



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

ANA BEATRIZ JUCÁ DE QUEIROZ FIUZA

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE ALGAS  
MARINHAS EM TRAIRÍ – CEARÁ

Fortaleza

2011

ANA BEATRIZ JUCÁ DE QUEIROZ FIUZA

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE ALGAS MARINHAS EM  
TRAIRÍ – CEARÁ

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Biotecnologia.

Área de concentração: Biotecnologia em Recursos Naturais

Orientadora: Profa. Dra. Norma Maria Barros Benevides

Fortaleza

2011

F565a Queiroz Fiuza, Ana Beatriz Jucá de  
Análise da Sustentabilidade do Cultivo de Algas Marinhas em  
Trairi – Ceará/ Ana Beatriz Jucá de Queiroz Fiuza, 2011.  
136 f.; il. color. enc.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Norma Maria Barros Benevides  
Área de concentração: Biotecnologia em Recursos Naturais  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de  
Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO), Fortaleza, 2011.

1. Aqüicultura 2. Maricultura. 3. Algas 4. Sustentabilidade I.  
Benevides, Norma Maria Barros (Orient.) II. Universidade Federal do  
Ceará – Curso de Doutorado em Biotecnologia III. Título

CDD 639.8

ANA BEATRIZ JUCÁ DE QUEIROZ FIUZA

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE ALGAS MARINHAS  
EM TRAIRÍ – CEARÁ

Tese submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (RENORBIO), da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Biotecnologia, Área de concentração Biotecnologia em Recursos Naturais.

Aprovada em 19/ 08/ 2011.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Norma Maria Barros Benevides (Orientadora)

---

Prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda  
Instituto de Ciências do Mar – UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Vlândia Cabral Sobral  
Faculdade Christus

---

Prof. Dr. Francisco Roberto Pinto  
Universidade Estadual do Ceará

---

Prof. Dr. Dárlcio Inácio Alves Teixeira  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte



## DEDICATÓRIA

---

Este trabalho foi sem dúvida fruto de uma parceria. Na verdade foi um trabalho de equipe, pois em todos os momentos pude contar com o apoio emocional e logístico, carinho e confiança do meu amado Eduardo. Também dedico este texto a Bernardo, filho querido, que traz muito amor e alegria para as nossas vidas, todos os dias.

---

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha orientadora, professora Dr<sup>a</sup>. Norma Maria Barros Benevides que me aceitou como orientanda na primeira conversa que tivemos e sempre me deu muita liberdade para pensar e agir.

Agradeço profundamente ao professor Dr. Luiz Drude de Lacerda, meu co-orientado, que no momento que mais precisei me ajudou a continuar e fez correções imprescindíveis no trabalho. Sem o Prof. Drude, eu não teria terminado esta pesquisa.

Gostaria também de agradecer aos professores Dra. Ana Vlândia Cabral Sobral, Dr. Francisco Roberto Pinto e Dr. Dárlcio Inácio Alves Teixeira que gentilmente aceitaram participar da banca de defesa desta tese.

Agradeço muito a equipe que compõem a Coordenação do RENORBIO nas pessoas do Professor Dr. José Ferreira Nunes, Professora Dr<sup>a</sup>. Paula Lenz e Paulo Wandersson.

Sou também muito grata a Ticiania de Brito Lima, mestranda em Bioquímica do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular – UFC.

Não posso deixar de citar o Laboratório de Biogeoquímica Marinha (LBM) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), através da professora Rozane V. Marins e do doutorando Edvar Aguiar que me receberam com muito carinho e me ajudaram sobremaneira das atividades do laboratório.

Agradeço á Zazá, minha querida mãe e a Gilberto Jucá, meu pai, que desde que me lembro me incentivaram a continuar a estudar, me deram muita liberdade de pensar e agir, e sempre apoiaram nas horas de necessidade. Dessa vez não foi diferente.

Agradeço muito a Regina e Eduardo Fiuza, meus sogros queridos, que desde que os conheci foram magníficos e me ajudaram muito durante todos os anos em que estive envolvida com este trabalho.

Em última instância, gostaria de agradecer à minha querida e (sempre) orientadora do mestrado, Professora Dr<sup>a</sup>. Loreci Gislaine de Oliveira Lehugeur (in memorian). Loreci, sempre foi maravilhosa comigo e me deu muito apoio. Quero dizer que foi muito bom tê-la conhecido.

## RESUMO

Desenvolvimento sustentável é definido como o processo que permite satisfazer as necessidades da população atual sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações. Para que a sociedade desenvolva-se de forma sustentável é necessário atingir metas como: crescimento econômico, eliminação da pobreza, garantia de continuidade das gerações e preservação da natureza. Para que um sistema aquícola seja sustentável é necessário que suas dimensões econômico-social, tecnológica e ambiental sejam integradas e equilibradas. Portanto, a aplicação do conceito de sustentabilidade na aquíicultura prevê que a atividade deve: ser produtiva e lucrativa somando-se os custos das externalidades aos custos de produção; usar racionalmente os recursos naturais sem degradar o ecossistema no qual está inserida; gerar renda para a comunidade local; aumentar a qualidade de vida da comunidade e respeitar a cultura local. O presente trabalho teve como objetivo geral, avaliar a sustentabilidade do cultivo de algas marinhas em Trairí, Ceará. Para atingir este objetivo estudou-se o cultivo de algas sob o enfoque de quatro dimensões da sustentabilidade, a saber: socioeconômica, tecnológica e ambiental. O trabalho foi definido como estudo de caso e a metodologia utilizada avaliou variáveis qualitativas e quantitativas sob uma abordagem de natureza descritiva e exploratória caracterizando a área de estudo e descrevendo índices e indicadores utilizados na avaliação da sustentabilidade; caracterizando também a qualidade ambiental da área de cultivo. Os resultados encontrados para a atividade foram: Índice de Desenvolvimento Econômico-social (IDES – 0,881) de alto nível; Índice de Capital Social (ICS – 0,750) de médio nível; Índice Tecnológico (IT – 0,750) de médio nível; Índice Ambiental (IA – 0,833) de alto nível e Índice de Sustentabilidade (IS – 0,804) de alto nível. Na análise dos condicionantes ambientais do cultivo observou-se que estes estão inter-relacionados e que a área de cultivo é propícia ao cultivo de algas. Na análise da concentração de metais traço no sedimento e nas algas cultivadas observou-se que a *Gracilaria birdiae* e *Hypnea musciformis* apresentaram concentrações de contaminantes e micronutrientes maiores do que o sedimento; e na análise do fator de bioacumulação (FBA) entre o sedimento e as algas cultivadas, verificou-se que a *G. birdiae* apresentou o maior FBA de Zn e que a *H. musciformis* apresentou os maiores FBAs de Cu, Pb e Cd. Entretanto, não se observou contaminação por metais traço nas algas e, portanto, concluiu-se que o cultivo de algas de Trairí é uma atividade produtiva sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Algas. Cultivo. Socioeconomia. Ambiente.

## ABSTRACT

Sustainable development is defined as the process that meets the needs of the present population without compromising the ability to meet the needs of future generations. For society to develop sustainably is necessary to achieve goals such as: economic growth, poverty eradication, ensuring continuity of generations and nature preservation. For an aquaculture be a sustainable system it is necessary that its economic-social, technological and environmental dimensions integrated and balanced. Therefore, the application of the sustainability concept in an aquaculture requires that the activity to be: productive by adding the externalities to production costs; rationally in the use of natural resources without degrading the ecosystem; and profitable, generating income for the local community, enhancing the quality of life within the community, and respect the local culture. Therefore, the main objective of the present work was to assess the sustainability of the algae cultivation in Trairí, Ceará. To achieve this goal the cultivation of algae were studied focused on four dimensions of sustainability, such as: socio-economic, technological and environmental. The work was defined as a case study and the methodology assessed qualitative and quantitative variables under a descriptive and exploratory approach characterizing the study area and describing indexes and indicators used in the sustainability assessment, and also featuring the environmental quality of the cultivation site. The results for the activity were: Index of Economic and Social Development (IDES – 0,881) of high level; Index of Social Capital (ICS - 750) of medium-level; Index of Technology (IT – 0,850) of medium level; Index of Environment (IA – 0,833) of high level and Index of Sustainability (IS – 0,804) of high level. In the analysis of the cultivation environmental conditions it was observed that these are interrelated and that the area is adequate to the algae cultivation. The investigation of the trace metals in the sediment and cultivated algae showed that *Gracilaria Birdiae* and *Hypnea musciformis* concentrated more contaminants and micronutrients than the sediment. Additionally, the analysis of bioaccumulation factor (FBA) among the sediment and algae showed that *G. birdiae* had the highest FBA of Zn and that *H. musciformis* had the highest Cu, Pb and Cd FBAs. However, the algae were not contaminated by trace metals, therefore, it was concluded that the cultivation of algae in Trairí is a sustainable productive activity.

Keywords: Sustainability. Algae. Cultivation. Socioeconomy. Environment.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Diagrama demonstrando a inter-relação entre os aspectos que compõem os subsistemas (social, econômico, tecnológico e ambiental) de uma aqüicultura sustentável. \_\_\_\_\_ 21
- Figura 2. Variação mensal da precipitação (mm) na área do cultivo entre janeiro de 2008 e outubro de 2009. \_\_\_\_\_ 41
- Figura 3. Variação mensal da velocidade do vento (m.s-1) na área do cultivo entre janeiro de 2008 e outubro de 2009. \_\_\_\_\_ 42
- Figura 4. Mapa do município de Trairí, Ceará com a área de estudo circulada em vermelho. \_\_\_\_\_ 49
- Figura 5. Localização da Praia de Flecheiras na costa oeste do litoral cearense e da área de cultivo. \_\_\_\_\_ 51
- Figura 6. Diagrama de um sistema aqüícola composto por seus subsistemas (econômico-social, tecnológico e ambiental) e por seus índices (IDES/ ICS, IT, IA e IS). \_\_\_\_\_ 55
- Figura 7. Fluxograma de processo desde a coleta até a digestão das amostras em laboratório. \_\_\_\_\_ 71
- Figura 8. Placa instalada na barraca da APAFG indicando as instituições parceiras do cultivo. \_\_\_\_\_ 75
- Figura 9. Vista perpendicular da entrada da barraca onde se localiza a sede da APAFG. \_\_\_\_\_ 75
- Figura 10. Mesa onde as algas são lavadas (em primeiro plano) e estufa de secagem (ao fundo, a direita). \_\_\_\_\_ 76
- Figura 11. Organograma simplificado (proposto) da APAFG. \_\_\_\_\_ 78
- Figura 12. Distribuição da freqüência relativa dos produtores de algas de Trairí, por gênero. \_\_\_\_\_ 79
- Figura 13. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de filhos. \_\_\_\_\_ 81
- Figura 14. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de pessoas que moram na casa. \_\_\_\_\_ 81
- Figura 15. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de dependentes da renda. \_\_\_\_\_ 82
- Figura 16. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de anos que desenvolvem a atividade. \_\_\_\_\_ 82
- Figura 17. Distribuição da freqüência relativa dos produtores de algas de Trairí, por atividades produtivas desenvolvidas antes do cultivo de algas. \_\_\_\_\_ 83

Figura 18. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por escolaridade. _____	84
Figura 19. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por acesso a saúde. _____	85
Figura 20. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por qualidade da habitação. _____	86
Figura 21. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por aspectos sanitários das habitações. _____	87
Figura 22. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por acesso a lazer. _____	88
Figura 23. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por tipos de lazer citados. _____	88
Figura 24. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por atividades produtivas desenvolvidas simultaneamente ao cultivo de algas. _	89
Figura 25. Contribuição dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES. _	92
Figura 26. Contribuição dos indicadores de capital social na composição do ICS. ____	94
Figura 27. Desenho da estrutura de cultivo de algas de Trairí _____	95
Figura 28. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por grau de preocupação com o meio ambiente. _____	99
Figura 29. Contribuição dos índices IDES, ICS, IT e IA na composição do IS. ____	102
Figura 30. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) no sedimento da área de cultivo. ____	103
Figura 31. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Gracilaria birdiae</i> da área de cultivo. _____	104
Figura 32. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Hypnea musciformis</i> da área de cultivo. _____	105
Figura 33. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) no sedimento da área de cultivo. ____	106
Figura 34. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Gracilaria birdiae</i> da área de cultivo. _____	107
Figura 35. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Hypnea musciformis</i> da área de cultivo. _____	108
Figura 36. Concentração dos metais Cu, Pb, Zn e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Gracilaria</i> versus a concentração desses metais nos sedimentos da área de cultivo. _____	109
Figura 37. Concentração dos metais Cu, Pb, Zn e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na <i>Hypnea</i> versus a concentração desses metais nos sedimentos da área de cultivo. _____	109

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Universo da pesquisa, número de amostras coletadas, tipo de amostra, ferramentas de coleta de dados e apêndice que contém a ferramenta utilizada. _____	57
Quadro 2. Atividades executadas em Trairí durante a coleta de dados entre junho de 2008 e março de 2011. _____	57
Quadro 3. Índices utilizados para avaliar a sustentabilidade do cultivo de algas, de Trairí e seus subsistemas. _____	58
Quadro 4. Características dos indicadores usados para composição dos índices (IDES, ICS, IT e IA) empregados na análise da sustentabilidade do cultivo de algas de Trairí. _____	63
Quadro 5. Dimensões e questões utilizadas na composição do questionário formulado para caracterizar o perfil socioeconômico dos produtores de algas de Trairí _____	64
Quadro 6. Dimensões socioeconômicas e questões/ indicadores utilizados para compor o IDES _____	65
Quadro 7. Questões/ indicadores utilizados para compor o ICS _____	65
Quadro 8. Questões/ indicadores utilizados para compor o IT _____	66
Quadro 9. Questões/ indicadores utilizados para compor o IA _____	66
Quadro 10. Dimensões de capital social/ institucionais e questões/ indicadores utilizados para caracterizar a APAFG _____	67
Quadro 11. Indicadores, peso, escore da resposta e justificativa das respostas encontradas sobre os indicadores tecnológicos. _____	96
Quadro 12. Indicadores, peso, escore da resposta e justificativa das respostas encontradas sobre os indicadores ambientais. _____	100



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Países produtores de algas, volume produzido (milhões/ ton) e valor do faturamento (bilhões/ U\$) em 2006. _____	26
Tabela 2. População residente em 1991, 2000 e 2010 por localização de domicílio e gênero no município de Trairí _____	35
Tabela 3. Densidade demográfica (hab./ km <sup>2</sup> ); taxa média geométrica de incremento anual da população residente (%) e taxa de urbanização (%) do estado do Ceará e do município de Trairí em 1991, 2000 e 2010. _____	35
Tabela 4. Número de estabelecimentos de ensino, de docentes e de matrículas para o ensino infantil, fundamental e médio em Trairí em 2009. _____	36
Tabela 5. Número de domicílios particulares permanentes por situação de domicílio e média de moradores de Trairí em relação ao próprio município e ao Estado em 2008. _____	37
Tabela 6. Concentração dos metais Pb, Cd, Cu e Zn em µg/g em diversas espécies de algas coletadas em Conceição de Jacareí, Rio de Janeiro, Brasil em 1985; Rio Saint Lawrence, Quebec, Canadá em 1999 e na Galícia, Espanha em 2002. _____	48
Tabela 7. Escala de variação dos índices (IDES, ICS, IT, IA e IS) utilizada para avaliar o nível de sustentabilidade do cultivo de algas de Trairí. _____	59
Tabela 8. Estimativas de emissões de metais traço (µg.g <sup>-1</sup> ) por fontes antrópicas na bacia inferior do rio Mundaú, Trairí, Ceará. _____	68
Tabela 9. Limite de detecção (mg.kg <sup>-1</sup> ) do equipamento de espectrofotometria de absorção atômica (Schimadzu AA-6200) para os diferentes metais analisados. _____	72
Tabela 10. Valor Certificado (mg/ kg)-1, Valor Obtido e Percentual Recuperado dos metais dos materiais de referência (BCR 60, NIST 1646a e NIST 2702). _____	73
Tabela 11. Capacidade de produção potencial e real; Produção por ciclo (kg); Receita de Venda (R\$); Receita Individual (R\$); Percentual de utilização das estruturas de cultivo por ciclo e perda de lucro por subutilização das estruturas do cultivo da APAFG (R\$). _____	76
Tabela 12. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, segundo a idade. _____	80
Tabela 13. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, segundo o estado civil. _____	80
Tabela 14. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES dos produtores de algas. _____	81
Tabela 15. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores de cap social na composição do ICS dos produtores de algas. _____	93
Tabela 16. Valores e contribuição percentual dos índices (IDES, ICS, IT e IA) utilizados na composição do IS, por subsistemas. _____	102



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1.	Mercado de Algas	25
2.2.	Produção Mundial de Algas	26
2.3.	Produtos Derivados de Algas	28
2.3.1.	Agaranas	28
2.3.2.	Carragenas	30
2.4.	Cultivo de Algas em Trairí	31
2.4.1.	Uso e Ocupação do Espaço no Município de Trairí	33
2.4.2.	Perfil Socioeconômico da População do Município de Trairí	34
2.4.3.	Características Ambientais da Área de Cultivo de Algas	38
2.5.	Metais Traço	43
3.	METODOLOGIA	49
3.1.	Área de Estudo	49
3.2.	Natureza da Pesquisa	51
3.3.	Tipologia da Pesquisa	52
3.4.	Metodologia Sistêmica na Avaliação da Sustentabilidade do Cultivo de Algas em Trairí	53
3.5.	Metodologia de Análise das Informações Socioeconômicas	55
3.6.	Índices de Avaliação da Sustentabilidade do Cultivo de Algas	58
3.6.1.	Índice de Desenvolvimento Econômico-Social (IDES)	59
3.6.2.	Índice de Capital Social (ICS)	60
3.6.3.	Índice Tecnológico (IT)	61
3.6.4.	Índice Ambiental (IA)	62
3.6.5.	Índice de Sustentabilidade (IS)	62
3.7.	Indicadores de Sustentabilidade do Cultivo de Algas	63
3.7.1.	Indicadores do Subsistema Econômico-Social	64
3.7.2.	Indicadores do Subsistema Tecnológico	66
3.7.3.	Indicadores do Subsistema Ambiental	66
3.8.	Metodologia de Análise da Associação de Produtores de Algas de Flecheiras e Guajirú	67

3.9.	Metodologia de Análise das Condições Ambientais _____	67
3.9.1.	Concentração de Metais Traço no Sedimento e nas Algas Cultivadas _____	68
3.9.1.1.	Instrumentos e Coleta de Amostras de Algas e Sedimento _____	69
3.9.1.2.	Tratamento das Amostras _____	69
3.9.1.3.	Digestão das Amostras _____	70
3.9.1.4.	Determinação das Concentrações dos Metais _____	71
3.9.1.5.	Validação do Método de Análise _____	72
3.9.2.	Fator de Bioacumulação entre o Sedimento e as Algas Cultivadas _____	73
4.	Resultados e Discussão _____	74
4.1.	Objetivo Específico 1: Caracterização do Contexto Socioeconômico dos Membros da APAFG _____	74
4.1.1.	Caracterização da Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG) _____	74
4.1.2.	Caracterização Socioeconômica dos Produtores de Algas _____	79
4.1.3.	Índice de Desenvolvimento Econômico-Social (IDES) _____	90
4.1.4.	Índice de Capital Social (ICS) _____	92
4.2.	Objetivo Específico 2: Caracterização do Contexto Tecnológico do Cultivo de Algas da APAFG _____	95
4.3.	Objetivo Específico 3: Caracterização do Contexto Ambiental do Cultivo de Algas da APAFG _____	99
4.4.	Objetivo Específico 4: Análise dos Indicadores de Sustentabilidade para o Cultivo de Algas _____	102
4.5.	Objetivo Específico 5: Caracterização da Qualidade Ambiental do Cultivo de Algas da APAFG _____	103
4.5.1.	Análise da Concentração de Metais Traço no Sedimento e nas Algas Cultivadas _____	103
4.5.2.	Análise da Bioacumulação entre o Sedimento e as Algas Cultivadas _____	108
5.	CONCLUSÃO _____	111
6.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS _____	115
	REFERÊNCIAS _____	116
	APENDICE A - QUESTIONÁRIO - PERFIL SOCIOECONOMICO E AMBIENTAL DOS ASSOCIADOS À APAFG _____	124
	APENDICE B - ENTREVISTA – PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALGAS DE FLECHEIRAS E GUAJIRU (APAFG) _____	128
	APENDICE C - QUESTIONÁRIO – ESPECIALISTAS EM AQUICULTURA _____	133

## 1. INTRODUÇÃO

Para tratar o tema do presente trabalho foi necessário compreender o conceito de desenvolvimento sustentável e aplicá-lo à aquicultura. Deste modo, foi possível pensar de que forma um cultivo de organismos aquáticos, no caso das algas marinhas, poderia ser desenvolvido levando em consideração as premissas do desenvolvimento sustentável conforme definido de forma ampla no Relatório Brundtland (ONU, 1984) e mais tarde reconceitualizado por diversos autores.

Este pensamento deu origem ao questionamento acerca da possível melhoria da qualidade de vida dos produtores de algas e da continuidade da atividade. Assim, a pergunta de partida do trabalho foi: O cultivo de algas de Trairí é uma atividade produtiva sustentável?

Para responder a esta pergunta, foi necessário abordar na introdução do trabalho o conceito de desenvolvimento sustentável e sua evolução teórica, bem como o histórico e desenvolvimento da aquicultura, o modelo de aquicultura sustentável e mais especificamente o cultivo de algas como se vê a seguir.

### *Desenvolvimento Sustentável*

Pode-se definir *desenvolvimento sustentável* como “um processo que permite satisfazer as necessidades da população atual sem comprometer a capacidade de atender às gerações futuras” (ONU, 1984). Publicado no escopo do Relatório Brundtland, esse conceito foi um marco na discussão sobre o desenvolvimento sustentável, principalmente porque estabeleceu uma clara conexão entre as principais questões globais como: as relações sociais desiguais entre os países; a escalada da pobreza e o aumento da degradação ambiental.

O conceito de desenvolvimento sustentável, dentre outros aspectos ratificou que os países deveriam estabelecer como meta o desenvolvimento econômico em detrimento do crescimento econômico. E este desenvolvimento deveria ser pautado por viabilidade econômica, equidade social e preservação ambiental.



Após 1984, muitos autores interpretaram o desenvolvimento sustentável como Ahern e Fabel (1988, p. 1-7), para quem o conceito configurava-se em uma “[...] reconceitualização do desenvolvimento como interação evolutiva dos processos naturais, sociais e econômicos sob uma nova ótica da equidade econômica e social”.

Já Gómez Orea (1994 p. 32) cita-o como o desenvolvimento que,

[...] utiliza os recursos naturais abaixo de sua capacidade de renovação, distribui atividades no território de acordo com sua capacidade de obtenção e pratica tais atividades de tal maneira que a emissão de contaminantes seja inferior a capacidade de assimilação.

Para Sachs (1993 p. 25-27), o conceito de desenvolvimento sustentável é amplo, e para ser efetivo a *sustentabilidade* deve ser desenvolvida de forma sistêmica e, portanto integrada nas seguintes dimensões:

**Ambiental:** relacionada à capacidade de suporte dos ecossistemas associados, de absorver ou se recuperar das agressões derivadas da ação humana, implicando um equilíbrio entre as taxas de emissão e ou produção de resíduos e as taxas de absorção e ou regeneração da base natural dos recursos;

**Cultural:** necessidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas existentes no planeta, no país e ou numa região e que integram ao longo do tempo as identidades dos povos;

**Demográfica:** revela os limites da capacidade de suporte de determinado território e de sua base de recursos e implica comparar os cenários ou as tendências de crescimento econômico com as taxas demográficas, sua composição etária e os contingentes de população economicamente ativa esperados;

**Ecológica:** base fixa no processo de crescimento e tem como objetivos a conservação e o uso racional do estoque e dos recursos naturais incorporados às atividades produtivas;

**Econômica:** contabilização dos ativos ambientais nacionais, valoração econômica dos recursos naturais que são utilizados como insumo na produção (...). Inclui-se também na dimensão econômica os aspectos financeiros relativos à equação entre recursos, tributos, taxas ou tarifas arrecadadas e os investimentos e a prestação de serviços urbanos;

**Institucional:** necessidade de criar e fortalecer engenharias institucionais e ou instituições cujo desenho e aparato já levem em conta critérios de sustentabilidade;

**Política:** a construção da cidadania plena dos indivíduos por meio de fortalecimentos dos mecanismos democráticos de formulação e de implementação das políticas públicas em escala global, diz respeito ainda ao governo e à governabilidade nas escalas local, nacional e global;

**Social:** objetiva promover a melhoria da qualidade de vida e a reduzir os níveis de exclusão social por meio de políticas de justiça redistributiva.

Já em 2001, após 14 anos da publicação do Relatório Brundtland pela ONU, a compreensão do conceito de desenvolvimento sustentável atingiu um nível de

maturidade onde foi possível ver sua aplicabilidade aos setores produtivos da sociedade. Nesta direção de pensamento, Leff (2001 p. 7) analisa o desenvolvimento sustentável e o considera como,

“[...] um processo de mudança na qual a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras.”

Conforme Barreto (2004), que faz uma análise global da sustentabilidade, para garantir o desenvolvimento sustentável é necessário atingir as seguintes metas: crescimento econômico, eliminação da pobreza, garantia de continuidade das gerações e preservação da natureza.

Com base nas diversas interpretações do conceito de sustentabilidade, vários países estabeleceram políticas ambientais com os objetivos de:

- Melhorar qualitativamente seu desenvolvimento;
- Atender às necessidades sociais de renda, alimentação, energia, saneamento básico e segurança;
- Manter a população em número sustentável;
- Conservar recursos;
- Desenvolver inovações tecnológicas sustentáveis;
- Incorporar a questão ambiental nos processos de tomada de decisão.

O conceito de sustentabilidade aplicado a administração criou a gestão sustentável, que foi exposta por Lanna (1995 p. 52) como sendo,

[...] o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais — naturais, econômicos e socioculturais — às especificidades do meio ambiente.

Deste modo, estratégias de gestão sustentável poder ser utilizadas por empresas públicas ou privadas e instituições de diversas naturezas para administrar negócios rentáveis ao mesmo tempo em que melhoram a qualidade de vida de seus *stakeholders* e preservam recursos. Estas estratégias têm como benefício adicional a viabilidade da continuidade do negócio.

Modelos de gestão que envolvem a sustentabilidade podem ser aplicados a qualquer setor produtivo ou ramo de atividade. No caso do presente trabalho, tratar-se-á da aqüicultura, e mais especificamente da maricultura ou cultivo de algas marinhas.

### *Histórico e Desenvolvimento da Aqüicultura*

Aqüicultura é, conforme a FAO (1996),

[...] o cultivo de organismos aquáticos incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. O cultivo implica alguma forma de intervenção no processo de criação de modo a aumentar a produção, tal como armazenamento regular, fornecimento de alimento, proteção de predadores, etc. O cultivo implica ainda a posse individual ou associativa do stock cultivado. Para fins estatísticos, contribuem para a aquicultura os organismos aquáticos pertencentes a um indivíduo ou associação que os tenha criado, enquanto que os organismos aquáticos que são explorados pelo público como um recurso natural, com ou sem licenças apropriadas, correspondem ao produto das pescas” (FAO 1996).

De forma análoga, para Arana (1999) e Valenti (2002) aqüicultura é o cultivo de organismos aquáticos para a produção de alimentos, fármacos ou cosméticos. As premissas básicas para que a aqüicultura seja adequada e eficiente são: ter produção lucrativa; preservar o meio natural; e desenvolver o meio social local.

A aqüicultura pode ser subdividida conforme diferentes critérios tais como:

- Grau de comercialização (EDWARDS e DEMAINE, 1998):
  - Aqüicultura de subsistência (familiar);
  - Aqüicultura artesanal (pequena escala);
  - Aqüicultura especializada (fases do ciclo de produção realizadas por diferentes produtores); e
  - Aqüicultura industrial (grande escala).
  
- Sistema de cultivo utilizado:
  - Extensivo: baixa intensificação da produção com pouca introdução de capital e administração;
  - Semi-intensivo: média intensidade de produção;
  - Intensivos: alta intensificação da produção com alta introdução de capital e administração;



Ou ainda,

- Volume produzido (FAO, 2003):
  - Rural: cultivo de organismos aquáticos em pequena escala por pequenas comunidades com uso de sistemas extensivo e/ou semi-intensivo para obtenção de renda e consumo doméstico;
  - Industrial: cultivo de organismos aquáticos em grande escala por empresas/ instituições com uso de sistema intensivo para obtenção de lucros.

No âmbito mundial, a aqüicultura produz 46% dos alimentos comercializados de origem aquática. Esse percentual é composto por 52% de peixes; 24,4% de plantas aquáticas; 18,6% de moluscos e 5% de crustáceos (FAO, 2007).

A participação significativa dos produtos derivados da aqüicultura no comércio de alimentos de origem aquática ilustra bem a importância econômica e social da atividade na garantia da segurança alimentar, uma vez que a pesca não é mais capaz de suprir sozinha a demanda de mercado. Esta importância tem crescido de forma constante desde a década de 1970 quando a aqüicultura passou a ser um dos setores de produção de alimentos que cresce mais rapidamente no mundo.

Alguns fatores auxiliaram a aqüicultura a dominar o mercado de fornecimento de espécies aqüícolas como:

- Crescimento do cultivo de espécies marinhas de maior valor comercial;
- Redução significativa das cotas de pesca para as espécies que são também cultivadas.

Comparativamente, a aqüicultura cresce a uma taxa média de 8,3% ao ano; os sistemas de produção de carne à base de criação de animais 8% ao ano; e a pesca 1,4% ao ano (FAO, 2010). Contudo, os padrões de crescimento da produção não são uniformes entre as regiões.

Entre 1970 e 2008, América Latina e Caribe alcançou a maior média de crescimento anual (21,1%), seguida por Oriente Médio (14,1%), África (12,6%), China (10,4%), Europa (1,7%) e América do Norte (1,2%) (FAO, 2010).

Na América Latina, a aqüicultura tem avançado satisfatoriamente sendo que países como Brasil, México, Equador e Chile têm se destacado, produzindo quantidades crescentes de salmão, truta, tilápia, camarão e moluscos (FAO, 2010) (FAO, 2008).

Em 2008, a produção de salmonídeos ultrapassou a de camarão na América Latina e Caribe, em parte por causa da ocorrência de doenças nas principais áreas produtoras como também em função do rápido crescimento na produção de salmão no Chile. No mesmo ano, a China foi o país que mais produziu carpa (Ciprinidae) (70,7%) seguida pela Índia (15,7%) e em menor escala por Bangladesh, Mianmar, Vietnam, Indonésia e Paquistão (FAO, 2010).

Na América do Norte, cultivam-se peixes de barbatanas e mariscos (ostras e mexilhões). A indústria de peixes ainda está na vanguarda do setor, sendo o bagre americano (*Ictalurus punctatus*) a espécie mais cultivada nos Estados Unidos enquanto as espécies de salmão do Atlântico e do Pacífico dominam a aqüicultura no Canadá (FAO, 2010).

Apesar de a aqüicultura ter começado a ser desenvolvida no Brasil no início do século XX, foi a partir da década de 1990 que os cultivos (de pequena escala) começaram a crescer significativamente, aumentando seu volume de produção de 30 mil toneladas ao ano para mais de 176 mil toneladas ao ano em 2000. Atualmente, a produção nacional é composta por: peixes (69%), crustáceos (26%), moluscos (4,7%), rãs (0,2%) e algas (0,1%) (FAO, 2010).

Embora o crescimento da aqüicultura nos anos 2000 tenha sido inferior ao observado na década de 1990, a produção dos principais grupos de espécies continuou crescendo de tal modo que entre 2000 e 2008 observou-se um aumento significativo na produção de crustáceos e peixes marinhos (FAO, 2010).

Nesse período, o cultivo de camarão da espécie *Penaeus vannamei* passou por um rápido desenvolvimento. Em 2007, a produção ultrapassou 90 mil toneladas ao ano, sendo que os melhores resultados foram obtidos no Nordeste que foi responsável por 95,2% da produção (FAO, 2010).

A produção nacional de moluscos (ostras, mexilhões e vieiras) atingiu 210 mil toneladas em 2007 superado apenas pelo Chile com 631.600 toneladas. Desde então,



o cultivo de moluscos como a *Crassostrea gigas* e a *Crassostrea rhizophorae* passou a ser uma alternativa econômica para os pescadores de pequena escala, pois ao gerar trabalho e renda, o cultivo de bivalves contribuiu para melhorar a qualidade de vida das comunidades tradicionais (FAO, 2010).

No Brasil, o cultivo de moluscos continua dominado por pequenos produtores e suas associações, especialmente pelo baixo custo de instalação das estruturas de cultivo, facilidade na obtenção na captação de sementes, simplicidade de manuseio do processo e alta rentabilidade. Estes fatores agrupados tornaram a atividade uma alternativa para a pesca artesanal. Adicionalmente, a expansão da demanda e conseqüentemente do mercado, tende a impulsionar a ampliação da atividade até alcançar escala industrial (SILVA e SILVA, 2007; FERREIRA e OLIVEIRA NETO, 2006).

O Brasil tem grande potencial para o desenvolvimento da aqüicultura nos litorais Norte e Nordeste, especialmente para a produção de algas e ostras nativas. Como nessas regiões muitos moradores de comunidades de pesca dependem do extrativismo desses organismos para sobreviver, a aqüicultura configura-se como uma alternativa viável de trabalho e renda.

Quando desenvolvida com o uso de técnicas, tecnologias e insumos apropriados, a aqüicultura desempenha um papel determinante na redução da pobreza, pois mesmo em pequena escala, pode complementar a renda das famílias e auxiliar no desenvolvimento sustentável de áreas costeiras.

A tendência é que na próxima década a aqüicultura brasileira torne-se cada vez mais competitiva nos mercados internacionais impulsionada por fatores como:

- Crescimento contínuo da capacidade produtiva;
- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Normatização da atividade pela Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP)<sup>1</sup>;
- Aumento do interesse de investidores na atividade.

---

<sup>1</sup> Criada em 2003 a SEAP trouxe melhoria organizacional e desenvolvimento para a aqüicultura no Brasil, o que atraiu investidores e resultou na geração de empregos e renda.

Dada à possibilidade de crescimento, torna-se necessário desenvolver biotecnologias aplicáveis às condições de cultivo no Brasil, bem como transferir essas tecnologias para os produtores de pequena escala permitindo a melhoria da qualidade da produção e conseqüentemente de suas vidas (PÉREZ-SÁNCHEZ e MUIR, 2003).

### *Aqüicultura Sustentável*

Aqüicultura sustentável é aquela que contribui para o desenvolvimento humano, eqüidade social e ambiental; e que disponibiliza produtos de qualidade aceitável e economicamente acessíveis a todos os setores da sociedade (FAO, 2003). Assim, a aqüicultura sustentável deve envolver a produção lucrativa de organismos aquáticos mantendo inter-relação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais.

Para Arana (1999), a aqüicultura sustentável pode ser compreendida como uma atividade dedicada à produção viável de organismos aquáticos capaz de manter-se por tempo indefinido por meio de:

- Eficiência econômica;
- Prudência ecológica; e
- Eqüidade social.

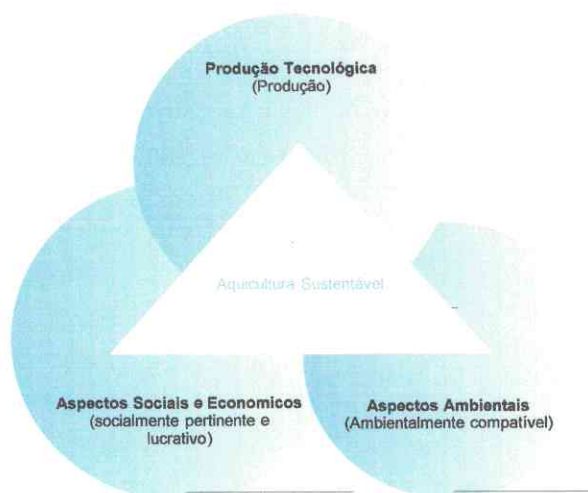


Figura 1. Diagrama demonstrando a inter-relação entre os aspectos que compõem os subsistemas (social, econômico, tecnológico e ambiental) de uma aqüicultura sustentável.

Fonte: Adaptado de Edwards e Demaine (1998) apud Nascimento (2007)

Para Edwards e Demaine (1998) o sistema aquícola sustentável deve ser subdividido nos subsistemas (Figura 1): produção tecnológica; aspectos sociais e econômicos; e aspectos ambientais.

Corroborando o raciocínio de Edwards e Demaine (1998), como também o de Arana (1999), Valenti (2002) explicita que a aquíicultura sustentável deve ter:

- Sustentabilidade econômica: considerar a cadeia produtiva, bem como monetizar e incluir as externalidades<sup>2</sup> nos custos de produção. Os valores referentes às externalidades devem ser utilizados em prol da comunidade afetada;
- Sustentabilidade ambiental: analisar as características do ecossistema em que a atividade está alocada, buscando mitigar os impactos ambientais negativos e garantir a conservação dos recursos naturais. Os impactos potenciais devem ser avaliados por mecanismos institucionais como, por exemplo, o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) para evitar a exploração dos recursos naturais (ARANA, 1999);
- Sustentabilidade social: utilizar tecnologias que favoreçam a criação de empregos, sem deixar de considerar seus impactos sociais positivos e negativos. Esses últimos podem ocorrer caso não haja harmonia com as comunidades envolvidas e poderão estar relacionados a:
  - Deslocamento ou eliminação de área extrativista comprometendo o trabalho de comunidades locais;
  - Desrespeito a propriedade comum prejudicando outras atividades econômicas e/ou de lazer;
  - Descaracterização da cultura das comunidades locais.

---

<sup>2</sup> As externalidades são efeitos secundários (positivos ou negativos) de uma atividade econômica. As externalidades negativas surgem quando alguma parte do custo de uma atividade não é assumida pelos produtores ou consumidores do bem ou serviço em questão. Portanto, muitos projetos aparentemente lucrativos somente o são porque a sociedade está pagando uma parte dos custos, que são as externalidades não incluídas no projeto (VALENTI, 2010).



De acordo com Arana (1999), para desenvolver uma aqüicultura sustentável nos países em desenvolvimento é necessário:

- Ampliar a capacidade de inovação tecnológica; e
- Desenvolver tecnologias nacionais adequadas às condições socioeconômicas e ambientais locais.

De acordo com Valenti (2010),

[...] para que a aqüicultura seja realmente sustentável, deve adotar um sistema que gere renda, otimizando o uso do capital e dos recursos naturais, promovendo o desenvolvimento humano. Uma produção planejada com base unicamente no mercado e nas oportunidades financeiras leva a sistemas que não se sustentam ao longo do tempo. Esses itens são apenas partes do processo.

Deste modo, compreende-se que a gestão sustentável da aqüicultura pode permitir a geração de ocupação e renda como também a atrair diferentes atividades econômicas e novos investimentos para a comunidade sem causar impactos negativos nos ecossistemas.

Em última instância, compreende-se que a aqüicultura sustentável é aquela capaz de produzir organismos aquáticos sem degradar o meio ambiente e gerar lucro e benefícios sociais.

### *Cultivo de Algas*

As algas são muito importantes para a ecologia marinha, uma vez que formam a base da cadeia alimentar e fornecem abrigo para várias espécies aquáticas (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004; CÂMARA NETO, 1971).

Dentre as espécies aquáticas, as algas são os organismos que apresentam as maiores taxas de crescimento e produtividade, características que têm estimulado seu cultivo, uma vez que em curto intervalo de tempo os produtores têm a possibilidade de obter retorno econômico (GAO e MACKINLEY, 1994).

De acordo com a FAO (2010), desenvolvimento da atividade de cultivo de algas marinhas (maricultura) pode trazer benefícios para as comunidades costeiras como:

- Aumento da oferta de alimento de melhor qualidade nutricional;
- Diminuição da pobreza;

- Integração da atividade ao desenvolvimento local.

Inicialmente, a maricultura foi considerada uma fonte secundária de renda, mas sua importância tem aumentado gradualmente, tendendo a torná-la a ocupação principal de muitas comunidades costeiras ao redor do mundo.

As algas marinhas cultivadas detêm várias vantagens sobre aquelas coletadas em bancos de areia e em outros locais onde são encontradas na natureza. As vantagens estão relacionadas à maior facilidade de higienização, pois as algas cultivadas não contêm areia ou lodo e seu preço de venda é significativamente superior ao das algas não cultivadas.

### *Objetivos da Pesquisa*

Com base no exposto, para responder a pergunta de partida deste trabalho foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- Objetivo Geral: Analisar a sustentabilidade do cultivo de algas marinhas em Trairí, Ceará.
- Objetivos específicos:
  - Caracterizar o contexto socioeconômico dos membros da APAFG;
  - Caracterizar o contexto tecnológico do cultivo de algas da APAFG;
  - Caracterização do contexto ambiental do cultivo de algas da APAFG;
  - Analisar os indicadores de sustentabilidade para o cultivo de algas da APAFG;
  - Caracterizar a qualidade ambiental do cultivo de algas da APAFG.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Mercado de Algas

Há séculos as algas marinhas são uma importante fonte de alimentação no Oriente, tanto que hoje China e Japão são seus maiores mercados consumidores (FAO, 2008).

A demanda por produtos derivados de algas tem crescido significativamente em várias regiões do mundo, provavelmente impulsionada pelo vetor de migração Oriente-Occidente como também pelo movimento de globalização cultural iniciado no final da década de 1980.

O mercado mundial de algas cresce cerca de 4% ao ano, o que fomentou o surgimento de uma indústria com ampla variedade de produtos a base de algas, que fatura seis bilhões de dólares ao ano. A maior parte desse montante (83%) é resultante da comercialização de produtos para alimentação humana, e o restante (17%) advém da comercialização de hidrocolóides, fertilizantes e ração animal (FAO, 2010; PEREIRA, 2007).

No Ocidente, a utilização de macroalgas é mais recente e, portanto menos disseminada. Entretanto, países como Chile e o Peru implantaram cultivos bem sucedidos com base em ampla pesquisa envolvendo aspectos ambientais, ecológicos e biológicos que permitiram o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo mais adequadas (CRITCHLEY, 1993; SANTELICES e DOTY, 1989).

A tendência de expansão do mercado de algas é corroborada pela realização de eventos como a BIOFACH, feira mundial do setor orgânico que ocorreu em fevereiro último em Nuremberg, Alemanha e reuniu 2.500 expositores (BIOFACH, 2011).

Na feira diversos expositores apresentaram alimentos orgânicos à base e algas como, por exemplo, a Kunming Trade empresa da Coreia do Sul que lançou um produto elaborado à base de *Laver*, uma alga típica do sudoeste do país, que substituiu o óleo de fritura (BIOFACH, 2011).

Lançamentos de produtos inovadores na União Europeia (UE) têm embasamento em sua legislação ecológica. Em 2008, foram adotados novos



Regulamentos da Comissão do Codex Alimentarius de 1999 para regulamentar (Regulamento da CE nº 889/2008):

- Produção, importação, distribuição e rotulagem de produtos ecológicos, dentre eles estão:
  - Produtos vivos ou sem processamento; alimentos preparados; ração para animais; sementes e material de reprodução;
- Aqüicultura e algas marinhas ecológicas.

Na América Latina, o Brasil tem um papel preponderante em função de fatores como grande mercado consumidor e vasta extensão de zona costeira apta a produção.

## 2.2. Produção Mundial de Algas

Desde 1970, o cultivo de plantas aquáticas algas tem crescido a uma taxa média de 7,7% ao ano. Sua produção é 99,6% composta por algas de diversas espécies comerciais e foi, em parte, impulsionada pela alta produtividade apresentada por espécies como, por exemplo, a da *Gracilaria spp.* que pode chegar a 8,8% ao ano (MARINHO-SORIANO *et al.*, 2002).

Em 2006, a produção mundial de plantas aquáticas por aqüicultura foi de 14,6 milhões de toneladas, o que representou 93% da oferta total de algas e gerou uma receita da ordem de 7,2 bilhões de dólares. A grande responsável por esse volume foi a China que alavancou 72% da produção (Tabela 1).

Tabela 1. Países produtores de algas, volume produzido (milhões/ ton) e valor do faturamento (bilhões/ U\$) em 2006.

Países Produtores de Algas	Volume Produzido (Milhões/ toneladas)	Valor de Faturamento (Bilhões/ U\$)
China	10,9	5,2
Filipinas	1,5	-
Indonésia	0,91	-
República da Coreia	0,77	-
Japão	0,49	1,1
Total	14,57	-

Fonte: Adaptado de FAO (2008).

O Japão é o segundo país de maior importância na produção de plantas aquáticas. Sua produção não é especialmente volumosa, mas as espécies produzidas apresentam alto valor agregado.

Em 2006, o Japão produziu 4,9 milhões de toneladas de Kelp (*Laminaria japônica*), 2,4 milhões de toneladas de Wakame (*Undaria pinnatifida*) e 1,5 milhões de toneladas de Nori Nori (*Porphyra tenera*) (peso úmido) e faturou 1,1 bilhões de dólares.

Em 2008, a produção de algas e outras plantas aquáticas atingiu 15,8 milhões de toneladas gerando cerca de 7,4 bilhões de dólares (FAO, 2010). O incremento de volume em relação a 2006 foi de 7,6% e o faturamento cresceu cerca de 200 milhões de dólares.

Ao contrário da criação de animais terrestres, que atualmente representa 37% de todas as emissões de metano, viveiros de aquicultura não emitem metano. O cultivo de moluscos e algas contribui minimamente na emissão de dióxido de carbono, enquanto auxilia o seqüestro de carbono e fornece matéria-prima para os biocombustíveis produzidos a partir de algas.

Estes fatores tendem a incrementar o valor socioeconômico e ambiental da aquicultura, uma vez que a atividade configura-se como fonte de proteína e carboidrato que produz pequena pegada de carbono (FAO, 2010).

Na América do Sul, apenas o Chile ocupa posição de destaque desenvolvendo cultivos em nível comercial com o uso de técnicas apuradas (HANISAK, 1998 apud SORIANO, 2005).

No Brasil, apesar da grande diversidade de espécies de potencial econômico, o desenvolvimento de técnicas sofisticadas de cultivo ainda se encontra em fase experimental (CÂMARA-NETO, 1987; OLIVEIRA, 1990; MARINHO-SORIANO, MORALES & MOREIRA, 2002 apud SORIANO, 2005). Assim, a produção de algas está quase que restrita a comunidades costeiras que mantêm cultivos de pequena escala de forma artesanal da *Gracilaria spp* (TEIXEIRA e MASIH NETO, 2004).



### 2.3. Produtos Derivados de Algas

As algas vermelhas (Rhodophyta) são produzidas para extração das galactanas sulfatadas que são formadas por galactoses (ou derivados) organizadas em cadeia linear onde há alternância de unidades designadas por A e B  $(AB)_n$ .

A unidade A está ligada através dos carbonos C-1 e C-3, podendo apresentar grupos *O*-metil no C-6, grupos éster sulfato no C-2, C-4 ou C-6, ou acetal de ácido pirúvico nos C-4 e C-6 (PAINTER, 1983).

A unidade B está ligada através dos carbonos C-1 e C-4 e pode apresentar grupos sulfato no C-2 e/ou C-3 e no C-6, ou estar totalmente ciclizada na forma de 3,6-anidrogactose.

Unidades B podem apresentar éter metílico no C-3 da galactose ou C-2 do anidro-açúcar, além da presença de unidades de galactose como pontos de ramificação (PAINTER, 1983). Existem ainda referências a cadeias laterais constituídas por xilose em diferentes posições (MILLER e BLUNT, 2002).

A configuração enantiomérica da unidade B classifica as várias galactanas em dois grandes grupos: as carragenas, com isômeros D e D, para unidades A e B, respectivamente e agaranas, com isômeros D (unidades A) e L (unidades B).

As algas produtoras destes polímeros são conhecidas como carragenófitas ou agarófitas, respectivamente (STORTZ e CERREZO, 2000).

#### 2.3.1. Agaranas

As agaranas formam uma classe de galactanas que ocorrem na matriz extracelular de diversas espécies de algas marinhas vermelhas. Possuem função semelhante à dos polissacarídeos de parede celular de plantas terrestres, porém, enquanto estas requerem uma rígida estrutura capaz de resistir à constante atração da gravidade, as algas marinhas precisam de maior flexibilidade em sua estrutura para acomodar as variações nas correntes marinhas e movimento das ondas (STEPHEN, 1995).

Espécies produtoras de ágar (agarófitas) são encontradas principalmente nas famílias Gracilariaceae, Gelidiaceae, Phyllophoraceae e Ceramiaceae. As agarófitas são usualmente dotadas de elevado crescimento (STEPHEN, 1995).

As agaranas são polissacarídeos que apresentam cadeia principal formada por unidades de (1→3)-β-D-galactopiranoose e (1→4)-α-L-galactopiranoose, diferindo portanto das carragenas na configuração estereoquímica da unidade B. Esta unidade pode ainda estar na forma de seu derivado 3,6-anidrogactose (PAINTER, 1983).

A substituição das agaranas por grupos sulfato, metil e pirúvico difere do observado em carragenas. A presença de unidades A piruvatadas (4,6-*O*-(1-carboxietilideno)-D-galactopiranoose) com grupos metil (6-*O*-metil-D-galactopiranoose) é freqüente, bem como cadeias laterais de 4-*O*-metil-L-galactopiranoose e unidades B metiladas em C-2 (STORTZ e CERZO, 2000).

Embora haja uma grande variedade de grupos substituintes nas agaranas, existem três estruturas distintas que são consideradas os exemplos mais simples de galactanas do tipo agarana.

Uma dessas estruturas é a agarose, a qual possui estrutura linear e regular constituída por unidades dissacarídicas repetitivas de β-D-galactopiranoose ligadas glicosidicamente através da posição 3 (unidades A) e 3,6-anidro-α-L-galactopiranoose ligadas glicosidicamente através da posição 4 (unidades B) (ARASAKI e HIRASE, 1983).

A agarose é desprovida de sulfato sendo a galactana a que tem com maior propriedade gelificante dentro do grupo das agaranas (USOV, IVANOVA e SHASHKOV, 1983). O outro extremo estrutural também é constituído por unidades dissacarídicas repetitivas, sendo as unidades A, semelhantes àquelas encontradas na agarose, ao passo que as unidades B são substituídas pelo derivado α-L-galactopiranoose-6-sulfato.

Esta estrutura é denominada de precursor da agarose ou ainda agaropectina. É formada por resíduos de D-galactopiranoose e 3,6-anidro-L-galactopiranoose, e por unidades de ácido-D-glucurônico e ácido pirúvico na forma acetálica [4,6-*O*-(1-carboxietilideno)] da galactopiranoose e apresenta um teor muito alto de sulfato.

A agarose forma géis muito fracos e contém cálcio em sua estrutura enquanto que soluções de ágar a 1% formam géis duros termo-reversíveis. Soluções diluídas de ágar originam géis bastante firmes à temperatura ambiente, razão pela qual são usadas em alimentos como agente gelificante. São também empregadas intensamente como meio de cultura para microrganismos (BOBBIO e BOBBIO, 2003).

### 2.3.2. Carragenas

As carragenas são constituídas de unidades (1→3)-β-D-galactopiranosose (unidade A) e (1→4)-α-D-galactopiranosose (unidade B), portanto a estereoquímica da unidade B pertence à série D.

Geralmente as carragenas apresentam uma alta porcentagem de grupos sulfato, além de pouca ou nenhuma presença de grupos O-metil (PAINTER, 1983).

A goma é solúvel em água quente formando soluções altamente viscosas sendo a viscosidade afetada pelo pH e temperatura. A exposição a pH abaixo de 4 e o aquecimento prolongado fazem com que a goma seja auto degradada. São bastante utilizadas na indústria alimentícia como espessante e pela sua capacidade de formar géis com sais de potássio e algumas proteínas (BOBBIO, 2001).

As carragenas são classificadas em 4 famílias, de acordo com a posição dos grupos sulfato nas unidades A e B e ciclização da unidade B. A família Kappa (κ), apresenta grupos sulfato no C-4 da unidade A [ $\rightarrow$ 3-β-D-Galp-4-sulfato-(1→4)-α-D-Galp-(1→)] (STORTZ e CERESO, 2000).

Em função da unidade B apresentar grupos sulfato no C-6 ou estar na forma de 3,6-anidrogactose ou ainda na presença ou ausência de grupos sulfato no C-2, a família κ compreende carragenas com estruturas ideais denominadas: κ-, ι-, μ- e ν-carragenas (STORTZ e CERESO, 2000).

A família Lambda (λ) possui grupos sulfato no C-2 de ambas as unidades, estando ainda a unidade B sulfatada no C-6. [ $\rightarrow$ 3-β-D-Galp-2-sulfato-(1→4)-α-D-Galp-2,6-dissulfato(1→)]. Dependendo de somente a unidade B estar sulfatada no C-2 ou a unidade A estar piruvatada, três estruturas naturais aparecem: λ-, ξ- e π-carragenas.



Por tratamento alcalino, a  $\lambda$ -carragena transforma-se em  $\theta$ -carragena, onde as unidades da  $\alpha$ -D-galactose-2,6-dissulfato são ciclizadas na forma de 3,6-anidrogalactose-2-sulfato (STORTZ e CERREZO, 2000).

A família Beta ( $\beta$ ) compreende polissacarídeos em que a unidade A não é sulfatada. Incluindo  $\beta$ - e  $\alpha$ -carragenas e seus precursores biológicos  $\gamma$ - e  $\delta$ -carragenas.

A família Omega ( $\omega$ ) compreende galactanas que apresentam grupos sulfato no C-6 da unidade A, podendo também estar presentes na unidade B. Nesta família está a carragena natural  $\omega$ - e seu precursor biológico  $\psi$ -carragena (STORTZ e CERREZO, 2000).

Os polissacarídeos sulfatados obtidos de algas têm sido descritos como possuidores de propriedades biológicas, tais como, anticoagulante (POMIN e MOURÃO, 2008), antitrombótica (FONSECA *et al.*, 2008), antiviral (DUARTE *et al.*, 2004), antitumoral (LINS *et al.*, 2009) e antinociceptiva (ASSREUY *et al.*, 2008) e antiinflamatória (ANANTHI *et al.*, 2010).

#### 2.4. Cultivo de Algas em Trairí

O Ceará tem uma elevada diversidade de espécies de algas marinhas, com preponderância das algas vermelhas (Rhodophytas) distribuídas em bancos naturais localizados em água protegidas e transparentes onde ocorrem substratos rochosos (LELIS, 2006).

Dentre os bancos naturais mais produtivos estão: Paracurú (município de São Gonçalo do Amarante), Flecheiras, Guajirú e Baleia (município de Trairí) (MASIHNETO, 2006). Deste modo, a abundância destes bancos naturais permitiu que comunidades pesqueiras destes municípios praticassem o extrativismo de algas vermelhas desde a década de 1970 (MARINHO-SORIANO e MOREIRA, 2002).

Assim, a demanda por algas e seus derivados promoveu em Trairí a exploração desordenada dos bancos naturais,

[...] com a atividade de catação de algas para vender a indústrias japonesas de cosmético e alimentação. Essas práticas se intensificaram na década de 1980 e trouxeram transformações significativas para os hábitos da comunidade (TERRAMAR, 2011).

A redução dos estoques naturais de algas impulsionou as comunidades de Flecheiras e Guajirú a buscar uma alternativa economicamente viável e ambientalmente correta à extração que vinha sendo praticada.

A instalação do cultivo de algas foi patrocinado pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) em parceria com o Instituto TerraMar como apoiador na gestão do empreendimento.

Desde o princípio, o cultivo foi gerenciado pela Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG), entidade sem fins lucrativos fundada em novembro de 2002, com o objetivo inicial de organizar a atividade de coleta de algas e gerar renda para os pescadores da comunidade.

O cultivo de algas de Trairí é hoje uma atividade de aquicultura artesanal, extensiva e rural que tem como finalidade produzir algas para gerar renda para os produtores locais; contribuir para a sua segurança alimentar; e preservar os bancos naturais de algas da região (CASTRO, 2008; FAO, 2008; LELIS, 2006; TERRAMAR, 2004; CHAOYUAN, 1990).

As algas vermelhas das espécies *Gracilaria birdiae*<sup>3</sup> e a *Hypnea musciformis*<sup>4</sup> são produzidas através de sistema *long-line*<sup>5</sup> e levam entre 40 e 45 dias (ciclo de produção) para atingir o tamanho comercial<sup>6</sup>.

O cultivo de algas da APAFG é vegetativo<sup>7</sup>, isto é, as plantas não se reproduzem por esporos, as mudas inseridas diretamente nas estruturas tipo *long-line* (BUSCHMANN et al., 2001 apud SORIANO, 2005).

Atualmente, a APAFG é composta por 12 famílias (36 pessoas) que desenvolvem uma planta de aquicultura comunitária para complementar a renda de atividades como pesca, agricultura e artesanato.

---

<sup>3</sup> Tombo no Herbário Ficológico do Instituto de Ciências do Mar da UFC. Exsicata nº 01324.

<sup>4</sup> Tombo no Herbário Ficológico do Instituto de Ciências do Mar da UFC. Exsicata nº 01323.

<sup>5</sup> Este método de cultivo é praticado com sucesso em várias partes do mundo. A facilidade de manuseio do cultivo o transforma em uma alternativa viável para a realidade local.

<sup>6</sup> Há trabalhos que indicam 90 dias de cultivo como ciclo ótimo de produção para realizar a colheita da *Gracilaria birdiae* para fins comerciais, uma vez que essa alga apresentou alta taxa de crescimento (2,90 %d<sup>-1</sup>) no período (LELIS, 2006).

<sup>7</sup> Este tipo de cultivo requer uma grande quantidade de plantas nativas para reposição, havendo a necessidade de um sistema de controle para a conservação das populações naturais.

Após a implantação do cultivo, vários impactos socioeconômicos e ambientais positivos foram observados como: incremento de ganhos econômicos dos produtores e preservação das espécies dos bancos naturais (REIS, 2004; OLIVEIRA, 1998).

#### 2.4.1. Uso e Ocupação do Espaço no Município de Trairí

A Terra em si pode ser definida como uma área natural, ou ainda, como um espaço anterior a qualquer ação do homem. Portanto, a antropização do espaço configura-se como alteração de uma área natural.

Primitivamente, cada região tinha uma organização particular dos espaços físicos e ecológicos que foi alterada pelos ciclos econômicos, especialmente os rurais, caracterizados pela predação da biota.

O espaço antropizado pode apresentar diferentes graus de adaptabilidade, rentabilidade e sustentabilidade em função de fatores como organização social, capacidade econômica e tempo empregado pela comunidade, somando-se a estes a vocação natural do espaço. Logo, ao analisar um espaço antropizado deve-se considerar a história da ocupação do espaço e suas alterações cumulativas, bem como o funcionamento dos fluxos biológicos (AB´SÁBER, 2003).

No contexto da ocupação do espaço natural transformado em espaço urbano, há diversos subsistemas envolvidos como os agrossistemas e os ecossistemas urbanos. Cada sistema envolve três dimensões básicas: uma pirâmide social projetada sobre o espaço; uma acumulação de infra-estruturas e um sistema de relações humanas vinculadas ao regime social e político vigente. Conseqüentemente, as mudanças no espaço de uma região são indicadores das transformações que afetam um país ou região (AB´SÁBER, 2003).

De acordo com Ab´Sáber (2003), há no espaço costeiro uma tendência a atividades de especulação para lazer, turismo e moradia, com a instalação de hotéis, pousadas, restaurantes, balneários, *resorts*, portos e distritos industriais sob aspectos diversos de organização.

Historicamente, o município de Trairí foi foco de crescimento urbano, tendo sido uma das primeiras áreas de ocupação do Estado. Atualmente, tem concentrado



recursos para investimento em diversos setores econômicos e em especial no turismo de esportes como o *windsurfe* e o *kitesurfe*. Assim,

Os eventos do local vão do tradicional, como regata de jangadas, ao moderno, campeonatos internacionais de esportes de elite, *kite surf* e outros esportes náuticos, com grande atratividade a turistas estrangeiros (NASCIMENTO, 2008).

Notadamente, a expansão do turismo desportivo no município vem fomentando a especulação imobiliária através da construção de condomínios de veraneio, principalmente nas praias de Guajirú e Flecheiras e rede de hoteleira composta por pousadas de grande porte (NASCIMENTO, 2008). Conseqüentemente, a faixa litorânea de Trairí tem se desenvolvido rápida e aleatoriamente alijando atividades tradicionais como a pesca de jangada e pacote.

#### 2.4.2. Perfil Socioeconômico da População do Município de Trairí

De acordo com Glasson, Therivel e Chadwick (1999), o ambiente socioeconômico é descrito pelos seus compartimentos, a saber: demografia, educação, saúde, habitação, saneamento básico e setores produtivos. Por isso, descreve-se a seguir de forma geral a socioeconomia do município de Trairí.

##### a. Demografia

Criado em 1863, o município de Trairí encontra limites ao norte com o Oceano Atlântico; ao sul com Itapipoca, Tururu, Umirim, São Luis do Curu e São Gonçalo do Amarante; a leste com São Gonçalo do Amarante e Paraipaba; e a Oeste com Itapipoca. Possui área territorial de 924,6 km<sup>2</sup>, o que representa 0,62% da área total do Estado.

Sua população é de 51.432 habitantes, sendo 51,4% homens e 48,6% mulheres (IBGE, 2010) que representam 5,9% da população do Estado. Cerca de 37% da população vive em zona urbana e 63% em áreas rurais (Tabela 2).

Observa-se que no município, 54,7% dos habitantes encontra-se na faixa etária entre 15 e 64 anos, logo, está em idade potencialmente produtiva.

Tabela 2. População residente em 1991, 2000 e 2010 por localização de domicílio e gênero no município de Trairí

Discriminação	População Residente					
	1991	%	2000	%	2010	%
Total	36.344	100	44.527	100	51.432	100
Urbana	7.661	21	14.413	32	18.787	37
Rural	28.683	79	10.114	68	32.645	63
Homens	18.675	51	22.942	51	26.443	51
Mulheres	17.669	47	21.585	48	24.989	49

Fonte: IPECE (2009); IBGE (2010).

Como o restante do Ceará, Trairí vem apresentando incremento em sua densidade demográfica, passando de 48,1 hab./km<sup>2</sup> em 1991 para 55,6 hab./km<sup>2</sup> em 2010. Esse incremento foi significativamente maior na área urbana do que na rural e pode se dever ao desenvolvimento turístico do município que atraiu novos habitantes e empreendimentos para a região (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade demográfica (hab./ km<sup>2</sup>); taxa média geométrica de incremento anual da população residente (%) e taxa de urbanização (%) do estado do Ceará e do município de Trairí em 1991, 2000 e 2010.

Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )			Taxa média geométrica de incremento anual da população residente 2000/2010 (%)			Taxa de urbanização (%)		
1991	2000	2010	Total	Urbana	Rural	1991	2000	2010
48,1	47,4	55,6	1,5	2,7	0,8	21,1	32,4	36,5

Fonte: IPECE (2009); IBGE (2010).

Ressalta-se que houve uma correlação positiva entre a densidade demográfica e a taxa de urbanização. No período 1991-2010, na medida em que a densidade demográfica cresceu, aumentou também a taxa de urbanização do município, isto é, um percentual maior da população teve acesso à infra-estrutura de saneamento básico.

#### b. Educação

Em 2009, o município de Trairí possuía 64 estabelecimentos de ensino públicos e particulares que representavam 0,64% das escolas do estado. Deste total, 38% estavam no meio urbano e 62% no meio rural.

Dos 16.373 alunos matriculados, 16,3% estavam na educação infantil, 65,2% estavam no ensino fundamental e 18,5% no ensino médio (Tabela 4). O município não



possui estabelecimento de ensino superior, o que dificulta o acesso da população a cursos de graduação e a educação continuada.

Tabela 4. Número de estabelecimentos de ensino, de docentes e de matrículas para o ensino infantil, fundamental e médio em Trairí em 2009.

Discriminação	Total	Educação infantil	Ensino Fundamental	Ensino Médio
Estabelecimentos	64 <sup>1</sup>	51	51	5
Docentes	582	137	346	99
Matrículas	16.373	2.679	10.679	3.015
Taxa de escolarização (%)	-	23,4	95,5	61,4

Fonte: IPECE (2010).

<sup>1</sup> Os estabelecimentos de educação infantil e fundamental são os mesmos.

Ainda em 2009 haviam 582 docentes alocados nas instituições de ensino da seguinte forma: educação infantil (23,5%); ensino fundamental (59,5%) e ensino médio (17%). Adicionalmente identificaram-se outros indicadores de educação como: taxa de aprovação no ensino fundamental (93,2%); número de bibliotecas, salas de leitura e laboratórios de informática por escola (0,43); e taxa de função docente com grau de formação superior no ensino fundamental (80,4%).

#### c. Saúde

Em 2009, havia 14 unidades de atendimento ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) em Trairí que representavam 0,45% do total de unidades do Estado. Deste total, 10 eram centros de saúde, 1 era clínica/ ambulatório e 1 era centro de apoio a saúde da família.

No escopo da atenção básica de saúde para 12.613 famílias cadastradas estavam no exercício das funções 75 agentes comunitários de saúde, 13 equipes do programa saúde da família e 7 equipes do programa saúde bucal (SESA, 2010).

#### d. Habitação

Ainda em 2009 havia em Trairí 11.963 domicílios particulares permanentes, com uma média de 4,05 moradores por domicílio (Tabela 5).

Tabela 5. Número de domicílios particulares permanentes por situação de domicílio e média de moradores de Trairí em relação ao próprio município e ao Estado em 2008.

Situação	Domicílios Particulares Permanentes		
	Quantidade	Média de Moradores	
		Município	Estado
Total	11.963	4,05	3,80
Urbana	3.816	3,96	3,70
Rural	8.147	4,10	4,10

Fonte: IPECE (2009).

Cerca de 30% destes domicílios estavam localizados no perímetro urbano e 68,8% na zona rural (IPECE, 2009). Este dado demonstra que apesar da tendência observada de adensamento do meio urbano, em Trairí a maioria da população ainda reside em áreas rurais.

#### e. Saneamento Básico

Observou-se que não há rede de abastecimento de água e coleta de esgoto que contemple toda a área urbana de Trairí. Em 2009, a taxa de cobertura urbana de abastecimento de água era de 32% e a de coleta de esgoto era de 10,7% (IPECE, 2010). A taxa de cobertura de abastecimento de água do Ceará era de 92% e a de esgotamento sanitário de 32%.

Em 2009, a rede de distribuição de água tinha 2.071 ligações reais e somente 1.846 ligações ativas. Nesse período, apenas 4% dos domicílios estavam ligados a rede coletora de esgoto, sendo que 13% das ligações não estavam ativas. Portanto, 96% das residências de Trairí tinham outras formas de disposição do esgoto doméstico como fossas sépticas ou escoamento direto (IPECE, 2010).

#### f. Economia

Os produtos agrícolas de Trairí são produzidos em escala de subsistência, sendo os principais: manga, banana, mandioca, milho, feijão e caju. Somados estes representam 2% da produção do Estado (IPECE, 2009).

A pecuária tem destaque no município que em 2009, detinha rebanho bovino de 8.139 cabeças. Os animais são criados em regime de exploração semi-intensivo,

predominando a criação mista, ou seja, destinada à produção de leite e de carne para o abastecimento da região. Os rebanhos são alimentados basicamente com ração verde (capim, cana, sorgo, dentre outros), com praticamente nenhuma utilização de insumos industriais. Também destaca-se a criação de suínos com 4.817 cabeças que somada a produção bovina contribui com 0,3% do total do Estado (IPECE, 2009).

O município pratica o extrativismo de pó e fibra de carnaúba que em 2009 produziu 48 e 22 toneladas respectivamente. Adicionalmente, o município extrai carvão vegetal (14 toneladas); lenha (44.800 m<sup>3</sup>) e madeira em tora (2.400m<sup>3</sup>) (IBGE, 2009). Não há estimativa do volume de extrativismo de algas, que, portanto não entra na pauta econômica do Estado (IPECE, 2009).

Em 2009, existiam ainda em Trairí 15 indústrias de transformação que representavam 0,11% do parque industrial do Estado. A maior parte das plantas industrializava produtos alimentares (60%) e o restante dedicava-se a produtos de minerais não metálicos (26,7%); mobiliário (6,7%); e perfumaria, sabões e velas (6,7%) (IPECE, 2009).

#### 2.4.3. Características Ambientais da Área de Cultivo de Algas

É importante observar os parâmetros ambientais da área de cultivo, uma vez que estes são limitantes no crescimento das algas. A variação em quaisquer destes pode modificar o crescimento, seja qualitativamente ou quantitativamente (LELIS, 2006).

##### *Solo e relevo*

O relevo do município de Trairí é caracterizado por tabuleiros pré-litorâneos e planície litorânea. Os solos são compostos por areias quartzosas distróficas, latossolo vermelho-amarelo, podzólico vermelho-amarelo, regossolo, solonchak e solonetz solodizado.



O complexo vegetacional é característico da zona litorânea com manchas de floresta perenifólia paludosa marítima; e a bacia hidrográfica dominante na região é a do rio Curu (FUNCEME, 2009; IPECE, 2009).

### *Salinidade da água*

A salinidade é medida pela quantidade de sais dissolvidos na água e usualmente é expressa em ‰, isto é, gramas de sal por litro de água. Determina a capacidade da solução aquosa em conduzir corrente elétrica e está diretamente relacionada à presença de íons dissolvidos na água. A salinidade média dos oceanos é de 35‰ (LELIS, 2006).

As algas do gênero *Gracilaria* toleram uma grande diferença de salinidade, e podem se desenvolver entre 5,2 e 38,1‰ (faixa ótima entre 11,3 e 30,1‰) (MCLACHLAN e BIRD, 1984 apud LELIS, 2006).

Em Trairí, o valor médio da salinidade na área do experimento foi de  $35,6 \pm 1,49$ ‰, podendo variar entre 33 e 37‰ (LELIS, 2006).

As variações de salinidade identificadas na área de cultivo influenciam na resposta fisiológica das algas, isto é, em seu crescimento e desenvolvimento (LEE, 1999).

Segundo Accioly (2003), quanto mais alta e constante fora a salinidade da área de cultivo melhor, o que confirma a observação de que as algas se desenvolveram melhor durante os períodos de estiagem. Ainda de acordo com Accioly (2003) e Lelis (2006), além da temperatura da água, salinidade e transparência são fatores importantes para o crescimento das algas,

[...] pois ao contrário das plantas terrestres que absorvem os nutrientes através de suas raízes, as algas absorvem seus nutrientes através de suas folhas e talos, já que suas raízes apenas servem para fixação no substrato, que pode ser uma pedra, solo arenoso ou mesmo um bloco de cimento (LELIS, 2006).

### *Temperatura da água*

No Ceará, a faixa ótima de variação de temperatura é de 24 a 34°C. O valor médio da temperatura registrado por LELIS (2006) na área de cultivo foi de

29,6±2,41°C. Desta forma, estes valores de temperatura estão contíguos dos registrados por CARNEIRO et al. (2002) para *Gracilaria birdiae* de 28,0±2,37°C.

De acordo com McLachlan e Bird (1984) apud Lelis (2006), as algas do gênero *Gracilaria* admitem uma ampla variação de temperatura, podendo crescer entre 5 e 30°C.

### *Transparência da água*

A profundidade de penetração da luz no oceano pode ser reduzida por diversos fatores como: reflexão da superfície da água; latitude; estação do ano; absorção da luz pela água; e reflexão e absorção de partículas suspensas na água (PLASTINO e MANSILLA, 2004 apud LELIS, 2006).

O valor médio do grau de transparência da água na área de cultivo é de 1,20±0,76m e determina a profundidade onde a incidência de luz termina (LELIS, 2006).

Para Lelis (2006), em Trairí, à presença de partículas suspensas não reduziu a penetração da luz na água até a profundidade de 1,2m fornecendo a quantidade de luz suficiente para os processos fotossintéticos das algas.

As partículas suspensas correspondem ao conjunto de material particulado não dissolvido (silte, argila e matéria orgânica), encontrado no corpo d'água que influencia a transparência da água e conseqüentemente o crescimento das algas em função da profundidade da estrutura (PLASTINO e MANSILLA, 2004 apud LELIS, 2006).

A *Gracilaria* requer alta incidência e, portanto, apresenta diferentes taxas de crescimento conforme o nível de luminosidade que recebe, podendo ser mais alta que 1 cm ao dia em profundidade inferior a 1m (ZHENG *et al.*, 1987 apud LELIS, 2006).

### *Precipitação*

A principal característica climática da é a ocorrência de duas estações de pluviometria bem diferenciadas, uma com precipitações de curta duração e outra com estiagem prolongada. A estação chuvosa está concentrada no primeiro semestre do

ano, sendo causada pela ZCIT dos hemisférios Norte e Sul que convergem para os mesmos pontos em ciclos anuais.

A diminuição da influência da ZCIT propicia a ocorrência de um período de transição entre as estações chuvosa e seca. Esta transição ocorre entre os meses de maio e agosto, quando o ciclo térmico diurno terra-oceano passa a alternar brisas marinhas e terrestres e os ventos sopram na direção ENE-E e na direção E-SE durante a noite (FUNCEME, 2009).

O período seco está concentrado entre os meses de julho e dezembro/ janeiro, configurando-se pela baixa pluviosidade, insolação intensa, deficiência hídrica, fortes ventos alísios que potencializam a evaporação e a dinâmica costeira influenciando o transporte de sedimentos e conseqüentemente a navegabilidade e transparência do mar, ainda é neste período que ventos alísios atingem seu pico máximo em intensidade e constância.

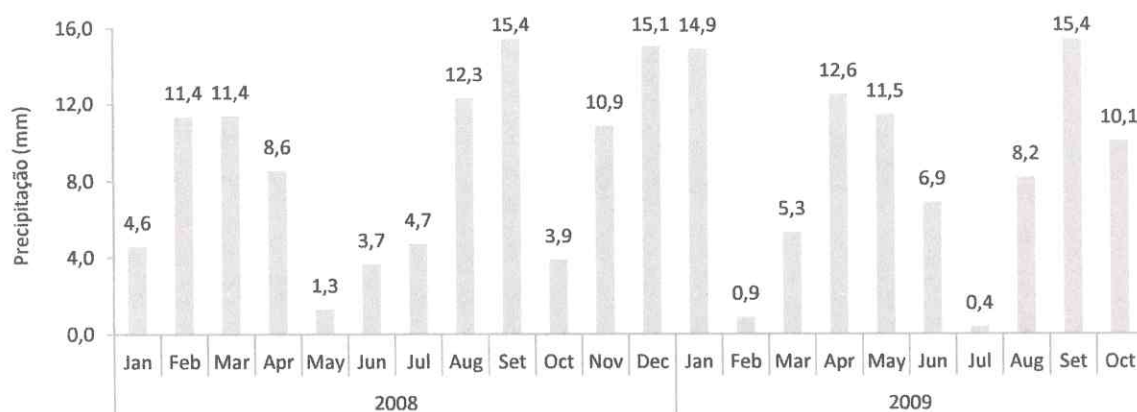


Figura 2. Variação mensal da precipitação (mm) na área do cultivo entre janeiro de 2008 e outubro de 2009.

Fonte: FUNCEME, 2009

Por sua proximidade à linha do equador, as médias climatológicas das temperaturas mensais no Ceará, especialmente na faixa litorânea, têm uma amplitude de variação anual relativamente pequena. Assim, a temperatura anual máxima na área de estudos é de 36 °C, enquanto a temperatura média anual mínima está em torno de 28 °C.



O clima do município varia entre semi-árido a subúmido com pluviometria anual oscilando entre 700 e 1200 mm (IPECE, 2009). E apesar da delimitação de uma quadra seca e outra chuvosa, observou em 2008 e 2009 que as chuvas foram distribuídas durante todo o ano (Figura 2).

Como o Estado do Ceará está geograficamente localizado em uma área de contínua circulação atmosférica, é sazonalmente atingido pelos ventos alísios.

### *Velocidade do vento*

O regime de ventos é influenciado por fatores e ciclos atmosféricos específicos relacionados à: transparência da atmosfera à radiação solar direta de espectro de ondas curtas; movimentação das massas de ar na direção de zonas de baixa pressão; e circulação das massas da camada inferior da atmosfera das superfícies mais frias em direção às mais quentes (FUNCEME, 2009).

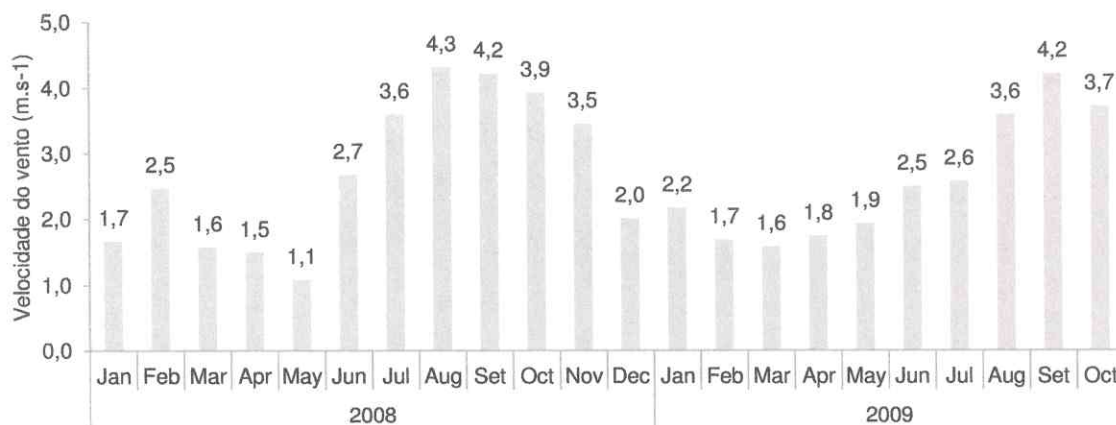


Figura 3. Variação mensal da velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ ) na área do cultivo entre janeiro de 2008 e outubro de 2009.

Fonte: FUNCEME, 2009

Os ventos alísios, intensificados durante o dia, são produzidos pela movimentação contínua das massas de ar de superfície em direção às áreas de baixa pressão na faixa equatorial aquecida, sendo defletidos no sentido oposto à rotação da Terra pela Força de Coriolis. A zona de deflexão em baixas latitudes é denominada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Durante os meses de ZCIT, os ventos atingem sua intensidade mínima anual e insolação reduzida gerando uma evaporação relativamente baixa (Figura 3); e nos meses restantes a ZCIT retorna às latitudes equatoriais.

Como o objetivo deste trabalho é analisar a sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí, analisou-se parâmetros de qualidade ambiental como concentração de metais traço no sedimento e nas algas; e fator de bioacumulação entre sedimento e algas na área de cultivo.

Assim, proceder à análise ambiental na zona costeira da região, composta tanto por áreas naturais quanto antropizadas é um processo extremamente complexo, pois envolve inúmeras relações ambientais e ecodinâmicas.

## 2.5. Metais Traço

Metais traço podem ocorrer naturalmente no ambiente como também podem ser introduzidos nesse através da descarga de efluentes industriais e domésticos que não tenham sido adequadamente tratados (DERISIO, 1992).

Os metais traço não são degradáveis e pertencem à categoria limite de elementos químicos de grande peso atômico que podem acumular-se nos componentes do ambiente onde manifestam toxicidade. Seus íons metálicos têm alta afinidade por moléculas contendo átomos de nitrogênio e enxofre, e ligam-se com facilidade a proteínas e macromoléculas celulares (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

### *Metais traço contaminantes: Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd)*

Mesmo em baixas concentrações alguns metais como Chumbo (Pb) e Cádmio (Cd) são tóxicos, pois têm a habilidade de interferir em reações enzimáticas, bloqueando ou deslocando o íon essencial ou mesmo modificando a configuração ativa de biomoléculas (proteínas e enzimas).

Íons de metais ligam-se a enzimas e alteram sua forma tridimensional causando mudança ou perda da função catalítica. Podem ainda ocasionar erro de transcrição do DNA, inabilitando a produção de proteínas específicas (FREEDMAN, 1989).

Dentre os metais traço deletérios, Pb e Cd estão entre os que representam os maiores riscos ambientais em razão de suas aplicações industriais, toxicidade e amplitude de distribuição (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006; BAIRD, 2002).

Pb e Cd não sofrem biomagnificação<sup>8</sup>, apenas bioacumulação<sup>9</sup> (BAIRD, 2002). A baixa mobilidade ocasionada pelas pequenas dimensões de suas estruturas bem como pelas cargas duplas e triplas faz com quando bioacumulados modifiquem fortemente o metabolismo do organismo (CONNEL e MILLER, 1984 *apud* ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

O Pb pode ser metilado, ligando-se covalentemente a átomos de carbono e originar compostos lipossolúveis que passam através das membranas biológicas. Esse processo permite sua ampla distribuição nas cadeias alimentares e conseqüentemente possibilita bioacumulação nas algas (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006; BAIRD, 2002).

As principais aplicações do Pb são a produção de baterias automobilísticas; proteção contra corrosão atmosférica, fabricação de chapas e tubos, revestimento interno de recipientes para ácidos e na absorbância de radiação de ondas curtas como emanções do rádio ou produzidas pelos raios X (DNPM, 2001; BAIRD, 2002).

O Cd, mesmo em baixas concentrações, é extremamente tóxico a algumas formas de vida. Pertence ao mesmo subgrupo da tabela periódica que o Zn e assim como esse, seu único íon comum é a espécie 2+. Como segue a mesma rota biológica do Zn, que é essencial ao desenvolvimento dos organismos, as plantas absorvem o Cd da água.

Apesar da alta toxicidade, o Cd não apresenta evidências de biomagnificação ao longo da cadeia trófica (WREN *et al.*, 1995 *apud* ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006; MASON, 1991).

Sua utilização perpassa pela fabricação de tintas; pigmentação de plásticos e vidros; estabilização para cloreto de polivinila (PVC); produção de fertilizantes fosfatados; galvanoplastia; fabricação de dispositivos fotovoltaicos para monitores de

---

<sup>8</sup> Processo através do qual os contaminantes são transferidos de um nível trófico a outro, exibindo concentrações crescentes à medida que passam para os níveis mais elevados (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

<sup>9</sup> Processo em que substâncias químicas provenientes do ambiente são assimiladas diretamente do ambiente ou indiretamente através do alimento contaminado e retidas pelos organismos (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).



TV e eletrodos das baterias recarregáveis “Nícad” (níquel-cádmio) para calculadoras e aparelhos digitais.

A contaminação do ambiente se dá através da água ou de deposição atmosférica já que o Cd metálico tende a se condensar sobre as menores partículas de fumaça proveniente de incineradores e se precipita com a chuva (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

#### *Metais traço micronutrientes: Cobre (Cu) e Zinco (Zn)*

Em contrapartida, metais como Cobre (Cu) e Zinco (Zn) são micronutrientes essenciais aos organismos, pois participam de processos vitais como, por exemplo, a respiração (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

O Cu é encontrado na natureza e está comumente associado a outros elementos químicos formando principalmente dois grupos de minerais como os sulfetados que ocorrem em áreas profundas da crosta terrestre e; os oxidados com menor teor de Cu que ocorrem em camadas superficiais.

As características do Cu lhe conferem diversidade de aplicações industriais como: elétrica e eletrônica e engenharias (metalúrgica, construção civil, automobilística, naval, aeronáutica, ferroviária, bélica, química). O Cu, no entanto, tem sido substituído por alumínio, titânio, aço, plásticos, quartzo (fibra óptica) e cerâmica avançada.

O Zn é essencial para o bom funcionamento dos sistemas imunológico, digestivo e nervoso; metabolização de enzimas; crescimento; controle da diabetes; e sentidos do paladar e olfato na espécie humana. Contudo, quando bioacumulado o Zn pode causar intoxicação e morte, especialmente de organismos aquáticos (BAIRD, 2002).

Tem larga aplicação na indústria, da construção civil, automobilística, bélica e de eletrodomésticos, destacando-se os seguintes usos: produção de pilhas e baterias; galvanização como revestimento protetor de aços estruturais, folhas, chapas, tubos e fios; fabricação de ligas de latões e bronzes (Cu-Zn) e ligas Zamac (Zn-alumínio-magnésio); moldagem em peças injetadas, centrifugadas e fundidas; laminados em chapas e estirados em fios e fabricação de acessórios elétricos dentre outras (DNPM,

2001). O óxido e o pó de Zn são utilizados em produtos químicos, farmacêuticos, cosméticos, borrachas, explosivos, tintas e papel.

### *Qualidade do Sedimento*

De acordo com Zagatto e Bertolotti (2006 p.26), a especiação de metais traço nos ecossistemas aquáticos abrange a distribuição de várias formas físico-químicas nos compartimentos como:

- Livre e dissolvida (metálicos, mono e polivalentes-hidratados);
- Complexada, fraca e fortemente, pela matéria orgânica dissolvida (geopolímero, ácidos húmicos e fúlvicos);
- Complexos solúveis, na fração de lipídios presentes na água;
- Adsorvidos nas partículas coloidais e nos particulados orgânicos e inorgânicos suspensos na água, especialmente nas argilas que são partículas finamente divididas e com alta reatividade;
- Insolubilizada, usualmente como sulfetos e carbonatos.

No ambiente marinho, parte dos sedimentos resulta da deposição de partículas e colóides que podem agir tanto como “depósito” quanto como uma fonte de metais traço para o ambiente.

Em conseqüência da partição dos compostos entre os sítios de adesão, os sedimentos geralmente apresentam concentração de metais traço superiores às encontradas na água. Assim, o sedimento sofre bioconcentração que é a acumulação de compostos químicos exclusivamente a partir da fase aquosa, com possibilidade do composto estar associado à material orgânico dissolvido, coloidal ou particulado (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

### *Qualidade das Algas*

Várias espécies de algas têm capacidade de captar e acumular íons metálicos através da superfície das células.

Na parede celular encontram-se os principais sítios de captação que incluem amina, amida, imidazol, hidróxido, carboxilato, fosfato, tiol, tioéter, dentre outros. Entretanto, o desempenho das algas como sorventes biológicos depende da quantidade de biomassa da espécie; do pH da água e da cinética da reação; e da

competição pelos sítios de ligação (GODLEWSKA-ZYLKIEWICZ, 2001 apud VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

Conforme Vidotti e Rollemborg (2004 p. 43),

[...] a captação de íons metálicos pelas algas decorre da ligação dos íons aos diferentes grupos funcionais das células dos organismos. A interação de superfície alga – íon metálico pode ser generalizada pela equação:  $\equiv\text{SH} + \text{M}^{m+} \rightleftharpoons \equiv\text{SM}^{(m-1)+} + \text{H}^+$  ( $\equiv\text{S}$ : grupo ligante de superfície).

As algas interagem com os íons metálicos dissolvidos na água e no sedimento através de processos que compreendem duas etapas (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006):

- 1ª Etapa: processo passivo que envolve adsorção ou troca iônica na superfície celular e ocorre pouco tempo depois do contato entre o organismo e o íon metálico;
- 2ª Etapa: processo ativo, lento e relacionado à atividade metabólica.

Em consequência, as algas sofrem bioconcentração a partir dos componentes ambientais a que os metais estão associados, apresentando usualmente concentração de metais traço superiores às encontradas no sedimento e na água (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006). Para integrante a análise, verificou-se o Fator de Bioacumulação (FBA) que é a razão do resíduo no tecido das algas pela concentração do mesmo numa fase ambiental externa que no presente caso é o sedimento.

O FBA é medido em condições de estado estacionário e configura-se em componente básico dos estudos de avaliação socioambiental, devendo ser utilizado nas seguintes situações:

- Fatores ambientais e fisiológicos que influenciam a assimilação e excreção dos contaminantes;
- Identificação de fontes de contaminação; ou
- Contribuição significativa dos sedimentos para a assimilação dos metais traço.



A contaminação por metais traço pode ocorrer em espécies diversas de algas. Na tabela 6 observa-se que espécies distintas sofreram bioconcentração pelos metais Pb, Cd, Cu e Zn entre 1985 e 2002.

Verificou-se que Conceição de Jacareí no Rio de Janeiro apresentou as maiores concentrações do micronutriente Zn, como também dos contaminantes Pb e Cd. Enquanto que o rio Saint Lawrence apresentou maiores concentrações apenas de Cd (Tabela 6).

A presença de micronutrientes assim como de contaminantes pode estar relacionada à descarga de esgotos domésticos e industriais sem prévio tratamento e tende a ocorrer nas proximidades de áreas urbanas e depósitos de lixo.

Tabela 6. Concentração dos metais Pb, Cd, Cu e Zn em  $\mu\text{g/g}$  em diversas espécies de algas coletadas em Conceição de Jacareí, Rio de Janeiro, Brasil em 1985; Rio Saint Lawrence, Quebec, Canadá em 1999 e na Galícia, Espanha em 2002.

Espécies	Local/Ano	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )
<i>Ulva rígida</i>	Galícia Espanha, 2002	-	-	4,65	14,3
<i>Enteromorpha intestinalis</i>		-	-	7,48	29,9
<i>F. vesiculosus</i>	Rio Saint Lawrence Quebec Canadá, 1999	0,44	1,40	4,1	32,6
<i>L. longicruris</i>		0,40	1,53	2,8	31,2
<i>A. nodosum</i>		0,16	0,46	4,2	35,6
<i>U. lactuca</i>		1,64	0,22	19,2	33,3
<i>F. distichus</i>		0,26	1,67	2,9	36,5
<i>P. palmata</i>		0,84	0,32	8,1	31,2
<i>Porphyra sp.</i>		0,67	0,29	10,3	30,3
<i>Enteromorpha sp</i>		3,2	0,28	22,7	38,2
<i>Ulva fasciata</i>		8,3	0,7	4,5	21,6
<i>Sargassum filipendula</i>		Conceição de Jacareí Rio de Janeiro Brasil, 1985	9,8	1,0	2,8
<i>Spyridia clavata</i>	11,1		1,0	4,1	77,2
<i>Dictyopteri plagiogramma</i>	12,6		0,8	6,9	78,3
<i>Galaxaura marginata</i>	19,1		1,6	7,3	38,2

Fonte: Adaptado de Cairrão *et al.* (2007), Villares *et al.* (2002); Phaneuf *et al.* (1999) e Lacerda *et al.*, (1985).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho foi definida com base no conceito das dimensões da sustentabilidade de Sachs (1993), na teoria geral dos sistemas de Bertalanffy (1975) e no processo de análise de sustentabilidade em aquacultura de Nascimento (2007). Conseqüentemente, para analisar a sustentabilidade de um sistema aquícola como o cultivo de algas de Trairí delimitou-se a pesquisa às dimensões econômico-social, tecnológica e ambiental da atividade.

#### 3.1. Área de Estudo

A área de estudo desta pesquisa compreende as comunidades de Guajirú e Flecheiras localizadas no município de Trairí. O município está situado na mesorregião do norte cearense, microrregião de Itapipoca, litoral oeste do Estado do Ceará, Brasil, a 124 km da capital Fortaleza (IPECE, 2009), nas coordenadas geográficas 03°16'40" latitude Sul e 39°16'08" longitude Oeste (Figura 4).



Figura 4. Mapa do município de Trairí, Ceará com a área de estudo circulado em vermelho.

Fonte: IPECE (2009).

### *Comunidade de Flecheiras*

De acordo com informações dos moradores, a comunidade de Flecheiras está localizada em uma área onde antes existia uma aldeia indígena.

A comunidade subsistia da caça e principalmente da pesca praticada pelas mulheres da tribo em riachos e lagoas. Como a principal ferramenta utilizada para este fim era o arco e flecha, originou-se daí a toponímia do lugar que significa *mulheres atiradoras de flechas*.

A fixação da primeira família que marcou a origem do povoado se deu no início do século XVIII. Hoje, a comunidade de Flecheiras possui 416 famílias com uma média de 7 a 8 pessoas por família, somando um total de 3.107 habitantes.

As famílias vivem principalmente de atividades produtivas como pesca, turismo, comércio, artesanato e agricultura.

Na comunidade há cerca de 150 pescadores e 80 pescadoras (algieiras e marisqueiras) que contam com 70 embarcações para a pesca marítima (TERRAMAR, 2004).

### *Comunidade de Guajirú*

A comunidade de Guajirú está situada na planície litorânea do município de Trairí há aproximadamente 18 km da sede do município e a 140 km de Fortaleza (Figura 2).

Teve início em 1850 e hoje abriga cerca de 140 famílias, com uma média de 5 pessoas por família e um total de 700 habitantes. Seu nome deve-se a ocorrência do fruto do arbusto nativo *guajiruzeiro que produz o guajirú*.

Assim como em Flecheiras, as famílias de Guajirú subsistem principalmente da pesca, do turismo, do comércio, do artesanato e da agricultura. A pesca é praticada por cerca de 120 pescadores e 50 pescadoras que contam com 70 embarcações para a pesca marítima (TERRAMAR, 2004).



Na Figura 5 é possível visualizar a localização geográfica do cultivo de algas instalado na comunidade de Flecheiras.



Figura 5. Localização da Praia de Flecheiras na costa oeste do litoral cearense e da área de cultivo.

Fonte: Adaptado de Castro (2008).

### 3.2. Natureza da Pesquisa

A natureza da pesquisa foi delimitada como qualitativa quanto aos objetivos específicos relacionados à: caracterização do contexto socioeconômico dos membros da APAFG; do contexto tecnológico do cultivo de algas da APAFG; e da condição ambiental do cultivo de algas da APAFG.

A natureza qualitativa foi escolhida, pois permite a análise de fenômenos sociais baseada na experiência de determinado grupo e na forma como a vivência dessas pessoas se configura em uma realidade. Assim, a pesquisa qualitativa expõe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito que não pode ser traduzido em números (MINAYO, 2007).

A pesquisa qualitativa é necessária quando se busca compreender a natureza de uma questão havendo espaço para a interpretação. Permite descrever os fenômenos atribuindo significados sem o uso de métodos estatísticos.

Para analisar os indicadores de sustentabilidade aplicáveis ao cultivo de algas e caracterizar sua qualidade ambiental foi necessário utilizar uma abordagem de natureza quantitativa que permite a quantificação e análises de dados numéricos.

Este tipo de pesquisa utiliza instrumentos estruturados de coleta (questionários) tem seus dados analisados com o uso de técnicas estatísticas. É adequada na análise de opiniões de indivíduos que são representativos de determinado universo de modo que suas informações possam ser generalizadas e projetadas para aquele universo.

Como no caso do presente trabalho, a pesquisa quantitativa permite a criação de índices comparáveis ao longo do tempo que permitem traçar um histórico das informações. Portanto, a pesquisa qualitativa é apropriada quando existir a possibilidade de haver variáveis que possam ser medidas e quantificadas relacionados a conceitos socioeconômicos (MINAYO, 2007).

### 3.3. Tipologia da Pesquisa

A presente pesquisa é caracterizada como um estudo de caso com variáveis qualitativas e quantitativas (GIL, 2006; MALHOTRA, 2001), pois enfatizou a análise contextual de algumas condições socioeconômicas, tecnológicas, ambientais e suas inter-relações (COOPER e SCHINDLER, 2011).

De acordo com Yin (2005), a coleta de dados para os estudos de caso pode se basear em diversas fontes de evidências como: documentação, registro em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Neste trabalho foram utilizados registro em arquivos, entrevista (questionário) e observação direta dos fatos.

A tipologia da pesquisa foi delimitada como descritiva quanto aos objetivos específicos relacionados à: caracterização do contexto socioeconômico dos membros da APAFG; caracterização do contexto do contexto tecnológico do cultivo de algas da

APAFG; e caracterização do contexto da condição ambiental do cultivo de algas da APAFG.

De acordo com Collins e Hussey (2005), o estudo exploratório é adequado quando as situações analisadas são contemporâneas, abrangentes e complexas; o foco é maior na compreensão dos fatos e não na sua mensuração; há várias fontes metodológicas para evidência dos fatos, e quando não há controle sobre os eventos/comportamentos dos fatos/pessoas envolvidas na pesquisa (YIN, 2005). Portanto, para analisar os indicadores de sustentabilidade e caracterizar a qualidade ambiental do cultivo foi necessário utilizar uma abordagem exploratória da pesquisa ao realizar levantamento bibliográfico e entrevistar pessoas que detinham experiências práticas relacionadas ao assunto pesquisado. Dessa forma, a pesquisa exploratória proporcionou maior conhecimento acerca do assunto, e viabilizou a formulação de problemas precisos que podem ser pesquisadas por estudos posteriores (GODOY, 1995; GIL, 1999).

#### 3.4. Metodologia Sistêmica na Avaliação da Sustentabilidade do Cultivo de Algas em Trairí

Pode-se definir sistema como um conjunto de objetos ou atributos inter-relacionados que executam funções específicas e que são compostos por: elementos; fluxos de energia e matéria; características; e entradas e saídas (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Os sistemas de produção aquícola, como todos os sistemas, são permeáveis a entrada de insumos (luz solar e nutrientes dentre outros) e a saída de produtos (peixes, algas, crustáceos e moluscos) para o meio. Em função desta permeabilidade, a abordagem utilizada para avaliar a sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí foi derivada do modelo sistêmico (BERTALANFFY, 1975).

Como em qualquer cultivo aquícultura comunitária, no cultivo de algas de Trairí os meios social, econômico, tecnológico e ambiental estão intimamente relacionados por meio de seus subsistemas. Assim, a abordagem sistêmica viabilizou a coleta e a



análise integrada de dados socioeconômicos, tecnológicos e ambientais durante a elaboração do trabalho de pesquisa (EDWARDS e DEMAINE, 1998).

Ao analisar sistemicamente a sustentabilidade do cultivo de algas de Trairí, considerou-se o equilíbrio dos subsistemas e os impactos (positivos e negativos) das atividades antrópicas nos meios:

- Econômico: o desenvolvimento econômico; o acesso a bens e serviços; e a avaliação de outras atividades que contribuem para o bem-estar social;
- Social: a equidade dentro da população; a pobreza e os direitos humanos;
- Ambiental: as condições ambientais de que a vida depende e utilização racional dos recursos.

Desse modo, optou-se pela aplicação da compartimentação proposta por Edwards e Demaine (1998) em função de sua simplicidade e viabilidade (Figura 1). De acordo com o modelo proposto, os três subsistemas devem funcionar conjuntamente para que o cultivo de algas seja sustentável, isto é, tenha eficácia produtiva, pertinência social, viabilidade financeira e equilíbrio ambiental.

A avaliação da sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí foi realizada através do estabelecimento de índices para cada um dos subsistemas, a saber: Índice de Desenvolvimento Econômico-social (IDES), Índice de Capital Social (ICS), Índice Tecnológico (IT) e Índice Ambiental (IA) (Figura 6).

Os índices foram estabelecidos através da aplicação do método *ad hoc*<sup>10</sup> baseado em Barreto (2004) e Nascimento (2007). Este índices foram calculados através de equações matemáticas que utilizaram referências numéricas provenientes de indicadores componentes de cada um dos subsistemas específicos.

---

<sup>10</sup> É o método elaborado para um caso específico. *Ad hoc*, do Latim, que significa “para esse caso”.

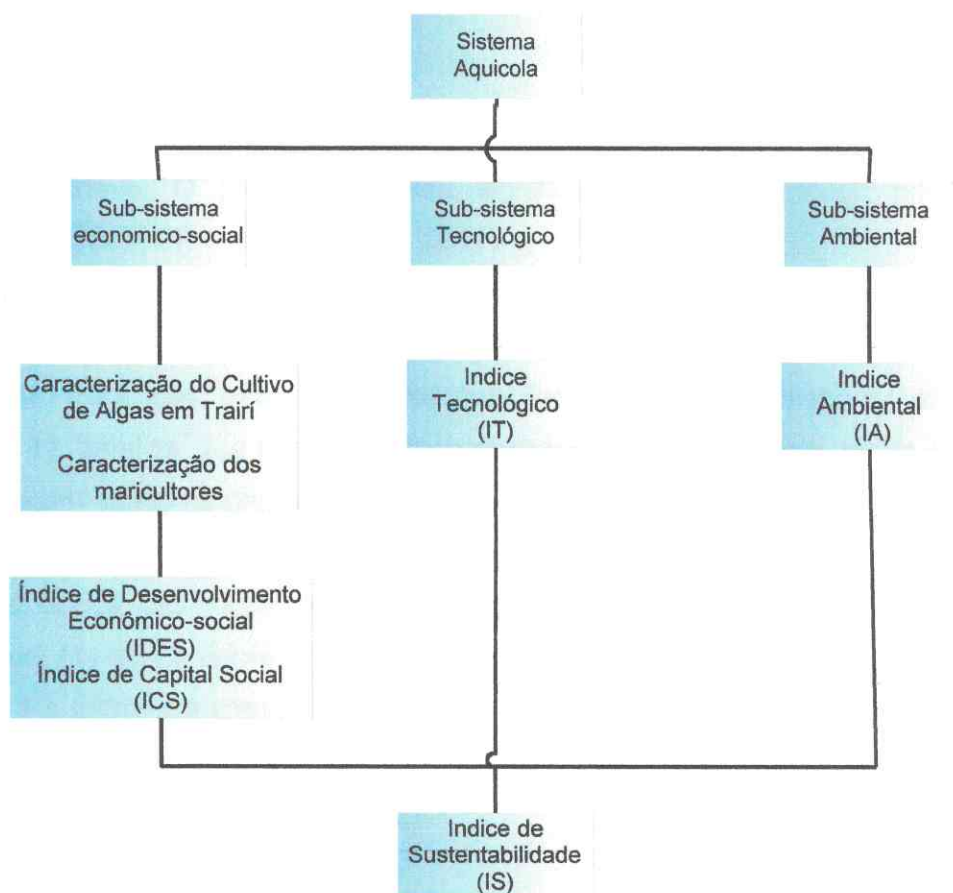


Figura 6. Diagrama de um sistema aquícola composto por seus subsistemas (econômico-social, tecnológico e ambiental) e por seus índices (IDES/ ICS, IT, IA e IS).  
 Fonte: Adaptado de Nascimento (2007)

Por fim, um índice derivado da média dos índices (IDES, ICS, IT e IA) designado de Índice de Sustentabilidade (IS) foi calculado para refletir o grau de sustentabilidade do cultivo (Figura 6).

### 3.5. Metodologia de Análise das Informações Socioeconômicas

O universo da pesquisa foi composto pelo grupo de produtores associados à APAFG que efetivamente desenvolvem o cultivo de algas. Este grupo é composto por 12 famílias.

### *Coleta de Dados Socioeconômicos*

O ambiente social foi fonte direta para coleta de dados e a pesquisadora o instrumento-chave. O processo e seu significado foram os focos principais de abordagem (COOPER e SCHINDLER, 2011).

Para diagnosticar os impactos do cultivo de algas sobre os membros atuantes da APAFG, fez-se necessário caracterizar o contexto socioeconômico das famílias associadas. Para isso, foram aplicados questionários junto ao responsável por cada uma das 12 famílias que efetivamente trabalham no cultivo, deste modo não houve amostra e sim censo na captação de dados, o que forneceu uma visão real da situação estudada (Quadro 1) (GIL, 2006).

Os dados bibliográficos utilizados na pesquisa foram de caráter primário e secundário. Os dados primários referem-se aos questionários aplicados aos produtores de algas e a entrevista com o presidente da APAFG. Os dados secundários referem-se às informações obtidas em instituições públicas como IPECE e IBGE dentre outros.

### *Instrumentos de Coleta de Dados*

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: questionário e entrevista estruturada.

O questionário aplicado foi padronizado e uniformizado para obter informações dos produtores de algas (APÊNDICES A e C) (COOPER e SCHINDLER, 2011; OLIVEIRA, 2005).

As questões, organizadas de forma simples e objetiva, foram direcionadas para o conhecimento da atividade de cultivo de algas e das condições de vida do próprio respondente. Conquanto as questões fossem, mormente fechadas, cada questão deixou espaço aberto para que o respondente utilizasse suas próprias palavras (COLLINS e HUSSEY, 2005).

O critério de seleção utilizado na escolha dos 12 produtores foi a representatividade desses indivíduo na família.



Na entrevista estruturada utilizou-se formulário elaborado em decorrência de um planejamento dirigido a uma pessoa selecionada previamente (APÊNDICE B) (COLLINS e HUSSEY, 2005; COOPER e SCHINDLER, 2011).

Este tipo de entrevista estruturada é padronizada para obter dos entrevistados respostas às perguntas e permitir comparação entre o mesmo conjunto de perguntas (BONI e QUARESMA, 2005). Como a natureza da pesquisa é qualitativa, a metodologia da ferramenta permitiu que o número de entrevistados fosse reduzido (Quadro 1).

Universo da Pesquisa	Nº. de amostras	Tipo da amostra	Ferramenta de coleta de dados	Apêndice
Produtores de algas da APAFG	1	Presidente da APAFG	Entrevista estruturada	A
	12	Por representatividade	Questionário	B
Técnicos, professores e pesquisadores do setor aquícola	8	Aleatória	Questionário	C

Quadro 1. Universo da pesquisa, número de amostras coletadas, tipo de amostra, ferramentas de coleta de dados e apêndice que contém a ferramenta utilizada.

A entrevista com o presidente da APAFG, Senhor Raimundo Nonato Nunes, foi realizada em 20 de março de 2011, e teve o objetivo de coletar informações acerca associação propriamente dita como: histórico; questões financeiras e institucionais; dados sobre o cultivo; conflitos de uso, aspectos ambientais e tecnologia empregada.

A aplicação de questionário direcionado aos técnicos, professores e pesquisadores do setor aquícola foi necessária para se obter as escalas de sustentabilidade e os pesos para os indicadores tecnológicos e ambientais.

Os técnicos, professores e pesquisadores do setor aquícola foram selecionados de forma aleatória conquanto que tivessem envolvimento direto com a aquícultura fosse em pesquisa científica ou trabalho de campo (Apêndice C).

Datas das Visitas	Atividades Executadas
Junho/ 2008	Coleta de amostras (algas e sedimentos) para análise da qualidade ambiental; Coleta de dados iconográficos na área.
Dezembro/ 2008	Coleta de amostras (algas e sedimentos) para análise da qualidade ambiental; Coleta de dados iconográficos na área.
Dezembro/ 2009	Coleta de amostras (algas e sedimentos) para análise da qualidade ambiental
Março/ 2011	Aplicação de questionários aos membros da APAFG que participam do projeto de cultivo de algas

Quadro 2. Atividades executadas em Trairí durante a coleta de dados entre junho de 2008 e março de 2011.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas quatro visitas ao município de Trairí a fim de obter os dados necessários (Quadro 2).

### 3.6. Índices de Avaliação da Sustentabilidade do Cultivo de Algas

Os índices escolhidos para avaliar a sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí foram selecionados com base no fluxograma dos subsistemas (Quadro 3) (Figura 6).

Subsistemas	Índices
Econômico Social	Índice de Desenvolvimento Econômico-Social (IDES)
	Índice de Capital Social (ICS)
Tecnológico	Índice Tecnológico (IT)
Ambiental	Índice Ambiental (IA)
Composto pelo IDES, ICS, IT, IA	Índice de Sustentabilidade (IS)

Quadro 3. Índices utilizados para avaliar a sustentabilidade do cultivo de algas, de Trairí e seus subsistemas.

Fonte: Nascimento (2007).

A maior parte dos indicadores utilizados no questionário (Apêndices A) e na entrevista (Apêndice B) foi calculada conforme sistema binário, isto é, a cada resposta *Não* atribuiu-se (0) e a cada resposta *Sim* atribuiu-se (1). Entretanto, houve indicadores que possuíam até quatro opções de resposta. A esses indicadores foram atribuídos os valores abaixo descritos:

- Indicadores do IDES: valores zero (0) ou um (1); para algumas questões e entre zero (0), um (1), dois (2) ou três (3) para outras; e
- Indicadores do ICS: valores zero (0) ou um (1), para avaliar o nível de sustentabilidade econômico-social do cultivo;
- Indicadores do IT: valores zero (0) ou um (1) e pesos zero (0), um (1), dois (2) ou três (3) para avaliar o nível de sustentabilidade tecnológica do cultivo;
- Indicadores do IA: valores zero (0) ou um (1) e pesos zero (0), um (1), dois (2) ou três (3) para avaliar o nível de sustentabilidade ambiental do cultivo.

Os dados obtidos através do questionário aplicado aos técnicos, professores e pesquisadores da área de aqüicultura tiveram como finalidade estimar pesos para os

indicadores do IT e IA da aqüicultura, os quais foram utilizados para calcular um índice de desenvolvimento sustentável do cultivo de algas (Tabela 7).

Destaca-se na tabela 7 a escala de nível dos índices na avaliação dos níveis de desenvolvimento econômico-social; de acumulação de capital social; de desenvolvimento tecnológico; de conservação ambiental e de sustentabilidade do cultivo de algas em Trairí (BARRETO, 2004; SOUSA, 2000). Nota-se que quanto maior o resultado do indicador, maior é a sua contribuição na composição do índice a que pertence (MALHOTRA, 2001).

Tabela 7. Escala de variação dos índices (IDES, ICS, IT, IA e IS) utilizada para avaliar o nível de sustentabilidade do cultivo de algas de Trairí.

Nível	Desenvolvimento econômico-social IDES	Acumulação de capital social ICS	Desenvolvimento tecnológico IT	Sustentabilidade ambiental IA	Sustentabilidade IS
Baixo	$0 < IDES \leq 0,5$	$0 < ICS \leq 0,5$	$0 < IA \leq 0,2$	$0 < IA \leq 0,2$	$0 < ICS \leq 0,5$
Médio	$0,5 < IDES \leq 0,8$	$0,5 < ICS \leq 0,8$	$0,2 < IA \leq 0,7$	$0,2 < IA \leq 0,7$	$0,5 < ICS \leq 0,8$
Alto	$0,8 < IDES \leq 1$	$0,8 < ICS \leq 1$	$0,7 < IA \leq 1$	$0,7 < IA \leq 1$	$0,8 < ICS \leq 1$

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

Observa-se que quanto mais próximo de um (1) estiver o índice, maior será seu nível de contribuição na somatória do IS. Seguem as descrições dos conceitos envolvidos na construção de cada um dos índices utilizados.

### 3.6.1. Índice de Desenvolvimento Econômico-Social (IDES)

A qualidade de vida passou a ser tema amplamente discutido a partir dos anos 1990 o que levou a sociedade a buscar mensurá-la, mas medir a qualidade de vida envolve variáveis subjetivas e não puramente matemáticas (SOUSA, 2000).

Assim, para verificar se houve melhoria na qualidade de vida das famílias envolvidas no cultivo de algas, foram avaliados índices resultantes da agregação de indicadores como: demografia, educação; saúde; habitação; saneamento básico; lazer; renda e posse de bens duráveis. Para tanto, utilizou-se a fórmula:

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



Para medir o IDES dos produtores de algas, contabilizou-se a contribuição de cada um dos indicadores da seguinte forma:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n(\sum_{i=1}^m E_{\max_i})} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

IDES = Índice de desenvolvimento econômico-social;

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

$i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ ;

$E_{\max_j}$  = Escore máximo do  $i$ -ésimo indicador;

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

$n$  = Número de produtores;

$m$  = Número de indicadores.

Portanto, quanto mais próximo de um (1) estiver o valor de IDES, maior será o nível do desenvolvimento econômico-social do cultivo de algas.

### 3.6.2. Índice de Capital Social (ICS)

O capital social é o conjunto de recursos atuais e potenciais vinculados a existência de uma rede de relações humanas formais e informais (IPIRANGA, 2006 apud NASCIMENTO, 2007).

Com o objetivo de analisar o engajamento dos produtores de algas e suas famílias na APAFG bem como a abrangência do capital social da associação, avaliou-se a agregação de variáveis como: participação ativa nas reuniões; apresentação de sugestões; apreciação das sugestões apresentadas; crítica e votação de todas as decisões; execução das decisões; participação da escolha dos líderes e aprovação de investimentos nas reuniões. Para tanto, utilizou-se a fórmula:

$$ICS = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[ \frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{\max_i}} \right] \quad \text{Eq. 3}$$

A contribuição de cada um dos indicadores na formação do ICS dos produtores foi obtida através da equação:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n(\sum_{i=1}^m E_{\max i})} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

ICS = Índice de Capital Social;

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

$i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ ;

$E_{\max i}$  = 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.

Portanto, quanto mais próximo de um (1) estiver o valor de ICS, maior será o nível de agregação do capital social do cultivo de algas.

### 3.6.3. Índice Tecnológico (IT)

Uma tecnologia racional é aquela que tem pouca ou nenhuma potencialidade de causar impactos ambientais negativos e que traz retorno social (ARANA, 1999).

Este índice foi calculado através de indicadores específicos que caracterizam a tecnologia utilizada no cultivo (ARANA, 1999) (APENDICE C) e foi definido de acordo com a seguinte equação:

$$IT = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{E_i P_i}{m P_{\max i}} \right] \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

IT = Índice Tecnológico;

$E_i$  = Escore do *i*-ésimo indicador;

$P_i$  = Peso do *i*-ésimo indicador;

$P_{\max i}$  = Peso máximo do *i*-ésimo indicador;

$i = 1, \dots, m$ .

$m$  = Número de indicadores.

Destaca-se que quanto mais próximo de um (1) estiver o valor de IT, maior será o nível de desenvolvimento tecnológico do cultivo de algas.

### 3.6.4. Índice Ambiental (IA)

Os indicadores do IA têm como objetivo avaliar os aspectos ambientais e os impactos potenciais do cultivo sobre o meio local. A seguinte fórmula foi utilizada para definir o IA:

$$IA = \sum_{i=1}^m \left[ \frac{E_i P_i}{m P_{\max_i}} \right] \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

IA = Índice Ambiental;  
 $E_i$  = Escore do *i*-ésimo indicador;  
 $P_i$  = Peso do *i*-ésimo indicador;  
 $P_{\max_i}$  = Peso máximo do *i*-ésimo indicador;  
 $i = 1, \dots, m$ .  
 $m$  = Número de indicadores.

Dessa forma, quanto mais próximo de um (1) for o valor de IT, maior será o nível de qualidade ambiental do cultivo de algas.

### 3.6.5. Índice de Sustentabilidade (IS)

O IS do cultivo de algas foi calculado por meio da média dos índices IDES, ICS, IT e IA, através da fórmula:

$$IS = \frac{1}{k} \sum_{h=1}^k I_h \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

IS = Índice de Sustentabilidade;  
 $I$  = Valor calculado para o *h*-ésimo índice;  
 $h = 1, \dots, k$   
 $k$  = Número de Índices

Igualmente, quanto mais próximo de um (1) for o valor de IS, maior será o nível de sustentabilidade do cultivo de algas.



### 3.7. Indicadores de Sustentabilidade do Cultivo de Algas

Indicadores são variáveis que medem, de forma simplificada, um fenômeno ou atributo de um sistema. Assim, os indicadores são ferramentas utilizadas para fazer comparação entre sistemas e valores de referência (VALENTI, 2010).

Podem ser usados individualmente ou como no presente trabalho, na forma de um índice agregado no qual as pontuações individuais são combinadas.

Muitos indicadores têm sido desenvolvidos para avaliar a sustentabilidade da aqüicultura. Estes geralmente são distribuídos nas dimensões econômica, social e ambiental (VALENTI, 2010). Aqui se inclui a dimensão tecnológica.

Os indicadores econômicos mais utilizados são a renda, aquisição de bens duráveis e condições de vida. Já os indicadores sociais são ligados a questões como a equidade na distribuição de renda, a geração de postos de trabalho, acesso a saúde e educação e segurança alimentar.

Os indicadores tecnológicos são relacionados à adequação da tecnologia empregada a atividade desenvolvida e os indicadores ambientais estão focados em aspectos relacionados ao uso eficiente dos recursos e conservação ambiental.

Segue abaixo quadro contendo as características dos indicadores utilizados neste trabalho para mensurar a sustentabilidade do cultivo de algas da APAFG em Trairí (Quadro 4).

Características dos Indicadores	
Objetividade	São diretos e compreensíveis
Relevância	São interessantes para todos os <i>stakeholders</i>
Viabilidade	São mensuráveis a um custo aceitável
Suficiência	Detêm volume suficiente de informações para a compreensão da situação
Pontualidade	São rápidos de compilar
Escala	Têm nível de agregação adequado
Físico	Mensuram geográfica e cronologicamente fatores físicos
Experimental	Possibilitam discussão, aprendizagem e mudança.

Quadro 4. Características dos indicadores usados para composição dos índices (IDES, ICS, IT e IA) empregados na análise da sustentabilidade do cultivo de algas de Trairí. Fonte: Adaptado de Meadows (1998).

Nos subitens 3.7.1, 3.7.2., 3.7.3 e 3.7.4. estão descritos todos os índices que contribuíram para a formação dos subsistemas: econômico-social, tecnológico e ambiental que compuseram o cálculo do IS do cultivo de algas.

### 3.7.1. Indicadores do Subsistema Econômico-Social

O subsistema econômico-social está relacionado ao desenvolvimento econômico; acesso a bens e serviços; equidade social e de gênero; eliminação da pobreza e direitos humanos.

Assim, os indicadores do subsistema econômico-social que compuseram o IDES e o ICS, envolveram a descrição do perfil socioeconômico dos produtores de algas e a caracterização da APAFG (Quadros 5, 6 e 7).

Dimensões	Questões
Identificação	Gênero do chefe de família; idade; estado civil; número de dependentes; número de filhos; número de habitantes da casa; se o produtor trabalha apenas no cultivo de algas; tempo de associação a APAFG; atividades desenvolvidas (anteriormente e na atualidade) excluindo-se o cultivo de algas.
Escolaridade	Grau de instrução do produtor e continuidade da formação (escolaridade).
Saúde	Acesso à saúde pela comunidade; satisfação com o serviço de saúde na comunidade; capacidade da renda em permitir a compra de remédios quando necessário.
Habitação	Tipo de construção; ocorrência de reforma após o início do cultivo; e acesso a energia elétrica.
Lazer	Acesso ao lazer; importância do lazer com a família; tipos de lazer preferidos; e se a atividade possibilita um maior acesso ao lazer.
Renda	Classificação do nível de renda de acordo com a faixa: renda menor que um salário mínimo (SM); renda entre um e três SM; e renda maior que três SM. Identificar se o cultivo de algas é a única atividade geradora de renda para a família.
Meio ambiente	Grau de envolvimento com o meio ambiente; se o produtor acha importante preservar o meio ambiente; se a presença do cultivo de algas na comunidade melhorou a consciência ambiental da população; e seu grau de preocupação com o meio ambiente.
Nível de Satisfação	Satisfação com sua atividade como produtor de algas (em relação a atividade exercida anteriormente) e se ele pretende continuar na atividade.

Quadro 5. Dimensões e questões utilizadas na composição do questionário formulado para caracterizar o perfil socioeconômico dos produtores de algas de Trairí.

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

### Indicadores do IDES

As dimensões consideradas para o IDES foram: educação, saúde, habitação, saneamento básico, lazer, renda e bens duráveis (Quadro 6) (BARRETO, 2004).

Dimensões	Questões/ Indicadores
Educação	▪ Acesso a educação
Saúde	▪ Acesso a atendimento médico e ambulatorial
Habitação	▪ Tipo de construção da residência ▪ Fez alguma reforma depois que passou a trabalhar com o cultivo de algas ▪ Presença de energia elétrica na residência
Aspectos Sanitários	▪ Tipo de tratamento dado à água para consumo humano ▪ Destinação dos dejetos humanos ▪ Destinação do lixo domiciliar
Lazer	▪ Infraestrutura de lazer
Renda	▪ Renda média familiar ▪ Atividades geradoras de renda além do cultivo de algas
Bens duráveis	▪ Posse de bens de consumo duráveis considerando-se o valor econômico equivalente

Quadro 6. Dimensões socioeconômicas e questões/ indicadores utilizados para compor o IDES

Fonte: Adaptado de Barreto (2004) e Nascimento (2007).

Quando o indicador apresenta subitens, seu resultado é composto pelo somatório das pontuações desses subitens.

### Indicadores do ICS

Para avaliação do capital social dos produtores foram utilizados os seguintes indicadores (Quadro 7):

Questões/ Indicadores
▪ Participação ativa das atividades da APAFG
▪ Apresentação de sugestões nas reuniões
▪ As sugestões apresentadas são apreciadas e aprovadas nas reuniões
▪ Todas as decisões da APAFG são apreciadas e aprovadas em reuniões
▪ As decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela diretoria
▪ Participação na escolha dos líderes da APAFG
▪ Os investimentos que a APAFG realiza são submetidos e aprovados nas reuniões

Quadro 7. Questões/ indicadores utilizados para compor o ICS

Fonte: Adaptado de Barreto (2004) e Nascimento (2007).



### 3.7.2. Indicadores do Subsistema Tecnológico

O subsistema tecnológico é pertinente ao desenvolvimento e adequação da tecnologia empregada à atividade desenvolvida; portanto, esse subsistema foi formado por indicadores de cunho tecnológico (SÁNCHEZ, MUIR e ROSS, 2002; ARANA, 1999). Para análise do ITo foram avaliados os indicadores descritos no Quadro 8.

Questões
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A tecnologia é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários</li> <li>▪ O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio</li> <li>▪ As mudas poder ser facilmente extraídas</li> <li>▪ A tecnologia admite policultivo</li> <li>▪ Os insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente</li> <li>▪ A atividade conta com profuso volume de pesquisa sobre as espécies e aspectos tecnológicos do cultivo</li> <li>▪ A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata</li> </ul>

Quadro 8. Questões/ indicadores utilizados para compor o IT

Fonte: Adaptado de Arana (1999) e Nascimento (2007)

### 3.7.3. Indicadores do Subsistema Ambiental

O subsistema ambiental refere-se às condições de conservação ambiental, bem como a utilização racional dos recursos. Assim, o IA foi formado por indicadores de relevância ambiental descritos no Quadro 9.

Questões
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais</li> <li>▪ O processo de produção pode ser viabilizado (realizado) sem o uso de energia elétrica ou fóssil</li> <li>▪ O sistema de cultivo empregado é ambientalmente seguro no sentido de não oferecer risco de poluição do ambiente aquático com substâncias químicas</li> <li>▪ A implantação do cultivo encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental</li> <li>▪ São usadas espécies nativas no cultivo?</li> </ul>

Quadro 9. Questões/ indicadores utilizados para compor o IA

Fonte: Adaptado de Arana (1999) e Nascimento (2007).

### 3.8. Metodologia de Análise da Associação de Produtores de Algas de Flecheiras e Guajirú

A caracterização da APAFG foi necessária para que fosse possível compreender de forma ampla a associação e seus participantes, bem como obter o máximo de informação sobre o cultivo de algas em Trairí e sua sustentabilidade.

A caracterização foi baseada nos aspectos: informações históricas e funcionais da associação; questões financeiras e institucionais; conflitos de uso; e caracterização da produção (Quadro 10).

Dimensões	Questões
Informação sobre a associação	Data e motivação de fundação da APAFG, atividades envolvidas na associação, número de associados, formas de documentação (regimento, estatuto) e tipo de instrumentos de registro (ata de reunião, livro de frequência).
Questões Financeiras e Institucionais	Tipos de assistência que é prestada à APAFG, as despesas, os investimentos e lucros, os bens materiais da associação, a organização de tarefas na associação, distribuição de responsabilidades e benefícios entre os produtores.
Conflitos de Uso	Existência de conflitos com outras atividades e questões de segurança do cultivo.
Caracterização da Produção	Sistema de produção, fonte de mudas, tempo de cultivo das espécies, escala de produção, número de estruturas aquícolas em uso, o volume produzido, a área do cultivo, capacidade total de produção, valor do quilo do produto, para quem e como é feita a comercialização e quais beneficiamentos que o produto recebe antes da venda.

Quadro 10. Dimensões de capital social/ institucionais e questões/ indicadores utilizados para caracterizar a APAFG

Fonte: Adaptado de Nascimento (2007).

### 3.9. Metodologia de Análise das Condições Ambientais

Sabe-se que a zona costeira recebe aporte de metais traço de fontes naturais e antrópicas através das bacias de rios e de deposição atmosférica.

Em Trairí, o rio Mundaú recebe o seguinte volume de metais oriundos de fontes naturais: 7,13 t.ano<sup>-1</sup> (Pb); 0,77 t.ano<sup>-1</sup> (Cd); 5,05 t.ano<sup>-1</sup> (Cu) e 10,66 t.ano<sup>-1</sup> (Zn). Deste total, 84% são provenientes da denudação física e química do solo e 14% procedem de deposição atmosférica (ZEE, 2005; RADAM, 1981 apud ZEE, 2005).

Há ainda as diversas fontes antrópicas que liberam metais traço que atingem a zona costeira do Estado do Ceará e conseqüentemente o ambiente marinho como:

emissões águas servidas (esgotos não tratados), pecuária, agricultura, escoamento superficial (*run off*) urbano, depósito de resíduos sólidos e carcinocultura (ZEE, 2005).

A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos é uma fonte significativa dos metais traço Pb, Cd, Cu e Zn, particularmente no caso do Pb e CD, uma vez que as demais fontes desses metais são pouco relevantes (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativas de emissões de metais traço ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) por fontes antrópicas na bacia inferior do rio Mundaú, Trairí, Ceará.

Fontes Antrópicas	Cu	Zn	Pb	Cd
Águas servidas	0,70	1,20	0,30	0,040
Pecuária	9,61	1,11	0,06	0,006
Agricultura	0,42	14,1	0,007	0,021
<i>Run off</i> urbano	<0,01	0,03	<0,01	0,25
Resíduos sólidos	0,05-0,39	0,34-1,71	0,91-3,42	1,83-5,02
Carcinocultura	0,02	0,06	<0,001	<0,001

Fonte: Adaptado de ZEE (2005).

Como na cadeia produtiva da aquacultura a qualidade do produto é de extrema importância sanitária e comercial, a APAFG não pode correr o risco de perder mercado por causa de contaminação de produto por metais traço.

O risco de contaminação é confirmado pela inadequação da rede de coleta de esgoto e inexistência de aterro sanitário no município.

Uma vez que o cultivo de algas de Trairí está instalado em uma região potencialmente contaminada, a análise da concentração dos metais traço estudados no solo e nas algas (organismos que naturalmente acumulam metais) foi importante para garantir a qualidade do produto final.

### 3.9.1. Concentração de Metais Traço no Sedimento e nas Algas Cultivadas

Em seqüência, as análises dos parâmetros de qualidade ambiental relacionados à concentração de metais traço no sedimento e nas algas foram realizadas por amostragem não probabilística por conveniência (MALHOTRA, 2001). Assim, os dados foram levantados mediante amostragem definida por critérios intencionais (MINAYO, 1994).



### 3.9.1.1. Instrumentos e Coleta de Amostras de Algas e Sedimento

As coletas ocorreram nos meses de junho (chuvoso) e dezembro (seco) de 2008 e dezembro de 2009, isto é, nas duas estações climáticas do Estado.

Foram coletadas amostras das duas espécies de algas vermelhas cultivadas, *Gracilaria birdae* e *Hypnea musciformis* diretamente das cordas do cultivo a um metro de profundidade que foram imediatamente lavadas em água do mar.

No LBC, as amostras foram separadas das epífitas e de outras espécies de algas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para armazenamento até o momento de preparação dos extratos.

As amostras do sedimento foram coletadas a três metros de profundidade na mesma área em que as algas foram coletadas.

As amostras de algas foram colhidas manualmente e as de sedimento foram coletadas com o uso de pá e pote plásticos. Nos dois casos, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, colocadas em recipiente isotérmico a 4°C de temperatura e transportadas por um período de duas horas até o Laboratório de Biogeoquímica Costeira (LBC) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR).

### 3.9.1.2. Tratamento das Amostras

Para preparar os extratos, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e secas em estufa a 60°C por 16 horas. Após a secagem, foram maceradas em almofariz de porcelana para uniformização; e estocadas em frascos plásticos herméticos e abrigadas de luz e calor até o início do processo de digestão.

A vidraria utilizada foi previamente preparada da seguinte forma: lavada em água destilada; imersa por 24 horas em solução de detergente líquido Extran; enxaguada com água destilada; imersa em ácido clorídrico (HCl) a 10%; e novamente enxaguada com água destilada antes de sua utilização.

A preparação para o processo de digestão das amostras por via seca envolveu os seguintes procedimentos:

- Aquecimento dos cadinhos, limpos e secos, em forno mufla a 450 °C por 12 horas;
- Resfriamento dos cadinhos em dessecador;
- Pesagem dos cadinhos em balança analítica;
- Adição de aproximadamente 2 gramas de amostra seca com o uso de quatro casas decimais (erro de leitura de  $\pm 0,005$  g) aos cadinhos;
- Registro dos pesos obtidos (cadinho + amostra);
- Calcinação dos cadinhos com as amostras por 16 horas em forno mufla a 450 °C;
- Resfriamento dos cadinhos em dessecador por 4 horas;
- Transferência para o dessecador;
- Pesagem depois do resfriamento para a obtenção de peso constante.

### 3.9.1.3. Digestão das Amostras

O processo de digestão permitiu que os metais localizados na parcela trocável, oxidável e carbonática das amostras fossem retirados, com exceção da parcela residual dos metais associados a silicatos de procedência litogênica que não caracterizam contaminação de origem antrópica (CARVALHO *et al.*, 2002; MARINS, 1998; FIZMAN *et al.*, 1984).

O processo metodológico desde a coleta até a digestão das amostras está descrito na Figura 7. A digestão das amostras seguiu as seguintes etapas:

- Adição às amostras de 10 mL de solução de HCl a 0,5 N;
- Aquecimento em banho maria a cerca de 70 °C por 2 horas, para extração dos metais biodisponíveis (AGUIAR, 2005; GONÇALVES, 1993 apud AGUIAR *et al.*, 2005);
- Resfriamento das amostras;
- Digestão em Erlenmeyers de 125 mL, contendo 20 mL de água régia a 50% ( $4\text{H}_2\text{O}:3\text{HCl}:1\text{HNO}_3$ ), fechados com dedo frio, para evitar a perda durante o processo.

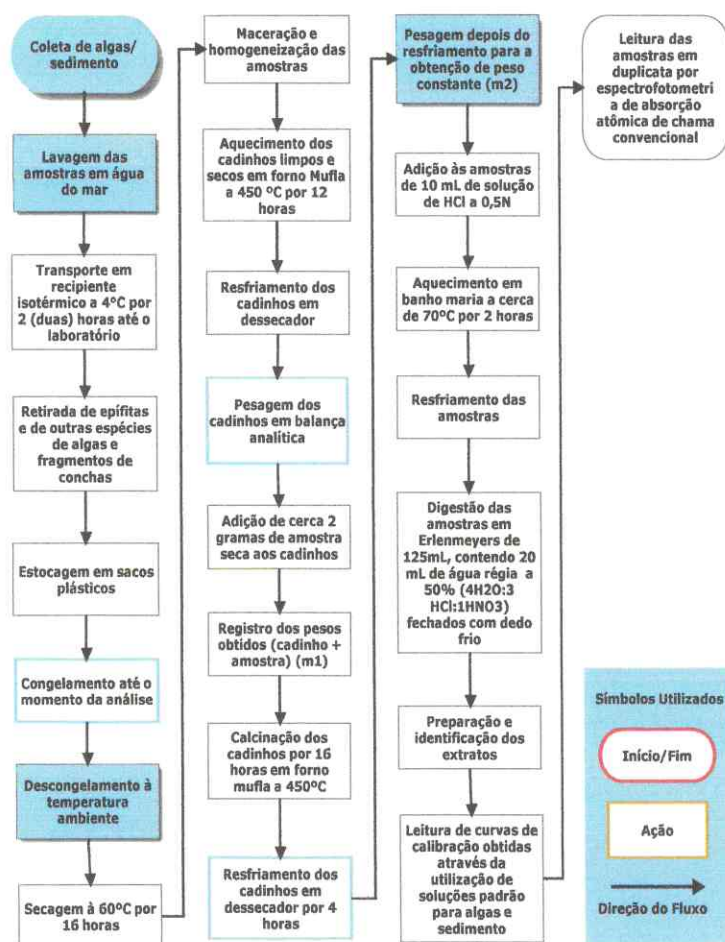


Figura 7. Fluxograma de processo desde a coleta até a digestão das amostras em laboratório.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2011

#### 3.9.1.4. Determinação das Concentrações dos Metais

Os teores dos metais foram determinados a partir das leituras dos extratos em duplicata por espectrofotometria de absorção atômica de chama convencional, em equipamento da marca Shimadzu, modelo AA-6200.

A chama do espectrofotômetro de absorção atômica foi obtida através da mistura de gás acetileno (combustível) e ar (oxidante) e chegou à temperatura máxima de 2300 °C.



Para os metais analisados, o limite de detecção<sup>11</sup> (Tabela 9) foi determinado a partir do desvio padrão de sete determinações dos respectivos brancos de análise, através da equação ( $LD = s^* 3,14$ ), onde 3,14 corresponde ao valor de t de uma tabela de distribuição STUDENT.

Tabela 9. Limite de detecção ( $mg.kg^{-1}$ ) do equipamento de espectrofotometria de absorção atômica (Schimadzu AA-6200) para os diferentes metais analisados.

Metal	Limite de Detecção ( $mg.kg^{-1}$ )
Cu	0,13
Pb	0,56
Zn	0,12
Cd	0,03

Fonte: Adaptado de Marins *et al.* (2005).

Para análise dos metais Cu, Pb, Zn, Cd, realizou-se a leitura de curvas de calibração obtidas através da utilização de soluções padrão para algas e sedimento, seguidas da leitura das amostras em absorbância.

As concentrações para cada metal, expressas em  $\mu g.g^{-1}$  (peso seco) foram obtidas através da equação:

$$[Me] = (C \times V \times f) / m \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

C = concentração em  $\mu g/ml$  obtida através da curva de calibração do metal;

V = volume total do extrato;

F = fator de diluição do extrato original, quando necessário;

m = massa da amostra.

### 3.9.1.5. Validação do Método de Análise

A metodologia analítica de digestão e detecção de metais em algas foi validada através da análise do padrão de referência BCR 060 para plantas aquáticas (*Lagarosiphon major*) (INSTITUTE OF REFERENCE MATERIALS AND MEASUREMENTS, 2008). Já nas análises dos sedimentos utilizou-se como material de referência o *Estuarine Sediments* do *National Institute of Standards & Technology* (NIST – 1646a e 2702).

<sup>11</sup> É a menor concentração de um determinado analito que pode ser obtida com certeza estatística, através do equipamento utilizado e da metodologia empregada.

As análises dos materiais de referência apresentaram recuperação satisfatória, indicando exatidão dos procedimentos empregados em laboratório (Tabela 10) (LORING e RANTALA, 1992).

Tabela 10. Valor Certificado ( $\text{mg/ kg}^{-1}$ ), Valor Obtido e Percentual Recuperado dos metais dos materiais de referência (BCR 60, NIST 1646a e NIST 2702).

Metal Traço	BCR 060		NIST 1646a			NIST 2702		
	Valor Certificado ( $\text{mg/ kg}^{-1}$ )	Valor Obtido	Valor Certificado ( $\text{mg/ kg}^{-1}$ )	Valor Obtido	% Recup.	Valor Certificado ( $\text{mg/ kg}^{-1}$ )	Valor Obtido	% Recup.
Cu	51,2 ± 1,9	59,6 ± 2,34	10,01 ± 0,34	8,25	82,4	177,7 ± 5,6	-	-
Pb	64 ± 4	47,7 ± 0,96	11,7 ± 1,2	11,60	99,1	132,8 ± 1,1	-	-
Zn	313 ± 8	248,3 ± 2,41	48,9 ± 1,6	42,30	86,5	485,3 ± 4,2	-	-
Cd	4,1 ± 0,10	2,1 ± 0,01	-	-	-	0,817 ± 0,01	0,90	110,2

Fonte: Institute of Reference Materials and Measurements (2008) e National Institute of Standards & Technology (2008).

Os procedimentos de análise dos padrões de referência foram idênticos aos das amostras e ocorreram no mesmo período, sendo a única diferença a da massa de diluição utilizada para os padrões foi de apenas 1 g. A redução dessa massa foi necessária, pois os padrões utilizados continham teores mais elevados de metais do que os encontrados nas amostras.

### 3.9.2. Fator de Bioacumulação entre o Sedimento e as Algas Cultivadas

Para integrar e complementar o diagnóstico do parâmetro de qualidade ambiental do cultivo de algas, procedeu-se a análise do fator de bioacumulação (FBA) dos metais traço Pb, Cd, Cu e Zn entre o sedimento e as algas cultivadas. Esta análise confirma os resultados das análises da concentração de metais e foi realizada através da seguinte equação (LANDRUM *et al.* apud ZAGATTO e BERTOLETTI, 1992):

$$\text{FBA} = \frac{C_o}{C_s} \quad \text{Eq. 9}$$

Onde:

FBA = fator de bioacumulação.

$C_o$  = concentração do composto no organismo ( $\mu\text{g/g}$ );

$C_s$  = concentração do composto no sedimento ( $\mu\text{g/g}$ ).

## 4. Resultados e Discussão

Nesta seção serão descritos os resultados encontrados assim como as discussões relacionados a cada objetivo específico.

### 4.1. Objetivo Específico 1: Caracterização do Contexto Socioeconômico dos Membros da APAFG

Nesta seção foram analisados os dados referentes aos índices que descreveram o subsistema econômico-social (IDES e ICS) relacionado à caracterização da APAFG e o perfil socioeconômico dos produtores de algas.

#### 4.1.1. Caracterização da Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG)

A caracterização da APAFG considerou sua organização gerencial, os conflitos de uso do espaço e sua estrutura organizacional.

Gerencialmente, a APAFG possui estatuto e registra as reuniões em ata e a presença dos associados em livro de frequência. Não tem apoio financeiro do Governo Federal e recebe apenas assistência técnica e social do Instituto Terramar, Universidade Federal do Ceará e Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis (IDER) (Figura 8).

Dentre as atribuições gerenciais da APAFG está a divisão, entre os associados diretamente envolvidos com o trabalho, do lucro obtido com a venda das algas.

A gestão do cultivo envolve também a coordenação e divisão de tarefas entre os associados como: extração de mudas dos bancos naturais; preparação das mudas para plantio; plantio das mudas; manutenção e limpeza das cordas do cultivo; retirada das cordas do mar para colheitas das algas; lavagem e secagem das algas cultivadas. Adicionalmente, a APAFG beneficia parte da produção para produzir alimentos e cosméticos, além de comercializar a produção *in natura*.





Figura 8. Placa instalada na barraca da APAFG indicando as instituições parceiras do cultivo.

Fonte: Fotografia da autora, 2009

O lucro é basicamente igual ao faturamento da venda, uma vez que a APAFG não tem custos fixos, pois as reuniões são realizadas na casa da associação de moradores ou mesmo na própria barraca (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Vista perpendicular da entrada da barraca onde se localiza a sede da APAFG.

Fonte: Fotografia da autora, 2009



Figura 10. Mesa onde as algas são lavadas (em primeiro plano) e estufa de secagem (ao fundo, a direita).

Fonte: Fotografia da autora, 2009

Cada quilo de alga é vendido a preços que variam de R\$ 8,00 (oito reais) para algas apenas lavadas a R\$ 30,00 (trinta reais) para algas desidratadas.

Tabela 11. Capacidade de produção potencial e real; Produção por ciclo (kg); Receita de Venda (R\$); Receita Individual (R\$); Percentual de utilização das estruturas de cultivo por ciclo e perda de lucro por subutilização das estruturas do cultivo da APAFG (R\$).

Capacidade produtiva/ ano	Produção por ciclo (Kg)	Receita de venda (R\$)	Receita individual (R\$)	Utilização das estruturas do cultivo por ciclo (%)	Perda de lucro por subutilização (R\$)
Capacidade Produtiva Potencial	9.000	72.000,00	2.000,00	100	0,00
2011*	1.800	14.400,00	400,00	20	57.600,00

A capacidade total de produção é de 9.000 kg a cada ciclo de produção, pois o cultivo suporta até 30 cordas que produzem em média 300 kg (peso úmido)<sup>12</sup> de algas

<sup>12</sup> Para cada 100 kg de algas úmidas são obtidos, aproximadamente, 20 Kg de algas (peso seco) (ACCIOLLY, 2003).

cada. Como atualmente a APAFG tem apenas seis cordas no mar, a produção fica em torno de 1.800kg por ciclo produtivo (Tabela 11).

Apesar de se observar resultado positivo em termos de produção e receita da venda das algas, verifica-se que apenas 20% da capacidade potencial do cultivo estão sendo utilizados (Tabela 11).

O percentual de utilização do cultivo gera um faturamento de cerca de R\$ 14.400,00 (quatorze mil e quatrocentos reais) a cada ciclo produtivo. Contudo, este faturamento poderia chegar a R\$ 72.000,00 (setenta e dois mil reais), caso a capacidade produtiva potencial do cultivo fosse efetivada, o que significaria um incremento de 80% no faturamento.

Essa análise foi corroborada por Masih-Neto (2006) que apontou a viabilidade do cultivo da *Gracilaria birdiae* na praia de Flecheiras, onde

[...] um sistema semi-intensivo para cultivo de algas, sendo utilizadas densidades de 48 *long-lines* por hectare, ocupando uma área de 1ha de lâmina d'água, pode ser classificado como um empreendimento de pequeno porte com produtividade estimada em cerca de 3 mil kg/ciclo, sendo 6 ciclos/ano com produção de mais de 18 mil kg resultando em uma receita acima de 72 mil reais[...].

Na situação atual, a APAFG deixa de faturar R\$ 57.600,00 (cinquenta e sete mil e seiscentos reais) a cada ciclo produtivo, isto é, os lucros auferidos por indivíduo que são de cerca de R\$ 400,00 (quatrocentos reais), poderiam chegar a R\$ 2.000,00 (dois mil reais).

Destaca-se que o valor de R\$ 2.000,00 (dois mil reais) de ganhos individuais refere-se a uma produção de 9.000 kg de algas comercializados a R\$ 8,00 (oito reais) o quilo (menor preço de mercado). Este valor foi calculado sem considerar o incremento dos custos variáveis inerentes ao aumento da produção.

É importante observar que o lucro poderia ser ainda maior caso a produção fosse beneficiada e comercializada a R\$ 30,00 (trinta reais) por quilo.

A produção é vendida tanto localmente para restaurantes que utilizam as algas na preparação de diversos pratos como também para fora do Estado, para uma empresa de cosméticos de São Paulo que entra em contato direto com a APAFG, negocia e transporta a produção.



Para fomentar a cadeia produtiva do cultivo de algas, a APAFG tem buscado articular e desenvolver projetos para obter financiamentos em prol da organização e ampliação da cadeia produtiva da maricultura na região. Adicionalmente, vem desenvolvendo para comunidades como, por exemplo, a de Maceió localizada no município de Itapipoca, atividades como: palestras sobre técnicas de cultivo de algas; e cursos de produção de cosméticos a base de algas.

A associação possui um volume restrito de materiais e equipamentos necessários ao desenvolvimento da atividade, sendo esses: computador, impressora, mesa, cadeiras, fogão, material de cozinha, material de cultivo (cordas, ancoras, bóias, dentre outros), bote inflável<sup>13</sup>, motor para o bote, duas bicicletas.

Há histórico de conflito de uso, pois no início das atividades do cultivo outros pescadores não queriam que as estruturas de cultivo “ocupassem” a área que consideravam como sua. Outros conflitos envolveram a ocorrência de roubos e a danificação de estruturas do cultivo por pranchas de *kitesurfe*. Esses eventos se deram, em parte, por não haver vigilância das cordas do cultivo.

Atualmente, não há conflitos com outros usos do ambiente, condição necessária a instalação de qualquer empreendimento de cultivo de algas.

Quanto à estrutura organizacional, como não foi possível ter acesso ao estatuto da APAFG, compilou-se um organograma simplificado dessa associação (Figura 11).



Figura 11. Organograma simplificado (proposto) da APAFG.

Fonte: Elaborado pelo auto, 2011

<sup>13</sup> A associação não tem meios de transportar o bote inflável do local onde fica armazenado até a área de cultivo, sendo necessário pegar emprestado de um morador uma parelha de bois para tracioná-lo até a praia.

Observou-se que o organograma proposto no presente trabalho é significativamente horizontalizado. Isto demonstra que o processo de tomada de decisão tende a ser ágil, pois não passa por inúmeros níveis hierárquicos como é usual em empresas de natureza limitada.

Assim, verificou-se a ocorrência de impactos socioeconômicos e ambientais positivos resultantes do cultivo de algas, como o incremento de ganhos econômicos pelos produtores e preservação das espécies dos bancos naturais (REIS, 2004; OLIVEIRA, 1998).

#### 4.1.2. Caracterização Socioeconômica dos Produtores de Algas

##### a) Identificação Pessoal do Produtor

Ao proceder à caracterização socioeconômica dos produtores de algas, observou-se um equilíbrio de gênero, uma vez que 58% dos respondentes eram do sexo masculino e 42% do sexo feminino (Figura 12).

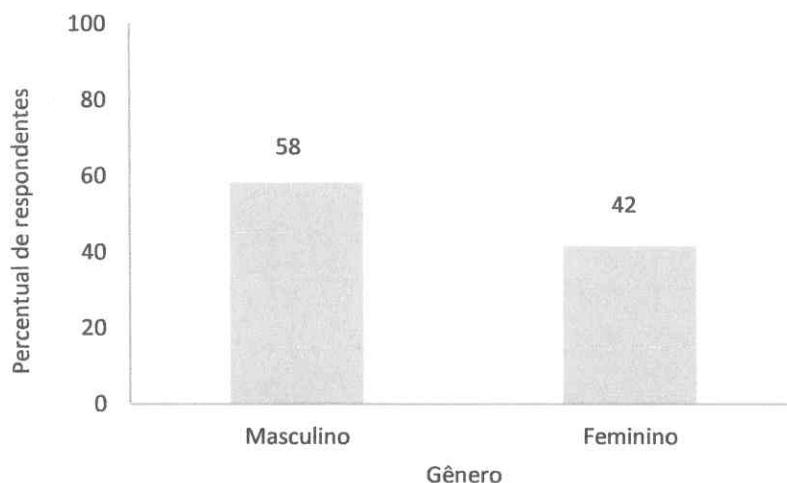


Figura 12. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por gênero.

Verificou-se também que 50% dos respondentes encontravam-se na faixa etária entre 20 e 40 anos, 42% tinham entre 41 e 60 anos e apenas 8% tinham acima de 61

anos (Tabela 12) o que propicia uma idade média de 34,5 anos. Observou-se ainda, que 92% dos respondentes encontravam-se em faixa etária potencialmente ativa. Este dado é coerente com o percentual de 91,8% observado para o estado do Ceará.

Tabela 12. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, segundo a idade.

Idade (Anos)	Valor Absoluto (Respondentes)	Valor Relativo (%)
20 a 40	5	42
41 a 60	6	50
61 a 80	1	8
Total	12	100

Cerca de 75% dos produtores são casados ou têm relacionamento estável, 17% são viúvos e apenas 8% são solteiros. Quando observa-se a faixa etária e estado civil dos respondentes de forma inter-relacionada, verifica-se que estes tem fortes vínculos conjugais e conseqüentemente familiares (Tabela 13).

Tabela 13. Distribuição da freqüência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, segundo o estado civil.

Estado Civil	Valor Absoluto (Respondentes)	Valor Relativo (%)
Casado ou similar	9	75
Solteiro	1	8
Viúvo	2	17
Total	12	100

Com relação ao número de filhos, 58% dos respondentes afirmaram ter três filhos ou menos (Figura 13). Assim, a média do número de filhos entre os produtores de algas foi de 1,7 filhos, um pouco abaixo da média nacional de 1,95 filhos (IBGE, 2010).



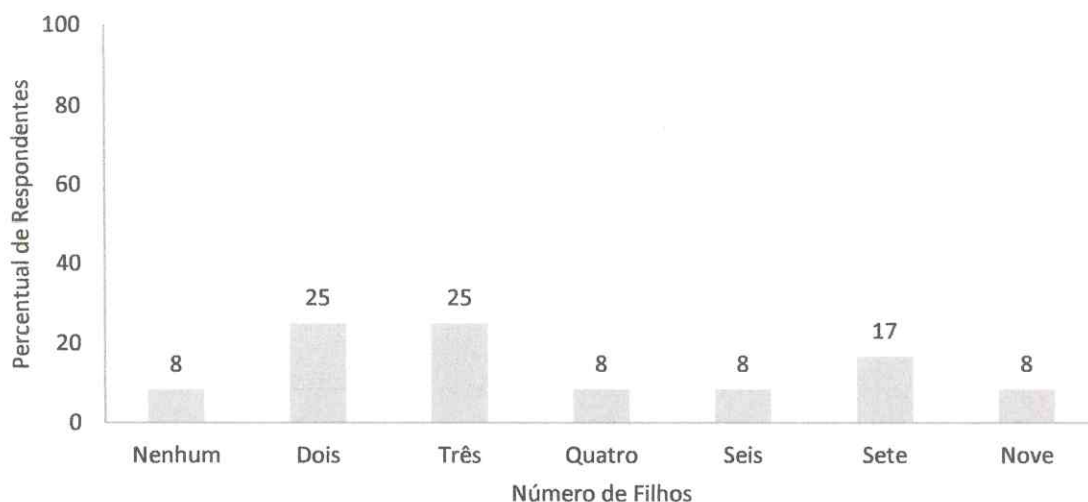


Figura 13. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de filhos.

Observou-se que na maior parte das residências dos produtores (33%) há cinco pessoas habitando (Figura 14). Já a Figura 15 mostra que, em 83% das famílias, o número de dependentes da renda do produtor varia entre 3 e 5 pessoas.

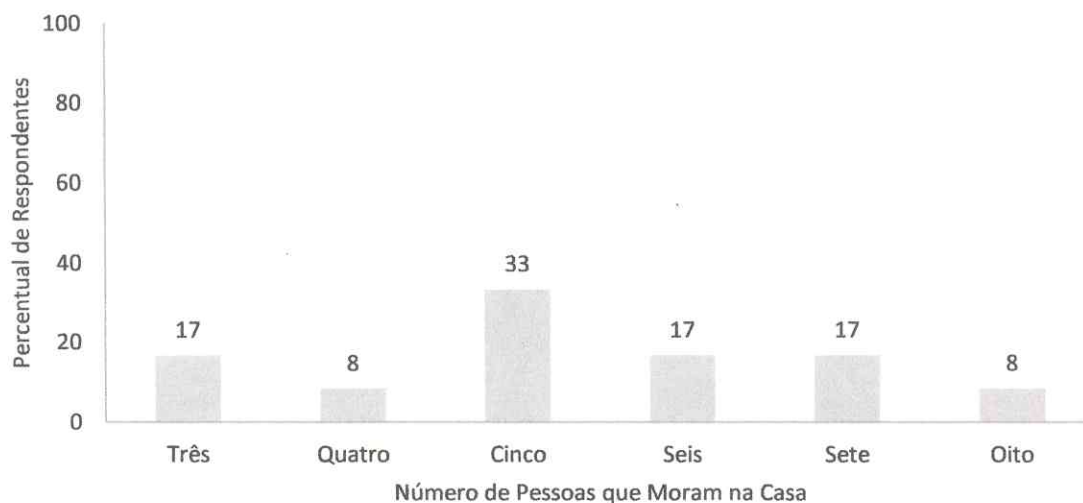


Figura 14. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de pessoas que moram na casa.

Observou-se também que a média de dependentes por produtor é de 2,4 pessoas, isto é, 40% superior a média de filhos por família.

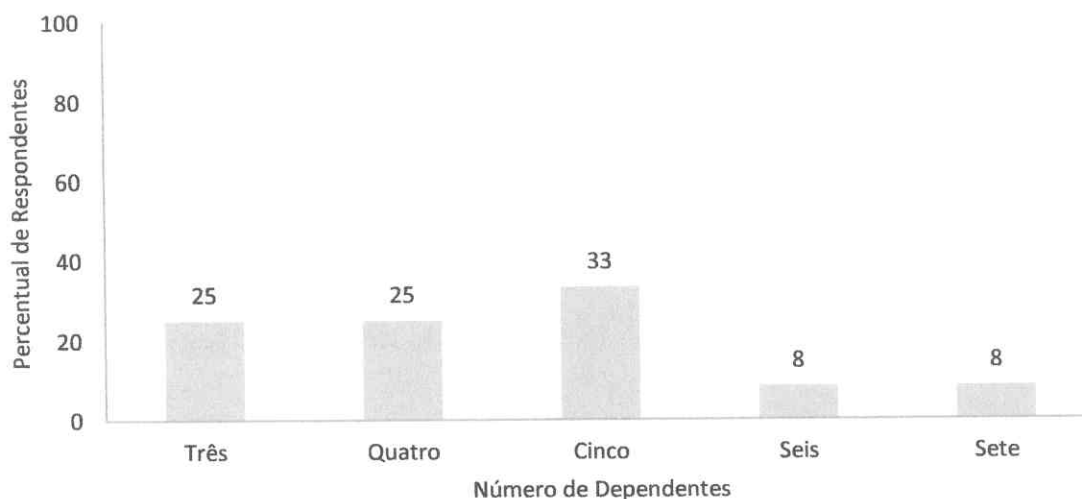


Figura 15. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de dependentes da renda.

Assim, a razão de dependência<sup>14</sup> para o Ceará é significativamente menor do que entre os produtores de algas. No Estado, 53% da população na faixa etária potencialmente ativa têm dependentes, enquanto que esse percentual entre os produtores de algas é de 100% (IBGE, 2010; IPECE, 2009).

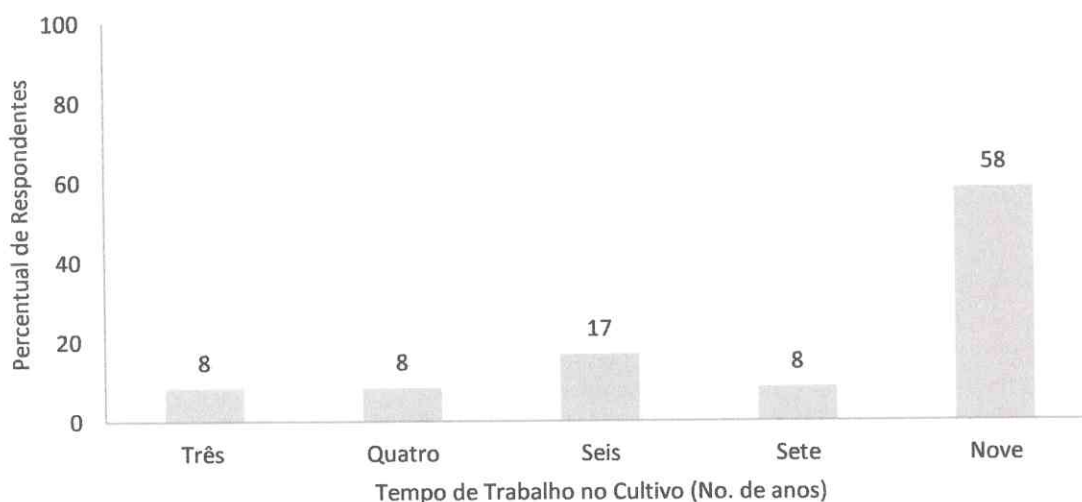


Figura 16. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos produtores de algas de Trairí, por número de anos que desenvolvem a atividade.

<sup>14</sup> Razão entre a população considerada inativa (0 a 14 anos e 65 anos ou mais de idade) e a população potencialmente ativa (15 a 64 anos de idade) (IPECE, 2009; IBGE, 2010).

Quanto à quantidade de tempo que desenvolvem o cultivo de algas, verificou-se que 58% dos respondentes estão no cultivo desde seu início há nove anos (Figura 16).

Adicionalmente, ressalta-se que 92% dos respondentes são associados à APAFG pelo mesmo período de tempo que exercem a atividade de cultivo, e que apenas um respondente iniciou a atividade um ano antes de sua efetiva associação.

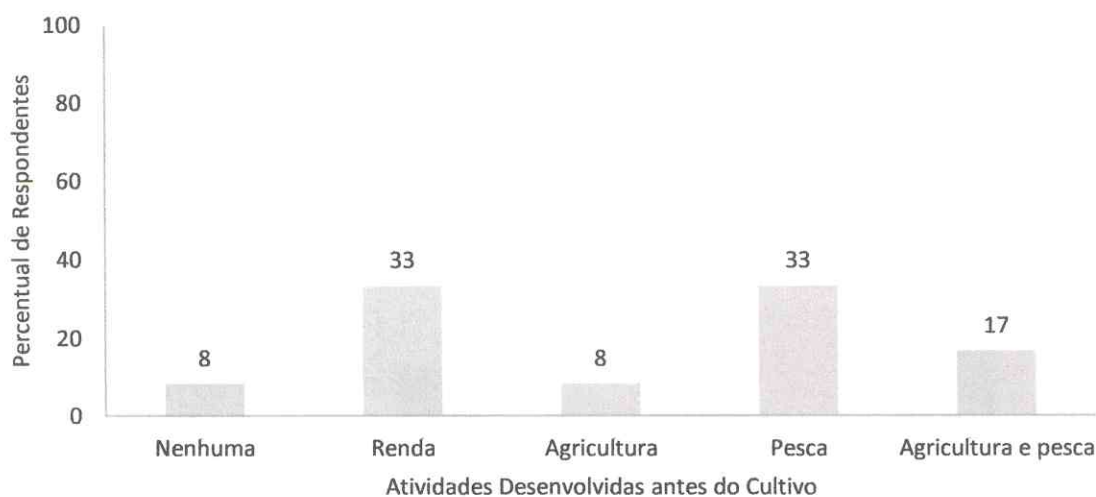


Figura 17. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por atividades produtivas desenvolvidas antes do cultivo de algas.

Também foi possível averiguar que as atividades desenvolvidas antes do cultivo de algas pelo maior percentual de pessoas (66%) eram a pesca e a renda/ artesanato (Figura 17).

## b) Aspectos Socioeconômicos

### i. Educação

Com relação à escolaridade dos produtores de algas, identificou-se que 25% apenas assinam o nome, isto é, são analfabetos; 17% cursaram o primário incompleto (ensino fundamental); 17% têm o 1º grau incompleto (ensino médio); e 42%



completaram o 1º grau. A ocorrência de pessoas com primário e o 1º grau incompletos indica analfabetismo funcional<sup>15</sup> (Figura 18).

O nível de escolaridade observado dentre os produtores de algas foi significativamente baixo. A taxa de alfabetização identificada entre os produtores de algas foi de 76%, isto é, abaixo das médias nacional (88,2%) e estadual (77,3%) respectivamente (IBGE, 2010).

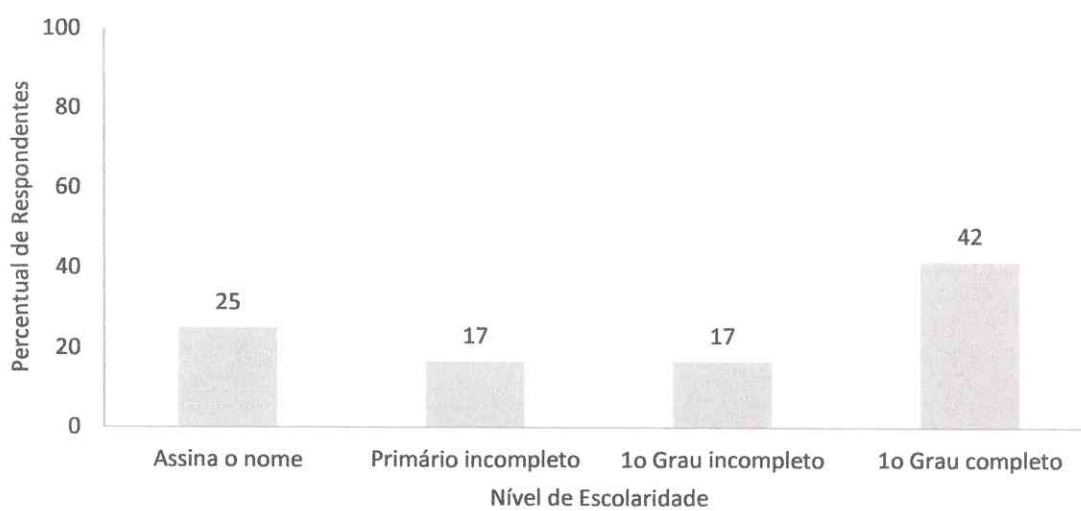


Figura 18. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por escolaridade.

Trairí dispõe de escolas de ensino infantil, fundamental e médio. As escolas de nível médio estão localizadas apenas na sede de Trairí, para onde os estudantes precisam se deslocar.

Observou-se ainda que nenhum dos respondentes estuda no momento (Figura 18). Entretanto, alguns produtores voltaram a estudar após o início do cultivo como foi o caso do Sr. Raimundo, Presidente da APAFG.

Segundo dados da Secretaria de Educação Básica (SEDUC), em 2009 a taxa de escolarização do Estado era 94,2% para o ensino fundamental e 51,9% para o ensino médio. Já para o município, estas taxas eram de 99,1% e 61,4% respectivamente.

<sup>15</sup> Pessoa incapaz de utilizar a leitura e escrita para fazer frente às demandas de seu contexto social e de usar essas habilidades para continuar aprendendo e se desenvolvendo ao longo da vida (RIBEIRO, 2006).

Dentre os produtores de algas a taxa de escolarização encontrada para o ensino fundamental foi de apenas 42%, que pode estar relacionada à dificuldade de acesso ao ensino em décadas passadas, causada pelo reduzido número de escolas de ensino fundamental e principalmente médio disponíveis em pequenas comunidades como Flecheiras e Guajirú.

## ii. Saúde

No quesito saúde, 100% dos respondentes dizem ter acesso a postos de saúde, entretanto, apenas 33% estão satisfeitos com o atendimento recebido (Figura 19).

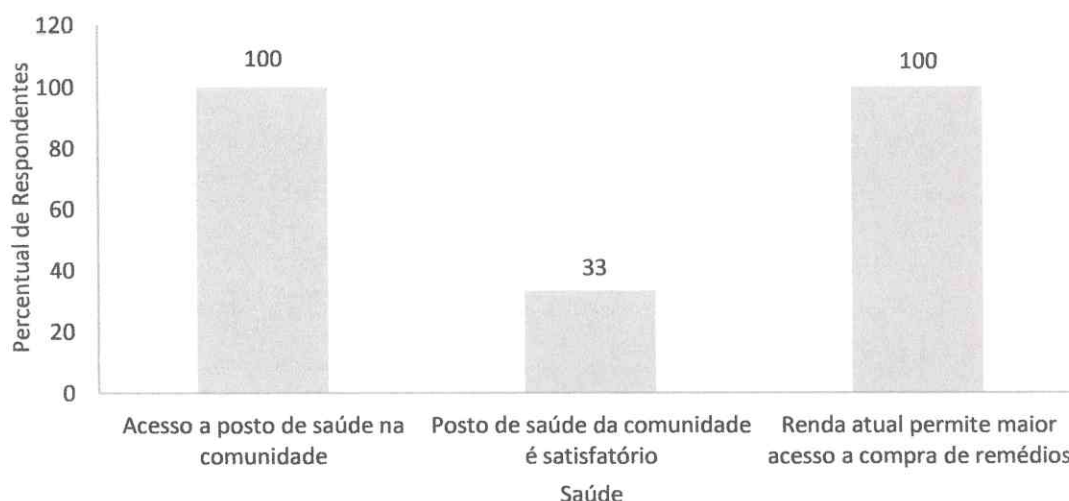


Figura 19. Distribuição da freqüência relativa dos produtores de algas de Trairí, por acesso a saúde.

Os dados apresentados na figura 19 são confirmados pela existência de 10 centros de saúde, 1 clínica/ ambulatório e 1 centro de apoio a saúde da família ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS) em Trairí.

Existe ainda um número significativo de agentes comunitários de saúde, equipes do programa saúde da família e do programa saúde bucal, mas isso não significa que o atendimento dado a população tem qualidade (SESA, 2010).

Adicionalmente, todos os respondentes disseram que a sua renda atual os permite ter maior acesso a medicamentos quando necessário (Figura 19).

### iii. Habitação

As casas dos respondentes são de alvenaria e estão ligadas à rede de energia elétrica de abastecimento. Cerca de 58% dos produtores fizeram alguma reforma ou melhoria em sua residência após o início do trabalho no cultivo (Figura 20).

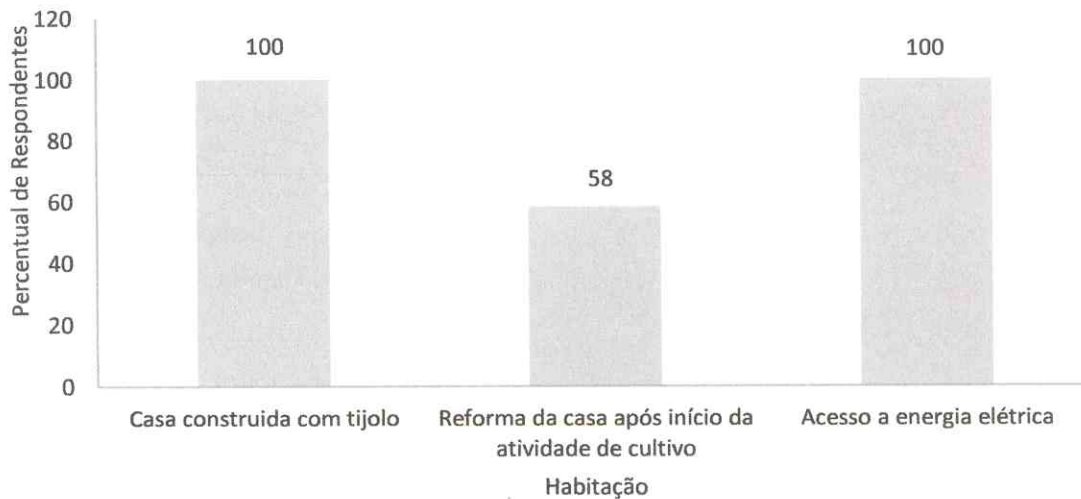


Figura 20. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por qualidade da habitação.

Este dado pode estar diretamente relacionado ao aporte extra de capital proporcionado pelo desenvolvimento da atividade de maricultura, o que proporciona melhoria de qualidade de vida do núcleo familiar (Figura 20).

### iv. Saneamento

Em relação aos aspectos sanitários, a taxa de cobertura de abastecimento de água (tratada e encanada) dentre os produtores era igual à observada no estado (92%) (Figura 21). Já a cobertura de coleta de esgoto era extremamente deficitária, abrangendo em 2009 apenas 10,7% da população de Trairí, sendo que a taxa verificada para o Estado era de 32%.

Naquele período, apenas 4% dos domicílios estava ligada a rede coletora de esgoto, sendo que 13% dessas ligações não estavam ativas. Portanto, 96% das



residências de Trairí tinham outras formas de disposição do esgoto doméstico como fossas sépticas ou escoamento direto (IPECE, 2010).

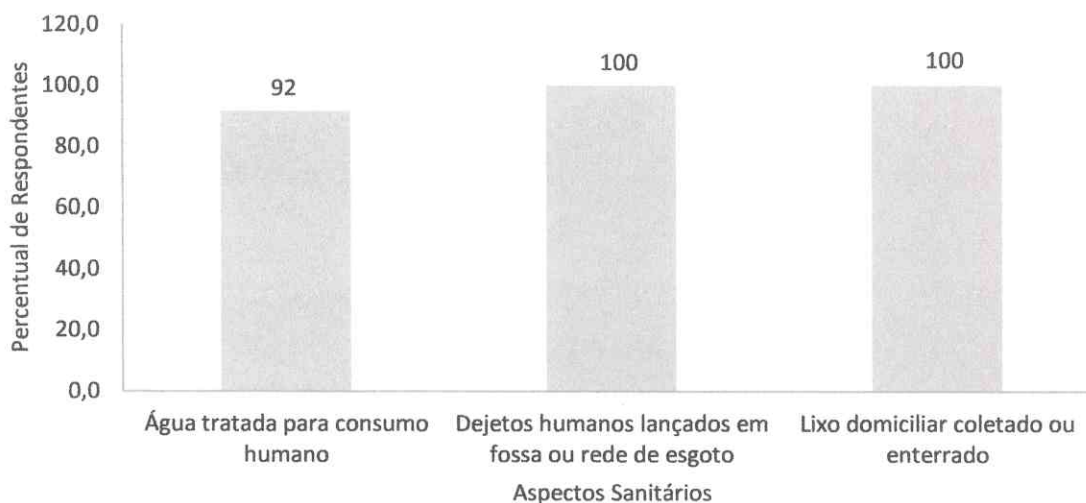


Figura 21. Distribuição da freqüência relativa dos produtores de algas de Trairí, por aspectos sanitários das habitações.

Em relação ao lixo domiciliar, 100% dos respondentes dá destinação adequada ao lixo, que é coletado pela prefeitura ou enterrado. Os dejetos são lançados na rede coletora de esgotamento sanitário ou em fossas sépticas (Figura 21).

#### v. Lazer

Na questão de infra-estrutura de lazer, a comunidade conta com quadra de esportes, campos de futebol, salões de festas e televisor; isto é, há uma infraestrutura satisfatória no local.

Todos os produtores de algas informaram que passam seus momentos de lazer com a família e 75% disseram que a atividade de cultivo de algas lhes propiciou maior acesso a atividades de lazer considerando-se questões como tempo e renda (Figura 22).

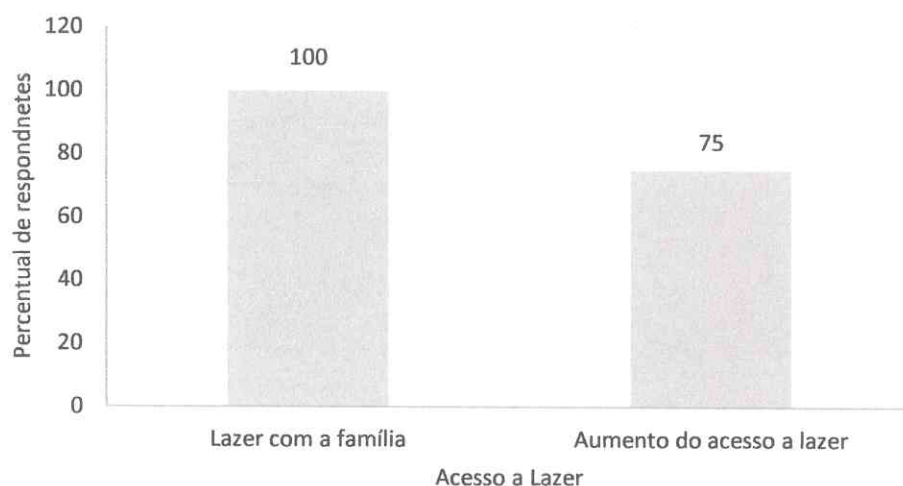


Figura 22. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por acesso a lazer.

Dentre os tipos de lazer preferidos pelos respondentes estavam: assistir televisão (100%); ir à praia (83%), jogar futebol (42%) e almoçar com familiares (42%) (Figura 23). Destaca-se que cada respondente escolheu três opções de lazer.

Nenhum dos respondentes apontou viajar ou ir a festas como forma de lazer, indicando que as pessoas da comunidade têm laços fortes com o local onde residem e que seus hábitos tendem a ser mais diurnos e familiares.

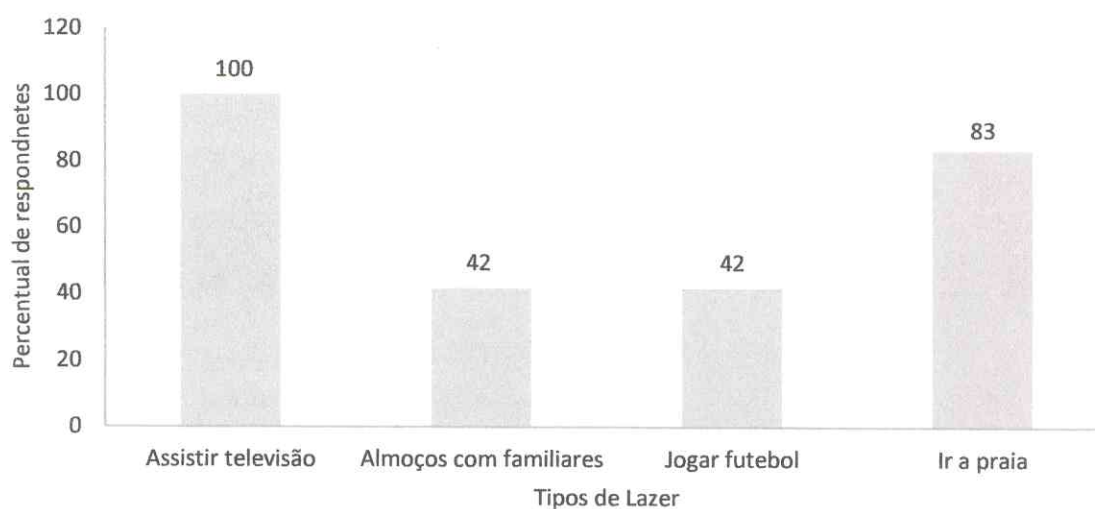


Figura 23. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por tipos de lazer citados.

## vi. Renda

Verificou-se que a renda de 92% dos produtores se encaixa na categoria, entre um (1) e três (3) salários mínimos, que varia de acordo com a produção de algas em ciclos de 40 a 45 dias.

Mesmo após o início das atividades de cultivo, 83% das pessoas continuaram desenvolvendo outras atividades e apenas 7% passaram a trabalhar no cultivo exclusivamente.

Adicionalmente observou-se que a vantagem econômica do cultivo de algas não está apenas no aumento da renda propriamente dita, mas na garantia da renda. Esta garantia de renda futura permite aos produtores ter maior acesso a crédito na aquisição de bens e serviços em suas comunidades.

Dentre as outras atividades econômicas praticadas pelos produtores estão: pesca (33%), renda (25%), e agricultura/pesca (17%) (Figura 24).

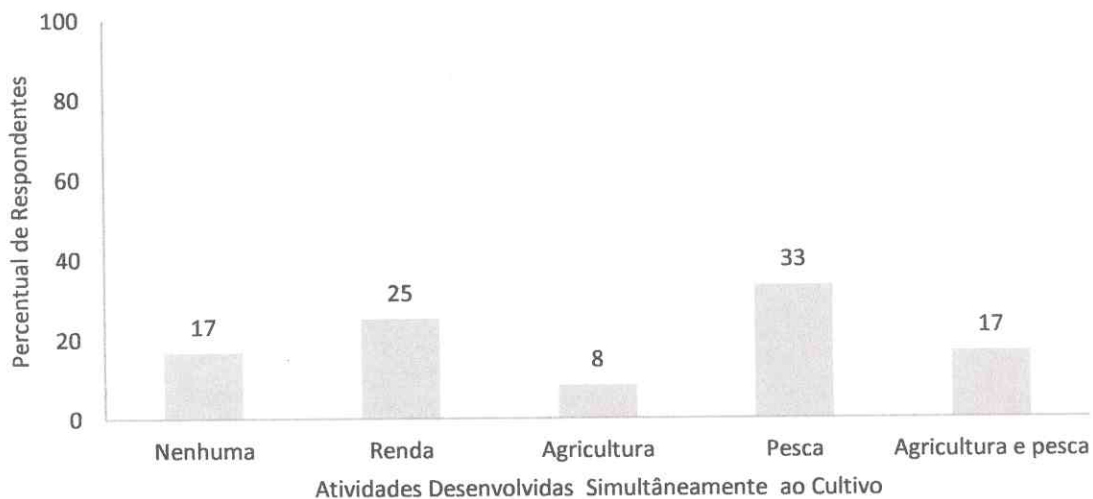


Figura 24. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por atividades produtivas desenvolvidas simultaneamente ao cultivo de algas.

Observou-se que, além de desenvolver outras atividades, 33% dos respondentes são também caseiros em residências de veraneio e 8% são proprietários de restaurantes na comunidade.



Três respondentes não estavam satisfeitos com o cultivo de algas e apenas um afirmou que não pretendia continuar na atividade. Dentre os motivos de insatisfação estavam: falta de infra-estrutura para desenvolver a atividade, perda de estímulo e crença que a atividade geraria lucros maiores.

Cita-se aqui novamente a importância da educação dentre os produtores uma vez que de acordo com Silva e Khan (1995) apud Barreto (2004), que este fator tem influência positiva no valor da produção e proporciona aumento significativo na eficiência técnica.

Entre os motivos fornecidos para a continuidade da atividade estavam: melhoria da renda familiar, lucro satisfatório com a atividade.

Os produtores informaram que há grande expectativa quanto à melhoria da infraestrutura do cultivo, uma vez que a APAFG conseguiu aprovar projetos de apoio para a atividade.

#### vii. Aquisição de Bens Duráveis

Com relação à aquisição de bens, 100% dos respondentes informou possuir bens pertencentes ao grupo três (3) como geladeira e antena parabólica, o que auxiliou o indicador a contribuir mais significativamente no IDES.

#### 4.1.3. Índice de Desenvolvimento Econômico-Social (IDES)

O cálculo do IDES abrangeu os indicadores socioeconômicos: *educação, saúde, habitação, saneamento básico, lazer, renda e aquisição de bens duráveis*.

Verificou-se que os indicadores com maior contribuição (16,2%) foram: *educação, saúde, lazer e aquisição de bens duráveis*. Sabe-se que os três primeiros estão relacionados a serviços básicos providos à população pelo município, sendo de responsabilidade da gestão pública local.

Já a aquisição de bens duráveis está mais intimamente relacionada ao cultivo de algas, haja vista que muitos dos bens das famílias dos respondentes foram obtidos após o início do trabalho de maricultura. Entretanto, não se pode deixar de mencionar o

fato de que nos últimos três anos, após a crise econômica mundial, as taxas de juros para aquisição de bens duráveis como eletrodomésticos e produtos da linha branca caíram significativamente, permitindo o acesso da população a uma ampla gama de produtos.

Seguidamente, verificou-se que o *saneamento básico* (15,8%) também contribuiu positivamente para a composição do IDES. Esse fato deveu-se à presença de fossas sépticas, ao tratamento adequado da água e a destinação correta do lixo na grande maioria das residências.

Apesar de a maricultura ter melhorado a renda das famílias envolvidas, a renda continuou baixa, sendo complementada com diversas outras atividades econômicas. Esse dado é confirmado pelo fato do indicador *renda* ter alcançado o menor valor absoluto (5,5%) dentre todos os indicadores que formaram o IDES.

Tabela 14. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES dos produtores de algas.

Indicador	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)
Educação	0,143	16,2
Saúde	0,143	16,2
Habitação	0,123	13,9
Aspectos Sanitários	0,139	15,8
Lazer	0,143	16,2
Renda	0,048	5,5
Bens Duráveis	0,143	16,2
IDES	0,881	100

A somatória dos indicadores componentes do IDES foi 0,881, o que de acordo com o enquadramento apresentado no subitem 3.4, caracteriza o cultivo de algas da APAFG como de alto nível de desenvolvimento econômico-social (Tabela 14).

A contribuição dos indicadores para a formação do IDES pode ser observada na Figura 25. No eixo x estão dispostos os indicadores e no eixo y, estão os valores que cada indicador pode assumir, ou seja, quanto mais próximo a 0,140, maior a contribuição do indicador.

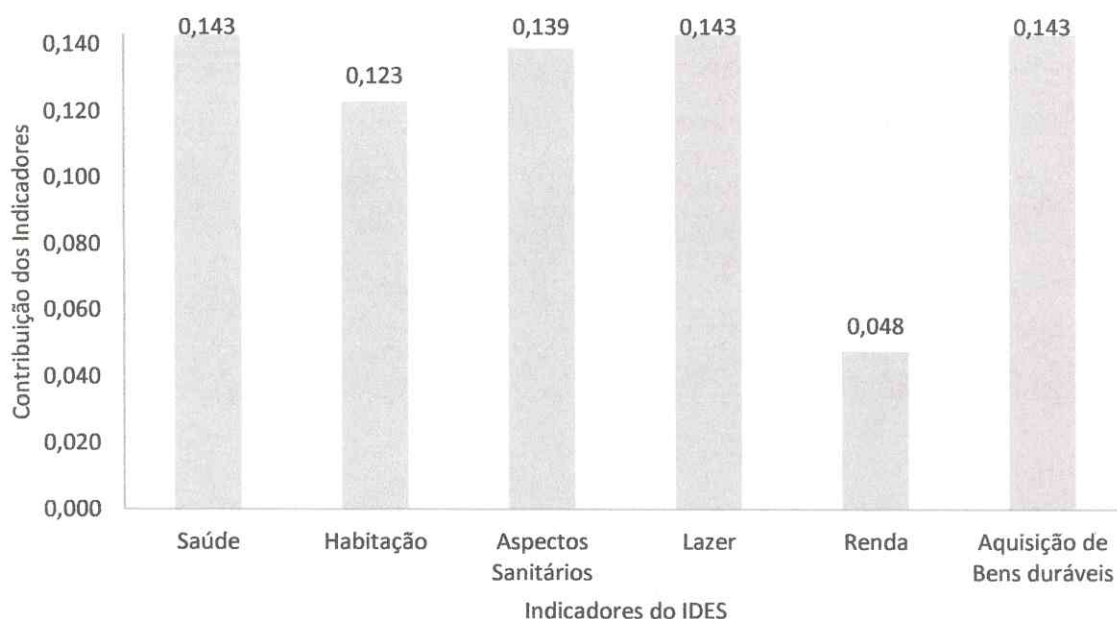


Figura 25. Contribuição dos indicadores socioeconômicos na composição do IDES.

Assim, verificou-se que os indicadores: *saúde, saneamento básico, lazer e aquisição de bens duráveis* tiveram grande contribuição na formação do IDES.

A análise do subsistema econômico-social deveu-se a necessidade de conhecer a situação e verificar o equilíbrio econômico e social dos produtores de algas envolvidos diretamente no cultivo (EDWARDS e DEMAINE, 1998 apud NASCIMENTO, 2007).

#### 4.1.4. Índice de Capital Social (ICS)

O ICS teve como objetivo analisar a organização social da APAFG e conseqüentemente do cultivo de algas de Trairí. Para tanto, averiguou-se questões relacionadas à transparência na tomada de decisão, confiança, participação social e normas existentes; que contribuiriam para aumentar a eficácia da atividade e coesão do grupo, que, em última instância, é preponderante para sua prosperidade econômica e social.

Os indicadores de maior contribuição (19%) foram: decisões da APAFG são apreciadas e aprovadas em reuniões; e investimentos que a APAFG faz são



submetidos e aprovados nas reuniões. Em segundo lugar estavam os indicadores: participação ativa nas atividades da APAFG; e decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela APAFG, com 17,5% (Tabela 15).

Tabela 15. Distribuição da frequência absoluta e relativa dos indicadores de capital social na composição do ICS dos produtores de algas.

Indicador	Valor Absoluto	Valor Relativo (%)
Participação ativa nas atividades da APAFG	0,131	17,5
Apresentação de sugestões durante as reuniões da APAFG	0,048	6,4
Apreciação e aprovação (em reunião) pela APAFG das sugestões apresentadas nas reuniões	0,060	8,0
Decisões da APAFG são apreciadas e aprovadas em reuniões	0,143	19,0
Decisões tomadas em reuniões são efetivamente executadas pela APAFG	0,131	17,5
Participação na escolha dos líderes da APAFG	0,095	12,6
Investimentos que a APAFG faz são submetidos e aprovados nas reuniões	0,143	19,0
ICS	0,750	100

Na percepção dos respondentes, há uma baixa participação do grupo na escolha dos líderes, o que foi corroborado pelo indicador referente à apresentação de sugestões por parte dos produtores durante as reuniões da APAFG teve a menor contribuição, apenas com 6,4%, na formação do ICS.

Verificou-se que a associação possui uma gestão transparente e os lucros são divididos igualmente entre todos. Observou-se, entretanto, que muitos produtores de algas, que freqüentemente participam das reuniões de tomada de decisão da APAFG, abstêm-se de opinar ou dar sugestões durante esses encontros, e que depois, sentem-se alijados do processo decisório.

Deste modo, o capital social obtido foi 0,750, que caracteriza o cultivo de algas desenvolvido em Trairí como de nível médio de acumulação de capital social (Tabela 14).

Na figura 26 observa-se a contribuição dos indicadores para a formação do ICS, onde verifica-se uma maior significância dos indicadores fortemente conectados a atitude gerencial, social e participativa da APAFG do que propriamente ao posicionamento ativo dos seus associados.

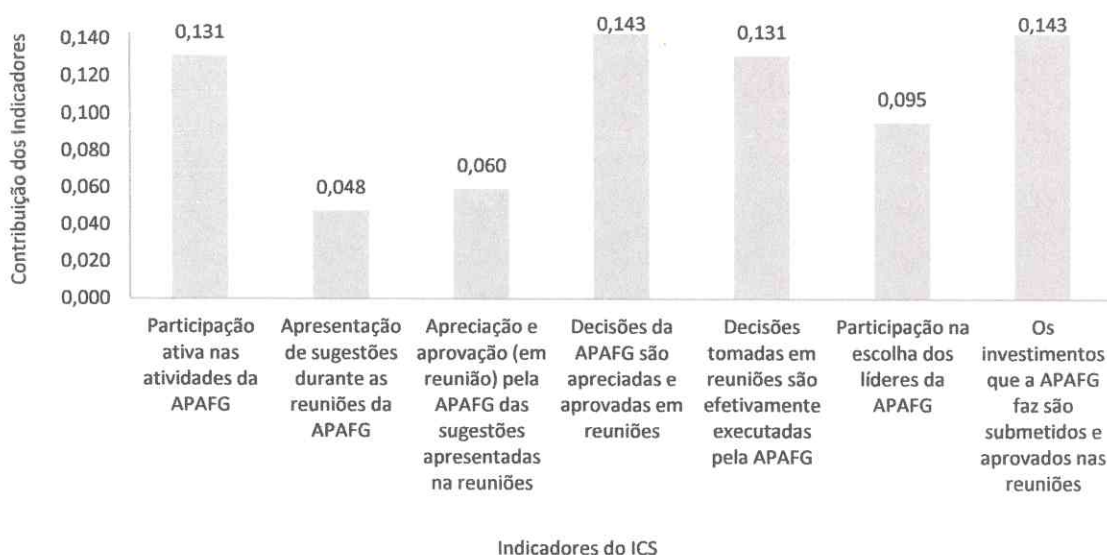


Figura 26. Contribuição dos indicadores de capital social na composição do ICS.

Apesar da presença nas reuniões, os associados da APAFG dão poucas sugestões, tornando-se apenas coadjuvantes do processo de tomada de decisão.

De acordo com Barreto (2004) apud Nascimento (2007 p. 84), os benefícios da educação se estendem à esfera da cidadania e a uma participação política mais consciente. Assim, a participação política insipiente dos produtores nas reuniões da APAFG pode estar relacionada à baixa escolarização, uma vez que apenas 42% destes terminou o ensino fundamental.

Para Edwards e Demaine (1998) o sistema aquícola sustentável deve ser socialmente pertinente, o que significa envolvimento social nas ações e atividades do meio. Assim, deve-se verificar a viabilidade de utilizar ferramentas de treinamento como as ofertadas gratuitamente à sociedade pelo Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), para aumentar a capacidade empreendedora e a proatividade social dos produtores de algas (Figura 26).

#### 4.2. Objetivo Específico 2: Caracterização do Contexto Tecnológico do Cultivo de Algas da APAFG

Para atingir o segundo objetivo específico procedeu-se a análise do Índice Tecnológico (IT) que avaliou o subsistema tecnológico como segue.

As espécies produzidas pela APAFG são *Gracilaria birdiae* para obtenção de ágar para fins comerciais e *Hypnea musciformis* para obtenção de carragenana para pesquisa. A área de cultivo analisada tem 1 hectare e pode receber até 30 cordas com capacidade produtiva de até 300 quilos de algas a cada ciclo produtivo.

As algas são cultivadas em estruturas *long-line* montadas com cordas de nylon de 8.0 mm de espessura e 11 m de comprimento que são firmadas por ancoras de concreto. As estruturas flutuam apoiadas por bóias de 2 litros (garrafas de Polietileno Tereftalato - PET) colocadas a cada 1 metro de distância (Figura 27).

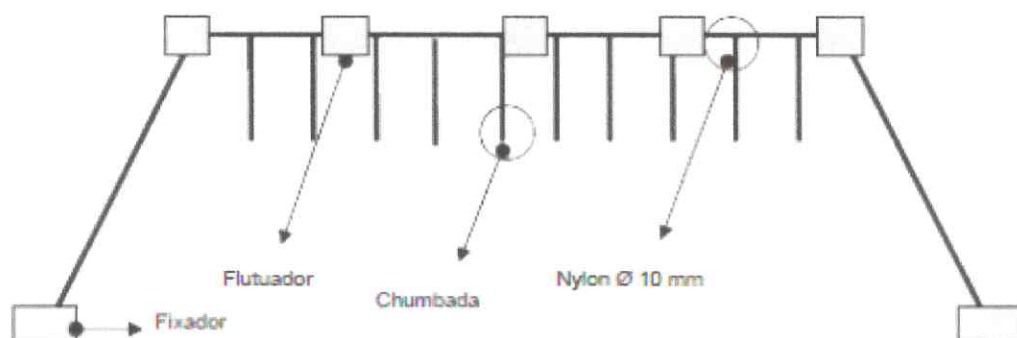


Figura 27. Desenho da estrutura de cultivo de algas de Trairí  
Fonte: Lelis (2006).

O plantio de mudas no cultivo ocorre na maré baixa, quando as estruturas são retiradas do mar, para que as alqueiras (mulheres que coletam as algas) façam a amarração das mudas previamente extraídas das áreas naturais. Após a fixação das mudas, as estruturas são novamente levadas ao mar e ficam ancoradas durante o ciclo de produção. A manutenção das estruturas *long-line* durante o período de crescimento das algas envolve a remoção de outras plantas aquáticas e pequenos moluscos que prejudicam o crescimento das espécies cultivadas (TEIXEIRA e MASI NETO, 2004).



No período de colheita, as estruturas são retiradas do mar com o auxílio do bote inflável e são transportadas até a barraca da APAFG onde as algas são extraídas, lavadas e colocadas em estufas de secagem protegidas dos raios solares. Após a desidratação, as algas estão prontas para serem processadas

No quadro 11 encontram-se as descrições dos indicadores do IT. Os pesos<sup>16</sup> atribuídos e suas justificativas foram embasados nos questionários aplicados a pesquisadores, professores e técnicos ligados a aqüicultura (Apêndice C), bem como em Arana (1999).

Indicador	Peso	Escore/ Resposta	Justificativa
a) A tecnologia do cultivo é facilmente reproduzível e pode ser apropriada democraticamente por diferentes usuários.	2	1	Com a devida assistência técnica, é possível avaliar locais e viabilizar a produção de algas.
b) O cultivo pode ser sustentado pelos recursos naturais existentes no meio.	2	1	Teoricamente sim, porém, antes da implantação, é necessário verificar as condições locais e calcular os possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos, dentre outros.
c) As mudas podem ser facilmente extraídas dos bancos naturais.	0	1	Dependendo da espécie, existe a rápida propagação, porém, é necessária uma avaliação técnica minuciosa para a utilização.
d) A coleta de mudas nos bancos naturais causa impactos ambientais.	2	1	Se a extração for feita de modo irracional, certamente ocorrerá depleção dos estoques.
e) A tecnologia admite a possibilidade de policultivo.	2	1	O policultivo aumenta a carteira de produtos ofertados e baixa o custo de produção.
f) Insumos necessários a todas as fases de produção podem ser conseguidos localmente.	2	1	Para minimizar os custos de produção os insumos precisam ser adquiridos localmente.
g) Há grande volume de pesquisas a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos.	2	1	Existem vários trabalhos. Porém, como em todas as áreas da aqüicultura, são necessários esforços incessantes de pesquisa de espécies, aperfeiçoamento de sistemas e maior divulgação de resultados.
h) Pesquisa para o desenvolvimento tecnológico tem baixo custo	2	0	Os custos não são baixos, mas ainda assim há viabilidade. Existe a necessidade de financiamentos de pesquisa e incentivos para a formação de profissionais capacitados na área.
IT			0,750

Quadro 11. Indicadores, peso, escore da resposta e justificativa das respostas encontradas sobre os indicadores tecnológicos.

<sup>16</sup> O peso de cada indicador variou de zero (0) a três (3) de acordo com a importância quanto à sustentabilidade tecnológica da atividade.

Calculando o índice tecnológico obteve-se 0,750, o que classifica o cultivo como de médio nível de desenvolvimento tecnológico.

Os indicadores que mais contribuíram para a composição deste índice foram aqueles que tiveram peso dois (2) e resposta um (1), ou seja, os indicadores: *a, b, d, e, f, g*, que referem respectivamente *a uso de tecnologia, disponibilidade de recursos naturais, economia de produção (insumos) e desenvolvimento de pesquisa*. A seguir encontram-se as análises das respostas de cada indicador do IT.

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

*Sim.* Com o apoio técnico adequado é possível reproduzir a tecnologia facilidade e eficácia. Entretanto, a tecnologia deve ser adaptada para as condições ambientais locais, pois em Trairí as estruturas foram ajustadas para resistir à força das ondas em mar aberto, bem como acomodar as duas espécies locais cultivadas.

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

*Sim.* O cultivo é sustentado prioritariamente pelos recursos disponíveis no mar como insolação; nutrientes e oxigênio solúveis na água; pH, temperatura e transparência da água; dentre outros.

c) As mudas podem ser facilmente produzidas?

*Sim.* As mudas são coletadas diretamente dos bancos naturais em Flecheiras e Guajirú.

d) A coleta de mudas nos bancos naturais causa impactos ambientais?

*Sim.* Caso as mudas sejam coletadas em grande quantidade ou mesmo continuamente, pode haver depleção dos bancos naturais. Assim sendo, é necessário verificar as condições locais e calcular os possíveis impactos negativos ambientais, sociais e econômicos da coleta de mudas no meio.

e) A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?

*Sim.* É completamente possível realizar policultivo em estruturas tipo *long-line*, pois estas são ambientes controláveis. Atualmente, a APAFG já cultiva duas espécies distintas.

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

*Sim.* Como o cultivo é relativamente simples, todos os insumos podem ser conseguidos localmente como cordas de nylon, flutuadores confeccionados com garrafas PET, blocos de concreto para ancoragem das estruturas e principalmente as mudas de algas.

g) A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito da espécie e dos aspectos tecnológicos dos cultivos?

*Sim.* É cada vez maior o número de trabalhos científicos a cerca da produção de algas em estruturas colocadas diretamente no mar. Possivelmente pela grande produtividade da espécie *Gracilaria birdiae*, há alguns trabalhos envolvendo suas propriedades bioquímicas, aplicações científica e comercial e aspectos de cultivo.

h) A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico foi considerada de baixo custo?

*Não.* Os estudos dos sistemas produtivos da *Gracilaria* e da *Hypnea* em Trairí tiveram custos significativos e por longos períodos com: deslocamento dos pesquisadores, diárias de trabalho de bolsistas e pescadores, materiais de análise, alimentação, dentre outros.

Verificou-se que em Trairí a tecnologia empregada favorece a criação de ocupação e renda, considerando ao mesmo tempo os impactos sociais e ambientais potenciais (EDWARDS e DEMAINE, 1998).



#### 4.3. Objetivo Específico 3: Caracterização do Contexto Ambiental do Cultivo de Algas da APAFG

Para atingir o terceiro objetivo específico analisou-se o Índice Ambiental (IA) que compõe o Subsistema Ambiental.

O IA se referiu à condição de conservação do subsistema ambiental. Para tanto, foi necessário identificar questões relacionadas ao grau de envolvimento e preocupação com o meio ambiente dos produtores de algas.

Dos respondentes, 100% acham importante preservar o meio ambiente e asseguram que a chegada do cultivo à comunidade melhorou a consciência ambiental das pessoas do local. Refletem que sua forma de compreender o ambiente mudou e que passaram a ter maior apreço pelo meio natural e em especial pelo mar.

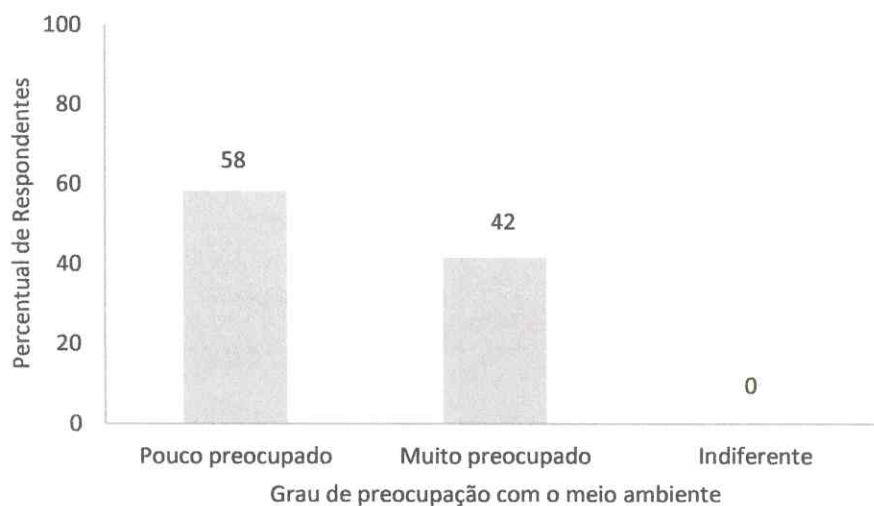


Figura 28. Distribuição da frequência relativa dos produtores de algas de Trairí, por grau de preocupação com o meio ambiente.

Apesar de saber da importância de preservar recursos, apenas 42% dos produtores de algas consideravam-se muito preocupados com a situação ambiental (Figura 28). Segue a análise dos aspectos ambientais do cultivo de algas que embasaram o cálculo do IA.

Os indicadores que mais contribuíram na composição do IA foram: *a, c, d*; todos os três tinham os maiores pesos e referiam-se respectivamente a: *uso dos recursos naturais, licenciamento ambiental do cultivo e uso de espécies nativas no cultivo*.

Já o indicador que menos contribuiu foi o *b*, que trata da *possibilidade do processo ser viabilizado sem o uso de energia elétrica ou fóssil*, sendo o único com peso um (1) (Quadro 12).

No Quadro 12 nota-se os indicadores; seus pesos (que variaram de zero (0) a três (3)); seus escores e suas justificativas. Os escores oscilaram entre zero (0) para resposta negativa e um (1) para resposta positiva.

Assim como no IT, os pesos e as justificativas do IA foram embasadas em dados obtidos de pesquisadores, professores e técnicos ligados a aqüicultura (Apêndice C), bem como das exposições de Arana (1999).

Indicador	Peso	Escore/ Resposta	Justificativa
a) Uso racional dos recursos naturais	3	1	Há necessidade constante de aperfeiçoar a produção e minimizar os impactos ao meio ambiente.
b) Viabilidade do cultivo sem o uso de energia elétrica ou fóssil	1	1	A utilização de combustível fóssil é necessária para algumas práticas de manejo.
c) Implantação do cultivo com o devido licenciamento ambiental	3	1	Existe a necessidade de se utilizar os recursos naturais de forma racional, como também de manter o cultivo em local adequado e com a devida autorização ambiental.
d) Uso de espécies nativas	3	1	Utilizar espécies nativas com potencial e poder competitivo com as espécies exógenas
IA			0,833

Quadro 12. Indicadores, peso, escore da resposta e justificativa das respostas encontradas sobre os indicadores ambientais.

Assim, ao calcular o IA obteve-se o valor 0,833, o que classifica o cultivo em um alto nível ambiental. As análises das respostas de cada indicador utilizado no questionário estão descritas a seguir.

a) A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais<sup>17</sup>?

*Sim.* O cultivo utiliza, em pequena escala, apenas os recursos disponíveis na área. Quando há necessidade de coletar mudas, a extração ocorre de forma racional e descontinua, evitando a depleção dos bancos naturais.

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

*Sim.* A APAFG não utiliza energia elétrica nas instalações da associação e nem no próprio cultivo, embora haja necessidade de abastecer o motor do bote inflável com óleo diesel para realizar atividades como: plantio de mudas, manutenção das estruturas e retirada das cordas para a colheita.

c) A implantação dos cultivos encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental?

*Sim.* O cultivo tem licença prévia emitida pela SEMACE. Entretanto, de acordo com Tiago e Giancesella (2003), em se tratando do licenciamento ambiental da aqüicultura, um dos problemas mais freqüentes é a falta de instrumentos específicos que auxiliam o desenvolvimento sustentável da atividade.

d) São usadas espécies nativas?

*Sim.* As espécies cultivadas são nativas (*Gracilaria birdiae* e *Hypnea musciformis*) e ocorrem em diversos pontos da costa brasileira e amplamente exploradas para produção de ágar e carragenana respectivamente (PLASTINO e OLIVEIRA, 2002). A escolha dessas espécies se deu por vários motivos como: acesso a bancos naturais para extração de mudas, baixa possibilidade de causar impactos ambientais e adaptação imediata das espécies às estruturas.

Assim, a análise do subsistema ambiental foi importante, pois considerou a conscientização dos produtores em relação à conservação dos recursos naturais (ARANA, 1999).

---

<sup>17</sup> [...] uma tecnologia é racional quanto menor é a sua capacidade de poluir o meio ambiente, quanto menos transforma ecossistemas existentes e quanto maior é o seu retorno social (ARANA, 1999).



#### 4.4. Objetivo Específico 4: Análise dos Indicadores de Sustentabilidade para o Cultivo de Algas

Por fim, procedeu-se a análise do Índice de Sustentabilidade (IS) que agregou os resultados dos índices descritos nos subitens 3.6.1., 3.6.2., 3.6.3. e 3.6.4.

Na composição do IS, o subsistema econômico-social foi o que mais contribuiu (50,7%), seguido pelos subsistemas ambiental (25,9%) e tecnológico (23,3%).

O Índice de Sustentabilidade foi calculado utilizando-se o mesmo peso para todos os índices, isto é, cada um correspondeu a 25% do total (Tabela 16). O valor final obtido foi 0,804, o que enquadrou o cultivo em um alto nível de sustentabilidade.

Tabela 16. Valores e contribuição percentual dos índices (IDES, ICS, IT e IA) utilizados na composição do IS, por subsistemas.

Subsistema	Índices	Valores	Contribuição (%)
Econômico-Social	IDES	0,881	27,4
	ICS	0,750	23,3
Tecnológico	IT	0,750	23,3
Ambiental	IA	0,833	25,9
Sustentabilidade	IS	0,804	100

A seguir observam-se as elevadas contribuições do IDES e do IA, como também os menores aporte do ICS e IT na composição do IS (Figura 29).

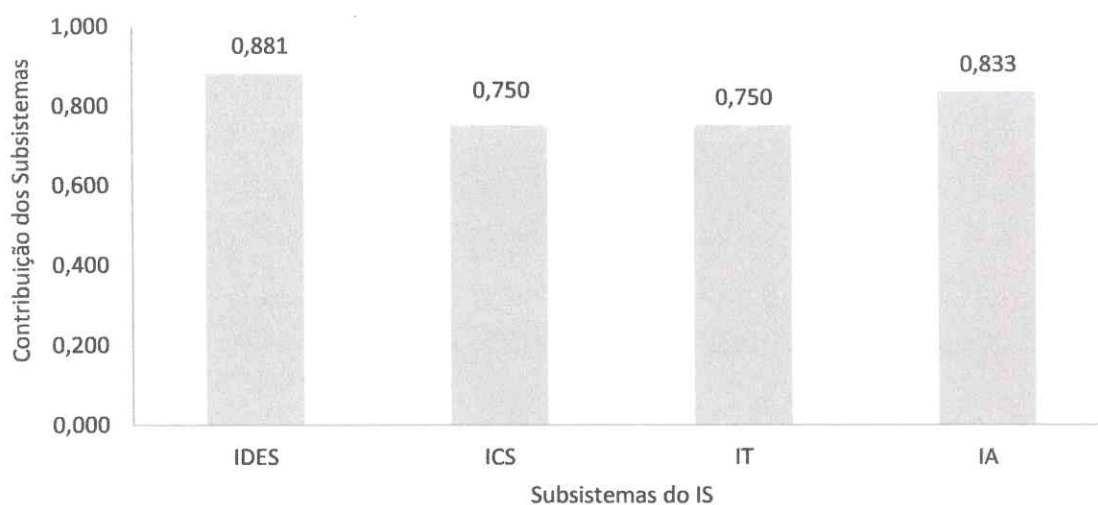


Figura 29. Contribuição dos índices IDES, ICS, IT e IA na composição do IS.

Destaca-se que há necessidade de melhorar as questões relacionadas à acumulação de capital social e desenvolvimento tecnológico para que todos os índices que contribuem para o IS estejam equilibrados e contribuam para aumentar a sustentabilidade da atividade de cultivo.

#### 4.5. Objetivo Específico 5: Caracterização da Qualidade Ambiental do Cultivo de Algas da APAFG

A observação dos parâmetros de qualidade ambiental da área do cultivo foi importante, pois estes são considerados limitantes no crescimento das algas. Para atingir o último objetivo específico desse trabalho, foram realizadas as seguintes análises ambientais:

- Concentração de metais traço no sedimento e nas algas do cultivo;
- Bioacumulação entre o sedimento e as algas cultivadas.

##### 4.5.1. Análise da Concentração de Metais Traço no Sedimento e nas Algas Cultivadas

###### a. Concentração de Contaminantes: Chumbo (Pb) e Cádmiio (Cd)

Na análise da concentração de metais traço observou-se nas três amostras, que o Pb encontrava-se em concentração significativamente superior a do Cd no sedimento e nas duas espécies de alga (Figuras 30, 31 e 32).

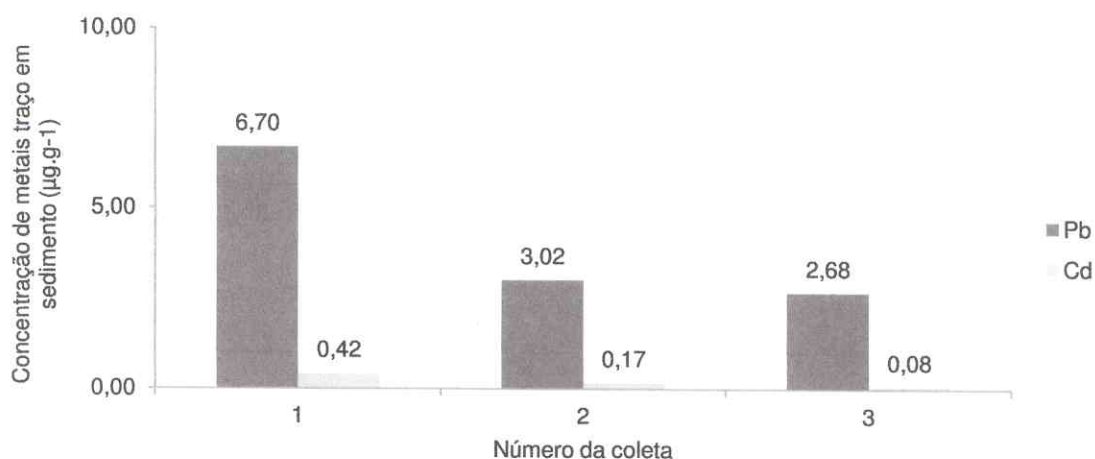


Figura 30. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) no sedimento da área de cultivo.

O sedimento apresentou maior concentração de Pb na primeira (Figura 30), a *Gracilaria* na segunda (Figura 31) e a *Hypnea* na terceira amostra analisada (Figura 32), demonstrando que esse metal está presente de forma consistente nos componentes ambientais orgânicos e inorgânicos.

Na primeira amostra, a concentração de Pb no sedimento foi 44,8% maior do que na *Gracilaria* e 15% superior a da *Hypnea*. De forma oposta, na segunda amostra a concentração de Pb no sedimento foi 40% menor do que na *Gracilaria* e 41% menor do que na *Hypnea*, isto é, as algas apresentaram maior concentração do que o sedimento (Figura 30).

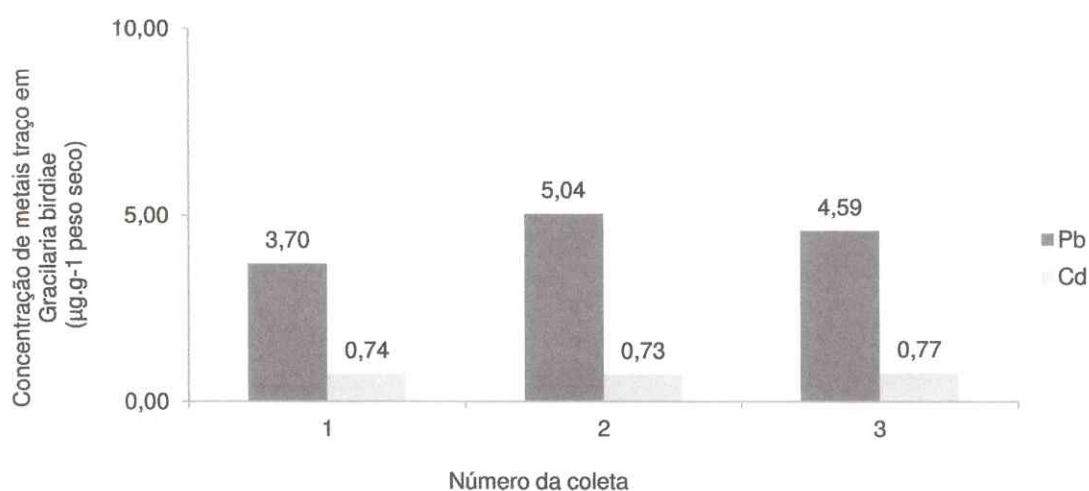


Figura 31. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Gracilaria birdiae* da área de cultivo.

Na terceira amostra, observou-se similaridade de resultados em relação à segunda amostra, pois a concentração de Pb no sedimento foi 42% e 46% inferior às observadas na *Gracilaria* e *Hypnea* respectivamente. Verificou-se que a concentração de Pb nas algas foi significativamente maior do que no sedimento da área de cultivo (Figuras 31 e 32).



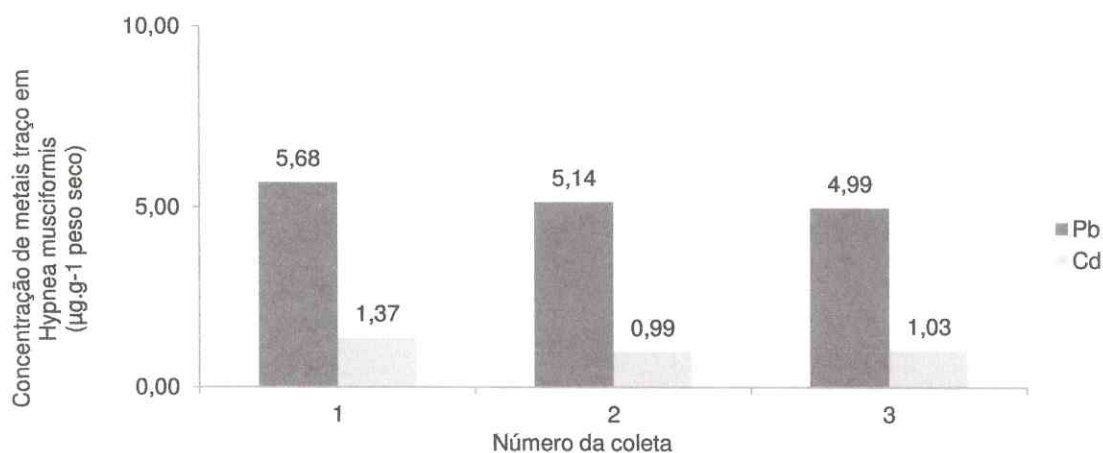


Figura 32. Concentrações de Pb e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Hypnea musciformis* da área de cultivo.

A ocorrência de Pb nas amostras pode se dever ao fato de que esse metal é de grande utilização industrial tanto puro como sob a forma de composto, sendo também um dos principais metais do grupo dos não-ferrosos.

Ainda nas figuras 30, 31 e 32 pode-se verificar que também o Cd está mais concentrado nas algas do que no sedimento. Observou-se que na primeira amostra a concentração de Cd no sedimento encontrava-se 43% menor do que na *Gracilaria* e 69% menor do que na *Hypnea*;

Na segunda amostra o padrão repetiu-se e a concentração no sedimento foi 76% menor do que na *Gracilaria* e 83% menor do que na *Hypnea*.

Por fim, na terceira amostra, a diferença percentual ente as algas e o sedimento ficou ainda maior quando *Gracilaria* e *Hypnea* apresentaram concentrações 90% e 92% respectivamente maiores do que a do sedimento.

Observou-se que por fim, que as concentrações de Pb tanto na *Gracilaria* quanto na *Hypnea* foram significativamente superiores as encontradas no Rio Saint Lawrence em Quebec no Canadá em 1999, mas foram inferior àquelas encontradas em 1985 em Conceição do Jacareí, Rio Janeiro, Brasil (CAIRRÃO *et al.*, 2007; VILLARES *et al.*, 2002; PHANEUF *et al.*, 1999; LACERDA *et al.*, 1985).

Adicionalmente, verificou-se que as concentrações de Cd encontradas na *Gracilaria* foram inferiores aquelas observadas no Brasil e em diversas espécies do

Canadá (Tabela 6). No caso da *Hypnea*, as concentrações de Cd observadas em Trairí foram equivalentes aquelas encontradas tanto no Rio Saint Lawrence quanto a Conceição do Jacaré (CAIRRÃO *et al.*, 2007; VILLARES *et al.*, 2002; PHANEUF *et al.*, 1999; LACERDA *et al.*, 1985).

#### b. Concentração de Micronutrientes: Cobre (Cu) e Zinco (Zn)

A concentração de micronutrientes indica a saúde do ecossistema. Metais como Cu e Zn são micronutrientes essenciais em diversos processos metabólicos (BAIRD, 2002).

Na primeira análise, identificou-se que a concentração de Cu na *Gracilaria* foi 53% menor do que no sedimento e que na *Hypnea* foi esta foi 15% superior (Figuras 33 e 35).

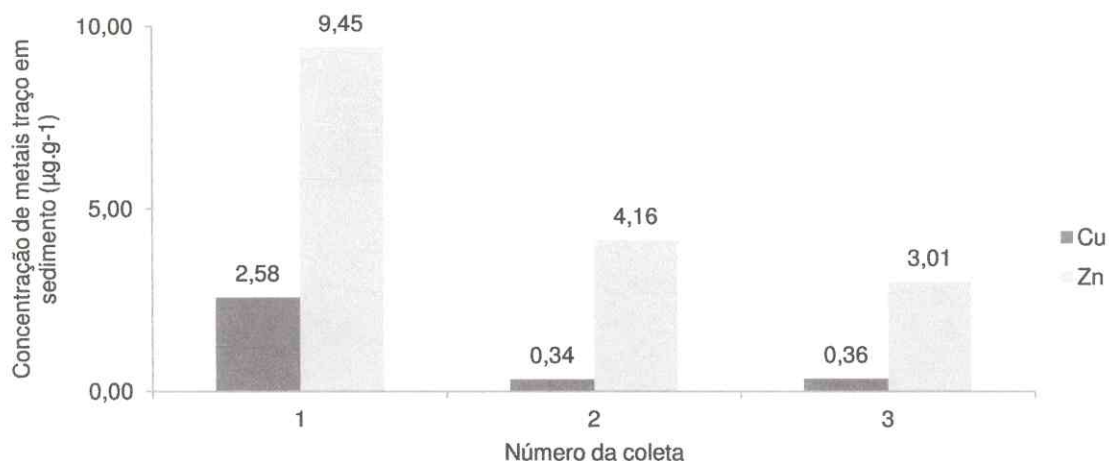


Figura 33. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) no sedimento da área de cultivo.

Na segunda amostra, verificou-se um aumento substancial na concentração de Cu na *Gracilaria* em relação ao sedimento. Assim, a concentração de Cu tanto na *Gracilaria* quanto na *Hypnea* foi 91% superior a do sedimento.

Na terceira análise, observou-se que as concentrações de Cu na *Hypnea* e *Gracilaria* foram respectivamente 88% e 86% superiores aquela encontrada no sedimento (Figura 34). Verificou-se uma redução significativa na concentração de Cu no sedimento entre a primeira e a terceira amostra analisada.

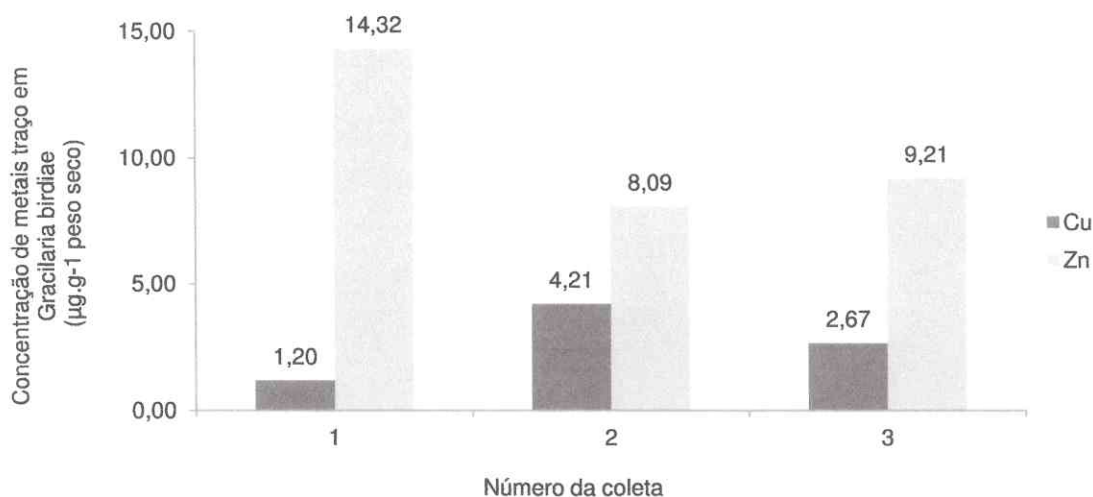


Figura 34. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Gracilaria birdiae* da área de cultivo.

Observou-se que as concentrações de Cu são maiores nas algas do que no sedimento, e que a *Hypnea* foi à espécie com a maior concentração desse micronutriente (Figuras 33, 34 e 35).

Na primeira amostra, o Zn encontrado na *Gracilaria* e *Hypnea* foi respectivamente 66% e 76% maior do que o observado no sedimento. Na segunda amostra, observou-se que a concentração de Zn na *Gracilaria* era 51% superior aquela encontrada no sedimento. De forma análoga o mesmo ocorreu com a *Hypnea* a uma taxa de 47% (Figura 35). Na terceira amostra analisada, a concentração de Zn na *Gracilaria* foi 67% maior que no sedimento e na *Hypnea* essa foi 54% superior.

Adicionalmente, observou-se que as concentrações tanto de Cu quanto de Zn nas duas espécies analisadas foram significativamente inferiores as concentrações observadas na Galícia em 2002; no Rio Saint Laurence em 1999 e em Conceição do Jacaré em 1985 (CAIRRÃO *et al.*, 2007; VILLARES *et al.*, 2002; PHANEUF *et al.*, 1999; LACERDA *et al.*, 1985) indicando baixa incidência desses metais na área estudada.



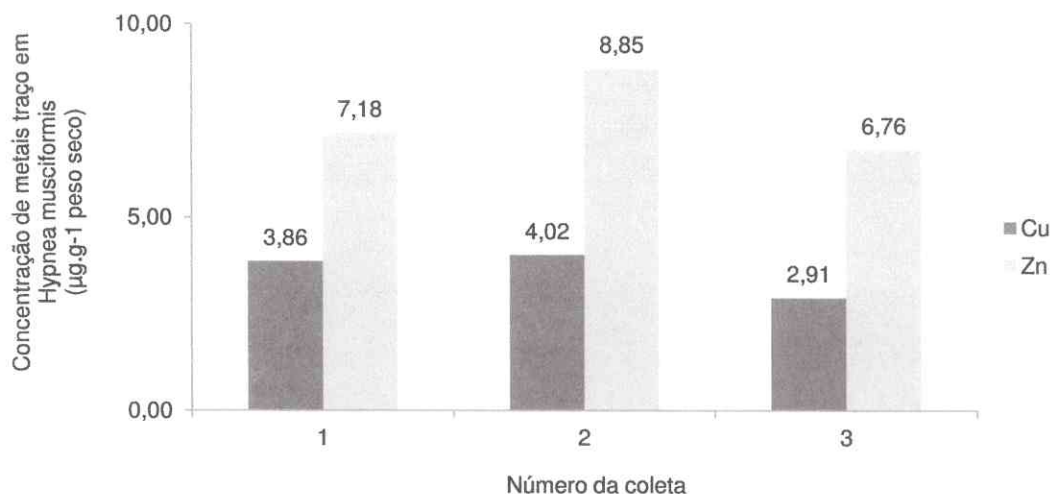


Figura 35. Concentrações de Cu e Zn ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Hypnea musciformis* da área de cultivo.

As algas captam íons metálicos presentes em compartimentos ambientais como o sedimento, que posteriormente ficam ligados as suas células (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006; VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004). Como resultado, algas apresentaram bioconcentração dos metais analisados.

As concentrações observadas nas algas foram, de forma consistente, superiores aquelas encontradas no sedimento, mas não caracterizaram-se como contaminação por metais traço.

#### 4.5.2. Análise da Bioacumulação entre o Sedimento e as Algas Cultivadas

Observou-se na Figura 36 que a *Gracilaria* foi a espécie que apresentou o maior FBA de Zn adquirido através do sedimento. Adicionalmente, verificou-se que a *Gracilaria* também apresentou os menores fatores bioacumulação de Pb e Cd originário do sedimento.

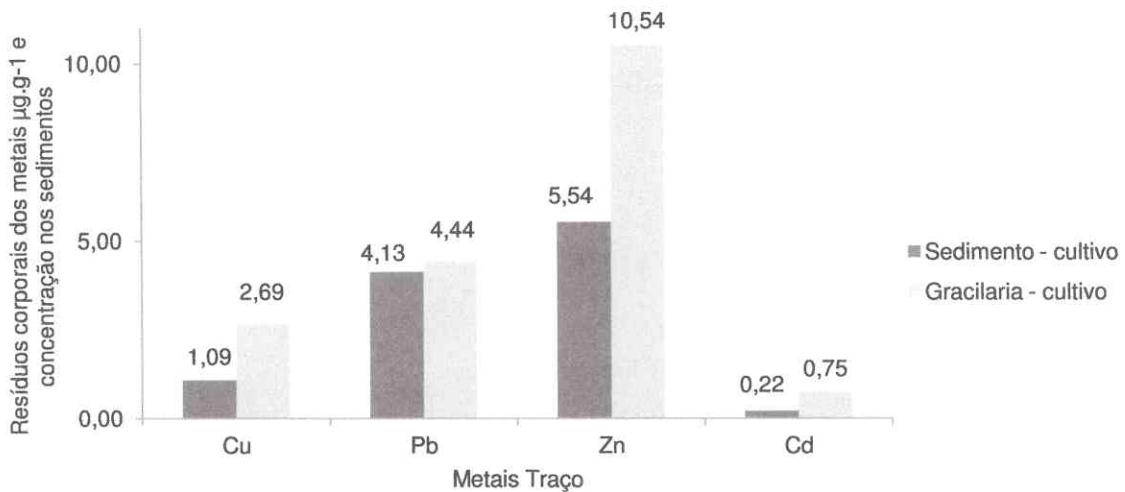


Figura 36. Concentração dos metais Cu, Pb, Zn e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Gracilaria* versus a concentração desses metais nos sedimentos da área de cultivo.

Averiguou-se que a *Hypnea* apresentou maior FBA em relação ao sedimento do que a *Gracilaria* para os metais Cu, Pb e Cd que sofreram significativa bioacumulação. Este resultado indica que a *Hypnea* tem menor resiliência à contaminação e concentração por estes metais do que a *Gracilaria* (Figura 37).

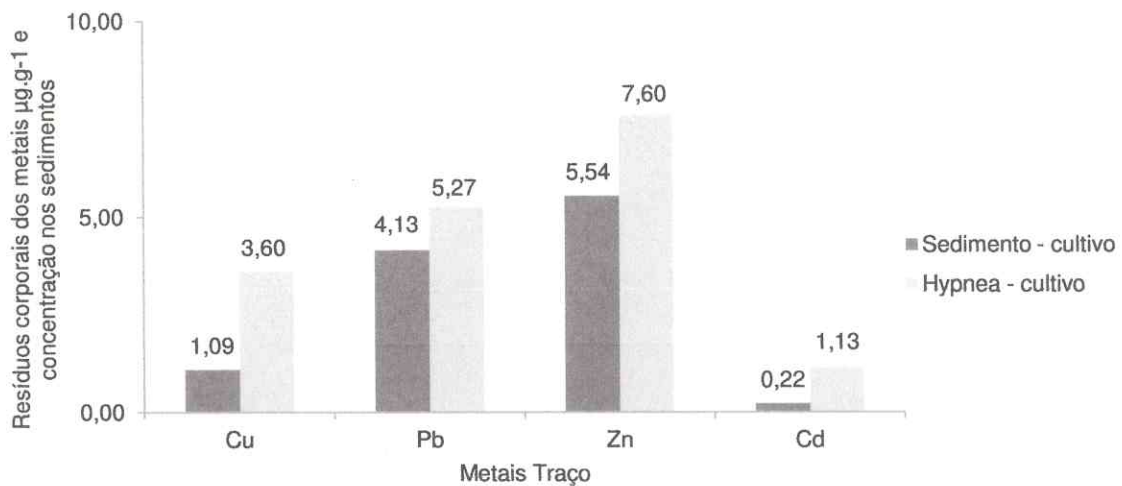


Figura 37. Concentração dos metais Cu, Pb, Zn e Cd ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) na *Hypnea* versus a concentração desses metais nos sedimentos da área de cultivo.

Os resultados obtidos através da análise do FBA entre o sedimento e as algas foram corroborados por Vidotti e Rollemberg (2004) e Zagatto e Bertoletti (2006). Haja vista que as algas apresentaram FBA dos metais Cu, Pb, Zn e Cd adquirido do sedimento. Adicionalmente, verificou-se que a *Gracilaria* tende a ser mais resiliente do que a *Hypnea*. Indica-se o uso da *Gracilaria* em locais onde haja risco de contaminação por metais traço.

Por fim, os parâmetros de qualidade ambiental da área demonstraram que as condições ambientais locais são favoráveis para o cultivo de algas das espécies *Gracilaria birdiae* e *Hypnea musciformis* e tem potencial para o desenvolvimento da maricultura.



## 5. CONCLUSÃO

O conceito de sustentabilidade quando aplicado a aqüicultura prevê que essa atividade deve: ser produtiva e lucrativa somando-se os custos das externalidades aos custos de produção; usar racionalmente os recursos naturais sem degradar o ecossistema no qual está inserida; gerar renda para a comunidade local; aumentar a qualidade de vida da comunidade; e respeitar a cultura local.

Para avaliar o nível do desenvolvimento sustentável do cultivo de algas de Trairí, o presente trabalho estudou as quatro principais dimensões da sustentabilidade de Sachs (1993) como: socioeconomia, tecnologia e meio ambiente.

A seguir observam-se objetivos específicos do presente trabalho bem como suas respectivas conclusões:

*Objetivo Específico 1: Caracterizar o contexto socioeconômico dos membros da APAFG.*

Verificou-se que os produtores de algas das comunidades de Flecheiras e Guajirú têm uma condição de vida satisfatória. Esta condição de vida foi observada através da situação construtiva das residências que eram de alvenaria e tinham fossa séptica e acesso a energia elétrica e água tratada.

Adicionalmente, as pessoas têm acesso à escola até o nível médio; há postos de saúde com atendimento realizado por médico, enfermeiras e agentes de saúde; e equipamentos de lazer como quadra de esporte, campo de futebol e televisão.

Os resultados mostraram que o cultivo de cultivo de algas da APAFG trouxe benefícios para as comunidades de Flecheiras e Guajirú no que se refere à geração de renda adicional, o que facilitou a aquisição de bens duráveis. E apesar de grande parte dos produtores terem alguma insatisfação em relação ao cultivo, quase todos pretendem continuar a desenvolver a atividade.

Observou-se que o cultivo é uma alternativa de renda viável e que é importante aumentar a produção e fomentar a cadeia produtiva para garantir o desenvolvimento sustentável das comunidades de Flecheiras e Guajirú.

Assim, o IDES encontrado foi significativo e caracterizou o cultivo em alto nível de desenvolvimento econômico–social.

Quanto à acumulação de capital social, observou-se que a APAFG têm problemas que afetam o desenvolvimento da atividade como falta de: governança; treinamento técnico; e de educação continuada dos produtores.

A falta de governança traz problemas de gestão e conseqüentemente desagregação e redução do vínculo social e institucional no âmbito da APAFG. A presença parcial de treinamento técnico e educação continuada impacta diretamente na capacidade em aumentar a produção e desenvolver alternativas comerciais para a produção, dentre outras questões relevantes.

Mesmo assim, a fundação da APAFG fez com que os produtores de algas se tornassem mais participativos em suas comunidades e conscientes de sua capacidade empreendedora, o que é corroborado pelo médio desempenho do ICS.

*Objetivo Específico 2: Caracterizar o contexto tecnológico do cultivo de algas da APAFG.*

Nesse item, observou-se que as respostas dadas a pergunta: *A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico foi considerada de baixo custo?* não refletiam o que a pergunta buscou expressar. Esta verificação se deu com base no fato de que o alto custo citado pelos respondentes referiu-se ao custo da pesquisa e implantação do projeto de cultivo.

Os custos dos meios de produção depois que a técnica já está estabelecida, como por exemplo, com a estrutura tipo *long-line* são muito baixos. Assim, o que deve ser considerado é o processo depois de estabelecido.

Mesmo assim, o desempenho do Índice Tecnológico (IT) foi satisfatório, e o cultivo ficou classificado como de médio nível de desenvolvimento tecnológico, confirmado pela acessibilidade dos métodos e técnicas utilizados. Entretanto, as pesquisas sobre o manejo devem continuar até que seja desenvolvida uma rotina e uma tecnologia que se adéqüe perfeitamente aos usuários.

*Objetivo Específico 3: Caracterizar a condição ambiental do cultivo de algas da APAFG.*

Na análise ambiental consideraram-se informações relacionadas às condições físicas e qualidade do ambiente e observou-se que o cultivo além da vantagem de preservar as espécies nativas de algas, não causa impactos biológicos negativos. Por serem nativas da região, as espécies utilizadas não apresentam problemas com disseminação e desequilíbrio ambiental.

Na análise ambiental observou-se que o cultivo é uma solução para o problema de exploração desordenada dos bancos naturais de algas. Por fim, o Índice Ambiental (IA) estabelecido para o cultivo de algas classificou-o como de alto nível ambiental.

*Objetivo Específico 4: Analisar os indicadores e índices de sustentabilidade para o cultivo de algas.*

Os índices encontrados (IDES, ICS, IT e IA) contribuíram para a formação do IS do cultivo de algas, caracterizando-o como de alto nível de sustentabilidade.

*Objetivo Específico 5: Caracterizar a qualidade ambiental do cultivo de algas da APAFG.*

Na análise da concentração de metais traço no sedimento e nas algas cultivadas observou-se que a *G. birdiae* e *H. musciformis* apresentaram concentrações de contaminantes e micronutrientes significativamente maiores do que o sedimento. Adicionalmente, observou-se, em relação à bioacumulação entre o sedimento e as algas cultivadas, o seguinte:

- *G. birdiae*: apresentou o maior FBA de Zn;
- *H. musciformis*: apresentou os maiores FBA de Cu, Pb e Cd.

Assim, indica-se o uso da *Gracilaria* em lugares onde haja contaminação, pois a *Hypnea* demonstrou ser uma concentradora de metais mais eficiente.



Apesar de o litoral receber aporte de metais de águas residuárias, agricultura, pecuária, escoamento superficial urbano e deposição de resíduos sólidos, não se observou contaminação das algas, talvez porque em Trairí, o lixo seja sistematicamente coletado e haja fossa séptica na maioria das casas.

Os parâmetros de qualidade ambiental da área de cultivo demonstraram que as condições ambientais locais são favoráveis para o cultivo de algas e que tem potencial para a maricultura das espécies *Gracilaria birdiae* e *Hypnea musciformis*.

Assim, o objetivo geral: *Analisar a sustentabilidade do cultivo de algas marinhas em Trairí, Ceará* foi atingido, como segue:

Ao analisar os resultados relacionados à qualidade de vida dos produtores de algas da APAFG, dos índices (IDES, ICS, IT e IA) bem como da caracterização e qualidade ambiental da área de cultivo concluiu-se que o cultivo de algas tem um grande potencial para a produção sustentável, pois as condições ambientais são favoráveis e há disponibilidade de área.

*Por fim, respondeu-se a pergunta de partida enunciada na introdução do trabalho: O cultivo de algas de Trairí é uma atividade produtiva sustentável?*

O cultivo de algas da APAFG demonstra grande potencial de sustentabilidade em termos econômico-sociais, tecnológicos e ambientais. A implantação deste em Trairí visou fornecer aos pescadores e extrativistas de algas dentre outros, uma fonte alternativa de renda. Além disso, a produção de algas demonstrou ser uma atraente oportunidade de negócios, em função da grande diversidade de uso dos ficocolóides.

A escassez da maricultura no Brasil e especialmente no Ceará, associada a uma vasta extensão costeira com condições ambientais favoráveis são um incentivo a mais para o desenvolvimento do cultivo de algas, conservando o meio, gerando lucro e benefícios sociais. Assim, concluiu-se que o cultivo de algas de Trairí é uma atividade produtiva sustentável.

## 6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos, sugere-se que futuros trabalhos:

- Abordem as dimensões da sustentabilidade de Sachs (1993) não abrangidas pela presente pesquisa, a saber: ecológica, econômica, demográfica, cultural, política e institucional;
- Incluam os custos referentes às externalidades nas equações matemáticas que geram indicadores de sustentabilidade;
- Comparem as informações referentes à melhoria de qualidade de vida dos produtores da APAFG com outra comunidade costeira cearense que não desenvolva atividades de aquicultura. Esta comparação é importante para reiterar a melhoria na qualidade de vida dos produtores envolvidos;
- Analisem os aspectos de mercado e a cadeia produtiva da atividade:
  - Considerando os seguintes incrementos em cada etapa do *cluster* do cultivo de algas de Trairí:
    - i. Produção: tornar rotina a limpeza das estruturas em intervalos curtos de tempo para evitar o epifitismo de algas verdes observado durante as coletas de amostras;
    - ii. Comercialização: desenvolver selo de qualidade da APAFG para agregar valor ao produto; e organizar a logística considerando a rede de relacionamento comercial no atacado e varejo para restaurantes e pequenas indústrias que utilizam algas na produção de alimentos, fármacos e cosméticos.

## REFERÊNCIAS

- AB´SÁBER, N. A. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160 p.
- ACCIOLY, M. C. Desenvolvimento da maricultura artesanal de macroalgas no baixo-sul baiano. Tese de Doutorado, São Paulo, 2003. 164 p.
- AGUIAR, J. E. Geoquímica de metais-traço em sedimentos superficiais nos estuário dos rios Ceará e Pacoti, CE. Monografia – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005. 62 p.
- AGUIAR, J. E.; MARINS, R. V.; MAIA, S. R. R. Copper and zinc geochemical distribution in bottom sediments from the Ceará – Maranguapinho river estuary (CE). 4<sup>th</sup> International Symposium Environmental Geochemistry in Tropical Countries. RJ. Brasil, Book of Abstracts; volume único; p. 406-408, 2005.
- AHERN, J.; FABEL, J. Linking the global with the local: Landscape ecology, carrying capacity, and the sustainable development paradigm. In Proceedings of the Landscape/Land Use Planning Committee of the American Society of Landscape Architecture. American Society of Landscape Architecture, Washington, DC. P. 1-7, 1988.
- ANANTHI, S.; BALAJI, H. R.; SUNIL, A. G.; GAYATHRI, V.; RAMAKRISHNAN, G.; VASANTHI, H. R. In vitro antioxidant and in vivo anti-inflammatory potential of crude polysaccharide from *Turbinaria ornata* Marine Brown Alga. Food and Chemical Toxicology, v. 48, n. 1, p. 187-192, 2010.
- ARANA, L. A. V. Aquacultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da Aquacultura brasileira. Florianópolis: Ed. UFSC, 1999. 310 p.
- ARASAKI, C.; HIRASE, S. Studies on the chemical constitution of agar-agar. Reinvestigation of methylated agarose of *Gelidium amansii*. Bull. Chem. Soc. Jpn., Tokyo, v. 36, p. 31-48, 1983.
- ASSREUY, A. M. S.; GOMES, D. M.; SILVA, M. S. J.; TORRES, V. M.; SIQUEIRA, R. C. L.; PIRES, A. F.; CRIDDLE, D. N.; ALENCAR, N. M. N. CAVADA, B. S.; SAMPAIO, A. H.; FARIAS, W. R. L. Biological effects of a sulfated-polysaccharide isolated from the marine red algae *Champia feldmannii*. Biological & Pharmaceutical Bulletin, v.31, n.4, p.691-695, 2008.
- BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.
- BARRETO, R. C. S. Políticas Públicas e o Desenvolvimento Rural Sustentável no Estado do Ceará: Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - PRODEMA, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- BERTALANFFY, L. V. O Significado da Teoria Geral dos Sistemas. In: Teoria Geral dos Sistemas. 2ª Ed. Petrópolis: Vozes, 1975.



BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Introdução à química de alimentos. Editora Livraria Varela, 3a edição, 238 pp, 2003.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. Editora Livraria Varela, 3a edição, 143 pp, 2001.

BONI, V; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC Vol. 2 nº. 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80. Disponível em: [www.emtese.ufsc.br](http://www.emtese.ufsc.br)

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em maio 2010.

\_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em ago. 2009.

CAIRRÃO, E., PEREIRA, M. J.; PASTORINHO, M. R.; MORGADO, F., SOARES, A. M.; GUILHERMINO, L. *Fucus* spp. as mercury contamination bioindicator in coastal areas (Northwestern Portugal). Bulletin Environmental Toxicology , p. 388-395, 2007.

CÂMARA-NETO, C. Contribuição ao conhecimento qualitativo e quantitativo das "arribadas" da Redinha. Boletim do Instituto de Biologia Marinha do Brasil. 1971.

CARVALHO, C. E. V.; SALOMÃO, M. S. M. B.; MOLISANI, M.M.; REZENDE, C. E.; LACERDA, L. D. Contribution of a medium-size tropical river to particulate heavy-metal load for the South Atlantic Ocean. The Science of the Total Environment 284, p. 85-93, 2002.

CASTRO L. A. A. Cultivo Experimental da Alga *Hypnea Musciformis* (Gigartinales, Rhodophyta) na Praia de Flecheiras, Ceará, Brasil. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. 39 p.

CEARÁ. INSTITUTO DE PESQUISA ESTRATÉGICA DO CEARÁ (IPECE). Perfil Básico Municipal (PBM). Disponível <http://www.ipece.gov.br>. Acesso em maio, 2010.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ (SESA). Disponível <http://www.saude.ce.gov.br/site/>. Acesso em julho, 2010.

\_\_\_\_\_. INSTITUTO DE PESQUISA ESTRATÉGICA DO CEARÁ (IPECE). Secretaria do planejamento e das finanças. Perfil do seu Município, 2009. Disponível em: <http://www.ipece.gov.br>. Acesso jun. 2009.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA (SEDUC). Educação Básica dos Municípios 2009. Disponível em <http://portal.seduc.ce.gov.br>. Acesso em jul. 2011

\_\_\_\_\_. FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Wind Energy Resource Atlas of State of Ceará, Brasil. Fortaleza, 2009 (CD ROM).

\_\_\_\_\_. FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Boletim de Avaliação da Quadra Chuvosa de 2008, 2009. Disponível <http://www.funceme.gov.br>. Acesso em maio, 2010.

\_\_\_\_\_. Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará: Estimativas de Cargas de Nitrogênio, Fósforo e Metais Pesados de Interesse

Ambiental para as Bacias Inferiores do Litoral do Estado do Ceará. Fortaleza: Superintendente da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), 2005, 84 p.

CHAOYUAN, W. Training Manual On Gracilaria Culture And Seaweed Processing In China, Zhanjiang Fisheries College, Regional Seafarming Resources Atlas. FAO/UNDP Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/86/024), January 1990. (Atlas series No1), 1990. 83 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo; Editora HUCITEC, 1979. 218 p.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em administração. 10<sup>a</sup> ed., Porto Alegre: Bookman, 2011. 762 p.

COLLINS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em Administração. 2<sup>a</sup> ed., Porto Alegre: Bookman, 2005. 352 p.

CRITCHLEY, A. T. *Gracilaria* Rhodophyta, Gracilariales: An economically important agarophyte. In: OHNO, M. & CRITCHLEY, A.T. Eds. Seaweed Cultivation and Marine Rancing. Japan: JICA. p. 89-112. 1993.

DERÍSIO J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: CETESB, 1992. 201 p.

DUARTE, M. E. R.; CAUDURO, J. P.; NOSEDA, D. G.; NOSEDA, M. D.; GONÇALVES, A. G.; PUJOL, C. A.; DAMONTE, E. B.; CEREZO, A. S. The structure of the agaran sulfate from *Acanthophora spicifera* Rhodomelaceae, Ceramiales and its antiviral activity. Relation between structure and antiviral activity in agarans. Carbohydr. Res., v. 339, p. 335-347, 2004.

EDWARDS, P.; DEMAINE, H. Rural Aquaculture: Overview and Framework for Country Reviews. Regional Office for Asia and the Pacific Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok, Thailand. 1998. 345 p.

FERREIRA, F. J.; OLIVEIRA NETO, F. M. Cultivo de Moluscos em Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina. BIOTEMAS 20(3), p. 27-37, 2006.

FIZMAN, M.; PFEIFFER, W. C. & LACERDA, L. D. Comparasion of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, R.J. Science and Technology Letters, v. 5, p. 567-575, 1984.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Visión general del sector acuícola nacional – Brasil. Departamento de Pesca y Acuicultura. Disponível em: [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_brazil/es#tcNA0019](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_brazil/es#tcNA0019). Acesso em jan. 2011.

\_\_\_\_\_. State of World Fisheries and Aquaculture, 2010. 218p.

\_\_\_\_\_. Fishery and Aquaculture Statistics, 2008. 100p.

\_\_\_\_\_. Projeto UTF/BRA/066/BRA - Desenvolvimento das Comunidades Costeiras SEAP/PR. 2008.



\_\_\_\_\_. Fisheries and Aquaculture Department. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Yearbooks of Fishery Statistics. Summary tables of fishery statistics: capture - aquaculture - commodities. Rome, March 2007. Disponível em: [ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/SUMM\\_TAB.HTM](ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/SUMM_TAB.HTM). Acesso em mai. 2011.

\_\_\_\_\_. A guide to the seaweed industry. Roma. 2003. 118p.

\_\_\_\_\_. Aquaculture production statistics 1985-1994. Rome, FAO Fisheries Circular N°. 815, Rev. 8, 1996, 189 p.

FONSECA, R. J. C.; OLIVEIRA, S. N. M. C. G.; MELO, F. R.; PEREIRA, M. G.; BENEVIDES, N. M. B.; MOURÃO, P. A. S. Slight differences in sulfatation of algal galactans account for differences in their anticoagulant and venous antithrombotic activities. *Thrombosis and Haemostasis*, v. 99, n. 3, p. 539-545, 2008.

FREEDMAN, B. Environmental Ecology: the impacts of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. San Diego: Academic Press; 1989. 323 p.

GAO, K., MCKINLEY, K. R. Use of macroalgae for marine biomass production and CO<sub>2</sub> remediation - a review. *Journal of Applied. Phycology*. v 6, p. 45-60, 1994.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5a ed. São Paulo, Ed. Atlas. 1999. 206 p.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. Introduction to Environmental Impact Assessment: principles and procedures, process, practice and prospects. 2nd ed. London: SPON PRESS, 1999. 496 p.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995.

GÓMEZ OREA, D. Ordenación del territorio: una aproximación desde el medio físico. Madrid: ITGE/ Agrícola Española, 1994.

INSTITUTE OF REFERENCE MATERIALS AND MEASUREMENTS. Join Research Centre. Certified Reference Material – BCR – 060 Aquatic Plant (*Lagarosiphon major*). 2008.

INSTITUTO TERRAMAR. Algas Cultivando Sustentabilidade. Disponível em: <http://www.algascultivandosustentabilidade.net/o-projeto>. Acesso em set. 2011

\_\_\_\_\_. Cultivo de Macro Algas Marinhas do Gênero *Gracilaria*. Manual Técnico, 2004. 154 p.

KAPETSKY, J. M., TRAVAGLIA, C. Geographical information systems and remote sensing: an overview of their present and potential applications in aquaculture. In: NAMBIAR, K.P.P., SINGH, T. Eds., *AquaTech '94: Aquaculture Towards the 21<sup>st</sup> Century*. INFOFISH, Kuala Lumpur, p. 187-208, 1995.

LACERDA, L. D.; TEIXEIRA, V. I.; GUIMARÃES, V. R. D. (1985), Seasonal Variation of Heavy Metals in Seaweeds from Conceição de Jacaré, Brasil. *Bot. Mar.*, 49:(3), p. 847-849.

\_\_\_\_\_. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo. Ed. Atlas, 1986. 122 p.



- LANNA, A. E. L. Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Aspectos Conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995. 171 p.
- LEE, T.; CHANG, Y. & LIN, Y. Differences in physiological responses between winter and summer *Gracilaria tenuistipitata* (Gigartinales, Rhodophyta) to varying temperature. In: Botanical Bulletin Academia Sinica, vol. 40, p. 93-100, 1999.
- LEFF, E. Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis, Ed. Vozes, 2001. 343 p.
- LELIS, F. C. L. Avaliação do crescimento da alga marinha *Gracilaria birdiae* (gracilariales, rhodophyta), cultivada em estrutura de long-line. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará, 2006. 74 p.
- LINS, K. O. A. L.; BEZERRA, D. P.; ALVES, A. P. N. N.; NYLANE M. N. ALENCAR, N. M. N.; LIMA, M. W.; TORRES, V. M.; FARIAS, W. R. L.; PESSOA, C.; MORAES, M. O.; COSTA-LOTUFO, L. V. Antitumor properties of a sulfated polysaccharide from the red seaweed *Champia feldmannii* Diaz-Pifferer. J. Appl. Toxicol.; v. 29: p. 20-26, 2009.
- LORING, D. H.; RANTALA, R. T. T. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. Earth Science Reviews, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. v. 32, p. 235-283, 1992.
- MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 356 p.
- MARINHO-SORIANO, C., MORALES, MOREIRA, W.S.C. Cultivation of *Gracilaria* Rhodophyta in shrimp pond effluents in Brazil. Aquaculture Reserch. 33:1081-1086, 2002.
- MARINS, R. V.; LACERDA, L. D.; ABREU, I. M.; AGUIAR, J. E.; SANTOS, J. A.; LOPES, D. V. MAIA, S. R. R. (2005) In: Workshop do projeto de caracterização do monitoramento ambiental da bacia do Ceará. PETROBRAS, Fortaleza, CD ROM, 12 p.
- MARINS, R. V.; LACERDA, L. D.; BOAS, R. C. V. Mercury emissions into the Sepetiba Bay basin, SE Brazil. Ciênc. cult. (São Paulo); 50(4):293-7, jul.-ago. 1998.
- MASIH-NETO, T., Análise da Sustentabilidade do Cultivo de Macroalgas Marinhas para o Litoral do Ceará. Monografia (Engenharia de Pesca). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 2006, 31 p.
- MEADOWS, D. Indicators and Information Systems for Sustainable Development, A Report to the Balaton Group. Published by Sustainability Intitute, PO Box 174, Hartland Four Corners VT 05049, 1998.
- MILLER, I.J.; BLUNT, J.W. Evaluation of the structure of the polysaccharides from *Chondria macrocarpa* and *Ceramium rubrum* as determined by <sup>13</sup>C-NMR spectroscopy. Bot. Mar., v. 45, p. 1-8, 2002
- MINAYO MC. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. Rio de Janeiro: Abrasco; 2007.
- MINAYO, M. C. S. (org). Pesquisa Social. Teoria, Método e Criatividade. Petrópolis, RJ.: Vozes, 1994. 145 p.

NASCIMENTO, I. V. O. Os arranjos produtivos locais do turismo nas praias do Trairí, Ceará. Dissertação – Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2008. 180 p.

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

OLIVEIRA, D. P. R. Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 205 p.

OLIVEIRA, E.C. The seaweed resources of Brazil. In: A.T. Critchley & M. Ohno (eds.). Seaweeds Resources of the World. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, p. 366-371, 1998. 267 p.

ORGANIZACAO DAS NACOES UNIDAS. Relatório Nosso Futuro Comum - Relatório Brundtland - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 430 p.

PAINTER, T. J. Algal polysaccharides. In: Aspinall, G. The polysaccharides, v. 2, p. 195-285, 1983.

PEREIRA, L.; CRITCHLEY, A. T.; AMADO, A. M.; RIBEIRO-CLARO, P. J. A. Análise comparativa dos ficocolóides produzidos por algas carragenófitas usadas industrialmente e algas carragenófitas portuguesas. Escola Superior de Tecnologia e Gestão: Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2007.

PÉREZ-SÁNCHEZ, E.; MUIR J.F. Fishermen perception on resources management and aquaculture development in the Mecoacan estuary, Tabasco, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, v.6, p. 618–700, 2003.

PHANEUF, D.; COTE, I; DUMAS, P.; FERRON, L. A.; LEBLANE, A. Evaluation of the contamination of marine algae (seaweeds) from the St. Lawrence river and likely to be consumed by humans. *Environmental Research.*, v.80, p. 175-182, 1999.

POMIN, V. H., MOURÃO, P. A. S. Structure, biology, evolution, and medical importance of sulfated fucans and galactans. *Glycobiology*, v. 18 n. 12, p. 1016–1027, 2008.

REIS, R.P., *et al.*. Cultivo de algas vermelhas de interesse comercial na Ilha de Marambaia, In: Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia, Salvador, Bahia, Sociedade Brasileira de Ficologia, série livros, nº 10, p. 289-300, 2004.

RIBEIRO, V. M. Analfabetismo e alfabetismo funcional no Brasil. *Boletim INAF*. São Paulo: Instituto Paulo Montenegro, jul.-ago. 2006.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. Trad. Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento administrativo, 1993. 103 p.

SÁNCHEZ, E. P.; MUIR, J. F.; ROSS, L. G. Coastal Aquaculture and Sustainable Livelihoods in Mecoacan, Tabasco, Mexico. *Universidad y Ciencia, Mexico*, v. 18, n. 35, p. 42-52, 2002.



SANTELICES, B.; DOTY, M. S. Review of *Gracilaria* Farming. Aquaculture. New York. v. 78, p.95-133, 1989.

SILVA, C. C.; SILVA, J. C. Dossiê Técnico: Cultivo de Ostras. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.respostatecnica.org.br>. Acessado em maio, 2011.

SORIANO, E.M. Cultivo experimental de *Gracilaria* no Rio Grande do Norte, Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 2004, Salvador. *Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: anais...* Rio de Janeiro: Museu Nacional. p. 115-124. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia (Série Livros; 10). 2005.

SOUZA, M. P. Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos e prática. São Carlos: Ed. Riani Costa, 2000. 112p.

STEPHEN, A. M. Food polysaccharides and their applications. New York: Marcel Dekker, 1995. 546p.

STORTZ, C. A.; CEREZO, A. S. Novel findings in carragenans, agaroids and "hybrid" red seaweed galactans. *Cur. Topics Phytochem.*, v. 4, p. 121-134, 2000

TEIXEIRA, D. I. A.; MASI NETO, T. Cultivo de *Gracilaria* em Flecheiras e Guajirú: uma atividade em expansão. In: X Reunião da Sociedade Brasileira de Ficologia. Salvador, Bahia. 2004. Não paginado, CD-ROM - Anais.

TIAGO, G. G.; GIANESELLA, S. M. F. Recursos Hídricos para a Aqüicultura: Reflexões Temáticas. 2003. Disponível em: [http://www.anppas.org.br/gt/recursos\\_hidricos/Thiago%20-%20Gianesella.pdf](http://www.anppas.org.br/gt/recursos_hidricos/Thiago%20-%20Gianesella.pdf). Acesso em dez 2010.

UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento da Comissão (CE) nº 889/2008.

USOV, A. I.; IVANONO, E. G.; SHASHKOV, A. S. Polysaccharides of algae. Isolation and <sup>13</sup>C-NMR spectral study of some new gel-forming polysaccharides from Japan sea red seaweeds. *Bot. Mar.*, v. 26, p. 285-294, 1983.

VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; ZAJDBANDET, A. D.. "Métodos para medir a sustentabilidade na aqüicultura. Panorama da Aqüicultura, maio- junho, 2010. Disponível em

[http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/paginas/03\\_indice/indice.asp?Action=Entrar&Edicao=119](http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/paginas/03_indice/indice.asp?Action=Entrar&Edicao=119). Acesso em ago. 2011

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: 12º Congresso de Zootecnia, Vila Real, Portugal, p.111-118. 2002.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: Da Economia nos Ambientes Aquáticos à Bioremediação e à Química Analítica. *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 1, p. 139-145, 2004

VILLARES, R., PUENTE, X., VILLARES, CARBALLEIRA, A. Seasonal variation and background levels of heavy metals in two green seaweeds. *Environmental Pollution* 119, p. 79-90, 2002.



WORLD ORGANIC TRADE FAIR. 2011 Fair. Disponível em: <http://www.biofach.de/en>. Acesso em ago. 2011.

YIN, R. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212p.

ZAGATTO, P. A., BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006. 478 p.

## APENDICE A - QUESTIONÁRIO - PERFIL SOCIOECONOMICO E AMBIENTAL DOS ASSOCIADOS À APAFG

Questionário n°: \_\_\_\_\_ 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. Trabalha apenas com o cultivo de algas?

( ) Sim ( ) Não

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

1.9. Há quanto tempo está na Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG)? \_\_\_\_\_ anos.

1.10. Qual atividade exercia antes de ser associado?

( ) 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  
 jogar futebol  outros \_\_\_\_\_  
 ir a praia

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

Outros: \_\_\_\_\_

### G. Aquisição de Bens Duráveis

2.17. Quais os bens que o senhor possui?

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<input type="checkbox"/> rádio	<input type="checkbox"/> máquina de costura	<input type="checkbox"/> geladeira
<input type="checkbox"/> Ferro de passar	<input type="checkbox"/> equipamento de som	<input type="checkbox"/> antena parabólica
<input type="checkbox"/> liquidificador	<input type="checkbox"/> televisão	<input type="checkbox"/> moto
<input type="checkbox"/> bicicleta	<input type="checkbox"/> fogão à gás	<input type="checkbox"/> carro

### 3. CAPITAL SOCIAL

3.1. O senhor (a) participa ativamente das atividades com a Associação de Produtores e Produtoras de Algas de Flecheiras e Guajirú (APAFG) 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 APAFG 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 APAFG?  
( ) Não ( ) Sim

3.7. Os investimentos da APAFG são submetidos e aprovados nas reuniões?  
( ) Não ( ) Sim

### 4. ASPECTOS AMBIENTAIS

1. Acha importante preservar o meio ambiente?  
( ) Não ( ) Sim

2. Acha que a presença do projeto de cultivo de algas na sua comunidade melhorou a consciência ambiental da população?  
( ) Não ( ) Sim

3. Qual o seu grau de preocupação com o meio ambiente?  
( ) Pouco preocupado  
( ) Muito preocupado  
( ) Indiferente

### 5. ASPECTOS GERAIS

1. Está satisfeito com sua atividade como produtor de algas (em relação à atividade exercida anteriormente)?  
( ) Não ( ) Sim  
Por quê? \_\_\_\_\_

2. Pretende continuar na atividade de cultivo de algas?  
( ) Não ( ) Sim

## APENDICE B - ENTREVISTA – PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALGAS DE FLECHEIRAS E GUAJIRU (APAFG)

Questionário n°: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome do Entrevistado: \_\_\_\_\_  
(Presidente da APAFG)

### A. Informações sobre a APAFG

1. Quando foi fundada da APAFG? \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

3. Quais as atividades envolvidas na APAFG?

\_\_\_\_\_

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 APAFG?

( ) 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 APAFG 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 alqueiro(a)?

---

12. Como são distribuídos os benefícios entre os associados?

---

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

---

---

14. A APAFG 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? \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

24. Qual a capacidade total de produção? \_\_\_\_\_ Toneladas/ mês

25. De onde são obtidas as mudas?

Guajirú

Outro: \_\_\_\_\_

26. Quanto tempo as algas levam para atingir o tamanho comercial? \_\_\_\_\_ meses

27. Quanto é obtido, em real, (em média) por quilo de alga? \_\_\_\_\_ R\$/quilo

28. Para quem é feita a comercialização das algas?

Consumidor local

restaurantes locais

Intermediário (atravessador)

exportação

Outro \_\_\_\_\_

29. Como é feita a venda da produção?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

- Nenhum  
 Lavagem  
 Secagem  
 outro \_\_\_\_\_

### E. Aspectos Ambientais

31. A tecnologia usa racionalmente os recursos naturais?

- Não  Sim

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

- Não  Sim

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

- Não  Sim

34. A implantação dos cultivos encontra-se normatizada por alguma estrutura legal ambiental? (São licenciados?)

- Não  Sim

35. São usadas espécies nativas?

- Não  Sim

### F. Aspecto Tecnológico

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

- Não  Sim

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

- Não  Sim

38. As mudas podem ser facilmente produzidas?

- Não  Sim

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

- Não  Sim

Quais \_\_\_\_\_

40. A tecnologia admite a possibilidade de policultivo?

- Não  Sim



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

Não  Sim

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

Não  Sim

43. A pesquisa para o desenvolvimento tecnológico é barata?

Não  Sim

### **G. Informações Sobre a Comunidade**

44. 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

45. 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

46. 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

## APENDICE C - QUESTIONÁRIO – ESPECIALISTAS EM AQUICULTURA

**Pesquisadora:** Ana Beatriz Jucá de Queiroz Fiuza

**Introdução:** Este questionário faz parte do trabalho de tese intitulado “ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE ALGAS EM TRAIRÍ – CEARÁ” do curso de Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO.

Os dados obtidos através deste questionário têm como finalidade estimar pesos para indicadores de sustentabilidade ambiental e tecnológica da aquicultura, os quais serão utilizados para calcular um índice de desenvolvimento sustentável do cultivo de algas.

**Data:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / 2011

### 1. DADOS PESSOAIS

- 1.1. Nome:
- 1.2. Instituição:
- 1.3. Setor/Departamento:
- 1.4. Cargo/Função:

### 2. FORMAÇÃO

2.1. Qual é seu nível de escolaridade?

- ( ) Graduação  
 ( ) Mestrado  
 ( ) Doutorado  
 ( ) Pós-doutorado  
 ( ) Especialização  
 ( ) Outro

Especificar:

2.2. Em que você se formou na graduação?

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

2.4. Você tem publicação na área de aquicultura?

( ) sim ( ) não

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

( ) sim ( ) não

### 3. ATUAÇÃO PROFISSIONAL

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

( ) sim ( ) não

3.2. Há quanto tempo você atua na área de aqüicultura?

3.3. Que tipo de atuação você desempenha na área de aqüicultura?

- Pesquisa
- Ensino
- Gerenciamento
- Produção
- Comercialização
- Beneficiamento
- Elabora projetos
- Exportação
- Outro

#### 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<sup>1</sup> 0 1 2 3  
Por quê?

4.2. Viabilidade da produção sem o uso de energia elétrica ou fóssil 0 1 2 3  
Por quê?

4.3. Implantação do cultivo com devido licenciamento ambiental 0 1 2 3  
Por quê?

4.4. Uso de espécies nativas 0 1 2 3  
Por quê?

4.5. Considerando que a partir dos pesos atribuídos será calculado um índice de sustentabilidade ambiental (IA) para a aqüicultura 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 extraídas dos bancos naturais 0 1 2 3

Por quê?

5.4. A coleta de algas para a produção de mudas nos bancos naturais causa impacto ambiental como a redução dos estoques nativos 0 1 2 3

Por quê?

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

Por quê?

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

Por quê?

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

Por quê?

5.8. A atividade conta com abundante volume de pesquisa a respeito das espécies e dos aspectos tecnológicos dos cultivos 0 1 2 3

Por quê?

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

Por quê?

5.10. 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.

<b>Baixa</b> sustentabilidade tecnológica	$0 <$	<b>IA</b>	$\leq$ _____
<b>Média</b> sustentabilidade a tecnológica	_____ <	<b>IA</b>	$\leq$ _____
<b>Alta</b> sustentabilidade tecnológica	_____ $\leq$	<b>IA</b>	$\leq 1$