h) e T4(3,0ml/L; 12h), com médias de $1,8172 \pm 0,03g$ e $1,8129 \pm 0,05g$ respectivamente. Os valores da taxa de crescimento diária (TC) de cada um dos tratamentos realizados, ao final do experimento podem ser encontrados na Tabela 23 (Apêndice E) e Figura 23. A TC apresentou um padrão similar ao peso, sendo registrados valores maiores para T3($0,7369 \pm 0,05\% \cdot dia^{-1}$), T5($0,7247 \pm 0,08\% \cdot dia^{-1}$) e T4($0,7134 \pm 0,11\% \cdot dia^{-1}$). Os menores valores de biomassa e taxa de crescimento foram registrados no tratamento T13.

Figura 22- Taxa de crescimento de *Crassiphycus birdiae* cultivada por quatro semanas nos treze tratamentos (T1 a T13) com temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μmol de fótons m^{-2} , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. Os valores correspondem a média (n=4). Barras representam o desvio padrão.



Foi verificado que o uso do pulso de nutrientes teve efeito significativo nos valores da biomassa fresca ($p=9,19E-06$) e taxa de crescimento($p=7,44E-05$) dos talos de *Crassiphycus birdiae*. Entretanto após os testes *a posteriori*, foi possível observar que apenas houve diferença significativa entre os tratamentos com maiores valores de TC e com menores valores. O mesmo

padrão foi observado nos valores da biomassa. Não houve diferença significativa entre o valor da TC do controle (T1) com os demais tratamentos.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os valores dos índices calculados e levando em consideração os indicadores usados, é possível afirmar que a atividade de cultivo de macroalgas no Rio Grande do Norte pode ser considerada sustentável. Entretanto alguns aspectos precisam ser destacados. A implantação dos cultivos da AMAR e da AMBAP se tornou uma importante ferramenta para a inserção das mulheres dessas comunidades no mercado de trabalho, proporcionou troca de experiências entre as associações, acesso a bens duráveis, redução da exploração direta aos bancos de algas da região.

Apesar dos lucros da produção e beneficiamento das algas contribuírem para a complementação da renda familiar dos produtores, ainda é pouco quando comparado a outras localidades, sendo assim necessário o desenvolvimento de estratégias para o aumento da produção, oferta de produtos beneficiados de algas e outras questões de mercado. Os dados coletados neste estudo poderão ser usados na elaboração de ações de gestão eficiente da atividade de cultivo de macroalgas no Rio Grande do Norte.

A implantação dos cultivos se desenvolveu como uma alternativa ao extrativismo predatório, que esgotou alguns bancos de algas do Nordeste, além de promover uma consciência ambiental nos produtores. Entretanto a produção de mudas ainda é dependente da coleta nos bancos, assim se faz necessário o incentivo as pesquisas de desenvolvimento de alternativas para a produção de mudas. O monitoramento da comunidade também deve ser incentivado a fim de mensurar o impacto dessa atividade no ambiente e desenvolver ações de manejo.

O pulso de nutrientes mostrou ser um método promissor para o incremento da biomassa de *Crassiphycus birdiae*, os valores obtidos no experimento sugerem a utilização do tratamento T3. Entretanto novos experimentos são necessários para estabelecer um protocolo definitivo destinado a cultivos comerciais em larga escala.

REFERÊNCIAS

- ALVEAL, K.; ROMO, H.; WERLINGER, C.; OLIVEIRA, E.C. Mass cultivation of the agar producing algae *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) from spores. **Aquaculture**, v. 148, p. 77-83. 1997.
- ARMISEN, R. World-wide use and importance of *Gracilaria*. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, p. 231-243. 1995.
- BARRETO, R. C. S. **Políticas públicas e o desenvolvimento rural sustentável no estado do Ceará: estudo de caso**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Programa de Pós-Graduação em Economia Rural. Universidade Federal do Ceará. 2004.
- BEZERRA, A. F, MARINHO-SORIANO E. Cultivation of the red seaweed *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) in tropical waters of northeast Brazil. **Biomass Bioenergy**, v. 34, p.1813–1817. 2010.
- BEZERRA, A. F. **Cultivo de algas marinhas como desenvolvimento de comunidades costeiras**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
- BRINKHUIS, B. H. Growth patterns and rates. In: Handbook of Phycological Methods: Ecological Field Methods: **Macroalgae**. (Mark Litler & Diane Litler.eds) Cambridge: Cambridge Press. pp 461-477. 1986.
- BUSCHMAN, A. H.; WESTERMEIER, R.; RETAMALES, C.A. Cultivation of *Gracilaria* on the sea-bottom in the southern Chile: a review. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, p. 291-301. 1995.
- CARNEIRO, M. A. A. **Fenologia, aspectos ecofisiológicos e seleção de linhagens em cultivos no mar de *Gracilaria birdiae* (Rhodophyta, Gracilariales) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2011. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 35-50. 2012.
- CSD – Commission on Sustainable Development. **Indicators of Sustainable Development**. 2005. Disponível em: <https://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm>. Acesso em 30 junho de 2017.
- DURAIRATNAM, M. Exploitation and management of seaweed resources in Northeast Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of India**, v. 31, p. 117-121. 1989.
- FARIAS, J. N; MIRANDA, G. E. C.; LIMA, E. A. Impacto causado pela sobre-exploração da espécie *Gracilaria caudata* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta) na praia de Ponta de Mato, Cabedelo Paraíba, Brasil. **X Reunião Brasileira de Ficologia**, resumo anais. CD room. 2004.

FERNANDES, F. O. **Propagação em massa e efeito da fertilização na produção de biomassa de *Gracilaria birdiae* em condições de laboratório e de campo**. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2016.

FERREIRA, L. G. *et al.* Chemical structure of the complex pyruvylated and sulfated agaran from the red seaweed *Palisada flagellifera* (Ceramiales, Rhodophyta). **Carbohydrate Research**, v. 347, p. 83–94.2012.

FIÚZA, A. B. J. de Q. **Análise da sustentabilidade do cultivo de algas marinhas em Trairi - Ceará**. 2011. 136 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (Renorbio), Universidade Federal do Ceará, 2011.

FREDDI, A.; AGUILAR-MANJARREZ, J. Small-scale seaweed farming in North East Brazil. TCP/BRA/0065 35 **FAO Aquaculture Newsletter**, n. 32. 2003.

GAMAL, A. A. E. Biological importance of marine algae. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v.18, p. 1–25. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, Atlas. 2008.

GLENN, E. *et al.* A sustainable culture system for *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) using sporelings, reef growout and floating cages in Hawaii. **Aquaculture**, v. 165, p. 221-232. 1998.

GUIRY, M.D. In GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. 2020. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em 13 fevereiro de 2020.

GUZMÁN-URIÓSTEGUI, A.; ROBLEDO, D. Factors affecting sporulation of *Gracilaria cornea* (Gracilariales, Rhodophyta) carposporophytes from Yucatan, Mexico. **Hydrobiologia**, v. 398/399, p. 285–290. 1999.

HARDI, P., ZDAN, T. **Assessing Sustainable Development: Principles in Practice**. IISD, Winnipeg, 1997. Disponível em: < <https://www.iisd.org/system/files/publications/bellagio.pdf> >. Acesso em 05 de maio de 2017.

HARVEY, B. *et al.* eds. Planning for aquaculture diversification: the importance of climate change and other drivers. FAO Technical Workshop, 23 – 25 June 2016, FAO Rome. **FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings**, Rome, n. 47, p.166, 2017.

HAYASHI, L. *et al.* Cultivation of red seaweeds: a Latin American perspective. **Journal of Applied Phycology**, v. 26, p. 719–727. 2014.

IBAMA. Instrução Normativa nº 1 de 21 de janeiro de 2020. Revoga a Instrução Normativa IBAMA Nº 185, de 22 de julho de 2008 e permite o cultivo de *kappaphycus alvarezii* no litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 16, p. 76, 23 de janeiro de 2020.

IBAMA. Instrução Normativa nº 185 de 22 de julho de 2008. Permite o cultivo de *kappaphycus alvarezii* no litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, exclusivamente, na área compreendida entre a Baía de Sepetiba (RJ) e a Ilha Bela (SP), delimitada em terra pela linha de costa, e em mar. Diário Oficial da União, Seção 1, Nº 140, p. 60-61, 23 de julho de 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Rio do Fogo - RN. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/extremoz/panorama>> Acesso em: 02 abr. 2017a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Rio do Fogo - RN. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/rio-do-fogo/panorama>> Acesso em: 02 abr. 2017 b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Rio do Fogo - RN. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/rio-do-fogo/historico>> Acesso em: 02 abr. 2017 c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Rio do Fogo - RN. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/rio-do-fogo/pesquisa/32/28163>> Acesso em: 02 abr. 2017 d.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Rio do Fogo - RN. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/extremoz/pesquisa/32/28163>> Acesso em: 02 abr. 2017 e.

KNOX, W. **“Vivendo do mar: tradição, memória e mudança na vida pesqueira de Pitangui/RN”**. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2007.

KNOX, W. Tradição e Transformação: Uma reflexão sobre as influências do Global no Local. **VI Congresso Português de Sociologia**, Universidade Nova de Lisboa. 2008

KNOX, W.; JOFFER, S. C. Reflexões sobre a experiência de extensão universitária FATERN/UNISOL com o Projeto Consolidação da Associação de Maricultura de Pitangui. In: Fazendo Gênero 9 diásporas, diversidades e deslocamentos, 2010, Florianópolis. **Fazendo Gênero 9 Diásporas, Diversidades, Deslocamentos** 23 a 26 de agosto de 2010 1. Florianópolis: UFSC. v. 1. p. 1-10. 2010.

LIMA, J. S. D. **Análise e monitoramento geoambiental na praia de Genipabu, Extremoz/RN**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2011.

MANTRI, V. A. *et al.* The carpospore culture of industrially important red alga *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). **Aquaculture**, v. 297, p. 85–90. 2009.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª ed. São Paulo, Atlas. 2010.

MARINHO-SORIANO, E.; BOURRET, E. Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). **Bioresource Technology**, v. 96, p. 379–382. 2005.

MARTINELLI, D. P. *et al.* (org). **Teoria geral dos sistemas**. 1ª ed. São Paulo; Saraiva, 2012.

MIRANDA, G. E. C. **Avaliação do impacto da exploração (simulada) da alga agarófita *Gracilaria caudata* (Rhodophyta) no litoral do Estado da Paraíba**. 2000. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, USP. 2000.

MIRANDA, G. E. C. **Monitoramento, manejo e restauração de populações de *Gracilaria caudata* j. Agardh (Rhodophyta, Gracilariales) subsídios ao uso sustentável**. 2010. 90 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 2010.

MONTEIRO, É. A.; ARAUJO, R. C. P.; CASTRO, F. T. C. Diagnóstico Socioeconômico do Projeto de Alginocultura na Comunidade de Barrinha de Mutamba no Município de Icapuí, Ceará. **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural** - SOBER, 48, Campo Grande, p.1-19, jul. 2010.

NASCIMENTO, S. C. O. **Avaliação da Sustentabilidade do Projeto de Piscicultura Curupati-Peixe no Açude Castanhão, Jaguaribara-Ce**. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, 2007.

NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. 1. Ed. Natal: Imagem Gráfica. p. 114. 2006.

OLIVEIRA FILHO, E. C. Algas marinhas: da exploração aleatória ao cultivo racional. **Anais II Congr. brasileiro Eng. Pesca**, Recife, 2, p. 11-30, 1981.

OLIVEIRA, E. C. Algas marinhas: um recurso ainda pouco explotado pelo Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 41, p. 24-26, 1997

OLIVEIRA, E. C. The seaweed resources of Brazil. In: CRITCHLEY, A. T.; OHNO, M. (eds.) **Seaweed resources of the world**. p. 367-371. JICA . Japão. 1998.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007.

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. (Org). **Biologia Marinha**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de Sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. **Rede: Revista Eletrônica do Prodepa**, v.1, p.55-76, 2007.

REBELLO, J. *et al.* Agar quality of commercial agarophytes from different geographical origins: 1. Physical and rheological properties. **Journal of Applied Phycology**, v. 8, p. 517–521. 1997.

SALAS-ZAPATA, W.; RÍOS-OSORIO, L.; CASTILLO, J.A.D. Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. **Revista Lasallista de Investigación**., Caldas, v. 8, n. 2, p. 136-142, jul. 2011.

SANTOS, L. B. **Caracterização das comunidades algais na Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC), RN: subsídios para monitoramento e conservação**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.

SCHMIDT, I.C. *et al.* Effects of UVB radiation on the agarophyte *Gracilaria domingensis* (Rhodophyta, Gracilariales): changes in cell organization, growth and photosynthetic performance. **Micron**, v. 41, p. 919–930. 2010.

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-87, Jun 2004.

VEIGA, J. E. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 39-52, 2010.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Rev SOCERJ.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p.383-386, 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Roteiro de entrevista A, adaptado de Fiúza (2011).

Roteiro de entrevista A - PERFIL SOCIOECONOMICO E AMBIENTAL DOS PRODUTORES DE ALGAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Entrevista nº: _____ Data: ____/____/____

1. IDENTIFICAÇÃO PESSOAL DO PRODUTOR

1.1. Sexo: () Masculino () Feminino

1.2. Idade _____

1.3. Qual seu estado civil?

() Solteiro () Casado () Viúvo () Outro

1.4. Tem filhos?

() Sim () Não

Se Sim, quantos?

1.5. Contando com você, quantas pessoas moram na sua casa? _____

1.6. Quantas pessoas dependem de sua renda? _____

1.7. Há quanto tempo trabalha com o cultivo de algas? _____ anos.

1.8. Participa de alguma associação? Se sim, Qual?

1.9. Qual atividade exercia antes de ser produtor?

() pescador () comerciante

() agricultor () Indústria

() Outra

2. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A. Educação

2.1. Nível de escolaridade:

() Nunca estudou

☐ Apenas assina o nome

☐ Primário incompleto

☐ Primário completo

☐ 1º Grau incompleto

☐ 1º Grau completo

☐ 2º Grau incompleto

☐ 2º Grau completo

2.2. Está estudando atualmente?

☐ Sim ☐ Não

Se a resposta for sim, qual curso?

B. Saúde

2.3. Tem acesso a postos de saúde na sua comunidade?

☐ Sim ☐ Não

2.4. Considera o posto de saúde da sua comunidade (cidade) satisfatório?

☐ Sim ☐ Não

2.5. A sua atual renda permite maior acesso à compra de remédios (se necessário)?

☐ Sim ☐ Não

C. Habitação

2.6. Tipo de construção da residência é:

☐ Casa de taipa ou madeira

☐ Casa de tijolo

2.7. Fez algum tipo de reforma em sua casa depois que passou a trabalhar no cultivo de algas?

☐ Não ☐ Sim

2.8. Sua casa possui energia elétrica?

☐ Não. Qual tipo de energia utiliza?

☐ Sim.

Caso a resposta seja Sim:

☐ Padrão

☐ Gambiarra

D. Aspectos Sanitários

2.9. Qual o destino dado aos dejetos humanos?

☐ Jogado a céu aberto ou enterrado

☐ Levado à fossa ou rede de esgoto

2.10. Qual o tipo de tratamento dado à água para consumo humano?

☐ Nenhum tratamento

☐ Fervida, filtrada ou com hipoclorito de sódio

2.11. Destino dado ao lixo domiciliar

☐ Jogado ao solo ou queimado

☐ Enterrado ou recolhido através de coleta domiciliar

E. Lazer

2.12. Passa momentos de lazer com a sua família?

☐ Sim ☐ Não

2.13. Que tipo de lazer mais gosta?

☐ assistir televisão

☐ viajar

☐ ir a festas

☐ almoços que reúnem familiares

☐ ir à praia

☐ jogar futebol ☐ outros

2.14. Acha que a atividade como produtor de algas (considerando aspectos como tempo e renda) possibilitou mais acesso às atividades de lazer?

☐ Sim ☐ Não

F. Renda

2.15. Qual a sua renda familiar mensal?

☐ $R < 1 \text{ SM}$

☐ $1 \text{ SM} \leq R \leq 3 \text{ SM}$

☐ $R > 3 \text{ SM}$

2.16. Sua renda familiar é somente da produção de algas?

☐ Não ☐ Sim

Caso a resposta seja não, qual (is) outra (s) atividade (s)?

G. Aquisição de Bens Duráveis

2.17. Quais os bens que o senhor possui?

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
☐ rádio	☐ máquina de costura	☐ geladeira
☐ Ferro de passar	☐ equipamento de som	☐ antena parabólica
☐ liquidificador	☐ televisão	☐ moto
☐ bicicleta	☐ fogão à gás	☐ carro

3. CAPITAL SOCIAL

3.1. O senhor (a) participa ativamente das atividades com a Associação a qual está filiado?

☐ Não ☐ Sim

3.2. Nas reuniões o senhor apresenta sugestões?

☐ Não ☐ Sim

3.3. As sugestões apresentadas são apreciadas e aprovadas nas reuniões?

☐ Não ☐ Sim

3.4. Todas as decisões da Associação são apreciadas e aprovadas em reuniões?

☐ Não ☐ Sim

3.5. As decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela diretoria?

☐ Não ☐ Sim

3.6. O senhor (a) participou da escolha dos líderes da Associação?

☐ Não ☐ Sim

3.7. Os investimentos da Associação são submetidos e aprovados nas reuniões?

☐ Não ☐ Sim

4. ASPECTOS AMBIENTAIS/ ECOLÓGICOS

1. Acha importante preservar o meio ambiente?

☐ Não ☐ Sim

2. Ocorria a atividade de extrativismo?

☐ Não ☐ Sim

2.1. Se sim, ainda continua?

() Não () Sim

3. Acha que a presença do projeto de cultivo de algas na sua comunidade melhorou a consciência ambiental da população?

() Não () Sim

4. Qual o seu grau de preocupação com o meio ambiente?

() Pouco preocupado

() Muito preocupado

() Indiferente

5. Onde as algas são coletadas?

6. Como ocorre a coleta?

5. Cultivo

1. Quando e como começou o cultivo?

2. Descreva sua atividade junto ao cultivo.

3. O que é feito com as algas após a colheita?

4. Está satisfeito com sua atividade como produtor de algas (em relação à atividade exercida anteriormente)?

() Não () Sim

Por quê?

5. Pretende continuar na atividade de cultivo de algas?

() Não () Sim

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista B, adaptado de Fiúza (2011).

Roteiro de entrevista B – PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO

Entrevista n°: ____ Data: ____/____/____

Nome do Entrevistado:

A. Informações sobre a associação

1. Quando foi fundada da associação? ____/____/____

2. Quais os principais motivos que levaram a formação da associação?

3. Quais as atividades envolvidas na associação?

4. Há quantas pessoas associadas?

5. Todos os associados já estão trabalhando no cultivo de algas?

Se não, por qual motivo?

6. Esta associação possui regimento () ou estatuto ()?

7. Esta associação possui algum instrumento de registro?

() Nenhum

() Computador

() Ata de reunião

() Livro de frequência

() Livro ou caderno de registro

B. Questões Financeiras e Institucionais

8. Existe algum tipo de assistência governamental ou não-governamental sendo prestada a Associação?

☐ Sim ☐ Não

8.1. Caso a resposta seja “Sim”, qual (is) instituição (s)?

8.2. Que tipo de assistência vem sendo prestada?

☐ Financeira ☐ Social

☐ Técnica ☐ Outra

9. A associação recebe algum tipo de recurso financeiro para o desenvolvimento do cultivo de algas?

☐ Sim ☐ Não

9.1. Caso a resposta seja “Sim”, de que instituição (s)?

10. Existe algum de tipo de organização de tarefas no cultivo de algas?

☐ Sim ☐ Não

11. Quais as responsabilidades e obrigações de cada algueiro(a)?

12. Como são distribuídos os benefícios entre os associados?

13. Quais e quantos equipamentos e apetrechos a associação possui?

14. A associação possui veículo próprio?

☐ Sim ☐ Não

15. Quais os tipos de despesas que a associação assume?

16. Quanto (em média) é o valor das despesas gerais por mês da associação?

C. Conflitos de Uso

17. Existe algum tipo de problema ou conflito em relação ao cultivo das algas?

() Sim () Não

17.1. Se a resposta for “sim”, quais?

18. Com relação à segurança do cultivo:

18.1. Já ocorreu algum roubo?

() Sim () Não

18.2. Já ocorreu a destruição das estruturas do cultivo?

() Sim () Não

18.3. Existem pessoas responsáveis pela segurança do cultivo?

() Sim () Não

D. Caracterização da Produção

19. Qual o sistema de cultivo utilizado?

20. Qual (is) espécie (s) é (são) cultivada(s)?

21. Qual o número de estruturas atualmente? E qual a meta a ser atingida?

22. Qual a densidade de algas por estrutura?

_____ Quilos/ corda

23. Qual a área total do cultivo?

_____ m²

24. Qual a capacidade total de produção?

_____ Toneladas/ mês

25. De onde são obtidas as mudas?

() Rio do Fogo

() Outro:

26. Ocorre o monitoramento do(s) banco(s) onde é feita a coleta das mudas? Se sim, de que forma é feito o monitoramento?

☐ Sim ☐ Não

27. Quanto tempo as algas levam para atingir o tamanho comercial?

_____ meses

28. Quanto é obtido, em real, (em média) por quilo de alga?

_____ R\$/quilo

29. Para quem é feita a comercialização das algas?

☐ Consumidor local

☐ Intermediário (atravessador)

☐ exportação

☐ Outro

30. Como é feita a venda da produção?

31. As algas passam por algum tipo de beneficiamento antes da venda?

☐ Nenhum

☐ Lavagem

☐ Secagem

☐ outro

E. Aspectos Ambientais

32. A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais?

☐ Não ☐ Sim

33. O processo de produção pode ser viabilizado (realizado) sem o uso de energia elétrica ou fóssil?

☐ Não ☐ Sim

34. Os sistemas de cultivo são ambientalmente seguros no sentido de não oferecerem risco de poluição do ambiente aquático com substâncias químicas?

☐ Não ☐ Sim

35. A implantação dos cultivos encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental?

(São licenciados?)

☐ Não ☐ Sim

36. São usadas espécies nativas?

☐ Não ☐ Sim

37. Quanto a coleta das mudas, como ocorre o manejo?

G. Informações Sobre a Comunidade

38. Quais os serviços educacionais presentes na comunidade?

☐ Ausência de escolas públicas ou comunitárias

☐ Escolas de cursos de alfabetização

☐ Escolas de ensino fundamental

☐ Escolas de ensino médio

39. Quais os serviços de saúde presentes na comunidade?

☐ Ausência de atendimento médico e ambulatorial (ex. vacinação)

☐ Atendimento de primeiros socorros

☐ Atendimento por agente de saúde, enfermeiros em posto de saúde

☐ Atendimento médico

40. Quais os tipos de infra-estrutura existente na comunidade que propicie o seu lazer?

☐ Não há nenhuma infra-estrutura de lazer

☐ Existência apenas de quadra esportiva (onde também acontecem as festas)

☐ Existência de campos de futebol ou ginásio esportivos e salões de festas

☐ Existência de salões de festas, campos de futebol e televisor

APÊNDICE C - Roteiro de entrevista C, adaptado de Fiúza (2011).

Roteiro de entrevista C – Profissionais ligados a aquicultura

Data:_____/_____/2016

1. DADOS PESSOAIS

1.1. Nome:

1.2. Instituição:

1.3. Setor/Departamento:

1.4. Cargo/Função:

2. ATUAÇÃO PROFISSIONAL

2.1. Em que você se formou no seu curso de pós-graduação de maior nível?

2.2. Você tem publicação na área de aquicultura?

☐ sim ☐ não

2.3. Você participa de seminários, workshops ou congressos na área de aquicultura regularmente?

☐ sim ☐ não

2.4. Você tem alguma forma de atuação no setor de aquicultura?

☐ sim ☐ não

2.5. Há quanto tempo você atua na área de aquicultura?

2.6. Que tipo de atuação você desempenha na área de aquicultura?

☐ Pesquisa

☐ Ensino

☐ Gerenciamento

☐ Produção

☐ Comercialização

☐ Beneficiamento

☐ Elabora projetos

☐ Exportação

☐ Outro

ASPECTOS GERAIS

O projeto de cultivo de algas foi bem aceito pela comunidade?

Qual foi a motivação para a elaboração e execução do projeto?

Em que aspectos o cultivo foi planejado para ser sustentável?

3. ASPECTO TECNOLÓGICO

3.1. A tecnologia de cultivo é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários?

() Não () Sim

3.2. A tecnologia de cultivo foi testada e validada antes de implantar o cultivo?

() Não () Sim

3.3. De que forma a tecnologia foi passada para os produtores?

3.4. O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio?

() Não () Sim

3.5. As mudas podem ser facilmente produzidas?

() Não () Sim

3.6. A coleta de mudas nos bancos naturais causa impactos ambientais?

() Não () Sim

() Quais

3.7. A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?

() Não () Sim

3.8. Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente?

() Não () Sim

3.9. A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos?

() Não () Sim

3.10. A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata?

() Não () Sim

4. INDICADORES AMBIENTAIS

Atribua pesos para as questões abaixo, levando em consideração que se pretende avaliar a **sustentabilidade ambiental** de um cultivo de algas em mar aberto, sendo que **0 (zero) significa nenhuma importância e 3 (três) significa elevada importância** para a sustentabilidade ambiental do sistema de cultivo. Em seguida, justifique de forma breve sua resposta.

4.1. Uso racional dos recursos naturais pela tecnologia **0 1 2 3**

Por quê?

4.2. A coleta de algas para a produção de mudas nos bancos naturais causa impacto ambiental **0 1 2 3**

Por quê?

4.3. Viabilidade da produção sem o uso de energia elétrica ou fóssil **0 1 2 3**

Por quê?

4.4. Implantação do cultivo com devido licenciamento ambiental **0 1 2 3**

Por quê?

4.5. Uso de espécies nativas **0 1 2 3**

Por quê?

4.6. Considerando que a partir dos pesos atribuídos será calculado um índice de sustentabilidade ambiental (IA) para a aquicultura de algas marinhas, cujo intervalo de variação vai de 0 (zero) a 1 (um), que intervalo de valores você atribuiria para as faixas de baixa, média e alta sustentabilidade?

Baixa sustentabilidade ambiental **0 < IA** _ _ _ _ _

Média sustentabilidade ambiental _ _ _ _ _ **< IA** _ _ _ _ _

Alta sustentabilidade ambiental _ _ _ _ _ **IA** _ 1

5. INDICADORES TECNOLÓGICOS

Atribua pesos para as questões abaixo, levando em consideração que se pretende avaliar a **sustentabilidade tecnológica** de um cultivo de algas em mar aberto, sendo que **0 (zero) significa nenhuma importância e 3 (três) significa elevada importância** para a sustentabilidade tecnológica do sistema de cultivo. Em seguida, justifique de forma breve sua resposta.

5.1. Facilidade de reprodução democrática da tecnologia por diferentes usuários (baixo custo)

0 1 2 3

Por quê?

5.2. O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio **0 1 2 3**

Por quê?

5.3. As mudas podem ser facilmente produzidas **0 1 2 3**

Por quê?

5.4. A tecnologia admite a possibilidade de policultivo **0 1 2 3**

Por quê?

5.5. Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser adquiridos localmente **0 1 2 3**

Por quê?

5.6. Volume de pesquisa a respeito da(s) espécie(s) e dos aspectos tecnológicos dos cultivos **0 1 2 3**

Por quê?

5.7. A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata **0 1 2 3**

Por quê?

5.9. Segundo seu critério, estabeleça níveis para analisar a sustentabilidade ambiental de um projeto através de um indicador tecnológico (IT) onde este pode assumir valor menor em 0 (zero), ou seja, baixa ou nenhuma sustentabilidade e o maior valor é 1(um), ou seja, alta sustentabilidade.

Baixa sustentabilidade tecnológica **0** < **IT** _ _____

Média sustentabilidade a tecnológica _____ < **IT** _ _____

Alta sustentabilidade tecnológica _____ **IT** _ **1**

APENDICE D – Gráficos das médias dos valores da biomassa fresca de *C. birdiae*.

Figura 23- Gráficos representando a evolução dos valores médios (n=4) da biomassa fresca da *Crassiphycus birdiae* durante as quatro semanas do experimento, nos 13 tratamentos (T1 a T13). As barras representam o desvio padrão. Condições experimentais: temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μmol de fótons m^{-2} , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. O eixo Y é correspondente ao valor médio do peso úmido (g), o eixo X correspondente ao tempo em semanas (1 a 4).



APÊNDICE E – Tabela das médias ($\pm$ desvio padrão) dos valores da Taxa de Crescimento ($\% \cdot d^{-1}$) de *Crassiphycus birdiae*.

Tabela 23- Média ($\pm$ desvio padrão) dos valores da Taxa de Crescimento ($\% \cdot d^{-1}$) de *Crassiphycus birdiae* cultivada por 26 dias nos treze tratamentos com temperatura de 24 °C, irradiância de 60-80 μmol de fótons m^{-2} , fotoperíodo de 12/12 h e salinidade de 35 PSU. n=4.

Tratamentos	Média TC ($\% \cdot \text{dia}^{-1}$)
T1	0,59 $\pm$ 0,14
T2	0,56 $\pm$ 0,11
T3	0,74 $\pm$ 0,05
T4	0,71 $\pm$ 0,12
T5	0,72 $\pm$ 0,08
T6	0,58 $\pm$ 0,14
T7	0,61 $\pm$ 0,07
T8	0,50 $\pm$ 0,04
T9	0,62 $\pm$ 0,04
T10	0,42 $\pm$ 0,11
T11	0,36 $\pm$ 0,16
T12	0,39 $\pm$ 0,12
T13	0,15 $\pm$ 0,36

ANEXO

ANEXO A - Certidão de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da UFPB/CCS.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 9ª Reunião realizada no dia 20/10/2016, o Projeto de pesquisa intitulado: **“BASES PARA CULTIVO SUSTENTÁVEL DE GRACILARIA GREVILE (RHODOPHYTA)”**, da pesquisadora Êmille Natane de Araújo Barbosa. Prot. nº 0585/16. CAAE: 59414116.9.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do relatório final do estudo proposto à apreciação do Comitê.


Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SIAPE 1117510
Secretária do CEP-CCS-UFPB