

**WALTER QUADROS SEIFFERT**

**MODELO DE PLANEJAMENTO PARA A GESTÃO  
TERRITORIAL DA CARCINICULTURA MARINHA**

Tese apresentada ao Curso do Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.

Walter Quadros Seiffert

**MODELO DE PLANEJAMENTO PARA A GESTÃO  
TERRITORIAL DA CARCINICULTURA MARINHA**

Tese julgada e aprovada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, SC, 08 de maio de 2003.

---

Prof. Dr. JUCILEI CORDINI

Coordenador do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil

---

Prof. Dr. Carlos LOCH (UFSC, Brasil)

Orientador - Moderador

---

Prof. Dr-Ing. Hans-Peter BÄHR

(Universität Karlsruhe, Alemanha)- Membro

---

Prof. Dr. Márcio C. F. Vaz Dos Santos

(UFMA) - Membro

---

Prof. Dr. Raul Madrid

( IBAMA-Brasília ) - Membro

---

Dr. Carlos Rogério Poli

Gerente de Aqüicultura e Pesca/SC - Membro

---

Prof. Dr. Jarbas Bonetti Filho

(UFSC) – Membro

---

Prof. Dr. Jucilei Cordini

(UFSC) - Membro

**MODELO DE PLANEJAMENTO PARA A GESTÃO  
TERRITORIAL DA CARCINICULTURA MARINHA**

WALTER QUADROS SEIFFERT

**Tese apresentada ao Curso do Pós-graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.**

Área de Concentração: Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch**

Dedico este trabalho à minha esposa Elaine e a meu filho Gabriel Pamplona Seiffert, **os alicerces da minha vida.**

A meus pais Nelson Frederico Seiffert e Raquel Quadros Seiffert, **sempre dedicados em oferecer as melhores condições para minha formação e os maiores motivadores deste trabalho.**

## AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus sinceros agradecimentos:

A Deus por sua proteção e misericórdia.

Ao professor Dr. Carlos Loch, pelo apoio dado ao desenvolvimento do trabalho do curso como Mestre, do trabalho de Tese como Orientador e pela sua forma de pensar sobre as questões da vida e do trabalho.

À UFSC e aos professores do programa de pós-graduação em Engenharia Civil, por oferecer uma oportunidade valiosa de conhecimento.

Aos professores Edegar Roberto Andreatta e Elpídio Beltrame, amigos e motivadores diários para a conclusão deste trabalho. A equipe do Laboratório de Camarões Marinhos e Fazenda Experimental Yakult.

A toda equipe do Laboratório de Oceanografia Costeira da UFSC pelo apoio nos trabalhos de campo e análises de qualidade de água, em especial, ao coordenador Jarbas Bonetti Filho e ao mestrando Denis Augusto Gonçalves Oliveira.

Aos doutorandos Roque Sanchez Danlotto e Rogis Bernardy pelo apoio na execução do trabalho de campo e estruturação do SIGcamarão.

Ao professor do departamento de Engenharia Rural, Antonio Ayrton Auzani Uberti, pelo apoio no levantamento dos tipos de solo da Bacia do Inferninho.

Ao BMLP- Brazilian Mariculture Program pelo aporte financeiro e ao professor Jack Littlepage pelas contribuições fornecidas durante o processo de qualificação.

Ao coordenador do Programa Estadual de Cultivo de Camarões da EPAGRI, Sérgio Winckler e toda a sua equipe, pela amizade e colaboração para o andamento dos trabalhos de campo.

A empresa FORMACO pelo acesso as informações do aterro sanitário.

Ao Mauro Remor Teixeira sócio proprietário da Pontal Engenharia, pelo sua colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Luis Napoleão Teles, que não mediu esforços para emprestar o seu barco para a execução dos trabalhos de campo.

## ÍNDICE GERAL

<b>Folha de aprovação.....</b>	<b>2</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>5</b>
<b>Lista de tabelas.....</b>	<b>13</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>16</b>
<b>Lista de mapas.....</b>	<b>18</b>
<b>Lista de instituições.....</b>	<b>19</b>
<b>Lista de unidades de medida.....</b>	<b>20</b>
<b>Licença dos programas utilizados.....</b>	<b>21</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>22</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>23</b>
<b>1 - Introdução.....</b>	<b>24</b>
<b>2 – Justificativa .....</b>	<b>29</b>
<b>3 - Objetivos .....</b>	<b>33</b>
3.1 - Objetivo Geral.....	33
3.2 - Objetivos específicos .....	33
<b>4 - Natureza do problema de pesquisa.....</b>	<b>35</b>
4.1 – Caráter inédito, contribuição científica e relevância .....	35
<b>5. – Referencial Teórico .....</b>	<b>37</b>
5.1 – Região costeira .....	37
5.2– Planejamento e gestão integrada da carcinicultura no ecossistema costeiro .....	39
5.2.1 - Seleção, planejamento e implantação de projetos de carcinicultura .....	45

5.2.2 - Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas.....	48
5.2.3 - Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM.....	51
5.2.4 - Ordenamento físico-espacial.....	52
5.2.5 – Capacidade de carga.....	53
5.2.6 – Avaliação de impactos ambientais .....	58
5.2.7 - Impactos da carcinicultura marinha no ecossistema costeiro .....	60
5.2.7.1 – O cultivo e o impacto dos efluentes .....	62
5.2.7.2 – O cultivo e a destruição de manguezais .....	69
5.2.7.3 – O cultivo e a introdução de espécies exóticas .....	70
5.2.8 – Monitoramento ambiental .....	71
5.2.9 - Legislação .....	79
5.2.10 - Certificação ambiental .....	85
5.2.11 - Códigos de Conduta.....	85
<b>6 - Metodologia .....</b>	<b>87</b>
6.1 - Descrição da área de estudo .....	87
6.2 - Considerações iniciais.....	91
6.2.1 - Aspectos conceituais .....	91
6.3 – Ação de pesquisa 1 - Levantamento de dados ambientais na bacia hidrográfica do rio Inferninho e Baía de Tijucas .....	91
6.3.1 - Levantamento dos recursos hídricos .....	92
6.3.1.1 – Programa de monitoramento da qualidade da água da bacia do Rio Inferninho .....	92
6.3.1.2 - Avaliação da dinâmica dos parâmetros físico-químicos de qualidade e água na interface rio-mar através do estudo de dois ciclos de maré .....	97
6.3.1.3- Estudo do perfil salino e parâmetros físico-químicos de qualidade de água no Rio Inferninho.....	99

6.3.1.4 – Determinação da vazão do Rio Inferninho através de um ciclo de maré de sizígia .....	100
6.3.2 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos .....	101
6.3.2.1 - Clima .....	101
6.3.2.2 - Mapa topográfico .....	102
6.3.2.3 - Mapa de declividade e zoneamento para aptidão ao cultivo de camarões .....	103
6.3.2.4 - Mapa de solos.....	103
6.3.2.5 – Mapa de fontes de atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos.....	105
6.3.2.6 - Mapa cadastral dos projetos de carcinicultura em fase de implantação. ....	106
6.4 - Ação de Pesquisa 2 - Estruturação de um banco de dados na forma de um sistema de informações geográficas, SIGcamarão e desenvolvimento de um modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha. ....	107
6.4.1 - Materiais.....	109
6.4.1.1.- Base Cartográfica .....	109
6.4.1.2 - Imagens de Satélite .....	109
6.4.1.3 - Séries de Fotografias aéreas .....	110
6.4.1.4 - Análise dos vôos .....	111
6.4.1.5 – Levantamentos pelo sistema de posicionamento global (GPS) .....	111
6.4.2 - Método para georrefenciamento .....	113
6.4.3. - Geração de modelos ambientais preditivos.....	119
6.4.3.1 - Mapa das áreas com restrições legais e ambientais ao cultivo de camarão.....	119
6.4.3.2 - Mapa de aptidão do uso da terra para o cultivo de camarões .....	120

6.5 - Ação de pesquisa 3 – Teste de um modelo de planejamento e gestão ambiental a carcinicultura marinha através de um projeto piloto sob condições reais ...	122
6.5.1 - Projeto Pontal Engenharia.....	123
<b>7 – Resultados e discussão.....</b>	<b>124</b>
7.1 - Ação de pesquisa 1 e 2.....	124
7.1.1 – Análise dos dados de qualidade de água obtidos a partir da execução do programa de monitoramento inicial .....	124
7.1.2 - Avaliação das variáveis físico-químicas de qualidade de água na interface rio-mar através do estudo de dois ciclos de maré.....	129
7.1.3 – Estudo da profundidade da calha, perfil salino, parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade de água no Rio Inferninho.....	132
7.1.4 - Determinação da vazão enchente do Rio Inferninho proveniente da ação de um ciclo de maré de sizígia .....	137
7.1.5– Resultados da aquisição de dados ambientais biofísicos e sociais descritivos.....	140
7.1.5.1 – Clima .....	140
7.2 - Ação de Pesquisa 2 – Estruturação de um banco de dados na forma de um sistema de informações geográficas (SIGcamarão) e desenvolvimento de um modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura .....	143
7.2.1 - Modelo conceitual do sistema de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura e da estrutura do SIGcamarão utilizado no seu gerenciamento. ....	143
7.2.2 - Mapas gerados pelo banco de dados e SIGcamarão .....	143
7.2.2.1 – Mapa de declividade e zoneamento para aptidão ao cultivo de camarões.....	143
7.2.2.2 – Mapa de solos.....	147
7.2.2.3 – Mapa de uso atual da terra.....	151
7.2.2.4 – Malha viária e infra-estrutura .....	160

7.2.2.5 – Mapa de monitoramento da qualidade de água .....	161
7.2.2.6 - Mapa de aptidão de uso para o cultivo de camarões .....	163
7.2.2.7 - Mapa cadastal dos projetos de carcinicultura da Bacia do Rio Inferninho .....	166
7.2.3 - Recomendações para melhor gestão ambiental da Bacia do Rio Inferninho .....	166
7.2.4 – Utilidade do modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha .....	169
7.3 - Ação de pesquisa 3 – Teste de validação do modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura: Projeto piloto de carcinicultura marinha sob condições reais de conhecimento, recursos, espaço físico e tempo. ....	170
7.3.1 - Justificativa do empreendimento .....	170
7.3.2 - Localização e caracterização do terreno .....	171
7.3.3 - Antecedentes da área.....	173
7.3.4 - Características do mercado .....	173
7.3.5 - Tecnologia do empreendimento.....	174
7.3.5.1 - Espécie cultivada.....	174
7.3.5.2. - Fluxograma do processo produtivo.....	176
7.3.5.3 - Povoamento dos Viveiros .....	176
7.3.5.4 - Ciclos de produção.....	178
7.3.5.5 - Manejo dos viveiros de engorda .....	178
7.3.5.6 - Alimentação .....	180
7.3.5.7 - Colheita dos camarões .....	181
7.3.6 - Infra-estrutura a ser construída.....	182
7.3.7 - Equipamentos.....	182
7.3.7.1 - Equipamentos previstos na fase de implantação.....	182
7.3.7.2 - Equipamentos previstos na fase de operação .....	183

7.3.8 - Setor técnico-administrativo .....	184
7.3.9 - Caracterização dos viveiros.....	184
7.3.10 - Construção dos viveiros .....	186
7.3.11 - Cobertura vegetal .....	187
7.3.12 - Estações de bombeamento .....	187
7.3.13 - Canal de adução .....	189
7.3.14 - Canais de abastecimento .....	189
7.3.15 - Taludes .....	189
7.3.16 - Comportas de abastecimento .....	189
7.3.17 - Comporta de drenagem .....	190
7.3.18 - Canal de drenagem.....	191
7.3.19 - Sistema de recirculação de água .....	192
7.3.20 - Rede elétrica.....	192
7.4 - Cronograma físico para execução da obra .....	192
7.5 - Dimensionamento da produção .....	193
7.5.1 - Cronograma de produção .....	193
7.5.2 - Demanda de pós-larvas .....	193
7.5.3 - Estimativa de produção .....	194
7.5.4 - Demais insumos .....	194
7.5.4.1 - Demanda de ração .....	194
7.6 - Investimentos .....	195
7.6.1 - Terreno .....	195
7.6.2 - Terraplanagem .....	195
7.6.3 - Infra-estrutura do viveiro .....	196
7.6.4 - Infra-estrutura de apoio .....	196
7.6.5 - Equipamentos.....	196

7.6.6 - Projeto .....	197
7.7 - Custos de produção .....	197
7.8 - Avaliação econômica do empreendimento .....	198
7.8.1 - Valor de produção .....	198
7.8.2 - Demonstrativo financeiro.....	199
7.8.3 - Taxa Interna de Retorno (TIR).....	200
7.9 - Controle ambiental na execução das obras e no cultivo .....	200
7.9.1 - Monitoramento dos efluentes.....	202
7.9.1.1 - Esquema de monitoramento.....	203
7.9.1.2 - Caracterização dos resíduos sólidos.....	204
<b>8 - Conclusões.....</b>	<b>205</b>
<b>9 - Recomendações.....</b>	<b>207</b>
<b>10 - Referências bibliográficas .....</b>	<b>208</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>222</b>

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Relações espaciais em diferentes níveis de planejamento ambiental .....	40
Tabela 2. Importância da seleção de áreas para o sucesso da carcinicultura marinha ....	47
Tabela 3. Importância da correta elaboração do projeto e construção. ....	48
Tabela 4. Propriedades que afetam a capacidade de carga das águas marinhas.....	55
Tabela 5. Comparação dos parâmetros de qualidade da água de fazendas de <i>Litopenaeus vannamei</i> da região nordeste do Brasil com efluentes recomendados pela GAA e de outras atividades.....	64
Tabela 6. Resumo dos principais parâmetros de qualidade da água em fazendas de <i>Litopenaeus vannamei</i> da região nordeste do Brasil.....	65
Tabela 7. Variações no teor de N e P total dos efluentes provenientes de cultivos intensivos de camarão no sudeste da Tailândia.....	65
Tabela 8. Estimativa da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) através de diferentes cenários.....	68
Tabela 9. Indicadores de qualidade de água para programas de monitoramento de efluentes do cultivo de camarão marinho em águas costeiras.....	75
Tabela 10. Valores iniciais e metas a serem alcançadas para o controle de efluentes derivados de viveiros de camarão marinho em comparação aos limites da Resolução do Conama n <sup>o</sup> 20/86 e FATMA.....	77
Tabela 11. Padrões microbiológicos em produtos de pescado.....	78
Tabela 12. Padrões físico – químicos para frescor em produtos de pescado. ....	78
Tabela 13. Parâmetros de qualidade de água adequados ao cultivo de <i>L. vannamei</i> . ....	78
Tabela 14. Limites para o desmatamento das margens dos rios.....	81
Tabela 15. Pontos amostrais do plano de monitoramento final (PMf) e localização na rede de drenagem do Rio Inferninho e Baía de Tijucas. ....	94
Tabela 16. Pontos amostrados e análises efetuadas em amostras de água do Rio Inferninho e Baía de Tijucas. ....	96

Tabela 17. Método de análise e local da análise .....	96
Tabela 18. Parâmetros, intervalo de coleta, equipamentos e local da análise.....	98
Tabela 19. Bandas Landsat TM, intervalo espectral e setor do espectro. ....	110
Tabela 20. Material cartográfico e vôos fotogramétricos com suas respectivas datas, escalas e procedência.....	113
Tabela 21. Restrições, medidas de recuo e justificativas para exclusão de áreas impróprias ao cultivo de camarões.....	120
Tabela 22. Aptidão ao cultivo segundo interação multiplicativa dos pesos atribuídos as variáveis das cartas declividade, tipo de solo e perfil salino.....	121
Tabela 23. Resultados da análise das variáveis físicas químicas de qualidade de água nos pontos amostrais do programa de monitoramento inicial da bacia do rio Inferninho, em 25 de abril de 2001. ....	124
Tabela 24. Resultados da análise dos parâmetros microbiológicos, coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF), pesticidas e metais pesados nos pontos amostrais do programa de monitoramento da bacia do rio Inferninho, em 25 de abril de 2001. ....	124
Tabela 25. Resultados parciais da análise dos parâmetros de qualidade de água coletados durante o período de 25 horas, (03-04 de setembro de 2001), na estação fixa, a 200 m da foz do Rio Inferninho.....	129
Tabela 26. Resultados da análise dos parâmetros de qualidade de água coletados durante o período de 25 horas, 03-04 de setembro de 2001, na estação fixa.....	130
Tabela 27. Resultados da análise dos dados obtidos no estudo do perfil salino .....	133
Tabela 28. Resultados dos cálculos da vazão do Rio Inferninho obtidos no P1.....	137
Tabela 29. Dados climáticos obtidos na estação meteorologica de São José.....	140
Tabela 30. Classes de declividade e classificação da aptidão de uso das terras.....	143
Tabela 31. Resultados da análise físico-química das amostras coletadas em 09/04/2002, para o programa de monitoramento da FATMA.....	159
Tabela 32. Comunidades, número de famílias cadastradas e destino dos dejetos.....	160

Tabela 33. Integração de dados das variáveis declividade, salinidade e solo usados no zoneamento de áreas aptas ao cultivo de camarões.....	163
Tabela 34. Resultados da análise de solo da área do projeto piloto, em 20/12/2003. ....	170
Tabela 35. Estação de Bombeamento 1.....	188
Tabela 36. Estação de Bombeamento 2.....	188
Tabela 37. Cronograma físico para execução do projeto Pontal Engenharia.....	192
Tabela 38. Cronograma de produção.....	193
Tabela 39. Estimativa de produção .....	194
Tabela 40. Custos de terraplanagem.....	195
Tabela 41. Custos da infra-estrutura.....	196
Tabela 42. Custos da infra-estrutura de apoio.....	196
Tabela 43. Custos dos equipamentos. ....	196
Tabela 44. Custos relacionados ao projeto.....	197
Tabela 45. Custos fixos .....	197
Tabela 46. Custos variáveis.....	197
Tabela 47. Valor da produção .....	198
Tabela 48. Demonstrativo financeiro .....	199

## **LISTA DE FIGURAS**

<i>Figura 1. Fazendas de cultivo de camarões em Laguna, Santa Catarina</i> .....	26
<i>Figura 2. Evolução da produção de camarões cultivados em Santa Catarina (em toneladas).</i> .....	27
<i>Figura 3. Usuários dos recursos naturais numa bacia hidrográfica (CLARK, 1992).</i> .....	37
<i>Figura 4. Níveis de planejamento ambiental (FAO, 1993)</i> .....	40
<i>Figura 5. Diagrama teórico de um cultivo associado (camarões/moluscos e macroalgas) onde ocorre a liberação de um efluente com baixo impacto ambiental (ROCHA &amp; FREITAS, 1998).</i> .....	58
<i>Figura 6. Cargas de nitrogênio e fósforo provenientes da aquicultura, agricultura e dejetos urbanos</i> .....	67
<i>Figura 7. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Inferninho e Baía de Tijucas.</i> ....	87
<i>Figura 8. Estação fixa montada 200 m da foz do rio Inferninho.</i> .....	98
<i>Figura 9. Mapa topográfico da área de estudo em escala 1:50.000 (IBGE, 1974).</i> ....	109
<i>Figura 10: Bandas espectrais do satélite Landsat: TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 E TM7 (INPE, 2000).</i> .....	110
<i>Figura 11. Levantamento com GPS (Stop And Go E Cinemático) na bacia do Rio Inferninho.</i> .....	112
<i>Figura 12. Identificação de pontos de controle na base cartográfica</i> .....	114
<i>Figura 13. Georeferenciamento da base cartográfica a partir de pontos pré-determinados</i> .....	114
<i>Figura 14. Separação de canais espectrais</i> .....	115
<i>Figura 15. Delimitação de mosaicos a partir de delimitação pré-definida</i> .....	116
<i>Figura 16. Bandas espectrais TM 2,4 e 7 com composição falsa cor.</i> .....	118
<i>Figura 17. Influência da amplitude de maré sobre a salinidade da água na foz do Rio Inferninho.</i> .....	132
<i>Figuras 18. Perfil da calha do rio Inferninho durante a fase de vazão máxima.</i> ..	138

<i>Figuras 19. Perfil da calha do rio Inferninho durante a fase de vazão mínima. ...</i>	138
<i>Figura 20. Modelo digital do terreno do Rio Inferninho no ponto onde foram calculados os valores de vazão. ....</i>	139
<i>Figura 21. Precipitação média mensal (mm) ao longo de 85 anos de observação, Estação meteorológica de São José – SC. ....</i>	141
<i>Figura 22. Temperaturas médias observadas durante 12 meses ao longo de 84 anos na Estação Meteorológica de São José-SC. ....</i>	142
<i>Figura 23. Sistema de apoio a decisão estruturado na forma de SIG proposto como modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha .....</i>	144
<i>Figura 24. Tipos de solo e sua relação com a construção dos viveiros. (a) Viveiro em solo argiloso construído no sistema “gamboa”, talude 1:1. (b) Viveiro em solo arenoso construído em talude 1:4. ....</i>	151
<i>Figura 25. Aterro sanitário e sua localização em relação ao Rio Inferninho ( a ). .....</i>	155
<i>Figura 26. Sistema de tratamento de efluentes do aterro sanitário. (a) poço de recepção; (b) lagoa anaeróbica; (c) lagoa facultativa; (d) lagoa aerada; (e) lagoa de maturação (polimento) e (f) desinfecção. ....</i>	156
<i>Figura 27. Sistema de tratamento físico de efluentes do aterro sanitário. ....</i>	157
<i>Figura 28. Laboratório de análise da água de efluentes do aterro sanitário. ....</i>	157
<i>Figura 29. Plano amostral para o monitoramento da qualidade de água do sistema do aterro sanitário. ....</i>	158
<i>Figura 30. Fluxograma de produção em uma fazenda de carcinicultura marinha .....</i>	176
<i>Figura 31. Projeto piloto Pontal Engenharia .....</i>	185
<i>Figura 32. Cortes talude e fundo dos viveiros .....</i>	186
<i>Figura 33. Cortes talude e canais .....</i>	186
<i>Figura 34. Estação de bombeamento .....</i>	188
<i>Figura 35. Cortes da comporta de drenagem .....</i>	190

## **LISTA DE MAPAS**

01	BASE CARTOGRÁFICA	88
02	MAPA DE PERFIL SALINO	136
03	MAPA DE DECLIVIDADE	146
04	MAPA DE SOLOS	148
05	MAPA DE USO DO SOLO	153
06	MAPA DE MONITORAMENTO DO RECURSO HÍDRICO	162
07	MAPA DE APTIDÃO AO CULTIVO DE CAMARÕES	164
08	MAPA CADASTRAL DOS PROJETOS DE CARCINICULTURA	167
09	MAPA DO PROJETO PONTAL ENGENHARIA	172

## **LISTA DE INSTITUIÇÕES**

ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarões
ACCC	Associação Catarinense de Criadores de Camarões
AQI	Departamento de Aquicultura
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina-Laboratório Físico Químico e Biológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTC	Centro Tecnológico
DPA	Departamento de Pesca e Agricultura
EPAGRI	Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina
FATMA	Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
GAA	Global Aquaculture Alliance
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LCM	Laboratório de Camarões Marinhos
LIMA	Laboratório Integrado do Meio Ambiente
LOC	Laboratório de Oceanografia Costeira
MMA	Ministério do Meio Ambiente
SEDUMA	Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SPU	Secretaria de Patrimônio da União
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## **LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA**

ppmil	Partes por mil	1g/l
µm	Micrômetro	10 <sup>-6</sup> m
µg	Micrograma	10 <sup>-6</sup> g
T <sup>0</sup> C	Temperatura em graus Celcios	
cm	Centímetros	
ha	Hectare	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
km	Quilômetro	10 <sup>3</sup> m
l	Litro	
m	Metro	
mg	Miligrama	10 <sup>-3</sup> g
mg/l	Miligramas por litro	10 <sup>-3</sup> g/l
mm	Milímetro	10 <sup>-3</sup> m
pH	Potencial de Hidrogênio	
ppm	Partes por milhão	1 mg/l
ug/l	Micrograma/litro	10 <sup>-6</sup> g/l

## **LICENÇAS DOS PROGRAMAS UTILIZADOS**

ArcView® GIS 8.2 for Windows™ Single Use Keyed	KEY554997377	VisãoGEO Ltda.
AutoCAD® Release 14	220-00087919	Roque A. Sánchez Dalotto
IDRISI®	System ID:	LOC- LABORATÓRIO OCEANOGRAFIA COSTEIRA/UFSC.
Microsoft® Office® 97 Standard	8135-1811406	FAPEU- Fundação de Apoio a Pesquisa Universitária
Microsoft® Windows™ XP	52782-OEM-0009147- 00113	FAPEU- Fundação de Apoio a Pesquisa Universitária

## **RESUMO**

SEIFFERT, Walter Quadros. *Modelo de planejamento para a gestão territorial da carcinicultura marinha*. Florianópolis, 2003. 231p. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

O Estado de Santa Catarina destaca-se no âmbito nacional quanto ao desenvolvimento da maricultura. É o maior produtor de moluscos e a indústria de cultivo de camarões marinhos vem expandindo-se num ritmo acelerado. Considerando que a baixa integração ambiental de unidades de produção de camarões tem sido responsável pela decadência da atividade em algumas regiões do mundo, a presente pesquisa fundamenta-se na hipótese de que um modelo de planejamento ambiental dirigido a orientar preventivamente a inserção da carcinicultura no ecossistema é capaz de conferir sustentabilidade a atividade ao longo do tempo. O método fundamentou-se em conhecimentos das ciências de sensoriamento remoto (SR), sistema geográfico de informações (SIG), cadastro técnico multifinalitário (CTM), pedologia e oceanografia. Como objeto de estudo da base dos recursos naturais e suas inter-relações foi selecionada uma bacia hidrográfica, Bacia Hidrográfica do Rio Inferninho, municípios de Governador Celso Ramos e Biguaçu, Santa Catarina, Brasil, onde foram efetuados os levantamentos dos dados ambientais e das atividades humanas, tendo em vista o seu potencial para o desenvolvimento da carcinicultura. A organização quantitativa de dados foi expressa por medidas numéricas e mapas, que são considerados modelos matemáticos e espaciais dos fenômenos que influenciam o ecossistema objeto da pesquisa. Como resultado, foi possível elaborar um mapa de aptidão da bacia hidrográfica e seu estuário para o cultivo de camarões e propor um projeto piloto de carcinicultura para a área de estudo. Pode ser considerado que o modelo discutido neste trabalho, quando adaptado a outras realidades, serve como ponto de partida para orientar o planejamento ambiental e a implantação de empreendimentos sustentáveis de carcinicultura. Por estar fundamentado no uso de instrumentos de análise ambiental e conhecimentos científicos atualizados sobre a base de recursos ambientais, procura oferecer subsídios e metodologias para planejadores, agências de desenvolvimento, autoridades ambientais e investidores.

Palavras chave: planejamento, gestão costeira, carcinicultura marinha, SR, SIG.

## **ABSTRACT**

SEIFFERT, Walter Quadros. *Planning Model for territorial management of shrimp culture*. Florianópolis, 2003. 231p. Santa Catarina Federal University, Brazil.

The State of Santa Catarina stands out nationally in the mariculture development. It is the largest mollusk grower and its marine shrimp culture industry is growing at a fast pace. Considering that the little environmental integration among the growing sites has been responsible for the falling of the activity in many regions, the present research is based on the hypothesis that a model of oriented environmental planning to drive preventively the insertion of shrimp culture into the ecosystem is able to provide long term sustainability for the activity. Through the remote sensing, (SR), geographic information system (SIG), multi-purpose technical listing (CTM), pedology and oceanography sciences a deep study was made about the natural resources and their interrelations in a hydrographic basin and in a pilot river mouth through a survey and an inventory of environmental data and of the human activity in the potential ecosystem's physical space for the shrimp culture development. The quantitative data organization was expressed by numerical measures and maps, considered to be mathematical and space models of phenomena which influence the aimed ecosystem of the research. As a final result, it was possible to create an aptitude map of the hydrographic basin for shrimp culture and a pilot project for shrimp culture integrated with the Inferninho river hydrographic basin. The discussed model in this paper, when adapted to other realities, can be used as a starting point for the improvement of the effective environmental projects for the orientation and implementation of sustainable shrimp culture enterprises and that, founded on the use of environmental analyses instruments and updated scientific methods on the resource's base, become available to planners, development agencies, environmental officers and investors.

Key words: planning, coastal management, marine carcinoculture, SR, SIG.

## 1 - INTRODUÇÃO

A aqüicultura é a arte de cultivar organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. Pelo seu expressivo desempenho nos últimos anos, foi o setor de produção de alimentos que mais cresceu no mundo. A produção de espécies aquáticas para consumo humano alcançou em 1999 uma produção de 126,2 milhões de toneladas (FAO, 2001), representando um aumento de 7,2 % em relação aos valores alcançados em 1988 (FAO, 2000).

A aqüicultura é uma importante atividade econômica nas regiões costeiras de vários países e oferece inúmeras oportunidades para contribuir na redução dos níveis de pobreza, aumento de empregos, maior desenvolvimento da comunidade, redução da exploração de recursos naturais costeiros a níveis sustentáveis e produção de alimentos em regiões tropicais e subtropicais (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Na aqüicultura, a prática do cultivo de camarões, carcinicultura, representa 3,7% da produção total e 16,5 % das receitas da aqüicultura mundial. No ano de 2001, 1,1 milhões de toneladas de camarão foram produzidas, totalizando US\$ 6.9 bilhões, com a produção do cultivo representando mais que 28 % dos camarões comercializados no mundo. As 3 principais espécies cultivadas são *Penaeus monodon*, *Litopenaeus vannamei* e *Penaeus chinensis*, totalizando 82 % da produção mundial (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Atualmente, mais de 50 países possuem fazendas de camarão. O continente asiático contribui com 72% da produções mundial desse setor, destacando-se como principais produtores: Tailândia, Indonésia, China e Índia. Por outro lado, o continente americano responde pelos 28 % restantes, onde o Equador é o principal produtor em área (150.000 ha) seguido pelo México (30.000 ha) (ROSENBERRY, 1998).

De acordo com WORLD BANK (1998), a atividade da carcinicultura marinha emprega diretamente mais de um milhão de pessoas, podendo ainda, este número ser multiplicado por várias vezes quando adicionadas as atividades correlacionadas, tais como indústria e comércio. No Equador a atividade é um dos pilares da economia, onde são gerados cerca de 160.000 empregos diretos propiciando um incremento significativo de renda das comunidades costeiras, sendo os salários pagos pela

atividade, superiores ao salário mínimo pago pelas outras empresas do país (MOGOLLÓN, 1997).

Apesar de seu sucesso econômico e social, CHAMBERLAIN (2002), afirma que as questões recentes relativas a produção e ao mercado constituem sérias preocupações para os produtores de camarão do mundo. O contínuo aumento da produção tem levado a uma constante queda de preços. Os produtores devem reduzir continuamente os seus custos de produção com vistas a manter competitividade de seu negócio. Alguns produtores encontram-se na encruzilhada financeira entre a redução da receita derivada da queda de preços e o aumento dos investimentos para se manterem competitivos.

As fazendas que sobreviverem irão ser mais eficientes, ambientalmente sustentáveis e estarão fundamentadas nas modernas técnicas disciplinares de manejo de animal, tais como o estrito controle da sanidade, sofisticados diagnósticos de doenças, melhoramento genético, alimentos mais eficientes, recirculação de água e melhor controle dos efluentes e resíduos (op. cit.).

No Brasil, a atividade da carcinicultura marinha vem crescendo significativamente nos últimos anos, passando de 2.385 toneladas em 1994, para uma produção estimada em 65.000 t em 2002, numa área de cultivo de 12.000 ha (ROCHA, 2002).

A atividade da aquicultura estuarina ou maricultura vem demonstrando ser a única alternativa viável do ponto de vista sócio-econômico, para a manutenção das comunidades de pescadores artesanais e rurais adjacentes nos seus habitats naturais, evitando-se o êxodo dessas populações para os centros urbanos, que nos últimos anos vem aumentando o cinturão da miséria na periferia das grandes cidades brasileiras (DPA, 2001; ROCHA, 2000).

Devido a sua característica de expansão em áreas costeiras improdutivas ou com índices de produção agrícola e/ou pecuária insatisfatórios, a carcinocultura marinha no Brasil tem produzido empregos em regiões onde eles simplesmente não existiam, alcançando uma relação de 1 emprego/ha conforme (WAINBERG, 2000; MADRID, 1999).

A plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado, elaborada pelo CNPq, Associação Brasileira de Criadores de Camarões (ABCC) e Departamento de Pesca e Aquicultura do Ministério da Agricultura (DPA/MA), possui metas ambiciosas, sendo

uma delas, a de converter o Brasil no maior produtor mundial de camarões marinhos, com produções que, por si só, poderão reverter o déficit da balança comercial nacional de pescado, passando de 25.000 toneladas em 2000 para 70.000 em 2003 e 140.000 toneladas para 2005 (DPA, 2001).

O estado de Santa Catarina, através da ACARPESC, foi o pioneiro na atividade de cultivo de camarões, com a realização de pesquisas no início da década de 70. Trabalhando com as espécies nativas *Litopenaeus schmitti* (camarão branco) e *Farfantepenaeus paulensis* (camarão rosa), a Universidade Federal de Santa Catarina, a partir de 1983, tentou durante 18 anos desenvolver um pacote tecnológico para a indústria. Apesar de importantes avanços no processo de reprodução em cativeiro, os resultados da engorda nos viveiros não foram suficientes para dar competitividade às fazendas de produção, restando apenas os bons resultados obtidos com os trabalhos de repovoamento de ambientes naturais e o fortalecimento da pesquisa e a formação de conhecimento (ANDREATTA *et al.*, 2002).

Em 1998, após o fechamento de vários empreendimentos privados, foi decidido pela utilização da espécie *Litopenaeus vannamei* que já estava sendo cultivada com melhores índices de produção no nordeste do brasileiro. Os primeiros dados obtidos em três fazendas, que totalizavam uma área de 30 ha, foram surpreendentes e indicaram que a atividade iria se desenvolver rapidamente na região de Laguna **Figura 1**. As características zootécnicas de rápido crescimento, baixa taxa de conversão alimentar, rusticidade, boa sobrevivência e pacote tecnológico definido permitiram um novo impulso para a atividade no estado (COSTA *et al.*, 1999; SEIFFERT *et al.* 1998a).

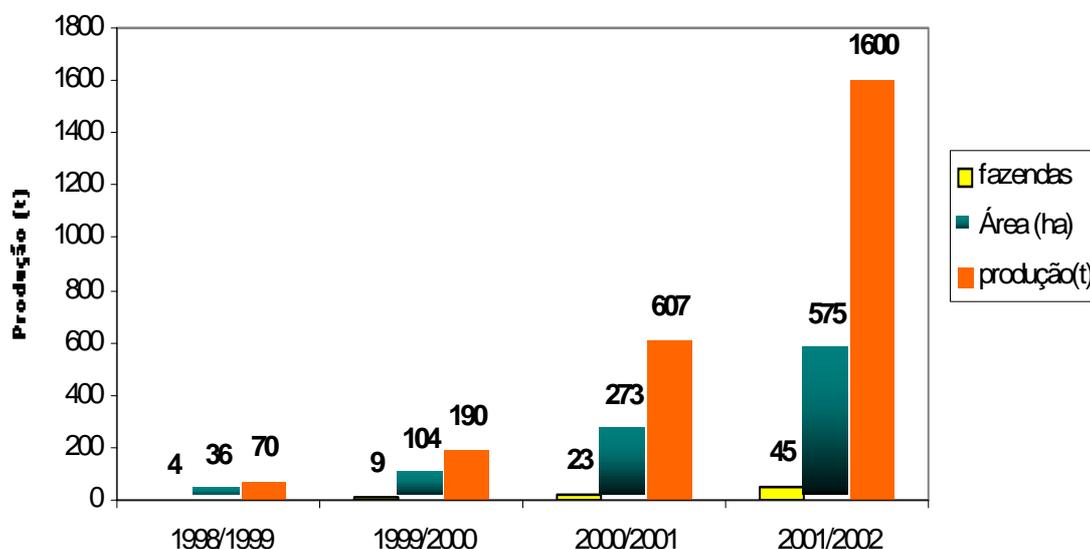


Figura 1. Fazendas de cultivo de camarões em Laguna, Santa Catarina

Diante da ótima perspectiva, os técnicos da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e da UFSC em 1999, delimitaram um Programa Estadual para apoiar o desenvolvimento da carcinicultura e evitar os problemas que poderiam causar a falta de planejamento, a exemplo de países produtores tradicionais como a Tailândia, Equador entre outros (COSTA *et al.*, 1999; BELTRAME *et al.*, 2002).

Na mesma época, a UFSC recebia como doação para o desenvolvimento de pesquisas, da Empresa YAKULT uma fazenda de cultivo com 22 ha de lâmina de água situada no município de Barra do Sul/SC, que foi rapidamente preparada para se tornar a base para o desenvolvimento de pesquisas, formação de plantéis de reprodutores e o treinamento de pessoal.

O resultado mais contundente do Programa Estadual foi o crescimento da atividade em área e em produtividade. Em apenas quatro anos Santa Catarina cresceu de 30 ha para 700 ha de lâmina de água de viveiros em produção **Figura 2**.



*Figura 2. Evolução da produção de camarões cultivados em Santa Catarina (em toneladas).*

Para os novos empreendedores, técnicos e trabalhadores das fazendas foi propiciado acesso ao treinamento gratuito na Fazenda Experimental Yakult/UFSC, ou através de cursos de pequena duração oferecidos pelo Programa Estadual.

Por uma ação organizada do Programa, todas as unidades de produção sem exceção, são obrigadas a obter licença ambiental. Os produtores foram organizados através de uma Associação Estadual (ACCC) que entre outras ações promove palestras e cursos pra melhorar o nível tecnológico dos seus integrantes.

As propriedades em Santa Catarina caracterizam-se por pequenas unidades, onde 53 % possuem áreas inferiores a 10 ha e 47% entre 10 e 30 ha. A área de cultivo em Santa Catarina gerou 500 empregos diretos.

No campo da pesquisa, duas teses de doutorado estão em fase final de desenvolvimento e deverão nortear o zoneamento das duas maiores áreas potenciais do estado no litoral sul e norte. Entre estas, o desenvolvimento do presente trabalho deverá possibilitar que os projetos de produção sejam definidos com critérios técnicos para a sustentabilidade ambiental. Nesta etapa de pesquisa e do planejamento, as características da área, o uso atual do solo, a disponibilidade de água salgada de boa qualidade, os posicionamentos da captação e liberação da água e também a interação com as demais atividades na bacia hidrográfica, são considerados. Estas informações permitirão inserir os projetos dentro da dinâmica hídrica do sistema, visando a manutenção ou mesmo a melhora da qualidade da água do entorno.

Todos os novos projetos em conseqüência deverão ser desenhados e construídos com sistema de decantação, recirculação e tratamento da água a ser utilizada. Uma área equivalente a 10% da área de lâmina de água em produção deverá ser destinada para a recuperação da água utilizada. O tratamento da água ainda precisará ser exercitado, mas já está previsto para o futuro próximo da atividade.

A integração entre as instituições Federais e Estaduais com o setor produtivo é uma das principais características do Programa de Desenvolvimento do Cultivo de Camarões em Santa Catarina. Também a priorização do desenvolvimento para pequenos produtores, definida ainda no início do Programa, permitiu que no Sul a atividade distribísse melhor o benefício da produção.

## **2 – JUSTIFICATIVA**

A aqüicultura é uma atividade de grande potencial para a produção de alimentos, diminuição da pobreza e geração de bem estar para as populações que vivem nas áreas costeiras, muitas das quais, as mais pobres do mundo. No entanto, uma série de problemas tem sido associada ao desenvolvimento da aqüicultura costeira, dentre os quais destacamos: a vulnerabilidade da atividade aos problemas de má qualidade de água e poluição aquática causada pelos dejetos das indústrias, domésticos, agricultura e a da própria aqüicultura, e o crescimento não sustentado seguido de queda devido ao uso indevido dos recursos, problemas sociais e em alguns casos de doenças das espécies em cultivo (GESAMP, 2001).

A aqüicultura costeira difere de acordo com as pessoas envolvidas, recursos utilizados, métodos empregados e características do meio ambiente circundante (BARG, 1994). Infelizmente, o planejamento e a coordenação do desenvolvimento sustentável da aqüicultura através de uma base de informações que contenha dados tecnológicos e socioeconômicos suficientes é uma exceção através dos países produtores.

A FAO (Food and Agriculture Organization) realizou em Bangkok em dezembro de 1997, uma reunião técnica para o estabelecimento de diretrizes e políticas para o cultivo sustentável de camarões marinhos. A consulta técnica chegou a um consenso de que a atividade da carcinicultura marinha é sustentável e deve ser uma meta a ser alcançada por todos os países produtores, desde que seja fundamentada em sistemas de produção compatíveis com a manutenção da qualidade ambiental e dos cultivos para estar disponível para as gerações vindouras (FAO, 1997).

Como resultado desta consulta técnica e reconhecendo que os desafios para um melhor manejo do cultivo de camarão em nível mundial são complexos, e que melhores práticas muitas vezes são obtidas mediante a identificação e análise de lições apreendidas e troca de informações, foi desenvolvido o Programa de Consórcio intitulado “O cultivo de camarões e o meio ambiente”. Os parceiros do programa são o Banco Mundial, NACA (Organização de centros de aqüicultura na Ásia do Pacífico), WWF (Fundo Mundial da Vida Selvagem) e FAO (Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas). O consórcio apoiou 35 estudos complementares, preparados por mais de 100 pesquisadores em mais de 20 países produtores de camarão, na Ásia, África e Américas. Os estudos vêm sendo

apresentados e discutidos em mais de 150 encontros e reuniões internacionais. Os documentos publicados até o momento destacam as necessidades de planejamento e gestão para o sucesso da atividade da carcinicultura mundial (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Apesar dos índices sócio-econômicos gerados pela atividade do cultivo de camarões em Santa Catarina poderem melhorar significativamente o fraco desempenho econômico da maioria dos municípios litorâneos, os sistemas de produção em aquicultura quando não planejados e regulamentados também podem ocasionar deterioração ambiental e conseqüentemente proporcionar quebras na cadeia produtiva. Como exemplo, tem-se a produção de camarões marinhos na China, que devido à expansão desordenada da área de cultivo, saiu de um patamar de produção de 200 mil em 1992 para 50 mil toneladas em 1994 (TACON, 1995).

De acordo com ROSS *et al.* (1993), a falta de informações sobre a interação da atividade da aquicultura com o meio ambiente tem sido o principal fator que vem conduzido à expansão desordenada da indústria.

As políticas de planejamento que minimizem os impactos gerados pela indústria da aquicultura já instalada no sul do Brasil e que propiciem a expansão ordenada desta atividade nas regiões ainda não exploradas dependem da disponibilidade de informações precisas que identifiquem os impactos já existentes e caracterizem as áreas com aptidão ao cultivo. A expansão desordenada da atividade do cultivo de camarões pode comprometer a sustentabilidade desta atividade nesta região.

O ordenamento do espaço rural litorâneo torna-se imprescindível para o desenvolvimento sustentável da atividade no estado. A gestão do uso comum da água e dos efluentes líquidos e sólidos, bem como o planejamento integrado do cultivo com as demais atividades econômicas e sociais litorâneas são demandas atuais e imprescindíveis ao sucesso da atividade. O desenvolvimento do conhecimento detalhado do território litorâneo catarinense é a única forma de respeitar os limites de sustentabilidade e traçar um modelo de planejamento ambiental para a atividade do cultivo de camarões marinhos integrado ao ecossistema circundante.

O litoral catarinense apresenta inúmeras áreas propícias a implantação de fazendas de camarões, destacando-se as regiões do complexo Lagunar Sul (Laguna, Jaguaruna, Imbituba e Imaruí), Grande Florianópolis (Paulo Lopes, Biguaçu, Tijucas) e Baía da

Babitonga (São Francisco do Sul, Araquari e Barra do Sul), normalmente são áreas desprovidas de vegetação de mata atlântica, arenosas, impróprias para agricultura e não competitivas para atividades agropecuárias (COSTA *et al.*, 1999).

Devido ao declínio da produção de pescado, a situação dos pescadores artesanais da região litorânea catarinense é de empobrecimento gradativo, embora a atividade ainda envolva mais de 150.000 pessoas no litoral catarinense (35.000 pescadores distribuídos através de 23 colônias de pescadores) (GERCO, 1997; MARTINS, 1995).

A EPAGRI – Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina e a UFSC são responsáveis pelo desenvolvimento do plano estadual de cultivo de camarões. O plano tem como diretriz básica, a minimização dos problemas sociais existentes nas áreas rurais litorâneas. Dentre os objetivos do programa, encontramos o de promover o ordenamento da atividade identificando, dimensionando e planejando as áreas propícias e prioritárias para a instalação de empreendimentos, tendo como princípio a proteção ambiental. O programa tem como meta a implantação de 2.500 ha de cultivo de camarões marinhos, a geração de mais de 1250 empregos diretos e 1750 na cadeia produtiva até 2004 (COSTA *et al.*, 1999).

O cultivo de camarões no litoral catarinense pode propiciar a receita financeira na ordem de doze milhões de dólares anuais para cada mil hectares de viveiros implantados. Estes valores são capazes de modificar o desempenho econômico de vários municípios litorâneos catarinenses (COSTA *et al.*, 1999). A proximidade do mercado consumidor (Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Mercosul) e a existência de capacidade instalada para o beneficiamento e exportação (portos de Itajaí, Laguna, Imbituba, São Francisco), são vantagens que o Estado têm para ser competitivo na atividade da carcinicultura marinha.

A integração institucional entre UFSC-EPAGRI e produtores, somada a infraestrutura existente nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, apoio financeiro do BMLP-Brazilian Mariculture Linkage Program da Canadian International Development Agency/CIDA, Pronaf-pesquisa e outros, desde o lançamento do plano em junho de 1999, propiciou um crescimento em mais de 1000 % (SEIFFERT e LOCH, 2000a).

Santa Catarina dispõe, no setor público (UFSC/CTC/AQI e EPAGRI), de equipe técnica nos campos de conhecimento de cadastro técnico multifinalitário, gestão

territorial e da carcinicultura marinha, que já está atuando na pesquisa e na transferência de tecnologia para a socialização do cultivo (SEIFFERT e LOCH, 2000b).

Entre as áreas potencialmente aptas ao desenvolvimento da atividade no litoral centro, encontramos a planície costeira litorânea da bacia hidrográfica do rio Inferninho, municípios de Governador Celso Ramos e Biguçu/SC. O modelo integrado de planejamento ambiental em desenvolvimento na presente pesquisa selecionou esta área para estudo, pelo fato de haver uma pressão imediata para a ocupação através de empreendimentos de carcinicultura, tanto por empresários que já adquiriram terras, como de projetos oficiais para carcinicultura através da desapropriação para implantação de cooperativas camaroneiras, um dos objetivos do plano estadual.

As exigências específicas para o desenvolvimento da atividade da carcinicultura marinha, topografia plana nas cercanias de estuários da orla marítima, a necessidade de água com determinados padrões de qualidade e a avaliação para liberação de investimentos consideráveis, apontam para a necessidade de estudos ambientais e de planejamento.

Além das exigências específicas para as áreas de implantação de unidades de produção de camarões como a topografia mais plana, a proximidade de água salobra de boa qualidade e a avaliação dos custos de implantação e custeio, ainda existe a necessidade imperiosa de estudos ambientais que orientem o planejamento para que a carcinicultura seja sustentável nos três aspectos: social, econômico e ambiental.

### **3 - OBJETIVOS**

#### **3.1 - Objetivo Geral**

Desenvolver um modelo de planejamento e gestão ambiental que subsidie a tomada de decisão de investimentos e assegure sustentabilidade econômica e social de projetos de carcinicultura.

#### **3.2 - Objetivos específicos**

Levantar uma base de dados que propicie, no espaço litorâneo, a gestão espacial integrada e sustentável de áreas com aptidão ao cultivo de camarões marinhos.

Gerar um banco de dados como um sistema de apoio a decisão na forma de SIGcamarão, que oriente a modelagem, a expansão ordenada e sustentabilidade ambiental da carcinicultura marinha.

Utilizar técnicas de sensoriamento remoto e tecnologias do Cadastro Técnico Multifinalitário para identificar as áreas com aptidão ao cultivo de camarões na bacia hidrográfica do Rio Inferninho, pertencente aos municípios de Biguaçu e Governador Celso Ramos, litoral norte do estado de Santa Catarina.

Valorizar a atividade da carcinicultura marinha como componente da gestão integrada de recursos costeiros.

Aprofundar o conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas costeiros, visando minimizar desperdícios e maximizar os resultados econômicos do cultivo de camarões.

Definir um sistema de coleta de dados adequado ao planejamento de áreas com aptidão ao cultivo de camarões marinhos no litoral norte de Santa Catarina (  $22^{\circ}71'40''$  a  $22^{\circ}74'00''$  E;  $6964990$  a  $6980000$  N ).

Demonstrar que o gerenciamento costeiro deve ser feito em escala adequada, de tal forma que se possa avaliar a efetiva ocupação territorial e a sua evolução no decorrer do tempo.

Desenvolver estratégias de zoneamento e ordenação do uso do espaço litorâneo como ponto de partida para compatibilizar a carcinicultura com as demais atividades econômicas conflitantes numa bacia hidrográfica.

Demonstrar que o planejamento de uma área e o seu gerenciamento, obrigatoriamente devem partir de uma base sólida de informações espaciais atualizadas.

Elaborar um modelo de projeto piloto de carcinicultura integrado ao ecossistema costeiro.

Testar o modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura em um projeto piloto sob condições reais de recursos, espaço físico e tempo.

Gerar resultados práticos para assessorar os órgãos gestores das questões ambientais, econômicas e sociais envolvidas neste setor do litoral norte catarinense.

#### **4 - NATUREZA DO PROBLEMA DE PESQUISA**

Uma escala de produção desejável para a atividade econômica, é aquela que não causa deterioração da capacidade de suporte do ambiente ao longo do tempo. Um estoque não declinante de capital ambiental é uma condição imprescindível de sustentabilidade. Isto porque, é limitada a disponibilidade de recursos naturais como espaço físico, por exemplo, bem como a possibilidade de substituição de bens ambientais nos processos de produção (TURNER, 1993).

A carcinicultura é uma atividade econômica que usa os recursos ambientais. As exigências específicas de espaços de topografia plana nas cercanias de estuários e orla marítima, a necessidade de volumes de água com padrões elevados de qualidade tornam as oportunidades de locação de empreendimentos de criação de camarões restrita e onerosa, pela baixa disponibilidade e valorização de áreas adequadas e por restrições de ordem legal a que esta sujeita.

O desenvolvimento de um modelo de planejamento e gestão ambiental para dar suporte à atividade da carcinicultura, que promova a gestão do ecossistema associado, assegure o estoque e qualidade dos recursos naturais utilizados e que desenvolva uma atividade econômica integrada ao meio de forma sustentável, é, portanto, um objeto relevante de estudo e pesquisa.

##### **4.1 – Caráter inédito, contribuição científica e relevância**

O desenvolvimento da aquíicultura costeira e do cultivo de camarão em particular, tem gerado debates nos últimos anos sobre seus custos, impactos sociais e ambientais. A rápida expansão do cultivo de camarão em alguns países da Ásia e América Latina tem chamado a atenção para a necessidade de estratégias efetivas de planejamento e gestão. Essas estratégias são necessárias para aumentar as contribuições positivas que o cultivo de camarão e outras formas de aquíicultura costeira podem realizar para o crescimento econômico e a diminuição da pobreza em áreas costeiras, com também para controlar os impactos sociais negativos que eventualmente podem acompanhar projetos mal planejados (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Apesar do rápido crescimento da aquíicultura e do crescimento das preocupações com as questões ambientais, poucos estudos objetivos tem sido feitos no Brasil em relação a estas questões. Em muitos casos o debate tem polarizado entre aqueles que

ênfatisam os benefícios econômicos e aqueles que ênfatisam os impactos ambientais negativos. O debate também tem a tendênça de generalizar exemplos específicos, embora a aqüicultura seja extremamente diversa em relação às espécies e ecossistemas utilizados (GESAMP, 2001).

O caráter inédito reside no fato de que, a pesquisa irá propor um processo de planejamento para a atividade da carcinicultura, que incorpore muitas das variáveis ambientais regionais e locais que afetam a sua sustentabilidade.

A contribuição científica é dada pelo desenvolvimento de um processo de levantamento de dados, geração de um sistema de apoio a decisão e desenvolvimento de um modelo de planejamento, baseado em conhecimentos de engenharia e aplicação recursos de análise ambiental atualizados, que ofereçam uma solução tecnológica para minimização dos problemas de integração sustentável de empreendimentos de carcinicultura ao ambiente. Busca-se desenvolver um modelo de processo de planejamento ambiental que possa ser tanto explanatório como preditivo, através da incorporação de restrições e oportunidades do ecossistema em que estiver inserido.

A relevância diz respeito a valiosa oportunidade que a carcinicultura oferece para o desenvolvimento econômico, social e ambiental para regiões litorâneas com vocação para esta atividade.

## 5. – REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 – Região costeira

A região costeira abrange um espaço com fronteiras abertas entre a terra, a atmosfera, os oceanos e os corpos de água doce. A estrutura de funcionamento destes quatro componentes é dinâmica e interdependente, apresentando comportamentos distintos conforme variações climáticas e ações do homem sobre a natureza. São inúmeras as atividades sócio-econômicas existentes na região costeira, dentre as quais: o turismo, a pesca, o comércio, a agricultura, indústria e a mineração (SEIFFERT *et al.*, 2001).

Qualquer tentativa de administração pública com visão unilateral neste tipo de ecossistema está destinada ao insucesso. Devido à complexidade destes ambientes, o estudo das bacias hidrográficas envolvidas torna-se fundamental ao processo de gestão integrada dos recursos costeiros (GESAMP, 2001; BARG, 1994; CLARK, 1992; GESAMP, 1991).

Bacia hidrográfica é a área geográfica formada ou delimitada pelos divisores de água e drenada por um sistema de cursos de água que convergem em direção a um rio, arroio, regato ou outro manancial (CÁNEPA, 1992). Com respeito às relações de interdependência, o sucesso da gestão de bacias hidrográficas é determinante para o sucesso da gestão dos recursos costeiros. Parte dos efluentes oriundos das diversas atividades humanas situadas a montante das bacias hidrográficas tendem a serem canalizados ao mar (cota 0-jusante), que absorve, processa ou acumula essa carga de nutrientes e/ou poluentes **Figura 3** (CLARK, 1992).

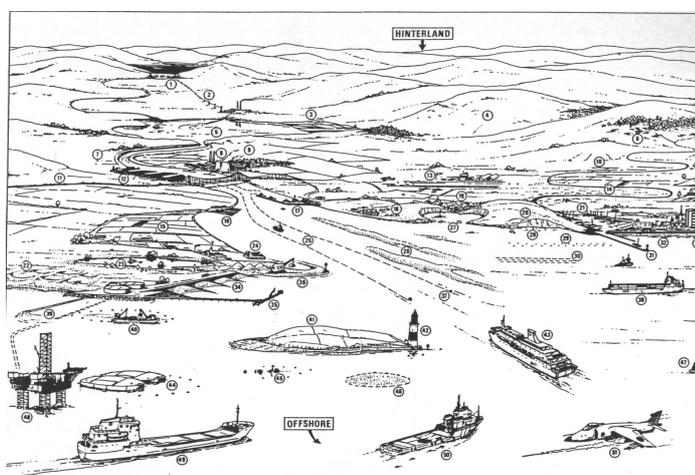


Figura 3. Usuários dos recursos naturais numa bacia hidrográfica (CLARK, 1992).

Segundo GREEN *et al.*, (1996) cerca de 60 % da população mundial tem sua residência no ambiente costeiro. De acordo com MORAES (1999), o Brasil possui 7.376 km de linha costeira, sem levar em conta os recortes litorâneos (baías e reentrâncias, etc), o que eleva significativamente essa extensão para mais de 8,500km. A densidade demográfica na região costeira brasileira é de 87 habitantes/Km<sup>2</sup>, cinco vezes a média nacional que é de 17 habitante/Km<sup>2</sup>. A metade da população brasileira reside a não mais de 200 km do mar, o que equivale a um efetivo de 70 milhões, cuja forma de vida diretamente impacta os ambientes litorâneos. Dada a carência de serviços de saneamento básico, tais áreas irão constituir-se nos principais espaços críticos para o planejamento ambiental da zona costeira do Brasil. Não há dúvida em defini-las como as maiores fontes de contaminação do meio marinho no território costeiro. Isto, também devido a que as grandes cidades litorâneas abrigam um número substancial de plantas industriais dos setores de maior impacto sobre o meio ambiente (química, petroquímica, celulose), e também os portos. E ainda, a condição de miséria de parte da população dessas aglomerações, para compor um quadro dos agentes contaminadores nas áreas críticas da região costeira.

De acordo com GERCO (1997), Santa Catarina possui 573 km de linha costeira. A região costeira representa 9,5 % da área do estado de 34 % da população. São 36 municípios em relação aos 293 do Estado. Em relação à média de habitantes por km<sup>2</sup>, 53 hab/km<sup>2</sup>, a região costeira possui 187 habitates/km<sup>2</sup>. Dos 8 municípios catarinenses com mais de 100 mil habitantes, 4 estão na região costeira.

A falta de sistemas adequados de esgotamento sanitário e sistema de drenagem de águas fluviais juntamente com a falta de destinação adequada do lixo, práticas agrícolas inadequadas, pesca predatória, indústrias e turismo não planejado são considerados os maiores problemas da região costeira no estado de Santa Catarina (GERCO, 1997).

O desenvolvimento da aquicultura nas áreas costeiras pode contribuir para a prevenção e controle da contaminação marinha, uma vez que seu fundamento é a boa qualidade dos recursos aquáticos. Neste sentido destaca-se a pressão que vem sendo feita pelos maricultores de Santa Catarina sobre as autoridades locais para que haja saneamento básico nas cidades litorâneas. O cuidado com os recursos costeiros, como a limpeza da praia, lixo reciclável e fossa séptica são indispensáveis para a qualidade sanitária de seus mexilhões e ostras (SEIFFERT e LOCH, 2002).

## **5.2– Planejamento e gestão integrada da carcinicultura no ecossistema costeiro**

O Planejamento Ambiental (PA) é indispensável para atender as exigências de prevenção da deterioração e do desenvolvimento sustentável de atividades humanas baseadas no uso intensivo de recursos naturais (BRASIL, 1996). Uma base legal crescentemente detalhada vem sendo implementada para que sejam atingidos estes objetivos e coloca o planejamento antecipado do uso de bens ambientais, como instrumento fundamental para proteção da natureza e para uma forma de desenvolvimento econômico/social que seja sustentável (MACHADO, 1992).

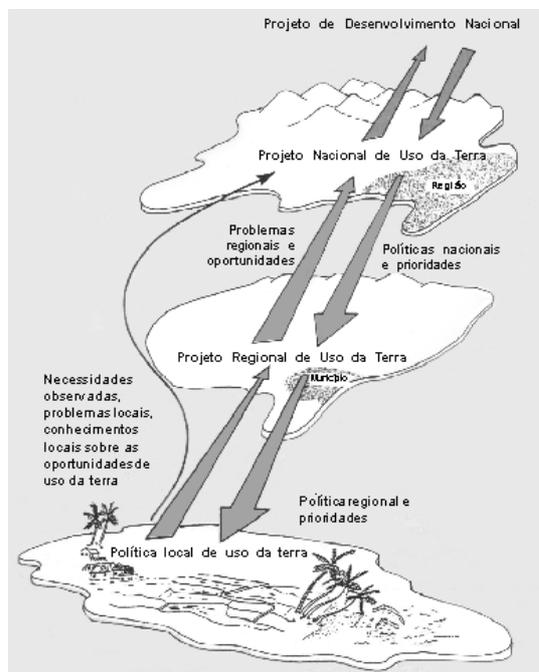
O PA é dirigido tanto para áreas intensamente povoadas como despovoadas, considera fatores bióticos e abióticos da natureza, bem como efeitos da atividade humana sobre o estoque e qualidade dos recursos naturais. Não inclui apenas a proteção, mas também o desenvolvimento e a melhoria do ambiente, através de um enfoque de participação da engenhosidade humana no desenho de uma paisagem construída melhorada (DEUTSCHLAND, 1994).

A introdução do planejamento ambiental de forma estatutária, implementada ao nível de região e de comunidade, tem sido comprovada como um guia indispensável para o desenvolvimento humano, porque torna a formulação e aplicação de uma Política Ambiental mais efetiva, principalmente porque a conscientização pública sobre a prevenção da deterioração, pode ser promovida ao nível das especificidades dos recursos e das dependências da comunidade, do estoque e qualidade de bens ambientais locais (RATCLIFFE, 1992).

Um modelo acessível de planejamento e monitoramento ambiental, precisa ser desenvolvido e disponibilizado o seu uso por agências de planejamento, governos locais, legisladores, empresários e detentores de direitos de uso do espaço físico territorial (BRASIL, 1996).

A pergunta que precisa ser respondida é como exigências de proteção da natureza podem ser incorporadas em um plano de desenvolvimento que incorpore o uso do espaço físico, sem serem consultados planos de gestão de recursos ambientais. Planos de gestão ambiental suprem a melhor base de planejamento para comunidades que precisam implementar medidas de proteção à natureza. Para serem efetivos os planos precisam cobrir a área como um todo e precisam refletir a situação atual,

suprindo dados precisos sobre o estoque e qualidade de bens ambientais. Os planos são crescentemente específicos quando partem do nível de Estado para regional, local e de projeto **Figura 4** (BRASIL, 1996; FAO,1993;RATCLIFFE, 1992).



*Figura 4. Níveis de planejamento ambiental (FAO, 1993)*

O PA é um planejamento espacial que está preocupado com a paisagem como um sistema de habitats e é conduzido em diferentes escalas, podendo incluir a circunscrição administrativa de um Estado, de uma Região, Bacia hidrográfica, Município, Microbacia hidrográfica, ou área de um projeto. Reflete uma divisão administrativa, um ecossistema, ou um espaço geográfico-social de intervenção, de acordo com o propósito ou nível de detalhe das medidas de intervenção e exigências de proteção ambiental a serem alcançadas **Tabela 1**.

Tabela 1. Relações espaciais em diferentes níveis de planejamento ambiental

Nível	Escala
Estado	1:500.000 – 1:200.000
Região, Bacia hidrográfica	1:100.000 – 1:50.000
Município, Microbacia	1:50.000 – 1: 20.000
Setor comunal, projeto	1:10.000 – 1:5.000

Fonte: Deutschland (1994), adaptado.

Quando existe uma definição de Política Ambiental em nível de Estado, o planejamento deveria ser conduzido preferentemente nos três níveis. Exigências de medidas de proteção da natureza, gestão ambiental seriam propostas em um Programa

de Gestão Ambiental em nível de Estado em Planos a nível de regiões (bacias hidrográficas) e em planos a nível local (município/microbacia/projeto).

O termo gestão tem a sua origem na palavra em inglês "management", que corresponde a um conceito de origem empresarial e que significa dirigir e controlar a execução de atividades tanto do tipo administrativas como no campo técnico, visando-se alcançar determinadas metas (PERALTA 1997).

Os termos manejo, ordenamento e administração integram a gestão e não são a gestão propriamente dita. Em relação ao meio ambiente, a execução das atividades técnicas dentro dos processos de gestão é considerada como manejo. Como exemplo, podemos citar o manejo de bacia hidrográfica, da fauna, do campo e florestal (op. cit).

Assim, todas as atividades técnicas que permitem o uso apropriado dos recursos naturais, se autodenominam atividades de manejo dos recursos naturais ou manejo ambiental. As atividades de cunho administrativo, na gestão dos recursos naturais, estão relacionadas aos aspectos de planejamento, financiamento, controle, supervisão e atividades afins que fornecem subsídios à execução das atividades técnicas no campo. Portanto, a gestão engloba o direcionamento e o controle da execução das atividades técnicas e administrativas (op. cit).

De acordo com MARQUES (1997), a gestão ambiental tem como objetivo principal o de alcançar um desenvolvimento sustentável, buscando a harmonia entre os interesses econômicos, sociais e ambientais. Ainda segundo este mesmo autor, o responsável pela gestão ambiental ou gestor tem que possuir agilidade, flexibilidade e capacidade para enfrentar problemas previsíveis e conviver com incertezas. Desta forma, torna-se possível enfrentar os novos desafios de gestão atuando com a mesma rapidez ou conseguindo frear a velocidade das transformações humanas no meio ambiente.

O conceito de desenvolvimento sustentável possui atualmente uma correlação direta com a gestão ambiental. Entende-se como desenvolvimento sustentável a forma inteligente e responsável de utilização dos recursos naturais sem prejudicar o valor econômico do bem natural para gerações futuras (CLARK, 1992). Em outras palavras, considerando que os recursos naturais são um bem econômico (capital inicial), somente torna-se passível de utilização o regenerável ou lucro, não podendo colocar em risco o investimento inicial.

Dentre os procedimentos necessários à elaboração de um programa de gestão integrada, capítulo 17.5 da AGENDA 21 (BRASIL, 1996) temos: a identificação das atividades que utilizam as áreas costeiras com foco nas suas inter-relações e interdependências; aplicação de medidas preventivas ao processo de planejamento e implementação, incluindo o monitoramento dos impactos dos projetos e a disponibilidade para a sociedade organizada, das informações e oportunidades relevantes para consulta e participação no planejamento e processo decisório.

Nenhum modelo de planejamento simples, eficaz e amplamente aplicável tem sido identificado. O que mais se aproxima, dependerá de uma ampla variedade de fatores locais, incluindo experiências disponíveis e recursos, a urgência na resolução de problemas e oportunidades, a natureza de planejamentos existentes e o desenvolvimento de estruturas administrativas (GESAMP, 2001).

O planejamento para o desenvolvimento sustentável e o manejo racional dos recursos naturais depende de uma ampla análise das diferentes opções de desenvolvimento em relação às questões de financiamento, econômicas, sociais, custos, benefícios ambientais, a distribuição destes custos e benefícios no decorrer do tempo, espaço e entre diferentes grupos na sociedade.

Os esforços para que o desenvolvimento da aquicultura seja efetuado através de um planejamento costeiro integrado podem contribuir para melhorias na seleção, proteção e alocação dos espaços e outros recursos para o desenvolvimento atual e futuro da aquicultura (GESAMP, 2001).

O planejamento integrado da aquicultura, na gestão costeira, tem como desafios, a efetivação do uso da capacidade do ambiente costeiro para produção de alimento e renda, bem como, a redução de conflitos de uso e a minimização dos riscos de saúde pública aos consumidores (BARG, 1994).

O Manejo Integrado de Recursos Costeiros (MIRC), como diretriz de planejamento tem sido amplamente considerado por ser realista a condição de gestão costeira, considerando as limitações e dificuldades associadas no planejamento unisetorial, principalmente em relação à atividade da aquicultura. A gestão integrada costeira implica em um planejamento e regulamentação multisetorial, que vislumbre as fronteiras abrangidas entre os ecossistemas água, terra e oceano (GESAMP, 2001).

A atividade da aqüicultura, seu potencial e problemas associados ao seu desenvolvimento podem servir como estímulo e ponto de partida para o desenvolvimento de um processo de MIRC, por ser um espaço compreendido entre a bacia hidrográfica e o mar, sendo os recursos naturais de uso comum ou de direito privado (CLARK, 1992).

A administração dos recursos costeiros é complexa nas regiões onde a aqüicultura é implantada, uma vez que, esta atividade pode ser seriamente prejudicada pela qualidade de água e a degradação dos habitats causadas pelas demais atividades usuárias dos recursos. Da mesma forma, a aqüicultura, como usuária dos recursos, pode afetar a qualidade ambiental e os interesses dos demais usuários pela conversão dos habitats naturais, através da poluição das águas costeiras com nutrientes, substâncias orgânicas e químicas (GESAMP, 2001).

De acordo com CLARK (1992), são objetivos do manejo integrado de recursos costeiros: a preservação dos habitats das espécies costeiras como manguezais, praias e recifes de corais para garantir a manutenção dos estoques pesqueiros e garantir a segurança das áreas urbanas próximas à costa em relação a fenômenos climatológicos e a elevação global do nível do mar através da preservação das zonas de amortecimento (praias, mangue e corais de recifes), ou de defesas naturais contra os fenômenos climatológicos (ciclones, aumento do nível médio dos mares, ondas; manter a atividade da pesca para sustentar a principal fonte de renda das comunidades litorâneas e conseqüentemente dar sustentabilidade a toda a cadeia produtiva envolvida.

TOBEY e CLAY (1997), apontam que para o sucesso do MIRC é necessário executar as seguintes ações:

- a) Efetuar um zoneamento do uso do solo e das zonas de amortecimento;
- b) Emprego da legislação, incluindo licenças para desenvolver as diferentes atividades;
- c) Efetuar medidas apoiadas por incentivos, assistência técnica, acordos voluntários e adoção de práticas de bom manejo;
- d) Construção de infra-estrutura básica;
- e) Contar com procedimentos para a resolução de conflitos;

- f) Manter um monitoramento voluntário;
- g) Dispor de técnicas para avaliar impactos ambientais.

Infelizmente, são poucos os exemplos do sucesso da aqüicultura no MIRC, principalmente em regiões onde ocorre à rápida expansão da atividade. O sucesso ocorre nos países aonde existem estruturas institucionais e de planejamento e onde as pressões para o desenvolvimento são menores. Na Nova Zelândia, através da integração vertical e multisetorial, as decisões de planejamento e gestão são discutidas através de comitês locais que são apoiados pelas instituições de regulamentação estaduais e federais. Neste país, dois fatores são decisivos para o sucesso do MIRC: todos os empreendimentos necessitam de uma licença de operação emitida pela comissão de Plano Regional Costeiro e as licenças e os benefícios devem estar relacionados aos efeitos conjuntos dos empreendimentos antes do que suas escalas individuais (GESAMP, 2001).

Segundo PÁEZ-OSUNA e SUMAN (2001), para a elaboração e o desenvolvimento de um MIRC é necessário enfrentar cinco impedimentos comumente presentes em países em desenvolvimento: (1) o não reconhecimento dos problemas, (2) falta de capacidade para coordenar os setores envolvidos, (3) ineficiência e descontinuidade administrativa, (4) desvio dos recursos, e (5) não ter informações adequadas sobre o ambiente.

O MIRC pode ser efetivo como ponto de partida aonde a aqüicultura costeira está em estágios iniciais de desenvolvimento, aonde as instituições que gerem os recursos são mais flexíveis e as estruturas legais e institucionais estão sendo constituídas ou podem ser desenvolvidas rapidamente, e onde a capacidade técnica e científica é substancial (op. cit.).

Em outras situações, onde a natureza dos recursos existentes ou um sistema de manejo de recursos existentes evita a participação das iniciativas locais, a perda de mecanismos efetivos para a implementação tem freqüentemente sido o ponto fraco do MIRC (op.cit.).

O processo de planejamento também depende do envolvimento público e a sua participação é fundamental. O levantamento de dados e a pesquisa sobre as questões sociais e ambientais devem ser priorizados em conjunto com uma ampla participação das instituições envolvidas, buscando a aplicação dos dados de pesquisas efetuadas.

Muitas iniciativas de planejamento integrado têm falhado pela falta de capacidade das instituições envolvidas em implementar as ações propostas. As instituições devem ser consideradas em todas as etapas, principalmente no que tange a fase da implementação (GESAMP, 2001).

Dentro do processo gestão costeira integrada, o planejamento da aquicultura deverá ainda promover o desenvolvimento local. A cadeia produtiva relacionada ao fornecimento de insumos, processamento do produto e comercialização deve ser estimulada localmente. Isto aumentará o nível de geração de trabalho e promoverá as integrações comunitárias, necessárias ao desenvolvimento sustentável da atividade (BAIRD *et al.*, 1996).

Para GOLDBURG e CLAY (1999), a elaboração de um plano de desenvolvimento da aquicultura costeira dentro da gestão costeira integrada deverá considerar a definição de critérios de seleção de áreas; determinação da capacidade de carga dos ecossistemas; os estudos de impacto ambiental; melhores técnicas de manejo; seleção de larvas; regulamentação da descarga de efluentes e monitoramento das alterações ecológicas; e aplicação de medidas mitigatórias e incentivos fiscais e mercadológicos para promover o desenvolvimento sustentável.

#### 5.2.1 - Seleção, planejamento e implantação de projetos de carcinicultura

A inadequada atenção por parte dos investidores e instituições de planejamento sobre a correta seleção das áreas é a maior causa dos insucessos econômicos da aquicultura e do surgimento de problemas ambientais e conflitos (KAPETSKY *et al.*, 1998; ROSS *et al.*, 1993; BARG, 1994).

De acordo com GESAMP (2001), a identificação e a seleção de áreas propícias a aquicultura é de suma importância, não somente para o sucesso dos empreendimentos, como para toda a gestão do ecossistema costeiro. A avaliação do local e sua aptidão é um fator chave na avaliação técnica, econômica e ambiental do setor da aquicultura e de projetos individuais.

A correta seleção de áreas para a aquicultura pode ajudar a controlar a deterioração ambiental ao nível de empreendimento e entorno, reduzir conflitos das interações sociais e ambientais, servir como foco para estimar a capacidade ambiental e também

é útil como base para estudar os sistemas coletivos de abastecimento e drenagem de água para empreendimentos pequenos (GESAMP, 2001).

Segundo PHILLIPS (1998), alguns pontos de importância são necessários para obter êxito no desenvolvimento e operacionalização sustentável das regiões costeiras que incluem as fazendas de cultivo de camarão:

- a) Deve haver conhecimento preciso das áreas de solos e água na região em estudo;
- b) As regiões devem ser selecionadas com o objetivo de se ter o “ótimo uso” dos recursos locais através da carcinicultura, e devem estar sujeitas ao baixo risco de contaminação produzida pelas demais atividades;
- c) As fazendas dentro destas regiões devem manter-se dentro da capacidade assimilativa do meio ambiente;
- d) Deve haver uma lista específica de usos não permitidos e permitidos;
- e) Deve haver procedimentos adequados para regular as licenças para o crescimento ou expansão;
- f) Deve haver a capacidade para aplicar sanções por violação dos termos de compromisso ou de exigências da licença;
- g) Os fazendeiros devem operar dentro da região estabelecida utilizando práticas de manejo adequadas e em cooperação mútua;
- h) As avaliações dos impactos ambientais devem ser realizadas em toda a região, evitando assim, a necessidade de avaliações individuais;
- i) Deve ter uma integração completa das regiões através de um plano regional costeiro e padrões de uso do solo a nível regional.

WORD BANK *et al.* (2002), apontam para a importância do planejamento e gestão na seleção de áreas, elaboração e construção dos projetos **Tabelas 2 e 3**.

Tabela 2. Importância da seleção de áreas para o sucesso da carcinicultura marinha

Erros na seleção das áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-A implantação de fazendas de camarões causa danos diretos e indiretos aos habitats críticos, incluindo mangues. Pode alterar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, a hidrologia local, ocorrendo a salinização do lençol freático.</li> <li>-As fazendas podem necessitar gastos energéticos maiores para produção e períodos de parada sanitária maiores, resultando em estresse e doenças, podendo ocasionar impactos na qualidade de água através da descarga de efluentes em áreas de bombeamento de água para outras fazendas.</li> <li>-Impactos sociais devido ao bloqueio da área de acesso aos recursos naturais para comunidades locais.</li> </ul>
Correta implantação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Implantação de fazendas para minimizar problemas sociais, ambientais e técnicos deve seguir os seguintes critérios:</li> <li>-Construção de fazendas em áreas supra marés (cotas altimétricas maiores, pouca influência da maré).</li> <li>-Garantir a menor perda de ecossistemas importantes tais com mangues e área de banhado.</li> <li>-Construção de canais de abastecimento e de drenagem em separado.</li> <li>-Taludes, canais e infra-estrutura dispostos a não afetar a hidrologia local.</li> <li>-Estabelecer áreas de proteção e corredores entre as fazendas e outros usuários e habitats</li> <li>-Seleção das fazendas em áreas de adequado solo para reduzir a infiltração de água e problemas de salinização.</li> <li>-Aonde existem fazendas extensivas implantadas em áreas de mangue, replantar a floresta, eliminar viveiros improdutivos, intensificar as demais áreas da fazenda e promover uma integração entre aqüicultura e o manguezal.</li> </ul>
Impactos financeiros e da produção.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Benefícios econômicos e sociais através da correta implantação de projeto são consideráveis</li> <li>-As práticas de seleção podem demandar tempo e serem onerosas a curto prazo mas serão efetivas para o sucesso a longo prazo dos empreendimentos</li> </ul>
Impactos ambientais e sociais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ocorrerão impactos sociais e ambientais positivos através da correta implantação dos empreendimentos. As técnicas de seleção de áreas podem ser utilizadas para evitar impactos ambientais negativos nos ecossistemas sensíveis, tais como mangues e terras agriculturáveis.</li> </ul>
Pontos restritivos chaves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perda do acesso ao direito de propriedade nos locais propícios (relevante para os pequenos produtores nos países em desenvolvimento)</li> <li>-Perda de recursos e tempo nos estudos para identificar as áreas com aptidão (especialmente para pequenos produtores)</li> <li>-O critério para a seleção de áreas não adequadamente definido ou divulgado</li> <li>-Motivações para o a obtenção do lucro a curto prazo em relação as metas de sustentabilidade a longo prazo</li> <li>-Disponibilidade e custo dos profissionais responsáveis pelo suporte a engenharia e elaboração dos projetos</li> <li>-Políticas para garantir a participação dos investidores</li> <li>-Perda de uma estrutura integrada de gestão que motive a participação integrada dos investidores</li> </ul>
Ações do setor governamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Buscar técnicas preventivas</li> <li>-Dar suporte a gestão integrada das áreas costeiras, incluindo o zoneamento e a participação no processo de planejamento.</li> <li>-Buscar o planejamento do cultivo de camarões a nível local e disponibilizar infraestrutura para dar suporte a participação a nível local.</li> <li>-Garantir que o uso e os direitos de propriedade sejam claros na região costeira</li> <li>-Buscar coerência nos objetivos de desenvolvimento multisetorial através das instituições envolvidas</li> <li>-Promover procedimentos de avaliação ambiental (que incluam avaliação social) integradas nos processos de planejamento e garantir que os governos e agências dêem suporte aos investimentos em aqüicultura</li> </ul>
Ações do setor privado	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conscientização na construção</li> <li>-Participação no ecossistema costeiro e em iniciativas de replantio de manguezais</li> <li>-Contribuir como investidor na gestão e planejamento dos recursos costeiros</li> <li>-Participar no desenvolvimento e coação quanto aos padrões locais para melhores princípios de manejo</li> <li>-Suporte a participação de pequenos fazendeiros no esforço para implementar melhores práticas de manejo.</li> </ul>

Tabela 3. Importância da correta elaboração do projeto e construção.

Erros de projeto e construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Erros de desenho, e construção dos viveiros e da infra-estrutura ocasionam problemas de erosão, podem afetar problemas locais relacionados a enchentes, tempestades, infiltrações, abastecimento de água e pontos de descarga, invasões de mangues e banhados.</li> <li>-Estas fazendas constantemente necessitam de investimentos para manter os taludes, dragagens dos canais e limpeza dos fundos dos viveiros.</li> <li>-Problemas de dificuldade de escoamento e manejo, impossibilidade de oxidação e desinfecção.</li> </ul>
Projeto e construção adequados	<ul style="list-style-type: none"> <li>-A incorporação de áreas buffer no projeto e técnicas de engenharia minimizam a erosão e a salinização durante a construção e operação</li> <li>-Mais especificamente: minimizar o problema oriundo dos solos ácidos sulfatados durante a construção e operação; minimizar a criação de áreas degradadas; minimiza movimentos de solos desnecessários.</li> <li>-Restabelecer a cobertura de solo após a construção dos viveiros;</li> <li>-Evitar solos arenosos, caso contrário, utilizar selamento.</li> <li>-Elaborar projetos que mantenham a biodiversidade e implementem o replantio de manguezais</li> </ul>
Impactos financeiros e da produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Os projetos bem elaborados reduzirão os custos de operação devido ao menor gasto energético, por exemplo o abastecimento e renovação da água dos viveiros por gravidade através do canal de abastecimento ao invés de bombeamento duplo.</li> <li>-Reduzindo o custo de operação, aumentará a margem de lucro</li> </ul>
Impactos ambientais e sociais	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Um bom projeto e construção minimizam o impacto temporal da construção e também durante o período de cultivo</li> <li>-Os problemas de erosão, infiltração e a utilização de água de local inadequado podem ser evitados</li> <li>-O projeto incorporará características tais como zonas buffer, barreiras contra a sedimentação e a sua localização, irão manter os habitats sensíveis no entorno da fazenda.</li> <li>-Minimizará a eutrofização dos corpos de água circundantes</li> <li>-Os problemas de salinização das áreas adjacentes podem ser eliminados</li> </ul>
Restrições chaves	<ul style="list-style-type: none"> <li>-As fazendas pequenas ou extensivas podem encontrar dificuldade de obter os recursos financeiros necessários para investir na elaboração e construção de um projeto adequado, o que pode ser insignificante para um médio e grande produtor</li> <li>-Perda do direito da propriedade pode inibir a disposição dos fazendeiros em investir recursos financeiros</li> <li>-Perda do crédito pode desestimular os fazendeiros a investir a longo prazo</li> <li>-Falta de conhecimento e habilidades.</li> </ul>
Ações do setor público governamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incentivos para investimentos a longo prazo, ex: direito de posse sobre a propriedade.</li> <li>-Garantir que os direitos da propriedade sejam claros nas regiões costeiras</li> <li>-Buscar ações e técnicas preventivas</li> </ul>
Ações do setor privado decisório	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preocupação constante com a construção</li> <li>-Participação no desenvolvimento e na motivação para a adoção das melhores práticas de manejo e respeito aos padrões ambientais locais estabelecidos.</li> <li>-Suporte e participação na organização de cooperativas ou associações.</li> </ul>

### 5.2.2 - Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas

O planejamento da atividade da aquicultura tem sido dificultado principalmente devido a ausência de informações precisas sobre a disponibilidade dos recursos da terra, água, humanos e econômicos (KAPETSKY *et al.*, 1988).

Como a base para o sucesso de qualquer tipo de planejamento é a informação, o planejamento do uso dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica exige que os

dados sejam atualizados e em escala adequada à tomadas de decisão. Informações desatualizadas e em escalas inadequadas impedem a interpretação correta sobre a dinâmica dos ecossistemas costeiros. Por outro lado, a utilização racional da potencialidade regional, tido como desenvolvimento local, também depende da obtenção de informações regionais que identifiquem a dinâmica dos recursos naturais existentes (SEIFFERT e LOCH, 2002).

O Sensoriamento Remoto, através de fotos aéreas e imagens de satélite, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Cadastro Técnico Multifinalitário incorporados aos SIGs - Sistemas de Informações Geográficas, são ferramentas indispensáveis a obtenção e processamento de dados ambientais em escalas adequadas aos usuários dos ecossistemas costeiros.

Segundo MEADEN e KAPETSKY (1991), a seleção das áreas adequadas a atividade da aquacultura deve ser um fator decisivo nesta atividade, considerando o elevado custo fixo necessário para a produção em locais inadequados. O cadastro e o monitoramento espacial temporal das fazendas de cultivo de camarões também é essencial ao processo de gestão desta atividade (TRAVAGLIA *et al.*, 1999). Nesta direção, as ferramentas de sensoriamento orbital contribuem de forma significativa.

Os sensores remotos são ferramentas que de forma isolada ou em conjunto, contribuem de forma significativa na elaboração e atualização dos cadastros técnicos multifinalitários (LOCH, 1990).

A periodicidade na obtenção das imagens orbitais pode ter valia na atualização das bases cadastrais, podendo assim, reduzir os custos necessários a realização de um novo voo fotogramétrico. No entanto, devido a baixa resolução destas imagens, a atualização só poderá ser efetuada em áreas extensas que já possuam base cartográfica (escalas pequenas) e uma boa distribuição de pontos de controle (SHUMACHER, 1995; LOCH, 1990).

As informações espaciais, quando trabalhadas por técnicos qualificados, multiplicam o potencial do decisor público, que pode inclusive passar a visualizar melhor a relação causal de sua gestão frente à potencialidade dos impactos ambientais para que seus produtos na condição de bens e serviços possam estar causando ao meio ambiente (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 1998).

Os dados das informações espaciais possibilitam desta forma que as áreas definidas tecnicamente como potenciais ao desenvolvimento da aquicultura possam ser utilizadas, desde que, sejam viáveis do ponto de vista econômico, social, cultural e ambiental (GESAMP, 1991).

Os resultados provenientes do sensoriamento remoto podem rejeitar a hipótese de desenvolvimento da aquicultura em áreas tidas como potenciais, contribuindo assim para a economia de esforços e recursos econômicos (POPULUS *et al.*, 1995).

A possibilidade em efetuar simulações ou explorar diversos cenários antes de efetuar investimentos, ou antes, de implementar planos ou ações é uma das principais vantagens da aplicação do SIG na aquicultura (MEADEN & KAPETSKY, 1991).

O SIG comporta um banco de dados que é um modelo matemático geográfico do terreno, incorporando três dimensões da realidade. A dimensão espacial (onde algo está locado) a dimensão temática (o caráter da locação e do objeto que ocupa tal posição) e a dimensão temporal (a comparação de dados ao longo do tempo) (SEIFFERT, 1996).

O SIG é um enfoque informatizado para armazenar, manejar, analisar e apresentar dados referentes ao espaço, informação georreferenciada, dados que se podem atribuir a localização. Tem sido útil para avaliar impactos nos recursos aquáticos e no meio ambiente causados por projetos que utilizam os recursos terra e água, na seleção de área para aquicultura em relação a variáveis ecológicas e socioeconômicas, e para objetivos opostos, de planejamento e monitoramento do desenvolvimento da aquicultura através dos estudos de avaliação do impacto ambiental (BARG, 1994).

Como exemplo, podemos citar o trabalho de KAPETSKY *et al.* (1998), visando a alocação adequada de recursos e o planejamento da expansão das áreas de piscicultura (tilápias e catfish) em Ghana-Africa. Neste estudo, 110 distritos foram confrontados em um GIS em relação a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, capacidade do solo, disponibilidade de investimentos e mercados potenciais, proximidades aos serviços de extensão, aglomeração de centros urbanos, vias de acesso e escoamento da produção. Terminada a confrontação, os distritos foram classificados quanto a aptidão a piscicultura.

No entanto, segundo GESAMP (2001), a maioria dos trabalhos relacionados a aquicultura tem falhado na tradução do conhecimento adquirido em iniciativas

práticas para promover um desenvolvimento mais sustentável da aqüicultura. Isto, principalmente devido ao uso incorreto destas ferramentas em relação a escala e operacionalização.

O SIG pode ser postulado como um conjunto de métodos, ferramentas, e atividades que atuam de forma coordenada e sistemática para processar informações, tanto gráficas quanto descritivas das variáveis com a finalidade de satisfazer diversos propósitos, entre os quais os sociais, os ambientais, os econômicos e os estruturais. Neste enfoque, possibilita de forma eficiente, identificar a situação pretérita e atual para definir as potencialidades do território permitindo traçar diretrizes (SEIFFERT, 1996).

### 5.2.3 - Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM

O cadastro é um sistema de informações do espaço territorial, no qual os dados são organizados em torno da unidade territorial jurídica da parcela (lote, imóvel, propriedade, fazenda). As informações sobre as parcelas são necessárias para um conjunto de atividades econômicas, tendo como usuários, proprietários, compradores, advogados, avalistas e planejadores do uso da terra, e agências governamentais nos níveis locais, estadual e nacional (DALE & MCLAUGHLIN, 1990).

De acordo com GRANT (1997), o Cadastro é um sistema de informação da terra, normalmente administrado por uma ou mais agências governamentais. A informação gerada é utilizada, crescentemente através dos setores privados ligados ao planejamento urbano, rural e monitoramento ambiental.

O cadastro pode ser estabelecido para propósitos fiscais (avaliação e taxação equitativa), propósitos legais (transferência), suporte na *administração* e uso da terra (planejamento, gerenciamento e outros propósitos administrativos), permitindo o desenvolvimento e a proteção ambiental (FIG, 1999).

Percebe-se na afirmação que a Federação Internacional de Geômetras (FIG) que o cadastro contempla quatro elementos fundamentais, quer seja a medição, a legislação, a economia e o meio ambiente.

Os mapas temáticos compõem a parte gráfica de um Cadastro Técnico Multifinalitário e trazem informações sobre as características físicas de um local, ou

região, tais como relevo, tipo de solo e uso de solo (ITOKAZU *et al.*, 1999). O mapa é uma representação geométrica plana, simplificada e convencional, do todo ou de parte da superfície terrestre, numa relação de similitude conveniente denominada escala. Dentro dos limites de restrições em um contexto, o mapa descreve uma porção do espaço geográfico com suas características qualitativas e/ou quantitativas (JOLY, 1976).

O cadastro rural foi regulamentado pelo Estatuto da Terra (Lei 4.504/64), tendo como função realizar o levantamento das propriedades rurais existentes no país, indicando o seu valor, situação, tipos de cultura, formas de uso da terra, atendendo principalmente a finalidade de tributação. Sempre foi executado de forma declaratória, e por isto é comum a apresentação de dados não condizentes com a realidade e não confiáveis para a composição de um cadastro técnico sério (KELM & LOCH, 1998).

A informação é a matéria-prima fundamental na administração, e o cadastro técnico multifinalitário caracteriza-se como instrumental capaz de gerenciar a coleta (reduzindo custos), manipulação, manutenção e uso da base de dados de uma forma otimizada. É o CTM quem realiza considerações acerca do ciclo econômico de vida da informação, bem como o custo associado em obtê-la (RENUNCIO, 1995).

Pode ser ressaltado que o Cadastro Técnico Multifinalitário, para ser entendido como uma ferramenta lógica e padronizada para a avaliação das características locais e regionais, entre as quais destaca-se a questão ambiental e da dinâmica urbana, deve contemplar a atualização permanente dos dados cadastrais em função da dinâmica que estes espaços apresentam (LARSSON, 1991).

#### 5.2.4 - Ordenamento físico-espacial

Os ideais de sustentabilidade quanto ao uso da terra, buscam um replanejamento da estrutura agrária para a utilização dos recursos naturais através de gerações.

A ordenação do espaço físico não somente propicia o uso da terra através das gerações, mas também incrementa a produtividade, reduzindo os custos necessários a produção agrícola.

De acordo com LOCH (1998), o Cadastro Técnico é a base para a regularização fundiária, provendo ao cidadão um título de registro de imóveis de acordo com as reais dimensões da área adquirida. A posse deste documento propicia ao cidadão: estabilidade, segurança e dignidade.

O Cadastro Técnico Multifinalitário, segundo LOCH (1990), também é a base para qualquer tipo de planejamento municipal ou regional, uma vez que, disponibiliza ao planejador todos os elementos que caracterizam a área de interesse. O Cadastro Técnico é um passo decisivo para a organização das propriedades imobiliárias e a regularização de posses do município, sendo, portanto o ponto de partida para os projetos de planejamento físico-espacial.

De acordo com LOCH (1993), todo o ordenamento físico-espacial gerado através da avaliação da área, deve ser na direção da melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes, da região e do país.

Segundo SEIFFERT (1996), o reordenamento e saneamento do espaço rural buscam verificar as possibilidades de desenvolvimento rural e formular novas alternativas para o uso do espaço rural considerando unidades de produção economicamente e ambientalmente viáveis.

Dentre as medidas que contribuem ao processo de reordenamento físico-espacial podemos citar:

- 1 - reaglutinação das parcelas (unidades)
- 2 - superposição de caminhos agrícolas
- 3 - reconfiguração da malha viária
- 4 - ordenação do uso da água e do solo
- 5 - práticas conservacionistas do solo - melhoramento do solo

#### 5.2.5 – Capacidade de carga

Capacidade de carga ambiental é um conceito chave para o desenvolvimento sustentável. Segundo GESAMP (1996), é definido como a propriedade do ambiente e sua habilidade em acomodar uma atividade ou o seu grau de intensidade em particular sem exceder os níveis aceitáveis.

Diferentes mecanismos de impacto podem ser identificados para uma situação em particular e a capacidade do ambiente em absorver cada um destes pode ser estimada. As medidas de capacidade ambiental estão relacionadas com a capacidade natural do meio ambiente em se recuperar do impacto das atividades humanas, e deve ser medida de acordo com alguns padrões estabelecidos de qualidade ambiental (BARG, 1994).

Se a capacidade de carga ambiental for estudada, pode-se estimular o controle dos efeitos a partir da determinação dos padrões ambientais locais, dando oportunidade aos usuários para modificar, melhorar tecnologias e manejos para incrementar a produção sem exceder os níveis aceitáveis (op. cit.).

No caso da aqüicultura, a capacidade ambiental está relacionada a uma área específica (baía, lagoa costeira, estuário ou lago), podendo ser interpretada como: a taxa de nutrientes que pode ser adicionada sem causar eutrofização: a taxa de fluxo orgânico para a comunidade bentônica sem prejudicar o processo bentônico natural, a taxa de depleção de oxigênio dissolvido que pode ser introduzida sem causar mortalidade da biota natural (GESAMP, 2001).

O ambiente costeiro é dinâmico, sendo afetado pelo regime de maré, hidrografia, comunidades de fitoplâncton, qualidade de água, solo e fluxo de nutrientes. O estudo destas variáveis identifica os padrões de capacidade de carga do ambiente para a atividade da aqüicultura. Inicialmente torna-se necessário o levantamento de dados do ambiente, para posteriormente, à partir do monitoramento, estudar e desenvolver modelos físicos, tais como os modelos de fluxo de nutrientes e os modelos ecológicos (op. cit.).

A capacidade de carga dos ambientes costeiros em relação a efluentes depende: da taxa de dispersão dos nutrientes (ou de outras substâncias) nas águas receptoras; da diluição destas substâncias nas águas receptoras; da degradação destas substâncias na coluna da água ou no sedimento; da adsorção destas substâncias pelo sedimento; da assimilação destes materiais pelas plantas e animais e dos efeitos destes materiais sobre os diferentes componentes do ecossistema (GESAMP, 1991).

No ambiente costeiro isto depende, da profundidade do ambiente aquático, da estação climática, das correntes marítimas, da amplitude de marés, do aporte dos rios e da incidência e intensidade de ventos (BOYD e GREEN, 2002).

De acordo com os mesmos autores, corpos de água grandes e amplamente misturados que são aerados pela ação de ventos têm maior capacidade de diluir e assimilar a poluição sem impactos negativos na qualidade de água e na vida aquática quando comparados com estuários pequenos, profundos e pouco misturados. Nos ambientes em que ocorre rápida troca de água entre o estuário e o mar aberto através da ação das marés e correntes marinhas, o potencial de poluição da água é diminuído significativamente.

Apesar de conhecer a carga da poluição das fazendas de camarão, é impossível determinar o efeito desta carga de poluição no ambiente, se não conhecermos a sua capacidade assimilativa em relação a todos os aportes naturais e de todas as demais atividades poluentes (op cit.).

De acordo com PÁEZ-OSUNA e SUMAN (2001), os principais fatores que determinam a capacidade assimilativa dos ambientes costeiros que recebem efluentes dos viveiros de cultivo de camarões são: o sistema de cultivo, a área de viveiros, dinâmica de renovação do corpo de água receptor e presença de outras atividades usuárias de água.

De acordo com HUGUENIN e COLT (1994), a capacidade de carga de um sistema é dependente de muitos parâmetros **Tabela 4**, que não podem ser considerados independentes, mas devem estar relacionados com a biologia dos organismos cultivados.

Tabela 4. Propriedades que afetam a capacidade de carga das águas marinhas

Parâmetros físicos	Parâmetros químicos	Parâmetros biológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Variação da temperatura (diária e sazonal)</li> <li>* Variação da salinidade (variação devido as marés e sazonal)</li> <li>* Sólidos particulados</li> <li>- composição (orgânica e inorgânica)</li> <li>- tamanho</li> <li>- concentração</li> <li>* Coloração</li> <li>* Luz</li> <li>- artificial ou natural</li> <li>- total de energia anual incidente</li> <li>- intensidade da energia radiante</li> <li>- qualidade da luz e fotoperíodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ph e alcalinidade</li> <li>* Gases</li> <li>- pressão total de gás</li> <li>- oxigênio</li> <li>- nitrogênio</li> <li>- gás carbônico</li> <li>- gás sulfídrico</li> <li>* Nutrientes</li> <li>- compostos nitrogenados</li> <li>- compostos fosfatados</li> <li>- metais traços</li> <li>* Compostos orgânicos</li> <li>- biodegradáveis</li> <li>- não biodegradáveis</li> <li>* Compostos tóxicos</li> <li>- metais pesados</li> <li>- biocidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Bactérias (espécies e concentrações)</li> <li>* Vírus</li> <li>* Fungos</li> <li>* Outros</li> </ul>

Muitos dos estudos de capacidade de carga são elaborados para regiões de clima temperado e não são aplicáveis aos países tropicais. A capacidade de carga de ecossistemas tropicais para efluentes da aquicultura pode ser quadruplicada em relação a observada em climas temperados (GESAMP, 2001).

Os modelos podem ser uma importante ferramenta de gestão para prever impactos negativos da aquicultura. Um modelo de capacidade de carga para aquicultura deve considerar: a quantidade de efluente, seu grau de dispersão após descarga e as consequências biológicas. Em regiões onde os ecossistemas são complexos, os modelos tem sido utilizados para manejar os corpos de água e demonstram clareza quanto a inclusão da aquicultura como fonte adicional de nutrientes e material particulado (GESAMP, 1996).

No entanto, em muitas situações, dado o baixo risco de elevado impacto ambiental dos efluentes da aquicultura, há pouca justificativa para utilização de modelos complexos, exceto para as regiões onde a aquicultura é efetuada em grande escala. Os modelos são complexos e devem ser elaborados localmente. O uso de modelos não descarta a necessidade de estudos de campo (op. cit.).

Um exemplo de modelo está relacionado a absorção dos efluentes da carcinicultura pelas áreas de manguezais. Dependendo da hidrologia e da extensão do sistema de mangues, muitos dos resíduos de sólidos em suspensão irão sedimentar, e os nutrientes podem ser absorvidos pelos mangues (WORLD BANK, 1998). NUNES (2002), relata que uma fazenda de 30 ha, com produção anual de 225 t de camarões, necessita uma área de manguezal adjacente de 20 ha para absorver o nitrogênio dos efluentes. Os cálculos encontram-se descritos a seguir:

- a) Proteína Bruta na ração – 35 %
- b) Teor de Nitrogênio na ração - 6%
- c) Teor de proteína bruta no camarão - 45% M.S
- d) Teor de Nitrogênio no camarão - 7%
- e) Quantidade de nitrogênio gerado por tonelada de camarão, com uma taxa de conversão alimentar de 1,5:1
- f) Cálculos:  
 $0,06 \times 1,5 \times 1000 - 0,07 \times 1000 = 90 - 70 = 20 \text{ kg/tonelada}$   
Manguezais estimativos de remoção – 219 kg/há/ano  
Área mínima plantada de manguezal =  $0,09 \text{ há/ton/ano de camarão} = 20/219$ .

No entanto, segundo GAUTIER (2002), não é possível fazer qualquer recomendação sobre uma adequada relação entre área de mangue e fazenda de cultivo de camarões enquanto não é conhecida a capacidade de assimilação dos diferentes tipos de sedimento e vegetações que constituem os diferentes tipos de manguezais. O

autor afirma que o desenvolvimento de um sistema integrado entre fazendas de cultivo e manguezais depende do esforço em adaptar os sistemas estudados para cada situação em particular.

GESAMP (1996), discute 6 cenários de estudos de modelagem para avaliação da capacidade de carga. Um resumo de um dos cenários segue:

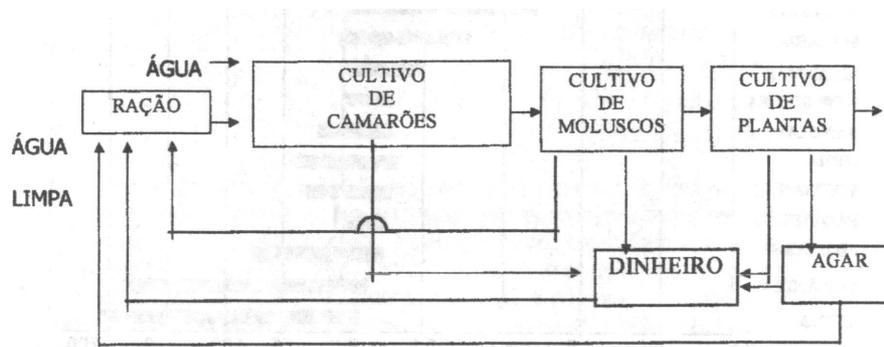
- a) Problemática: solicitação por parte de um empreendedor para ampliar o cultivo de camarões de sua fazenda para mais 6 ha de forma intensiva em uma região circundada por baía, para uma produção adicional anual de 54 t. Nesta baía haviam mais 4 fazendas pequenas de camarão, totalizando 240 t de camarão em 60 ha e mais 70 t de cultivo de ostras. A baía também é circundada por vilarejos. É a pesca natural na baía e oceano que supre a população local e uma cidade a 30 km de distancia. Os ambientalistas, outros fazendeiros e pescadores não queriam a expansão. Pela lei existente, o entorno da baía teria que ter 80% de reserva de mangue. A baía possui profundidade máxima de 17m e média de 6m., a entrada de água para a baía é efetuada por um canal estreito e raso e a amplitude de maré é pequena. O tempo de renovação da água de fundo da baía é de 25 dias. Através de um programa de monitoramento efetuado na baía por cinco anos, foi constatado que durante a estação seca, a água dentro da baía fica estratificada, isolando-se o fundo. Oxigênio de fundo atingi valores de 5 ppm e o de superfície 6.5-7.0 ppm. Durante a estação seca a leitura do disco de sechii chega somente a 1 m, devido a limitação de luz. O baixo disco foi resultante da alta produtividade aquática, de 15 ug/l clorofila, alto sólidos em suspensão dos manguezais, rios e das atividades de aqüicultura existentes. O estudo das autoridades reguladoras identificou valores de oxigênio de fundo mínimos de 4,0 ppm nas marés baixas e estação seca. Além disto, foi evidenciada a presença de marés vermelhas e dinoflagelados, *Pyrodinium bahamense* durante os últimos anos. As autoridades concluíram que um posterior incremento da carga da baía poderia acontecer, mas atribuíram que este enriquecimento poderia acontecer devido ao incremento da população humana, além do próprio cultivo de camarões. O ambiente já estava eutrofizado e poderia eutrofizar ainda mais. Assim, as autoridades negaram o pedido de ampliação para o empreendimento.

Para os demais estudos de caso, as elevadas amplitudes de marés correlacionadas com a baixa profundidade dos estuários e baías, e ainda, a existência de fortes correntes marítimas, foram determinantes para que a aqüicultura pudesse ser ampliada sem elevado impacto ao ambiente circundante.

Na ausência de dados de monitoramento, a capacidade de carga para efluentes da aqüicultura pode ser estimada a partir de dados dos efluentes de esgotos domésticos (GESAMP, 1996). PAEZ-OSUNA *et al.* (1998), calcularam uma produção diária por pessoa de 1g de P e 6g de N em esgotos domésticos no México.

Devido a complexidade de ambientes e sua relevância para as outras atividades na região costeira, o estudo da capacidade de carga deveria ser realizado em conjunto com as demais atividades, através do manejo integrado dos recursos costeiros (MIRC). Estes estudos devem ser elaborados a nível local, partindo-se inicialmente pela implantação de programas de monitoramento (GESAMP, 2001).

No caso de regiões com uma quantidade excessiva de projetos, maior que a capacidade de carga do ambiente, os efluentes devem ser tratados através de processos biológicos ou físicos dentro das unidades de produção **Figura 5**, podendo ainda, ser determinada uma escala a ser cumprida para a liberação dos mesmos, ou seja, os projetos não devem liberar os efluentes num mesmo período.



*Figura 5. Diagrama teórico de um cultivo associado (camarões/moluscos e macroalgas) onde ocorre a liberação de um efluente com baixo impacto ambiental (ROCHA & FREITAS, 1998).*

Embora existam estudos para a reciclagem dos efluentes através de macroalgas e moluscos, a aplicação em grande escala ainda é incipiente. As dificuldades encontradas estão relacionadas ao dimensionamento das estruturas para organismos filtrantes, a densidade de macroalgas e a capacidade de absorção de nutrientes e as condições adequadas de qualidade de água para o cultivo das espécies filtrantes.

Os sistemas de cultivo “fechado”, sem renovação, dependem do desenvolvimento de colônias de bactérias autótrofas e heterotróficas para a reciclagem de nutrientes. O conhecimento da bacteriologia dos cultivos é de extrema importância nos cultivos que utilizam os sistemas de recirculação. As bactérias também são utilizadas como alimento para os camarões, diminuindo assim a necessidade de proteína nas dietas comerciais (BOYD e CLAY, 2002).

#### 5.2.6 – Avaliação de impactos ambientais

Uma etapa importante do processo de planejamento e gestão ambiental costeira é o estudo de avaliação dos impactos ambientais, o que, conforme a escala ou intensidade da área de cultivo, torna-se imprescindível na identificação das possíveis repercussões

ambientais dos projetos e proposição de medidas mitigadoras que organizem a expansão das atividades impactantes de acordo com o meio ambiente local (UNEP,1988).

De acordo BISSET (1989) citado por BARG (1994), dentre os principais objetivos da avaliação do impacto ambiental temos:

- 1 - identificar os impactos ambientais benéficos e adversos
- 2 - sugerir ações mitigadoras capazes de reduzir ou prevenir os impactos adversos
- 3 - sugerir medidas que aumentem os impactos benéficos

Estudos de avaliação ambiental têm sido amplamente utilizados nas regiões costeiras. Infelizmente estes estudos tem sido aplicados comumente a um projeto isoladamente e na maioria das vezes, para grandes projetos. Estes estudos também tem sido aplicados sem a existência de critérios claros e previamente discutidos, tais como os padrões de qualidade ambiental para os quais os impactos possam ser calculados (GESAMP, 2001).

A dificuldade de se avaliar os impactos e a tradicional tendência dos órgãos em facilitar o licenciamento, bem como, a dificuldade de garantir a consistência e qualidade do EIA, uma vez que é custeado pelos empreendedores e administrado pelos diferentes conselhos com diferentes recursos e diferentes prioridades sociais, ambientais e políticas, constituem as principais dúvidas quanto a validade do processo do EIA/RIMA (WORL BANK *et al.*, 2002).

Embora tal estudo seja útil e naturalmente essencial para grandes projetos, ele não pode ser endereçado aos problemas cumulativos sociais e ambientais oriundos do adensamento de um número considerável de pequenas fazendas de aqüicultura, agricultura e indústria (GESAMP,2002)

Para ser efetivo como ferramenta de planejamento deve ser aplicada a gestão integrada das regiões costeiras, devendo ser uma ferramenta estratégica de planejamento antes do que um instrumento de regulamentação, devendo estar fundamentado em padrões ambientais e sociais claros e objetivos (op cit).

### 5.2.7 - Impactos da carcinicultura marinha no ecossistema costeiro

O tipo e a escala de qualquer impacto ambiental associado ao desenvolvimento da aqüicultura costeira dependerá do método de aqüicultura, o nível de produção e das características físicas, químicas e biológicas da região costeira. A aquicultura é uma atividade de grande impacto positivo em relação a produção de alimentos, diminuição da pobreza e geração de bem estar para as populações que vivem nas áreas costeiras, muitas das quais são as mais pobres do mundo (GESAMP, 2001).

Muitos dos problemas associados com o desenvolvimento da aqüicultura em países em desenvolvimento são relacionados ao escasso suprimento de água e a liberação indiscriminada de efluentes. Embora os empreendimentos de grande porte tenham possibilidade de investir em adequada infra-estrutura para abastecimento e drenagem de água, pequenas propriedades são dependentes de canais naturais para o suprimento de água. O resultado é a mistura de água de abastecimento e da drenagem, supridas em conjunto para um número considerável de fazendas, juntamente com a troca de efluentes, resíduos químicos e doenças (GESAMP, 1991).

Embora alguns dos problemas sociais e ambientais possam ser endereçados a uma fazenda individual, muitos são cumulativos, insignificantes quando uma fazenda individual é considerada, mas potencialmente prejudicial para o setor com um todo. Também são aditivos, uma vez que seus impactos podem se associar com as demais atividades de produção que exercem pressão na região costeira (BARG, 1994).

O tipo e escala do dano ambiental ocasionado pelo desenvolvimento da aquicultura costeira dependerá do método ou manejo, do nível de produção e das características físicas, químicas e biológicas da região costeira. Estas interações somente poderão ser quantificadas através do planejamento integrado da aquicultura costeira dentro de um programa de gestão integrada das zonas costeiras (GESAMP, 1991).

Na orientação para o manejo integrado de recursos costeiros, os questionamentos atuais sobre o impacto ambiental da carcinicultura marinha devem ser discutidos, mesmo porque, esses cultivos estão entre as principais atividades que serão prejudicadas pela deterioração da qualidade de água nos ecossistemas costeiros. A aquicultura é extremamente vulnerável à poluição causada pelos outros usuários dos

recursos costeiros. No entanto, se efetuada de forma irresponsável pode causar poluição ou disseminação de doenças (BOYD e GREEN, 2002).

De acordo com WORLD BANK (2002), a redução do impacto do cultivo de camarões nos ambientes costeiros depende das seguintes práticas de planejamento e gerenciamento: correta seleção das áreas; correta elaboração dos projetos e construção dos empreendimentos; redução dos impactos do uso da água e da descarga dos efluentes nos corpos de água locais; a utilização de pós-larvas de qualidade conhecida, uso responsável de químicos; utilização de alimento de qualidade e manejo alimentar eficiente; práticas de manejo para controle sanitário eficiente; minimizar impactos sociais para utilizar o cultivo de camarões com ferramenta na diminuição de pobreza nas áreas costeiras.

Para GOLDBURG & CLAY (1999); GESAMP (2001), a redução dos impactos da aquicultura no ecossistema costeiro depende do planejamento do cultivo em termos de sua concepção e gestão, que devem estar embasados nos seguintes fundamentos:

- a) melhor implantação do projeto, o design do projeto, a tecnologia e o manejo à nível das fazendas
- b) melhor alocação dos projetos e a distribuição da aquicultura com um todo;
- c) melhor suprimento de água para a aquicultura com um todo;
- d) melhor manejo da sanidade, incluindo doenças e controle dos estoques a nível de fazenda e a nível setorial
- e) melhor comunicação e a troca de informações;
- f) melhor gestão dos efluentes líquidos e sólidos;
- g) uso responsável de drogas e outros químicos;
- h) melhor seleção da espécie e estocagem de larvas;
- i) melhor seleção e manejo dos alimentos;
- j) melhor acesso ao mercado e aos negócios

#### 5.2.7.1 – O cultivo e o impacto dos efluentes

As fazendas de camarão são construídas próximas a fontes de água salgada e salobra, e os viveiros de cultivo são abastecidos e mantidos através do bombeamento destas fontes. Os fertilizantes e a alimentação são adicionados aos viveiros para promover o crescimento dos camarões. O nitrogênio e o fósforo contido nos fertilizantes aumentam a produção do fitoplancton, elevando a base da cadeia trófica para o cultivo de camarão. A ração que é consumida diretamente pelos camarões, freqüentemente elevando a produção mais que os fertilizantes. O alimento não consumido, as fezes e outros produtos metabólitos incrementam a concentração de nutrientes na água dos viveiros, também estimulando o crescimento do fitoplancton. Os efluentes dos viveiros são ricos em nutrientes, especialmente em N e P, e possuem alta concentração de material orgânico particulado proveniente das populações vivas e mortas do fitoplancton (BOYD e GREEN, 2002).

A descarga indiscriminada de efluentes dos viveiros pode causar eutrofização, excessiva turbidez, sedimentação, toxidez e salinização de habitats aquáticos, podendo reduzir o valor do ecossistema costeiro para outros usos e afetar a flora e a fauna nativa. Desta forma, é importante reduzir o volume e a concentração de nutrientes e resíduos nos efluentes, minimizando a possibilidade dos impactos negativos (GESAMP,1991).

Os impactos podem ser drasticamente reduzidos através de melhores práticas de manejo, tais como: melhor utilização da ração e fertilizantes; redução da troca de água; controle da erosão; restrição do uso de químicos e construção de bacias de sedimentação (BOYD & GREEN, 2002).

A água dos viveiros de cultivo de camarão é rica em nutrientes e matéria orgânica, cujos níveis são incrementados, principalmente na fase final do ciclo de produção. Estes nutrientes são resíduos de alimento não utilizados, produtos do metabolismo, bem como pequenas quantidades de fertilizantes adicionadas ao início dos cultivos para promover o crescimento do fitoplâncton (op cit).

As práticas inadequadas de alimentação, particularmente o excesso de alimentação, prejudicam a qualidade do fundo dos viveiros de cultivo, incrementando o custo de operação, uma vez que, a ração representa entre 40 -60% dos custos de produção (TACON, 2002). Um levantamento efetuado na Tailândia demonstrou que fazendas

maiores possuem valores de conversão alimentar mais altos do que os empreendimentos familiares (WORLD BANK, 1998).

Quando os efluentes dos viveiros contem uma alta concentração de nutrientes e material orgânico, concomitantemente com um adensamento em uma mesma área de muitas fazendas, estas descargas no ambiente costeiro podem ter efeitos negativos, de acordo com a capacidade do ecossistema em receber e processar estes efluentes (GESAMP, 1991).

Contudo, é importante ressaltar, que o incremento do nível de nutrientes e de material orgânico pode ser desejável em alguns ecossistemas costeiros. Não sendo a capacidade de carga ultrapassada, os nutrientes e a matéria orgânica dos efluentes dos viveiros de cultivo de camarões podem ser benéficos. Alguns incrementos na produção de moluscos no sudeste da Tailândia tem sido correlacionado com o incremento da atividade da carcinicultura (MENASVETA citado por WORLD BANK, 1998). Resultados similares existem na China para camarões e cultivos de peixes em gaiolas, combinados com cultivos adjacentes de macroalgas marinhas e moluscos (ZWEIG e BRAGA citados por WORLD BANK, 1998).

Estudos têm demonstrado que a aquíicultura pode incrementar a taxa de crescimento das espécies nativas, devido a ingestão natural de alimento não consumido e fezes (BAIRD *et al.*, 1996). Num levantamento em 17 fazendas de aquíicultura na Europa, as capturas de pescado não foram afetadas pelos efluentes das fazendas marinhas, e em um caso, houve um incremento na captura da pesca após a atividade da aquíicultura ser implantada.

Para cultivos marinhos em gaiolas, foi idealizado um sistema de cultivo integrado com moluscos e peixes em gaiolas. Os moluscos seriam alimentados pelas partículas de alimento não consumido pelos peixes, bem como dos microorganismos filtrados (op cit.).

Embora haja exemplos de eutrofização em lagos de água doce pelo cultivo de peixes, poucos são os exemplos em ambientes costeiros. A não ser no momento da despesca, a concentração de nutrientes e matéria orgânica nos efluentes da carcinicultura são relativamente baixos, quando comparados, por exemplo, com águas servidas de esgotos domésticos tratados e de plantas processadoras de pescados **Tabela 5** (VINATEA *et al.*, 2003).

Tabela 5. Comparação dos parâmetros de qualidade da água de fazendas de *Litopenaeus vannamei* da região nordeste do Brasil com efluentes recomendados pela GAA e de outras atividades.

Parâmetros (mg l <sup>-1</sup> )	Efluentes de fazendas no Brasil *	VALORES Iniciais recomendados pela GAA**	Esgoto doméstico s/tratamento***	Esgoto doméstico tratado***	Esgoto de processamento de pescado***
Fósforo total	0,15	0,5	20,0	15,0	150,0
N-NH <sub>3</sub>	0,15	5,0	75,0	60,0	2.300,0
DBO (5 dias)	4,41	50,0	300,0	200,0	14.000,0
Sólidos suspensos	142,40	100,00	-	500,0	7.050,0

(\*)VINATEA *et al.* (2003) ; (\*\*) BOYD e GAUTIER (2000) ;(\*\*\*) MACINTOSH E PHILLIPS (1992).

Os estudos comparativos são importantes, sendo necessários cálculos adicionais quanto a relações de equivalência. Exemplificando, uma indústria pode liberar um volume menor, mas concentrado e de impacto poluente equivalente aos efluentes de uma área de cultivo de camarões de 200 ha.

Os estudos do impacto deste efluente na região de mistura e sua taxa de diluição são importantes para preservação da fauna e flora no ecossistema costeiro (BOYD e GREEN, 2002).

Quando os efluentes do cultivo são adicionados a outras fontes de efluentes oriundos da agricultura e das águas servidas domésticas, os riscos de “bloom algal” e mortalidade dos organismos marinhos podem ser significativos (WORLD BANK *et al.*, 2002).

No intuito de verificar o possível impacto que esta atividade de produção está ocasionando ao meio ambiente circundante, foi executado, com o patrocínio da Associação Brasileira de Cultivo de Camarões (ABCC), o projeto “Determinação da qualidade dos efluentes de viveiros de camarão marinho no nordeste”. A caracterização dos efluentes foi realizada em 12 fazendas de cultivo, localizados em seis estados diferentes (PI, CE, RN, PB, PE, BA). Os parâmetros analisados, ao longo de um ano (fevereiro de 2001 a janeiro de 2002) foram: oxigênio dissolvido (mg l<sup>-1</sup>), pH, N-NH<sub>3</sub> (mg l<sup>-1</sup>), fósforo total (mg l<sup>-1</sup>), DBO (mg l<sup>-1</sup>), sólidos totais em suspensão (mg l<sup>-1</sup>). Os resultados dos parâmetros de qualidade dos efluentes das fazendas são apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6. Resumo dos principais parâmetros de qualidade da água em fazendas de *Litopenaeus vannamei* da região nordeste do Brasil.

Parâmetros	Água de captação *	Efluente*
Oxigênio dissolvido (mg l <sup>-1</sup> )	5,79	5,49
pH	7,88	7,90
Fósforo total (mg l <sup>-1</sup> )	0,10	0,15
N-NH <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	0,09	0,15
DBO (5 dias) (mg l <sup>-1</sup> )	2,15	4,41
Sólidos suspensos (mg l <sup>-1</sup> )	116,70	142,40

(\*)VINATEA *et al.* (2003).

A intensidade do impacto dos efluentes depende das técnicas de manejo utilizadas nos empreendimentos e da capacidade ambiental do ambiente em absorvê-los. Boas práticas de manejo podem reduzir radicalmente a exportação de nutrientes para o meio ambiente. Em lugares onde as fazendas estão bem dispersas, a capacidade de carga ambiental é maior, devido às características da dinâmica de circulação de água que os ambientes costeiros possuem, sendo mínimos os impactos dos efluentes (WORLD BANK, 1998).

O maior impacto está relacionado ao momento da colheita, quando a concentração de material orgânico e sedimento no fundo do viveiro podem ser liberados para os ambientes circundantes **Tabela 7**.

Tabela 7. Variações no teor de N e P total dos efluentes provenientes de cultivos intensivos de camarão no sudeste da Tailândia.

Parâmetro (mg/l)	Renovação rotineira	Drenagem e despesca
Total N	0,5-3,4	1900-2600
Total P	0,05-0,4	40-110

Fonte: LIN (1995).

Os efluentes gerados pelas renovações de água durante o período de cultivo semi-intensivo são de baixo impacto ambiental e a descarga de nutrientes observada na despesca pode ser minimizada utilizando-se tanques de sedimentação (BAIRD *et al.*, 1996).

Os efluentes da aquicultura costeira tem potencial de enriquecer ecossistemas aquáticos, particularmente em ambientes costeiros semi-fechados, com restrita troca com o mar aberto (GESAMP, 1996).

É considerado que são necessários avanços nos seguintes campos de conhecimento: tecnologias para tratamento de água; manejo do cultivo; tecnologia de

nutrição; tecnologias de uso energias alternativas; informação; comunicação e suas interações (BAIRD *et al.*, 1996).

Poucos são os estudos concretos de monitoramento e quantificação sobre o impacto dos efluentes da carcinicultura nos ecossistemas costeiros. Destacamos os resultados obtidos por PAEZ-OSUNA *et al.* (1999, 1998,1997), que estimaram os impactos do cultivo de camarões no México.

Os autores compararam os teores de nitrogênio e fósforo existentes nos efluentes oriundos do cultivo de camarões com as observadas nas águas servidas municipais e os provenientes da agricultura. Destes, uma estimativa de 1,5 % do N (Nitrogênio) e 0,9 % do P (Fósforo) descarregados no ambiente costeiro mexicano eram provenientes de camaroneiras distribuídas em 27.500 ha. A agricultura e as água servidas representaram a maior parte do nitrogênio e fósforo liberado nos ecossistema costeiro de toda a região produtora de Sinaloa e Sonora, onde os produtores sequer utilizam o sistema completo de manejo alimentar através de bandejas, que utilizado no Brasil, possibilitou a diminuição significativa da conversão alimentar de 2:1 para 1:1 (SEIFFERT *et al.*, 1998b).

PAEZ-OSUNA *et al.* (1999, 1998,1997), acompanharam 2 ciclos de cultivo na estação seca e chuvosa em fazendas semi-intensivas de cultivo de camarões que utilizaram densidades de cultivo de 17 camarões/m<sup>2</sup>, taxa de renovação de 3-20%, fertilizações e ração, concluíram que 76% da origem do N e 83,4 % do P foram provenientes da ração, sendo 35,5% do N e 6,1 % do P foram incorporados à biomassa de cultivo e cerca de 36,7 % do N e 30,3 de P foram perdidas para o ambiente através do efluente. A estimativa foi de que para cada tonelada de camarão produzida foram liberados pelos efluentes para o ambiente 28,6 kg de N e 4,6 kg de P. O N foi perdido por volatilização em 65% e acumulação do P nos sedimentos foi de 47,2 %. Os níveis foram menores quando comparados com cultivos de peixes de água doce em tanques de terra e gaiolas; peixes marinhos em gaiola; cultivos intensivos de camarões, efluentes da agricultura e efluentes domésticos. O estudo demonstrou que toda a contribuição dos efluentes da aquicultura mexicana, cerca de 27500 ha, representa acréscimo de 1,5 % da carga de nitrogênio total e 0,9 % da carga de fósforo total introduzida no ambiente **Figura 6**.

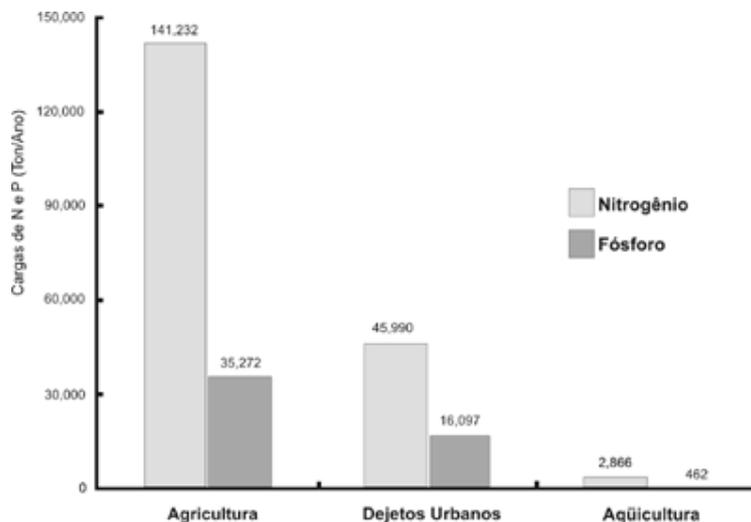


Figura 6. Cargas de nitrogênio e fósforo provenientes da aqüicultura, agricultura e dejetos urbanos.

Da mesma forma, TWILLEY *et al.*, (1999) destacaram a falta de planejamento quanto à expansão desordenada das indústrias, da agricultura, das cidades e do próprio cultivo de camarões como os principais causadores da degradação da qualidade de água às margens do estuário do Rio Guayas e Golfo de Guayaquil, no Equador. Para exemplificar, a cidade de Guayaquil, que é circundada pelas fazendas camaroneiras, tem uma população estimada em mais de 3 milhões de habitantes, sendo que, menos de 10 % tem saneamento básico. Ficou provado que o *Litopenaeus vannamei* é realmente um animal resistente por suportar mais de 20 anos de cultivo em um país onde a expansão desordenada sobre a base dos recursos costeiros foi evidente.

Como conclusões de um estudo do impacto do cultivo de camarões em 18.000 ha na bacia do Rio Bangpakong, Tailândia, SZUSTER e FLAHERTY (2002), afirmaram que somente o manejo responsável da carcinicultura e seus efluentes não seria suficiente para a melhoria da qualidade de água na bacia hidrográfica, necessitando que as atividades de suinocultura, avicultura e industriais também fossem geridas de forma ambientalmente responsável.

O estudo foi realizado para identificar o impacto cumulativo das várias fazendas através de 3 diferentes tipos de cenários. Foram estudados, manejo bom (A), médio (B) e ruim (C) **Tabela 8.**

Tabela 8. Estimativa da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) através de diferentes cenários.

Sub bacia	Avicultura (DBO kgO <sub>2</sub> /ano)	Suinocultura (DBO kgO <sub>2</sub> /ano)	Cultivo de camarões em baixa salinidade (DBO kgO <sub>2</sub> /ano)		
			Cenário A	Cenário B	Cenário C
Nakhon Nayok Prachinburi	7651875	1030778	932686	158413 57	8339815
Lower Bangpakong	13468946	14777968	3200439	262786 02 51	13834590
Total da bacia	28694952	18811952	6.040.78 0	102600 610	54320695

Fonte: SZUSTER e FLAHERTY (2002).

Neste estudo foi identificado que 90% da DBO dos efluentes da carcinicultura nesta região estava associada a liberação dos dejetos do fundo do viveiro durante o processo da despesca. O cenário C, pior manejo, trata-se do processo ilegal de dragagem do lodo dos fundos dos viveiros para os rios adjacentes aos empreendimentos de carcinicultura.

Em um estudo realizado em Santa Catarina, na fazenda experimental YAKUL/UFSC, TORIGOI (2001), caracterizou os efluentes de cultivo de *Litopenaeus vannamei* através de 3 densidades de cultivo, 10, 20 e 30 camarões/m<sup>2</sup>. O aumento da densidade de estocagem, dentro dos níveis utilizados no trabalho, não resultou necessariamente em uma pior qualidade do efluente. O efluente da despesca apresentou água de pior qualidade que o efluente resultante de trocas de água durante o cultivo, devendo receber maior atenção quanto à possível eutrofização do corpo de água receptor. Até uma densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> não houve acúmulo de nitrogênio na coluna d'água no decorrer do ciclo de cultivo quando utilizadas técnicas adequadas de manejo. É possível que o ecossistema do viveiro de cultivo de *Litopenaeus vannamei* permitiu a reciclagem dos nutrientes. Os parâmetros de qualidade de efluente, avaliados nesse trabalho, não feriram os níveis recomendados pelo CONAMA 020/86 (MMA, 2002).

#### 5.2.7.2 – O cultivo e a destruição de manguezais

O termo mangue refere-se a qualquer uma das 70 espécies de árvores ou arbustos tropicais e sub-tropicais que crescem as margens de terras e ambientes salgados. Os manguezais representam um dos mais produtivos ecossistemas do mundo. Eles também protegem a costa, melhoram a qualidade da água e são fontes tradicionais de alimento para as pessoas que vivem nas comunidades costeiras (CLARK, 1992; GREEN *et al.*, 1996).

O mais abrangente estudo sobre os manguezais é o Atlas Mundial de Manguezais. O estudo indica que 55-60 % dos recursos históricos de mangues desapareceram. Grande parte foi desmatada por pressão populacional derivada da agricultura, especialmente para a produção de arroz, ocupação com pastagens, desenvolvimento urbano, uso de madeira para combustível, materiais para construção civil, polpa de madeira para a indústria de celulose e turismo (CHAMBERLAIN, 2002).

A preocupação sobre o uso de manguezais para a construção de viveiros de camarão tem sido a mais estridente questão levantada pela comunidade ambiental. Se todos os 1.372.800 ha de camarão existentes tivessem sido construídos em áreas de mangue, apenas aproximadamente 3 % dos manguezais históricos teriam sido perdidos (CHAMBERLAIN, 2002; WORLD BANK, 1998).

No entanto, os estudos atuais indicam que as perdas atribuídas ao desenvolvimento da carcinicultura marinha totalizam menos que 3% do recurso histórico. Isto não diminui de forma alguma a tragédia do recurso destruído ou a necessidade de prevenir futuras perdas. Apenas corrige os exageros e coloca os impactos causados pelas fazendas de camarão na perspectiva de uma causa menor responsável pelas perdas globais do mangue (CHAMBERLAIN, 2002; WORLD BANK, 1998).

A taxa de desmatamento de mangue atribuída às fazendas de camarão é extremamente diminuta, devido ao reconhecimento atual dos órgãos ambientais sobre o valor dos manguezais e a aplicação mais severa de regulamentações. Da mesma forma, os criadores aprenderam que a área coberta de mangue oferece benefícios como reservas ecológicas e sociais, proteção contra tempestades e manutenção da qualidade de água. Também é sabido que as áreas de manguezais não reúnem as condições essenciais para construir viveiros de camarão devido à acidez

dos solos, limitação para aprofundamento dos viveiros, restrições para escoar a água e secar o fundo do viveiro, altos custos de construção (CHAMBERLAIN, 2002).

#### 5.2.7.3 – O cultivo e a introdução de espécies exóticas

Em geral, a introdução de espécies exóticas numa área é considerada uma prática não recomendável devido ao risco da competição com as espécies nativas e devido a probabilidade das espécies exóticas transferir patógenos e parasitas para as nativas. No entanto, para camarões, até o momento, não há nenhuma informação que identifique que tenha ocorrido a proliferação das novas espécies ou introdução de doenças no ambiente (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Um estudo relatado por WORLD BANK (1998), concluiu que mais de 120 espécies de peixes marinhos e eurialinos foram introduzidas em todo o mundo. A maioria das introduções não se estabeleceram como população ou tiveram efeito negativo sobre as demais espécies quando conseguiram se estabelecer. O estabelecimento das espécies depende do comportamento reprodutivo e hábitos alimentares (BARG, 1994).

No Brasil, desde o início do cultivo da espécie exótica *Litopenaeus vannamei* no nordeste, em 1990, a ocorrência de precipitações intensas ocasionaram diversas enchentes em algumas regiões produtoras, provocando a fuga de milhares de camarões. Os camarões desta espécie completam o seu ciclo reprodutivo no oceano e necessitam de uma temperatura da água de 28<sup>o</sup>C. Esta temperatura é verificada na costa nordestina, o que poderia propiciar o estabelecimento de *L.vannamei* no NE, o que no sul do Brasil seria improvável, onde a temperatura média do oceano não ultrapassa 24 <sup>o</sup>C. Contudo até o momento, não foi observado o estabelecimento de populações desta espécie de camarão no nordeste do Brasil.

O estabelecimento das populações também se torna dificultoso devido a predação natural e aos artefatos de pesca predatórios empregados nos ambientes costeiros que circundam as fazendas de cultivo.

A incansável discussão exótica versus nativa, com respeito a introdução de enfermidades no cultivo de camarões é hoje desmistificada, uma vez que no Equador e nos países asiáticos, onde sérios problemas sanitários ocorreram, as espécies cultivadas são nativas. Cabe ressaltar que tanto as espécies exóticas como nativas, têm

que ser cultivadas adequadamente, respeitando-se os procedimentos legais para a introdução de espécies (SEIFFERT e LOCH, 2002).

#### 5.2.8 – Monitoramento ambiental

O monitoramento das características físicas, químicas e biológicas de um local ou região é essencial para controlar a degradação ambiental.

É impossível monitorar ou acompanhar o processo de desenvolvimento humano em uma região sem a utilização de mapas atualizados. A qualidade de um mapa é determinada basicamente por três fatores: exatidão, complementaridade e atualidade. Segundo CARNEIRO & PAULINO (1998), o fator mais importante de qualidade em um mapa é a atualização de seu conteúdo, para que a mesma não se torne obsoleta.

A intensa dinâmica do uso do espaço físico, como a pressão pela ocupação do solo, as exigências de investimentos em infra-estrutura, a gestão ambiental entre outras, torna mais premente a necessidade de atualização dos mapas. O mundo moderno exige que se tenham informações atualizadas e espacialmente referenciadas no sentido de otimizar as decisões e solucionar problemas complexos do cotidiano.

LOCH (1998), ao analisar a situação da disponibilidade de mapas no estado de Santa Catarina, constatou que além do mapeamento deficiente existente, a maioria dos mapas são da década de 50 e 60. Durante este período, o estado encontrava-se praticamente coberto de florestas, o que, segundo o referido autor, tornam estes documentos, nos dias atuais, de serventia apenas como referencial histórico ou de elementos para avaliar o grau de degradação ambiental que o Estado sofreu neste período.

SILVA (1979) em sua dissertação de mestrado obteve dados da intensidade de desmatamento no município de Ibirubá (RS), por fotografias aéreas de três diferentes datas: 1956, 1965 e 1975, fazendo então um monitoramento retroativo no tempo, tendo como referencia, mapas cadastrais fornecidos pelo Exército e pela Prefeitura da cidade. Segundo a autora, os dados obtidos poderiam servir de base para futuros programas de monitoramento e avaliação da cobertura agrícola e florestal do Estado.

A fotografia aérea pode ser útil para monitorar o alcance da contaminação e degradação da qualidade de água nos ecossistemas costeiros. Técnicas de SR mais

sofisticadas, tais como fotografias infravermelhas ou de espectro múltiplo podem em determinadas circunstâncias, propiciar informações sobre os aspectos de correntes marítimas, padrões de sedimentação, concentração de fitoplâncton e alterações de uso nos terrenos costeiros, que podem estar relacionados com a expansão e intensificação da aquicultura costeira em grande escala (BARG, 1994; MEADEN e KAPETSKY, 1991).

O monitoramento e a análise ambiental são de extrema importância dentro do processo de planejamento e gestão. Os critérios devem estar incluídos dentro dos objetivos do planejamento e a forma de avaliar a sua performance. É importante que estes critérios sejam avaliados, especialmente aqueles relacionados a padrões ambientais, uma vez que a percepção das pessoas sobre a qualidade do meio ambiente pode ser errônea (GESAMP, 2001).

A estratégia de planejamento costeiro depende da avaliação ou predição do impacto de qualquer desenvolvimento ou atividade, em termos ambientais, sociais e econômicos. O monitoramento e a comunicação dos resultados são necessários para melhorar as avaliações e a qualidade das intervenções (op. cit.).

Os programas de monitoramento propiciam que uma base de informações seja obtida para a tomada de decisão quanto a expansão ou não da aquicultura dentro de níveis aceitáveis de alterações ambientais (GESAMP, 1996).

O monitoramento também é importante para ver se os padrões estão de acordo como o licenciamento, para proteger o ambiente aquático, manter a qualidade da água para aquicultura, para melhorar e otimizar as práticas de manejo, prevenir a saúde pública em relação a qualidade dos produtos da aquicultura (bactérias, químicos e toxinas naturais) e o controle da transmissão de doenças (GESAMP, 2001).

A aquicultura tem que ser regulamentada e monitorada para garantir que os impactos permaneçam dentro dos níveis pré-estabelecidos e sinalizar para outras estratégias para reverter os problemas quando os limites são ultrapassados (GESAMP, 1991).

A frequência e o nível de informações rastreadas pelo monitoramento depende da intensidade da aquicultura e deve ser estudado caso a caso. Não deve ter uma lei ampla que, seja burocratizada através de protocolos de monitoramento para todos os

produtores. Isto é inapropriado, oneroso para pequenos produtores e, muitas vezes, sem adequada justificativa ecológica (op. cit.).

O monitoramento é viável em áreas altamente afetadas por uma ampla variedade de fontes de contaminantes. Em tais circunstâncias, a identificação das responsabilidades ambientais somente serão identificadas pelo monitoramento (op. cit.).

O plano de monitoramento deve ser flexível. Os procedimentos devem ser estabelecidos para que seus resultados sejam comunicados aos investidores e gestores, e adaptados ou ajustados de acordo com as experiências adquiridas. No mínimo, isto colaborará para a execução de ajustes nas intervenções do planejamento e conduzindo ao surgimento de políticas, leis e instituições complementares (GESAMP, 2001).

Deve ser fundamentado na diversidade de práticas de aquicultura existentes (espécies utilizadas e métodos de cultivo) e dependendo do cenário ambiental do entorno, pode ser simples, flexível e de fácil aceitação. É importante também que sejam definidas claramente as estações de coleta e os sistemas de amostragem e os métodos de análise padronizados (GESAMP, 1991).

O monitoramento da qualidade de água em paralelo com o desenvolvimento da atividade da carcinicultura, não somente permitirá acompanhar as metas propostas, mas também, permitirá o melhor entendimento da relação entre as diferentes atividades econômicas a qualidade ambiental local e produtividade aquícola (GESAMP, 2001).

As atividades aquícolas costeiras atuais e futuras, serão beneficiadas com os programas de monitoramento da poluição da água que avaliam as alterações no meio ambiente costeiro, e se possível, nas bacias hidrográficas dos rios. Os programas de monitoramento específico para a aquicultura devem se integrar aos de avaliação das águas costeiras. Além disto, os dados procedentes das análises de qualidade de água da aquicultura, também contribuem para melhorar o desempenho das demais atividades econômicas circundantes (BARG, 1994).

No caso do cultivo de camarões, entretanto, a manutenção da qualidade de água é também essencial para a produção continuada. Se a qualidade de água é degradada pela poluição, a água de cultivo irá prejudicar a produção. Tal estresse ambiental resulta em problemas de crescimento, maior susceptibilidade a doenças e altas taxas

de mortalidade. Desta forma, é de suma importância que os fazendeiros de camarão tenham conhecimento do padrão de qualidade de água existente no entorno dos empreendimentos (BOYD e GREEN, 2002)

Devido a dificuldade de se prever a influência dos efluentes na qualidade de água de ambientes aquáticos ecossistemas provenientes das concentrações e cargas de poluentes, os programas de monitoramento ajudam a caracterizar a poluição e sua influência. Por exemplo, um efluente altamente concentrado pode não causar impacto na degradação da qualidade de água no estuário, mas poderia causar impactos na região de mistura, onde há liberação de efluentes de diversas atividades (op. cit.).

Por esta razão os limites de elementos poluentes são padronizados pela legislação, caracterizados pela sua concentração por volume de água de poluentes permitida nos efluentes, enquanto que a carga de poluição total pode ser muito menor do que a capacidade de assimilação do corpo de água (op. cit.).

Os limites para poluição são frequentemente administrados utilizando-se limites aceitáveis de descarga de efluentes para os países que possuem legislação específica. Estes limites devem ser estabelecidos de acordo com o conhecimento da composição e do modelo de descarga dos efluentes, de acordo com outros usuários das águas receptoras (usuários benéficos), a capacidade de assimilação dos efluentes que o corpo de água receptor possui e a habilidade de tratar os efluentes (GESAMP, 2001).

O Conselho de Conservação e Meio Ambiente da Austrália e Nova Zelândia ANZECC (1992), estabeleceu um guia de padrões de variáveis de qualidade de água em ambientes costeiros para programas de monitoramento de fazendas de camarão em ambientes costeiros. Este guia para proteção de ecossistemas aquáticos não se refere a limites de efluentes. São limites aplicados a corpos de água para manutenção da vida aquática após mistura dos efluentes **Tabela 9**.

Tabela 9. Indicadores de qualidade de água para programas de monitoramento de efluentes do cultivo de camarão marinho em águas costeiras.

Parâmetro	Razão para medição	Níveis Recomendados *
Temperatura da água (0°C)	Influencia sobre os processos químicos e biológicos	Alteração de menos 2°C.
Oxigênio dissolvido (mg/l).	Essencial para a vida dos organismos marinhos aeróbicos	Não devem ser inferiores a 3 mg/l.
pH	Influencia os processos químicos e biológicos	6,0 a 9,0 unidades.
Amônia nitrogenada total (N-NH <sub>3</sub> )	Nutriente das plantas, toxina em potencial e indicador de poluição.	Os efluentes não devem exceder 3,0 mg/l.
Nitrato(N-NO <sub>3</sub> )	Toxina em potencial	Águas costeiras não devem exceder 0,005 mg/l.
Fósforo total (P)	Fonte inorgânica de fósforo solúvel para as plantas	Concentrações de 0,001 a 0,1 mg/l em águas costeiras podem determinar o crescimento de plâncton.
Nitrogênio Total (N)	Fonte de nitrogenico inorgânico dissolvido para as plantas	Concentrações de 0,1 a 0,75 mg/l em águas costeiras podem causar crescimento de plancton. Os efluentes não devem exceder 10 mg/l.
Clorofila a	Indicador de abundância de fitoplancton e grau de eutrofização	Concentrações acima de 1 a 10 ug/l indicam eutrofizacao de águas costeiras.
Sólidos totais em suspensão.	Indicador de partículas de solo em suspensão e material orgânico em suspensão	Em águas costeiras não deve exceder mais que 10 % da média sazonal.
Demanda bioquímica de oxigênio(mgO <sub>2</sub> /l).	Indicador de poluição orgânica	Não deve reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 5 ou 6 mg/l.
Salinidade	Pode causar salinização	Não deve aumentar a salinidade de água doce acima de 0,5 partes por mil. Não existem limites recomendados para águas estuarinas e marinhas
Transparência da água (pelo disco de Secchi)	Índice de clareza ou turbidez de água	Em águas costeiras não deve exceder mais de 10 % da média sazonal.

(\*) Modificado de ANZECC por BOYD e GREEN, 2002.

A descarga de efluentes permitida em corpos de água depende do volume de vazão do efluente (carga poluente), das características das águas receptoras e da concentração de componentes poluentes no efluente. Este limite pode ser maior em regiões onde ocorre mistura, quando comparado, ao corpo de água total de entorno. Assim, os limites devem prevenir a toxicidade e efeitos negativos dos impactos em regiões de mistura onde os efluentes são lançados (GESAMP, 1996).

Na maioria das vezes, os padrões de qualidade de água estabelecidos para águas receptoras são baseados em padrões nacionais e internacionais, que raramente são estudados para os valores e necessidades das condições ambientais de qualidade local.

É importante avaliar o estado de saúde ambiental local, examinando diversos efeitos das distintas atividades envolvidas no entorno do ambiente, (BARG, 1994; GESAMP, 1996, BOYD & GREEN, 2002, GESAMP, 2001).

Os constituintes que afetam a qualidade de água monitorados comumente são: nitrogênio (N), fósforo (P), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Material em suspensão (M.S), pH e oxigênio dissolvido (OD). Os limites de sua concentração tem sido definido por muitos países desenvolvidos em relação a algumas regiões particulares ou para distintos usos da água (GESAMP, 2001).

Para o planejamento e regulamentação, tais limites padronizados têm sido aplicados para empresas individuais na forma de permissões para descarga. Sua aplicação, no entanto, tem gerado controvérsia em razão da limitada análise da relação entre os níveis de componentes dos efluentes e das águas receptoras, dentro da amplitude de distintos ambientes e outros recursos (op. cit.).

Particularmente é o caso dos países desenvolvidos, aonde os padrões de clima temperado, são algumas vezes indiscriminadamente aplicados a diferentes sistemas climáticos, físicos e ecológicos. No entanto, devem ser o ponto de partida para calcular a capacidade de carga local (op. cit.).

No Brasil a Resolução do CONAMA N<sup>o</sup> 20 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de 18 de junho de 1986 (D.O.U de 30/07/1986) (MMA, 2002) que estabelece os níveis mínimos aceitáveis de concentrações de componentes potencialmente tóxicos da água, a serem alcançados ou mantidos em criações de espécies aquáticas destinadas a alimentação humana. A resolução N<sup>o</sup> 20, no entanto, não oferece especificamente informações relativas às variáveis e aos limites de qualidade de água para o controle e monitoramento de efluentes gerados pela carcinicultura marinha, o mesmo verificando-se nas exigências do órgão ambiental estadual, FATMA (Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina).

BOYD E GAUTIER (2000), após um intensivo levantamento feito através de 24 estudos sobre efluentes de viveiros de engorda de camarão, propuseram padrões para níveis limite de componentes potencialmente poluentes como forma de melhor direcionar órgãos regulamentadores e produtores de camarão. A comparação dos padrões da Global Aquaculture Alliance (GAA) com o CONAMA e FATMA segue na **Tabela 10**.

Tabela 10. Valores iniciais e metas a serem alcançadas para o controle de efluentes derivados de viveiros de camarão marinho em comparação aos limites da Resolução do Conama nº 20/86 e FATMA.

Parâmetros	Conama <sup>1</sup>	FATMA <sup>3</sup>	GAA Inicial <sup>2</sup>	GAA Meta <sup>2</sup>
pH	6,5	6-9	6,0-9,5	6,0-9,0
Mat. sedimentavel		1,0 ml/l		
Sólidos totais em suspensão	-		≤100 mg/l	≤50 mg/l
Fósforo total	-	1,0 mg/l	≤0,5 mg/l	≤0,3 mg/l
N <sub>total</sub>		10,0 mg/l		
Amônia nitrogenada total	≤0,4 mg/l		≤5 mg/l	≤3 mg/l
F <sub>total</sub>				
DBO <sub>5dias</sub>	≤5 mg/l	15,0 mg/l	≤50 mg/l	≤3 mg/l
Oxigênio dissolvido	≥5 mg/l		≥4 mg/l	≥5 mg/l

<sup>1</sup>Níveis recomendados para águas enquadradas na Classe 7, classificadas como tendo salinidade igual ou inferior a 0,5 pt e 30 ppt (partes por mil) (MMA, 2002). <sup>2</sup> BOYD e GAUTIER (2000). <sup>3</sup> Decreto estadual nº 14.250 de 05/06/81.

Uma revisão recente, CHAMBERLAIN (2002), indica que autoridades competentes e produtores do EUA, Brasil, Honduras, Nicarágua e Tailândia, estão monitorando e avaliando o impacto dos efluentes nos estuários circundantes as fazendas de cultivo. O programa tailandês possuiu 21 pontos de amostragem em 5 estados desde 1991. O programa de Honduras tem 36 estações de monitoramento nos dois principais canais estuarinos desde 1992 (BOYD e GREEN, 2002), onde até o momento, nenhum tipo de deterioração da qualidade da água foi detectado.

Por outro lado, os consumidores esperam e procuram adquirir produtos que sejam seguros e saudáveis. Os padrões de segurança para os alimentos são continuamente aperfeiçoados, e os produtores devem aderir a esses padrões sob pena de perder acesso ao mercado.

Diversos programas de segurança para pescados estão incluídos nas boas práticas de processamento, procedimentos padronizados para operacionalização de medidas sanitárias, análise de perigos e pontos críticos de controle. APPCC, e Organização Internacional de Parametrização, ISO 9002.

Particularmente desafiante nas regulamentações é a tolerância zero em relação a contaminação de Salmonella e resíduos de clorofenicol. No caso de Salmonella, a presença de espécies sorotípicas naturais de Salmonella não patogênicas podem levar a detenção do produto **Tabelas 11 e 12** (RUIVO, 2003; CHAMBERLAIN, 2002).

Tabela 11. Padrões microbiológicos em produtos de pescado

Fresco / resfriado / congelado Contagem Padrão (UFC/g)	Limites (n=5 c=3 m=5 x 10 <sup>5</sup> M=10 <sup>7</sup> )
Coliformes fecais – <i>Escherichia coli</i>	10 <sup>2</sup> (NMP)
Coliformes fecais – <i>E. coli</i> enteropate	n=5 c=3 m=11 M=500
Salmonella	Ausência em 25 g (n=5 c=0 m=0)
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	n=5 c=2 m=10 <sup>5</sup> M=10 <sup>4</sup> NMP 10 <sup>3</sup> / g
<i>Vibrio spp</i> (UFC / g)	n=5 c=2 m=10 <sup>2</sup> M=10 <sup>3</sup>
<i>Vibrio cholerae</i>	n=5 c=0 m=0 M=0

Fonte: RUIVO (2003) - n = número de unidades tomadas como amostra; c = número de amostras que podem conter uma contagem maior que “m” porém menor que “M”; m = tolerância para a contagem microbiana (limite inferior); M = tolerância para a contagem microbiana (limite superior).

Tabela 12. Padrões físico – químicos para frescor em produtos de pescado.

Fresco ou congelado	Limites aceitáveis
Bases Voláteis Totais	Menor de 30 mg N / 100 g
Indol	Máx. 4 microg / 100 g
TMA	
Gás sulfrídrico – H <sub>2</sub> S	Reação negativa (Legisl. Federal); apenas vestígios (Legisl. Estadual)
pH	Carne externa 6,8 e interna inferior a 6,5 (nos peixes)
Fragmentos de metal	Não deve haver

Fonte: RUIVO (2003).

Atualmente foram propostos parâmetros físico-químicos para componentes que determinam a qualidade de água ideal ao cultivo intensivo de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* **Tabela 13** (ELOVAARA, 2001). O monitoramento destes parâmetros indica a necessidade ou não das práticas de manejo de preparação de solo, troca de água, recirculação, aeração e calagem.

Tabela 13. Parâmetros de qualidade de água adequados ao cultivo de *L. vannamei*.

Parâmetro	Nível recomendado
Temperatura	28-32 °C
Oxigênio Dissolvido	5 – 9 ppm
Gás Carbono	≤ 20 ppm
pH	7-8,3
Salinidade	0,5-35 ppmil
Dureza Total	≥ 150 ppm
Alcalinidade total	≥ 100 ppm
Amônia ionizada	≤ 0,03 ppm
Nitrito	≤ 1,00 ppm
Nitrato	≤ 60 ppm
Ferro total	≤ 1,00 ppm
Ácido Sulfídrico	≤ 2,00 ppb
Cloro	≤ 10,0 ppb
Cádmio	≤ 10,0 ppb
Cromo	≤ 100 ppb
Cobre	≤ 25 ppb
Chumbo	≤ 100 ppb
Mercúrio	≤ 0,1 ppb
Zinco	≤ 100 ppb

Fonte: ELOVAARA (2001).

### 5.2.9 - Legislação

A legislação ambiental surgiu da necessidade de controlar as formas antrópicas de perturbação no meio ambiente, considerando-se que a deterioração da base de recursos naturais ameaça significativamente a qualidade de vida humana (SILVA, 1994). O conhecimento da legislação é fundamental para o controle da ocupação físico-espacial do território. Segundo LOCH (1991), a legislação e a medição da realidade físico-espacial de uma determinada região, são os subsídios básicos para preservação do meio ambiente.

A legislação do uso da terra é baseada nos direitos que a circundam. DALE & MCLAUGHLIN (1990), destacam que a terra está associada com uma variedade de direitos que regulamentam e ordenam a utilização da mesma (direito das águas, do solo, do sub-solo, do ar, dos recursos costeiros, direitos agrícolas, direitos florestais).

No Brasil a Constituição Federal de 1988 foi a primeira a tratar deliberadamente da questão ambiental e assumiu tratamento da matéria em termos amplos e atuais. As constituições estaduais, de um modo geral, dispuseram amplamente sobre a proteção ambiental, utilizando a competência que a constituição federal reconheceu ao estados nessa matéria (SEIFFERT, 1996).

Na década de 70 a União iniciou o processo de planejamento ambiental do território nacional, marcado historicamente pela criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente e Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Nos primórdios dos anos 80 iniciou-se a geração de diretrizes para a Política Nacional para os Recursos do Mar e Política Nacional de Meio Ambiente e concebeu-se na época o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Como parte destas políticas instituiu-se, pela Lei nº 7661 de 16/05/88, o PNGC, Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, cujo detalhamento e operacionalização foi objeto da Resolução nº 01/90 da CIRM. Para dar continuidade as ações e se adequar aos avanços obtidos foram elaborados um novo PNGC II, aprovado pela Resolução nº 5 de 03/12/97 da CIRM, destacando a ação dos Estados no desenvolvimento das ações. O estado de Santa Catarina integrou-se ao PNGC a partir de 1987. Atualmente cabe à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM dar prosseguimento às atividades necessárias para a implantação do Gerenciamento Costeiro no litoral catarinense.

Um dos desdobramentos da legislação nacional para o âmbito estadual resultou no artigo 25 da Constituição do Estado de Santa Catarina que estabelece o seguinte: até a promulgação da lei que institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro não poderão ser expedidas pelos Municípios localizados na orla marítima normas e diretrizes menos restritivas que as existentes sobre o uso do solo, subsolo e das águas, bem como sobre a utilização de imóveis no âmbito de seu território (SEDUMA, 2000).

O GERCO, Gerenciamento Costeiro, catarinense prevê a realização do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC). A institucionalização deste Zoneamento se dará através da Lei Estadual de Gerenciamento Costeiro, que garantirá a efetivação de uma gestão ambiental eficiente, calcada em instrumentos jurídicos capazes de dar sustentação e agilidade ao bom desempenho da administração pública e orientação adequada à sociedade. Também prevê a elaboração de planos municipais de gerenciamento e de um sistema de informações integrado para toda a região costeira. No que tange a aqüicultura a lei que institui o GERCO catarinense, que está sendo discutida, abrange somente questões de zoneamento para o cultivo de moluscos.

De acordo com MORAES (1999), o atual momento vivido pelo GERCO apresenta situação paradoxal, de um lado tem-se uma fase de maturação plena do programa, com todas as condições de sua execução bem definidas e já implementadas, de outro, vive-se uma instabilidade conjuntural do ponto de vista da sua sustentação financeira, ocasionada fundamentalmente pela interrupção do fluxo de recursos, com o término da primeira fase do Programa Nacional do Meio Ambiente, do qual ele é um dos componentes.

A elaboração de leis tem sido comumente utilizada para gerenciar o desenvolvimento e os impactos da aqüicultura. Tem sido exitosa, principalmente em países desenvolvidos, mas tem efeito reduzido nos países em desenvolvimento aonde, o respeito ao cumprimento das leis é dificultoso (GESAMP, 2001).

No Brasil, a carcinicultura segue os processos legais de licenciamento pelos órgãos estaduais dados pelas licenças ambientais prévia, de instalação e de operação.(ANEXO I), devendo ter anuência do IBAMA no caso de áreas de proteção ambiental.

O processo de licenciamento do cultivo de camarões também deverá seguir o código florestal. Para a lei 4.771 do Código Florestal (1965), modificada pela Lei 7803 de 1989, são consideradas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios, ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais, nascentes nos topos de morros, montes, montanhas e serras, encostas com declividades superiores a 45°, fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues ou em altitude superior a 1800 m, qualquer que seja a vegetação, ou ainda assim definidos nos planos diretores e leis de uso do solo em áreas urbanas.

É importante ressaltar a importância da manutenção da vegetação às margens dos rios e Lagoas costeiras para a preservação dos recursos hídricos. O Art. 2º do Código Florestal alterado em 1989, estabelece limites para o desmatamento das margens dos rios, **Tabela 14**.

Tabela 14. Limites para o desmatamento das margens dos rios

Rio com largura em metros (m)	Faixa marginal (m)
Até 10 m	30
10 - 50	50
50 - 200	100
200 – 600	200
> 600	500

Fonte: (CÓDICO FLORESTAL, 1965).

No Estado de Santa Catarina, é o decreto nº 14.250 de 1981 que estabelece limites para a presença de contaminantes em efluentes, sendo: pH de 6-9; materiais sedimentáveis ( 1 hora em “cone de Inhoff”) de 1,0 ml/l;  $P_{total}$  – 1,0 mg/l ;  $N_{total}$  – 10 mg/l e  $F_{total}$  – 15,0 mg/l.

Por ser uma atividade nova no Brasil, a sustentabilidade da carcinicultura vem sendo amplamente discutida por vários segmentos da sociedade. Os exemplos negativos de outros países e a falta de conhecimento sobre a dinâmica dos processos ambientais envolvidos nos ambientes costeiros, constituídos por água doce, salgada, terra e ar, vem impedindo o entendimento sobre importância do cultivo de camarões para o desenvolvimento dos municípios litorâneos Brasil (SEIFFERT e LOCH, 2002).

A informação precisa e atualizada sobre a base de recursos é um componente essencial ao processo de tomada de decisão. Os países que não investiram adequadamente no estudo de sua base de recursos, vêm no princípio ambiental da precaução, a necessidade de elaborar leis para evitar a expansão desordenada das novas atividades de produção. Não existindo base de dados de seus recursos ambientais, a legislação é fundamentada em exemplos negativos de outros países e se estabelece como proibitiva a expansão das atividades de produção que poderia oportunizar renda e empregos (SEIFFERT *et al.*, 2001).

Em outubro de 2002, uma nova resolução do CONAMA (Resolução nº312 de 10/10/2002) foi publicada (ANEXO I). A resolução, muito criticada pelos carcinicultores nacionais (SEIFFERT, 2002), trata a atividade do cultivo como altamente poluidora e impactante ao meio ambiente. Estabelece critérios estritos relacionados às exigências de monitoramento para cada fazenda individual. São exigidas análises de qualidade de água trimestrais em 3 pontos de coletas para cada propriedade acima de 50 ha de espelho de água. As análises são de responsabilidade do produtor e não do governo. Cada análise deve ser efetuada para 15 distintos componentes poluentes, dentre os quais: clorofila, coliforme fecais, OD, amônia, P e outros. Considerando a área atual de cultivo no Brasil, este será o maior programa de monitoramento de qualidade de água em fazendas de camarões existente no mundo. A interpretação dos dados por parte das agências ambientais estaduais e federais poderá ser equivocada devido a ausência de dados pretéritos de monitoramento efetuado através dos ecossistemas que circundam os empreendimentos de carcinicultura.

Os instrumentos reguladores para o planejamento e gestão do desenvolvimento da aqüicultura freqüentemente têm impacto limitado, especialmente onde a aqüicultura é de pequena escala e amplamente distribuída. A correção legal através do policiamento, muitas vezes é difícil, cara e impopular. Poderá ser mais efetiva se a responsabilidade da elaboração do projeto e implantação for efetuada a nível de administração local, com a participação ativa das associações de produtores e indústrias (GESAMP, 2001).

A atividade de cultivo de camarões em Santa Catarina deve seguir os critérios de licenciamento estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 14.250 de 05/06/81. É a instrução normativa nº 11 da FATMA que enquadra as exigências necessárias para a implantação das unidades de produção de camarões marinhos, que, complementadas

pela nova resolução do CONAMA 312, define as etapas necessárias ao enquadramento legal das unidades de produção.

No entanto, as leis atuais não reforçam a necessidade do planejamento integrado das áreas de produção, considerando apenas a atividade aquícola envolvida, não considerando-a no processo do manejo integrado dos recursos costeiros.

A legislação deve ser aplicada preponderantemente ao controle dos efeitos, do que em função da escala da atividade. Por exemplo, uma fazenda de 15 ha pode poluir mais do que uma de 30 ha. Antes de definir uma capacidade de carga, deveria incentivar o manejo e o emprego de novas tecnologias. Isto permitiria o crescimento econômico e ao mesmo tempo propiciaria motivação para a melhoria da performance ambiental dos empreendimentos e do processo produtivo (GESAMP, 2001).

Abaixo é descrito um exemplo dos itens que devem fazer parte do sistema de regulamentação aplicado ao controle do desenvolvimento da aquíicultura, atualmente empregados na Tasmânia, Austrália (op. cit.).

- a) Controles ambientais relacionados a capacidade de carga.
- b) Controles ambientais relacionados ao monitoramento (qualidade de água, bentos e o crescimento de moluscos).
- c) Controle do uso de químicos (devem estar regulamentados).
- d) Controle da liberação de efluentes e tratamento de efluentes.
- e) Controle das doenças.
- f) Redução de impactos visuais.
- g) Controle no acesso para biossegurança.
- h) Demais controles relacionados às necessidades legais (por exemplo: controle de predadores).

A natureza de qualquer melhoria no âmbito legal dependerá das leis existentes, tradições culturais e estruturas institucionais. O ponto chave é desenvolver ou adaptar um sistema que permita a compreensão de sua aplicação de acordo com os princípios discutidos acima (op. cit.).

Onde a introdução de novas legislações é dificultosa, poderá causar excessivo atraso. Orientações e diretrizes para o desenvolvimento de novas iniciativas podem

ser introduzidas antes da elaboração da legislação específica, na direção de testar distintas aproximações (op. cit).

Particular atenção deve ser dada aos instrumentos econômicos e mercadológicos, uma vez que são mais apropriados porque são motivadores em comparação aos restritivos. São considerados instrumentos econômicos (concessão; subsídios; diminuição ou isenção de impostos ou taxas; cartas de crédito; intervenção nos preços; certificação dos produtos; melhoria da infra-estrutura (suprimento de água, tratamento de efluentes) e serviços, tais como a certificação de enfermidades, mercadologia, treinamento, extensão, informações) (WORLD BANK *et al.*, 2002).

O preço pago tem um impacto significativo sobre o comportamento dos produtores. Se este preço tiver o poder de efetuar um consistente direcionamento para melhor alocação dos empreendimentos e práticas de manejo, as mudanças serão rápidas. Selos de qualidade ambiental também oferecem oportunidades significativas (op. cit.).

Os incentivos por outro lado, não sofrem com os problemas de evasão e não cumprimento da legislação, e em alguns casos podem ser estimuladas inovações através de tecnologias ambientalmente amigas. O uso de instrumentos econômicos para influenciar a implantação adequada dos projetos é promissor. Embora algumas iniciativas positivas sejam caras, são menos onerosas do que os custos econômicos e ambientais da implantação e manejo inadequados (WORLD BANK *et al.*, 2002). No entanto, isto, não indica que a legislação e os instrumentos para se cumprir a lei não devam existir. A estrutura ideal deveria permitir a verticalização (nacional a local) e horizontalização (através dos setores) integrando os legisladores, as instituições reguladoras e de planejamento, com significativa função estratégica, setorial ou regional (integrada) na avaliação ambiental como entrada no processo de planejamento. Tal estrutura deveria permitir a adaptação em ambas às direções.

O programa estadual de cultivo de camarões em Santa Catarina é um exemplo de organização entre produtores, universidades e governo para o desenvolvimento sustentável da atividade da carcinicultura. Todas as ações técnicas, desde a implantação até a operação das fazendas são criteriosamente discutidas entre as instituições que integram o programa, sempre na diretriz da sustentabilidade ambiental (FILHO, 2002).

#### 5.2.10 - Certificação ambiental

O processo de certificação ambiental é difícil e oneroso, e o impacto de alteração no preço dependerá da conscientização dos consumidores e de sua confiança no processo de certificação. O processo de certificação é mais acessível aos produtores mais organizados e de grande porte, sendo de difícil implantação para os pequenos produtores (WORLD BANK, 1998).

O critério de certificação deve ser local, apoiar também pequenos empreendimentos, ser flexível e ter vários padrões de acordo com os consumidores. Também deve ser elaborado mediante consultas à população local, bem como consumidores, ONGs, representantes das indústrias e outros (GESAMP, 2001).

A busca pela certificação ambiental do camarão cultivado na Tailândia está propiciando que os custos para a construção de canais coletivos de abastecimento sejam divididos entre os produtores e o governo (GESAMP, 2001).

Atualmente a ONG intitulada Conselho de Certificação para a Aquicultura está promovendo cursos de treinamento para a certificação da carcinicultura. Até o momento, 14 fazendas dos EUA, Nicarágua, México, Brasil, Peru, Guatemala, Belize e Jamaica, são candidatas a certificação (JORY, 2002).

A certificação pode ser motivada através da implantação de um código de conduta para a melhores práticas de manejo. O código é a base para o processo de certificação e selo de qualidade.

#### 5.2.11 - Códigos de Conduta

O código de conduta é um sistema de princípios a serem seguido por pessoas que exercem atividades em comum dentro de uma indústria (por exemplo, o cultivo de camarões), de forma a não infringir os direitos de outros ou causar alguma consequência indesejada (BOYD *et al.*, 2002).

Os códigos são elaborados com o objetivo de promover diretrizes para sistemas voluntários de manejo que minimizem impactos negativos ambientais e sociais. Este manejo depende do estudo do impacto, estabelecimento de padrões, adoção de práticas de manejo que estejam de acordo com os padrões pré-estabelecidos,

identificação de indicadores, monitoramento para averiguação do seu cumprimento, e correção dos sistemas de manejo que não estão de acordo com os padrões (op. cit.).

Os códigos estabelecem melhores práticas de manejo, dentre as quais: a busca por taxas de sobrevivência altas; melhor conversão alimentar; baixa descarga de dejetos para o ambiente; melhor seleção de área; em termos da qualidade de solo, topografia, distancia de mangues e fontes de poluição da água; uso de mão de obra qualificada e bem treinada; uso de dietas alta qualidade; praticas eficiente de manejo alimentar; habilidade no manejo da qualidade de água; manejo do solo para maximizar a qualidade de água e minimizar a liberação de efluentes e organização através das associações de produtores (BOYD, 1999; BARG *et al.*, 1999).

Os códigos são úteis quando não existe legislação específica sobre a atividade da aquicultura ou a legislação está em vias de elaboração, ou ainda, é existente mas não regulamentada ou cumprida. (GESAMP, 2001).

No entanto, são mais aplicáveis a grandes empreendimentos e de difícil aplicação para médios e pequenos. Devem ser estabelecidas para as condições municipais ou locais, devido a amplitude de diferenças de tecnologias, escalas dos empreendimentos, condições sociais e ambientais (op. cit.).

Alguns códigos desenvolvidos a nível nacional podem ser difíceis de serem implementados a nível local, especialmente para pequenos empreendimentos. Por exemplo, enquanto uma fazenda de 10 ha pode perder 2 ha para tratamento de efluentes, uma fazenda pequena com somente 1 ha pode ser inviabilizada com a perda de 20 % de sua área de produção. Além disto, dependendo da tecnologia, manejo e das condições locais, tal prática pode ser desnecessária para alcançar os objetivos ambientais (GESAMP, 2001).

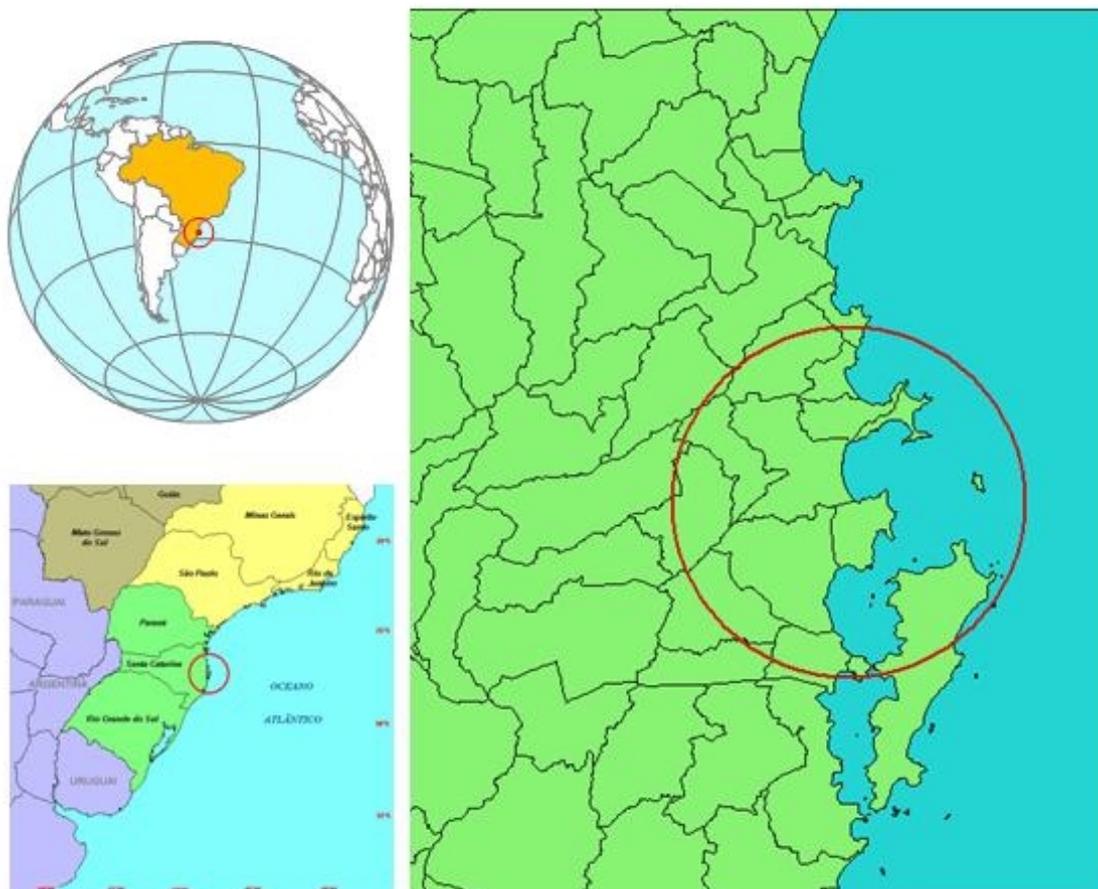
Com respeito a carcinicultura, os países onde estão em fase de discussão e implementação de códigos de conduta são: Austrália, Tailândia, Belize, Malásia, Colômbia, Honduras (BOYD *et al.*, 2002).

A Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) esta implementando um código de conduta intitulado “Termos de compromisso e código de conduta e de práticas de manejo para o desenvolvimento de uma carcinicultura ambiental e socialmente responsável” com vistas ao processo de certificação ambiental do camarão cultivado brasileiro (ABCC, 2002).

## 6 - METODOLOGIA

### 6.1 - Descrição da área de estudo

A área de estudo está situada no litoral centro do estado de Santa Catarina, entre  $22^{\circ}714000$  e  $22^{\circ}740000$  E e  $6964000$  -  $6980000$  N, município de Biguaçu e Governador Celso Ramos, entre as bacias hidrográficas do rio Tijucas e Biguaçu **Figura 7 e Mapa 1**.



*Figura 7. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Inferninho e Baía de Tijucas.*



Os limites internos ao oeste foram demarcados pela linha de cumeada das serras do Cabo Frio, do Timbé, da Itinga, da Boa Vista, de Sorocaba e de São Miguel. A bacia abrange uma área de 163,36 Km<sup>2</sup>, compreendendo parte dos municípios de Biguaçu e Governador Celso Ramos. A população de Governador Celso Ramos é de 12000 habitantes, área de 893km<sup>2</sup> representando 13,43 hab/km<sup>2</sup> e a de Biguaçu 44136 habitantes, área de 302,9 km<sup>2</sup> e densidade populacional de 145,71 hab/km<sup>2</sup> (IBGE,2002).

O relevo e a hidrografia espelham uma nítida orientação estrutural (linhas e falha), onde os esporões cristalinos seccionam os vales delimitando os alvéolos. No curso do rio Inferninho, entre as localidades de Amâncio e Sorocaba do Sul, uma série de quedas de água evidenciam o controle estrutural.

O Rio do Inferninho nasce nas encostas das terras altas do embasamento cristalino catarinense, atravessa a planície costeira e desagua na Baía de Tijucas, e de acordo com SEDUMA (1997), tem 35 quilômetros de extensão **Figura 7**.

De acordo com SEDUMA (1997), o Rio do Inferninho é, em seu baixo curso, um condutor livre com escoamento superficial permanente e variado, uma vez que sofre influência da ação da maré astronômica, adquirindo neste setor um caráter estuarino. RAMOS *et al.*, (1989), considera este tipo de escoamento associado às oscilações maregráficas como gradualmente variado.

A Baía de Tijucas, com 110 km<sup>2</sup> de área, situa-se no entorno da Reserva do Arvoredo e é uma grande enseada com uma extensa praia em sua porção mais interna e outras praias menores em suas porções Norte e Sul. Inclui ainda em seu interior, ao Norte, a Baía de Zimbros. É um importante criadouro natural de camarões e pólo pesqueiro da região do litoral norte do Estado de Santa Catarina (CHLUDINSKI, 2002).

De acordo com o último censo pesqueiro, DAS NEVES com. pers. 2002, efetuado pela EPAGRI e colônia de pescadores de Celso Ramos, 550 embarcações de arrasto atuam na pesca do camarão Sete Barbas, sendo provenientes de 4 comunidades de Governador Celso Ramos, de Zimbros, Canto Grande (Bombinhas) e de Santa Luzia (Tijucas). A atividade da pesca é realizada durante 9 meses, 6 dias por semana, com

uma estimativa de captura por embarcação de cerca de 10 Kg/dia. Os pescadores param apenas 3 meses/ano para defeso.

As características apresentadas na Baía de Tijucas podem ser comparadas às existentes no curso inferior do vale do Rio Itajai-Açu, onde há a presença de um terraço marinho arenoso apresentando acentuados alinhamentos de antigas cristas praias e depósitos argilosos de origem lagunar ou de fundo de baía recobertos por areias litorâneas. A porção inferior do terraço corresponde a uma fase transgressiva e a porção superior, com os alinhamentos de cristas praias, a uma fase regressiva (MARTIN *et al.*, 1988).

Pode-se observar ainda, a influência dos processos de flutuação do nível do mar, pois há evidências que relacionam esses locais a episódios de nível marinho alto, iniciados há cerca de 5.500 anos.

As variações do nível relativo do mar, associadas à deriva litorânea, desempenharam um papel essencial na construção das planícies costeiras (SUGUIO *et al.* apud MARTIN *et al.*, 1988).

De acordo com KUCHLE *et al.* (2001), são descritos registros de sistemas laguna-barreira no modelo de evolução costeira na área do município de Tijucas relacionados a máximos transgressivos do nível do mar.

Segundo SCHETTINI e KLEIN, (1997), a maré astronômica regional apresenta característica mista com predominância semi-diurna (número de forma  $\approx 0,4$ ), com altura média de 0,8 m e máximos de sizígia de 1,2 m, sendo o prisma de maré o principal mecanismo de renovação das águas da baía.

A profundidade na Baía de Tijucas oscila em torno de 0 - 5 m em sua porção interna, 5 - 10 m em sua porção mediana e acima de 10 m em sua porção externa com a presença de pequenos parcéis próximos aos pontais situados em sua entrada.

## **6.2 - Considerações iniciais**

### **6.2.1 - Aspectos conceituais**

A delimitação de bacias hidrográficas, como unidades mínimas, tem sido amplamente utilizada nos processos de planejamento e gestão de uso da terra no espaço rural (FAO, 1993).

Da mesma forma, estudos de planejamento e gestão do uso dos recursos naturais em ambientes costeiros tem demonstrando a importância do estudo da bacia hidrográfica para um melhor entendimento entre a relação entre os seus componentes: água doce, água salgada, terra e atmosfera (YAÑES-ARANCIBIA, 1999; BARG, 1994).

Com base nestas premissas, para alcançar os objetivos propostos, o presente estudo foi conduzido através de 3 ações de pesquisa. A primeira ação de pesquisa efetuou o levantamento de dados ambientais na bacia hidrográfica do Rio Inferninho. A segunda ação de pesquisa buscou gerar um sistema de informações geográficas SIGcamarão adequado a inserção da atividade da carcinicultura marinha integrada aos ecossistemas costeiros e desenvolver um modelo de planejamento e gestão ambiental para a carcinicultura. E a terceira ação de pesquisa, buscou testar o modelo de planejamento e gestão ambiental através de um projeto piloto de carcinicultura marinha integrado a bacia hidrográfica do Rio Inferninho, projeto Pontal Engenharia.

### **6.3 – Ação de pesquisa 1 - Levantamento de dados ambientais na bacia hidrográfica do rio Inferninho e Baía de Tijucas**

Os dados ambientais foram obtidos através de técnicas de geoprocessamento e levantamentos à campo. Para tanto, foram utilizados produtos cartográficos, informações de imagens de satélites e fotografias aéreas. Os estudos de campo foram apoiados nas ciências da Oceanografia, Pedologia, Cadastro e de análises físico-químicas e biológicas da qualidade de água (GESAMP, 2001; GESAMP, 1991; BOYD e GREEN, 2002; HUGUENIN e COLT, 1994).

Os trabalhos de campo abrangeram: a delimitação de planos amostrais para caracterização do recurso hídrico; estudos oceanográficos; validação dos estudos de

fotointerpretação para determinação pedológica; identificação das atividades de produção e fontes poluidoras; identificação de áreas de preservação ambiental; zoneamento de áreas com aptidão potencial ao cultivo de camarões e cadastro de projetos de carcinicultura em fase de elaboração e implantação (LOCH, 1990; TEIXEIRA E TEIXEIRA, 1998; TRAVAGLIA *et al.*, 1999; KAPTESKY *et al.*, 1998; ITOKAZU *et al.*, 1999; UBERTI *et al.*, 1991).

### 6.3.1 - Levantamento dos recursos hídricos

Os fenômenos climáticos e atividades antrópicas são responsáveis pela circulação ou troca de nutrientes no ecossistema costeiro. A vulnerabilidade da bacia hidrográfica à sazonalidades climáticas e a degradação por atividades de produção, definiram o plano amostral para avaliação e gestão dos recursos hídricos.

A pesquisa definiu e realizou um plano de amostragem para um programa de monitoramento da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio Inferninho. Um estudo do perfil salino do Rio Inferninho numa maré de quadratura foi realizado para a determinação das áreas com aptidão ao cultivo de camarões. Também no Rio Inferninho, foi implantada uma estação fixa de coleta de água e avaliação de amplitude de maré por um período de 25 horas, sendo amostras coletadas a cada hora, numa condição de maré de sizígia. Por último, foi realizado um estudo da vazão do Rio Inferninho para estimativa do volume de água salina disponível para empreendimentos de carcinicultura (NETO e MARTINIANO, 1991).

#### 6.3.1.1 – Programa de monitoramento da qualidade da água da bacia do Rio Inferninho

São muitos os problemas decorrentes da falta de informações precisas e atualizadas sobre recursos costeiros em nosso país. Isto vem prejudicando a tomada de decisão quanto ao fomento das linhas de desenvolvimento e a elaboração da legislação. O conhecimento dos fluxos de nutrientes, da rede de drenagem e estuários é indispensável para a tomada de decisão na gestão integrada da carcinicultura marinha.

Existe um ciclo de geração, degradação e ciclagem de nutrientes, que precisa ser entendido antes que decisões de investimentos sejam tomadas. Um programa de

monitoramento dos fluxos de nutrientes e poluentes em escala regional é indispensável para um correto manejo dos recursos costeiros.

A análise da qualidade de água nos distintos pontos da bacia hidrográfica fornece uma radiografia do perfil da condição de gestão da água para diferentes usuários, tais como: indústrias, população urbana, agricultura e aqüicultura. A avaliação da qualidade de água da bacia hidrográfica também orienta o sucesso no planejamento integrado para implantação de projetos de carcinicultura.

Estudos para identificação da produtividade aquática, da amplitude de maré, dos níveis de metais pesados, organofosforados e organoclorados, bem como coliformes fecais são necessários para a correta alocação de projetos de carcinicultura. Como usuária do recurso hídrico, a atividade da carcinicultura marinha é dependente de um planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos.

Distintas missões de campo sob diferentes condições climáticas foram realizadas para estudar o comportamento de parâmetros físicos, químicos e biológicos na interface Rio Inferninho e mar (FILHO, 1995; BOYD e GAUTIER 2000 ; PAEZ-OSUNA *et al.*,1999).

De posse da base cartográfica (mapa São João Batista do IBGE, Escala 1:50000, Folha SG-22-Z-D-II-3, e mapa Biguaçu escala 1:50.000 folha SG-22-Z-D-II-4) um plano de monitoramento inicial (PMi) de amostragem em 25 de abril de 2001 foi efetuado para identificar as distintas atividades econômicas potencialmente causadoras de desgaste ambiental e geração de poluentes na área de estudo. A partir do conhecimento da dinâmica de ocupação do espaço na bacia hidrográfica do Rio Inferninho, através dos estudos de campo, uma rede de pontos amostrais inicial de coleta de amostras de água foi definida para a proposição do plano de monitoramento final (PMf). O PMf foi estabelecido através de 9 pontos de amostragem, ligados a prováveis fontes de poluentes da rede de drenagem entre a cabeceira e a foz do Rio Inferninho. Pontos adicionais foram previstos para serem incluídos, caso atividades poluentes futuras venham a se estabelecer na bacia. Com auxílio de GPS (Global Positioning Sytem) e controle de campo, a rede de pontos amostrais foi alocada posteriormente no sistema de informações geográficas, ação pesquisa 2.

A identificação dos pontos amostrais e sua importância para o programa de monitoramento da água para a gestão integrada da carcinicultura marina na bacia hidrográfica do Inferninho são descritos na **Tabela 15**.

Tabela 15. Pontos amostrais do plano de monitoramento final (PMf) e localização na rede de drenagem do Rio Inferninho e Baía de Tijucas.

Pontos	Localização
B1	Baía de Tijucas ao sul da foz do Rio Inferninho.
B2	Baía de Tijucas na frente da foz do Rio Inferninho
B3	Baía de Tijucas ao norte da foz rio Inferninho
I1	Na foz do Rio Inferninho
I2	Foz do rio Jordão
I3a*	5 metros a montante do ponto de lançamento do efluente chorume do aterro sanitário FORMACO
I3b	5 metros a jusante do lançamento do efluente do aterro sanitário FORMACO
I5	Ponte afluente Rio Inferninho na comunidade de Sorocaba de Fora
I6	Ponto de coleta atividade agrícola antes da nascente do Inferninho
J1*	Rio Jordão à 2 km da comunidade de Jordão
C1*	Canal de drenagem do projeto de carcinicultura em fase de implantação (Pontal Enhenharia ), agosto 2002
C2*	Canal de drenagem do projeto de carcinicultura em fase de elaboração (Fazenda Guaciara) – dezembro 2002
C3*	Provável canal de Drenagem da Fazenda Guido Becker em fase de elaboração.

(\*) Pontos adicionais incluídos no PMf.

O estabelecimento de um programa de monitoramento de parâmetros físicos químicos e biológicos da qualidade de água em uma bacia hidrográfica possibilita a avaliação da qualidade do recurso hídrico desde a montante até jusante na interface mar, rio ou estuário. Torna possível identificar a capacidade de carga do ecossistema costeiro e seu comportamento na reciclagem, a dissolução de poluentes e suportar diferentes atividades econômicas, bem como identificar alterações no ambiente após o surgimento de novas atividades de produção ou alterações tecnológicas ou nas práticas de manejo das atividades existentes (BOYD e GREEN, 2002).

A influencia da poluição no corpo de água depende da concentração do poluente e da capacidade do corpo de água em diluir e assimilar o efluente. O processo de efluentes em corpos de água de grandes dimensões, aerados pela influência de ventos,

confere grande capacidade de diluição e assimilação de poluentes, sem impactos negativos na qualidade de água e na vida aquática, quando comparados com ambientes menores e profundos, ou com pouca dinâmica de mistura na coluna de água ou corpo de água.

Em ambientes onde ocorre uma renovação de água entre estuários e mar aberto, através da ação de marés e correntes marítimas, o potencial de poluição é diminuído significativamente. Uma das necessidades relevantes da pesquisa é conhecer a capacidade de absorção destes sistemas numa dinâmica climática variável. Após definida esta capacidade, torna-se necessário quantificar o aporte de efluentes e a carga poluente de todas as atividades humanas usuárias dos recursos da bacia. Uma vez caracterizado o perfil da condição ambiental do corpo de água, é possível estimar se os resíduos gerados pela criação de camarões irão comprometer a qualidade de água existente, devendo-se alterar as tecnologias de cultivo ou até mesmo impedir o desenvolvimento da atividade.

Determinada a rede amostral de monitoramento inicial da água e considerando que a determinação dos níveis dos componentes poluentes considerados como parâmetros de qualidade de água de uma bacia hidrográfica deve ser e contínua, optou-se pela realização de uma única amostragem que abrangesse o Programa de monitoramento inicial (PMi), desconsiderando os pontos adicionais, uma vez que, estudos adicionais de campo seriam necessários para avaliação da dinâmica de qualidade de água na foz da bacia do Rio Inferninho.

A missão de campo para averiguação pontual dos parâmetros de qualidade de água nos locais indicadores da bacia foi realizada em uma data em que ocorreu precipitação intensa (Estação Meterológica EPAGRI, Biguaçu), e maré de sizígia (abril 2001) Os locais amostrados e parâmetros analisados, métodos e local de análise, são descritos nas **Tabelas 16 e 17**. Nesta missão de campo, também foi possível estudar, a influência do pico de maré de sizígia, 13:00 horas de 25 de abril 2001, sobre a salinização do leito do rio Inferninho.

Tabela 16. Pontos amostrados e análises efetuadas em amostras de água do Rio Inferninho e Baía de Tijucas.

P.	PROF. (m)	MAT. SUSP (ppm)	TEMP (°C)	SAL <sub>S</sub> (ppmil)	SAL <sub>F</sub> (ppmil)	OD (ppm)	PH <sub>S</sub>	DBO (ppm)	P.TOT (ppm)	NITRA (ppm)	NITO (ppm)	Sulfetos (ppm)
I1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PONTO	Colif. Totais NMP/100 ml	Colif. Fecais NMP/100 ml	Org. Fosf. (µg/l)	Org. Clorados (µg/l)	Metais (Cd, Pb, Me) (µg/l)	pesados
I1	X	X	-	-	-	
I2	X	X	X	X	X	
I3	-	-	-	-	-	
I4	X	X	X	X	X	
I5	X	X	-	-	-	
I6	X	X	-	-	-	
B1	-	-	-	-	-	
B2	X	X	-	-	-	
B3	-	-	-	-	-	

(-) não realizado

Tabela 17. Método de análise e local da análise

Análise	Método da Análise	Local
(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NH <sub>3</sub> )-N (mg/l)	Strickland e Parsons (1972)	LIMA- Laboratório Integrado de Meio Ambiente/UFSC
(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )-N (mg/l)	Strickland e Parsons (1972)	LIMA- /UFSC
Ortofosfatos (mg/l)	Strickland e Parsons (1972)	LIMA- /UFSC
DBO(mg/l)	Strickland e Parsons (1972)	LIMA- /UFSC
OD-Oxigênio Dissolvido(mg/l)	YSI – B55- Oxímetro	“In loco”
Salinidade (ppmil)	Refratômetro Bio Marine	“In loco”
Sulfetos (mg/l)	Strickland e Parsons (1972)	LIMA- /UFSC
pH	Standart Methods, 18 thedition, 1992	LIMA- /UFSC
Coliformes Totais (col.tot./100ml)	Standart Methods, 18 thedition, 1992	LIMA- /UFSC
Coliformes Fecais (col.fec./100ml)	Standart Methods, 18 thedition, 1992	LIMA- /UFSC
Pesticidas organofosforados (ug/l)	Standart Methods, 18 thedition, 1992	SANEPAR/Laboratório Sanitária/LIMA/UFSC
Metais pesados(ug/l)	Standart Methods, 18 thedition, 1992	SANEPAR/Laboratório Sanitária/LIMA/UFSC

### 6.3.1.2 - Avaliação da dinâmica dos parâmetros físico-químicos de qualidade e água na interface rio-mar através do estudo de dois ciclos de maré

As marés são importantes nos processos de mistura de água doce e salgada na interface rio-estuário-mar. Através de conhecimentos oceanográficos, tais como variações de marés e correntes marítimas, pode-se planejar a utilização racional dos recursos hídricos em ecossistemas costeiros (GESAMP, 1996).

O aporte de nutrientes lançados no rio, bem como, do mar, advindos de correntes marítimas e influência de marés de sigizia e quadratura, são determinantes ou limitantes ao desenvolvimento da cadeia trófica nos ambientes costeiros. A capacidade do ecossistema costeiro em solubilizar, mineralizar e aproveitar os nutrientes na cadeia trófica pode ser melhor compreendida a partir do conhecimento da dinâmica de marés existente na interface mar, rio ou estuário (BOYD & GREEN, 2002).

É durante o período de maré de sizígia, maré de lua nova ou cheia, que ocorre a maior amplitude de variação entre a maré mínima e máxima. A amplitude de variação de maré em um período de 24 horas possibilita a ocorrência de 2 marés máximas e 2 duas mínimas. É durante os períodos de marés de sizígia, lua nova e cheia que ocorre a maior solubilização, circulação e renovação de água nos ecossistemas costeiros (GESAMP, 1996).

Para o estudo da influência de um ciclo de maré sobre os parâmetros físico-químicos de qualidade da água na foz do Rio Inferninho, durante o período de maré de sizígia de lua cheia (3 e 4 setembro de 2001) uma estação fixa foi montada à 200 m da foz do Rio Inferninho, **Figura 8** (FILHO, 1995).



Figura 8. Estação fixa montada 200 m da foz do rio Inferninho.

O período de amostragem abrangeu 25 horas. Os parâmetros foram avaliados para fundo e superfície, numa profundidade mínima de 40 cm e máxima de 1,2 m, sendo alocada uma régua graduada em **cm** para estudo da influência da amplitude de maré. Os parâmetros avaliados, equipamentos utilizados e o intervalo das amostragens são descritos na **Tabela 18**.

Tabela 18. Parâmetros, intervalo de coleta, equipamentos e local da análise.

Parâmetro	Intervalo de coleta	Equipamento/Local análise
Temperatura (°C)	A cada hora (16h às 16h)	Oxímetro YSI 55/campo
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	A cada hora (16h às 16h)	Oxímetro YSI 55/campo
Salinidade (ppmil)	A cada hora (16h às 16h)	Refratômetro Bio Marine/LOC
pH	A cada hora (16h às 16h)	Phmetro sonda
Turbidez (unit)	A cada hora (16h às 16h)	Sonda OBS3R
Material em suspensão (mg/l)	16h-23h-11h e 15 horas	Laboratório de Oceanografia Costeiro-LOC- Standart Methods, 18 thedition, 1992
Velocidade e direção da corrente (m/s)	16h-23h-11h e 15 horas	Correntógrafo Sensor DataTM SD6000
Amônia (mg/l de N-NH <sub>3</sub> )	16h-23h-11h e 15 horas	LOC- Standart Methods, 18 th edition, 1992
Nitrato (mg/l de N-NO <sub>3</sub> )	16h-23h-11h e 15 horas	LOC- Standart Methods, 18 th edition, 1992
Ortofosfato (mg/l)	16h-23h-11h e 15 horas	LOC- Standart Methods, 18 th edition, 1992
Sílica (mg/l)	16h-23h-11h e 15 horas	LOC- Standart Methods, 18 th edition, 1992
Fe (mg/l)	16h-23h-11h e 15 horas	LOC- Standart Methods, 18 th edition, 1992
Clorofila (ug/l)	16hs – 11hs	LCMM – Laboratório de Moluscos Marinhos/UFSC

### 6.3.1.3- Estudo do perfil salino e parâmetros físico-químicos de qualidade de água no Rio Inferninho

A variável salinidade é um fator determinante para o sucesso do cultivo de camarões. Embora a espécie *Litopenaeus vannamei* seja eurihalina, ou seja, suporta amplas variações de salinidade, o intervalo adequado ao seu cultivo situa-se entre 0,5-35 ppmil (ELOVAARA, 2001).

Na interface entre o rio e mar, da foz em direção a montante, existe um fenômeno determinado “cunha salina”, que é responsável pela salinização da porção inferior da coluna de água dos leitos dos rios. Sua intensidade depende da vazão do rio, das marés de enchente e dos ventos dominantes.

Devido a densidade específica da água salgada ser maior em relação a água doce, bem como, à ação da força de marés de enchente e ventos, a porção inferior da coluna de água dos rios chega a ser salinizada a quilômetros de distância, em relação a foz dos rios (SCHETTINI e CARVALHO, 1998).

É durante o período de marés de quadratura e menor influência dos ventos advindos do mar, que ocorre a menor salinização da porção inferior da coluna da água dos rios.

Para determinar as áreas com aptidão ao cultivo de camarões na planície costeira da bacia do Rio Inferninho, foi preciso estudar a influência da maré na salinização do leito do rio Inferninho, durante um período de maré de quadratura, simulando uma condição adversa de bombeamento de água pelos empreendimentos de carcinicultura.

Durante maré de quadratura 0,7m de amplitude máxima, (01 novembro 2001), às 14:00 horas, uma missão de campo foi realizada para mensuração da salinidade através de uma rede amostral de 9 pontos equidistantes de 200 m, a partir da foz, até ser atingida uma medida de salinidade de 0 ppmil, por 4 pontos amostrais repetidos. A salinidade foi mensurada à campo utilizando-se refratômetro. Tomou-se cuidado para que 2 pontos da rede amostral abrangessem a foz dos rios Inferninho e o encontro do Rio com o Inferninho, respectivamente (**Mapa 1**). A espacialização da rede amostral

foi mensurada com GPS e controle de campo, sendo posteriormente locada no mapa e para o desenvolvimento da ação de pesquisa 2.

Além dos valores de salinidade, amostras de água de cada ponto amostrado foram coletadas para análise de pH, oxigênio dissolvido e turbidez. Como dados adicionais, visando caracterizar a produtividade aquática e o grau de eutrofização, para auxílio na interpretação dos dados de material em suspensão, foram coletadas amostras para análise de clorofila e feofitina nos 3 primeiros pontos. A determinação da clorofila e feofitina foi realizada através do método fluorimétrico (Fluorímetro TD 700) (BARROSO E LITTLEPAGE, 1998). Os equipamentos utilizados e métodos para análise dos demais parâmetros foram os mesmos descritos no ítem anterior.

#### 6.3.1.4 – Determinação da vazão do Rio Inferninho através de um ciclo de maré de sizígia

A dinâmica de renovação e circulação dos nutrientes desde a montante da bacia hidrográfica até a jusante depende do tempo de concentração da Bacia Hidrográfica. O tempo de concentração da bacia hidrográfica depende da cobertura vegetal, tipo de solo e área da rede de drenagem que integra a bacia. É durante os períodos de maior pluviosidade e maré vazante, bem como presença de ventos terrais dominantes, que os maiores dados de vazão do rio para o oceano são observados.

Em situação oposta, ocorre um fluxo de água oceânica e nutriente para os rios através da força de maré enchente e dos ventos que são oriundos do mar. O entendimento desta dinâmica é importante para a tomada de decisão quanto ao manejo do cultivo de camarões, como por exemplo, o bombeamento de água com a melhor qualidade em relação a salinidade e solubilização.

Estes estudos também auxiliam na estimativa da disponibilidade de água que o ambiente possui em relação a projetos de carcinicultura, por exemplo, a quantificação da água salgada que pode ser utilizada na maré enchente/hora em relação a uma determinada área de projetos de carcinicultura instalada, ou ainda, a determinação do tempo de drenagem dos efluentes gerados nesta área.

Neste trabalho foi calculada a vazão (Q) do Rio do Inferninho a 150 m da foz do Inferninho, durante um ciclo de maré de sizígia. Foram coletados dados de vazão a cada hora, durante 13 horas no dia 22 de outubro de 2002. O método utilizado foi

baseado nas recomendações dos engenheiros hidráulicos NETTO E MARTINIANO (1991). A cada hora cheia foi realizada a amostragem para o cálculo dos seguintes itens:

a) Cálculo da área do recorte transversal da parte molhada em m<sup>2</sup>;

Para este cálculo foi utilizado um cabo graduado, uma trena métrica e uma ecossonda manual. Quando encontradas profundidades inferiores a 40 centímetros, esta medida foi feita com um cabo e chumbo.

O cálculo realizado para a determinação da área molhada foi adaptado de NETTO E MARTINIANO (1991), para seções trapezoidais.

b) Captação da velocidade do fluxo no centro do canal em m/s;

Para isso foi utilizado um molinete, constituído por uma carenagem com uma engrenagem interna que registra o número de rotações proporcionais à velocidade da corrente, um conjunto de paletas e uma aste.

No laboratório esses dados foram tratados e a vazão (Q) foi obtida através da seguinte fórmula:

$$Q = V \cdot A$$

Onde:

Q é a vazão, em m<sup>3</sup>/s

V é a velocidade do fluxo, em m/s, e

A é a área do perfil transversal do leito do rio, em m<sup>2</sup>.

Com o uso de um refratômetro Bio-Marine, o parâmetro salinidade também foi mensurado a cada hora do estudo de vazão.

### 6.3.2 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos

#### 6.3.2.1 - Clima

O fator clima é determinante para o planejamento do uso dos recursos naturais. O desempenho econômico do cultivo de camarões depende de variáveis climatológicas. Dentre os fatores climáticos importantes, encontramos a temperatura, precipitação e intensidade e direção de ventos. A espécie *Litopenaeus vannamei*

apresenta um melhor crescimento na amplitude de temperatura da água entre 28-32°C (ELOVAARA, 2001). A intensidade de pluviosidade afeta diretamente a salinidade da água bombeada para as fazendas de cultivo. A incidência de ventos é importante para a destratificação e oxigenação da coluna de água em viveiros de engorda (VINATEA, 2003).

O planejamento para a execução da construção dos viveiros deve seguir as épocas de menor pluviosidade. Da mesma forma, o planejamento da compra e alocação dos equipamentos de aeração nos viveiros está relacionada ao entendimento da sazonalidade, direção e intensidade de ventos. O uso dos sistemas de recirculação em fazendas camaroneiras também está relacionada a problemas de qualidade de água oriundos da precipitação intensa e poluição na área de entorno dos empreendimentos de carcinicultura. Por último, o cronograma de preparação dos solos de viveiros e paradas sanitárias também devem ser planejado de acordo com as condições climáticas existentes.

A aquisição de dados climáticos para a bacia do rio Inferninho referiu-se ao registro de dados pretéritos obtidos da Estação Agrometeorológica de Biguaçu, Latitude 27° 35' S, Longitude 48°35' W pertencente a EPAGRI, compreendendo uma série histórica, 84 anos, de observações relativas a temperatura do ar, precipitação atmosférica e direção dos ventos.

#### 6.3.2.2 - Mapa topográfico

O conhecimento da topografia do terreno é importante para a seleção de áreas e elaboração de projetos de carcinicultura. As áreas planas com diferenças de nível entre 1 a 6 metros do nível em relação ao nível da maré média, com pequenas ondulações, são consideradas ideais ao cultivo. Todos os cálculos de movimentação de terra para a construção de canais e taludes, bem como implantação da estação de bombeamento e das comportas de drenagem e abastecimento, dependem do conhecimento da topografia do terreno. É importante ressaltar que as áreas em banhado, com dificuldades de drenagem, além de aumentarem os custos de construção, ocasionam restrições de manejo que podem inviabilizar economicamente a atividade (BARG, 1994).

Para testar o modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura através do projeto piloto (Ação de pesquisa 3), foi efetuado um levantamento topográfico planialtimétrico detalhado. Este levantamento foi georreferenciado e digitalizado para incorporação no SIG-camarão (Ação de pesquisa 2).

Abaixo é descrito o nível de detalhamento do levantamento planialtimétrico.

- a) Delimitação do perímetro
- b) Estaqueamento de 50 x 50m, deixando as estacas no terreno;
- c) Localização dos corpos d'água, mata, cercas, valas, construções e áreas de preservação;
- d) Posicionamento das RNs (referência de nível) localização nas áreas de afastamento;
- e) Demarcação de cotas do nível d'água, maré alta e maré baixa;
- f) Plotagem de curvas de nível de 20 x 20cm na planta;
- g) Destaque de cotas inteiras em cor diferentes;
- h) Locação no mapa planialtimétrico as cotas dos pontos marcados 50 x 50m.

#### 6.3.2.3 - Mapa de declividade e zoneamento para aptidão ao cultivo de camarões

O mapa de declividade é importante na classificação da aptidão de uso das terras, em função dos diferentes níveis do relevo e inclinação do terreno (UBERTI *et al.*, 1991).

O mapa de declividade foi gerado manualmente sobre o mapa topográfico IGBE, 1:50000, 1973, sendo obtida pela comparação da distância linear em metros entre dois pontos no mapa topográfico com a diferença de altura em metros entre os contornos da curva de nível. O mapa de declividade foi elaborada pela metodologia de trabalho proposta por ALMEIDA (1982), e incorporada à Ação de pesquisa 2.

#### 6.3.2.4 - Mapa de solos

O mapa de solos é importante para o planejamento de uso para a agricultura e carcinicultura. O conhecimento dos tipos de solos permite identificar sua aptidão de

uso. Para a carcinicultura, todo o planejamento na engenharia de construção e o manejo de preparação dos viveiros dependem do conhecimento do tipo de solo.

Utilizando-se fotografias aéreas infravermelhas na escala 1:45000, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

i) - Fotointerpretação preliminar

Pela fotointerpretação preliminar e com apoio do mapa base, mapa geológico regional, declividade, e considerando o relevo, vegetação e rede de drenagem, foi possível elaborar “overlays”, onde foram delimitadas áreas de solos com características similares, que também foram lançados no mapa base. Para fotointerpretação, foi utilizado um estereoscópio de espelhos, tendo sido possível separar unidades facilmente reconhecíveis e que foram objeto de confirmação posterior no trabalho de campo.

ii) - Levantamento de campo

Foram efetuadas escavações de trincheiras e amostragem de diferentes horizontes dos perfis típicos e coletadas amostras de solo através de trado, para análise física, visando a caracterização das unidades significativas de classes de solo, caracterização do padrão de ocorrência de solos, bem como da intensidade de amostragem necessária ao delimitamento de glebas homogêneas.

iii) – Fotointerpretação definitiva

Suprido com os dados de campo, o padrão dos solos da área, dados de análise de solos, localização das unidades representativas, foi possível efetuar a fotointerpretação definitiva, gerando “overlays” definitivos ajustados a partir dos “overlays” iniciais.

iv) Georreferenciamento do mapa de solos

Partindo-se da fotointerpretação definitiva, foi possível elaborar e incorporar o mapa de solo na Ação de pesquisa 2.

v) Análise físico-química do solo do Projeto piloto, ação de pesquisa 3.

Para a fase a fase de elaboração do projeto piloto de carcinicultura Pontal Engenharia, 6 amostras de solo foram coletadas (LEMOS e SANTOS, 1982) para análise físico-química no laboratório de solos da CIDASC, Companhia Integrada de

Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, Florianópolis. Os parâmetros analisados foram: textura, pH, índice SMP, fósforo, potássio, matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, sódio, soma das bases, capacidade de troca de cátions e saturação de bases.

Os dados de textura e de matéria orgânica foram determinantes para seleção desta área para o cultivo de camarões, considerando que, por ser classificada como solo complexo, (**Mapa 4**), o mapa de aptidão gerado no SIGcamarão identificou a área como restrita ao cultivo, sujeita a análise de solo, (**Mapa 7**).

Como atividade rotineira em fazendas de cultivo de camarões, o principal resultado considerado na análise de solo se refere ao pH. A correção de pH do solo é de suma importância para o sucesso dos cultivos. Solos ácidos provocam mortalidade dos camarões e desequilibram as reações de troca de nutrientes entre a interface solo e água.

Os dados pré-existentes da análise físico-química dos solos dos viveiros da fazenda Pontal, que já desenvolve atividades na bacia, poderão ser correlacionados com os resultados a serem obtidos no projeto piloto, obtendo-se indicativos para a interpretação do efeito das propriedades físico-químicas do solo sobre a produção de camarões.

#### 6.3.2.5 – Mapa de fontes de atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos

A partir da combinação dos dados de sensoriamento remota estudada desde as fotos aéreas infravermelho de 1978 e imagem Landsat 1999, foi possível identificar atividades potencialmente poluidoras.

Estudos indicam que cerca de 60 % da população do mundo vive cerca dos ecossistemas costeiros (CLARK, 1992). Os países em desenvolvimento que tem expandido a sua indústria de maricultura encontram na falta de saneamento, o principal ponto de estrangulamento para sua expansão. Como exemplo no Brasil, apenas 30 % da sua área urbana é coberta com saneamento básico. Problemas oriundos dos efluentes da agricultura e indústrias descritos anteriormente também afetam o desenvolvimento da maricultura.

Através de um levantamento para combate à dengue efetuado pelas secretarias de saúde dos municípios de Governador Celso Ramos e Biguaçu as unidades residenciais foram cadastradas quanto ao abastecimento de água, destino do lixo e das águas servidas. Utilizando-se GPS e conhecimento de campo foi possível georreferenciar as unidades residenciais.

Com apoio da empresa Formaco engenharia, foi possível realizar um estudo de campo nas instalações do aterro sanitário que processa o lixo de 08 municípios e está localizado a montante da bacia hidrográfica do Inferninho. Neste estudo foi possível obter dados do sistema de processamento do lixo e de monitoramento ambiental realizado pela Formaco para controle do aterro sanitário. As coordenadas do aterro sanitário e dos pontos de monitoramento ambiental estabelecidos pela administração do aterro foram incluídas no SIGcamarão, colaborando assim, para a elaboração de um mapa de atividades potencialmente poluidoras.

A atividade agropecuária é incipiente na Bacia hidrográfica do Rio Inferninho e não foi considerada com atividade potencialmente poluidora. As áreas dos projetos de carcinicultura em fase de elaboração e implantação também foram georreferenciados e integram o mapa das atividades potencialmente poluidoras, embora seja considerada também como atividade potencialmente indicadora. O mapa foi elaborado e gerado através da Ação de pesquisa 2.

#### 6.3.2.6 - Mapa cadastral dos projetos de carcinicultura em fase de implantação.

Para alocação dos empreendimentos em fase de implantação e elaboração de projeto, foi efetuado um levantamento de campo com GPS de navegação e auxiliado pela utilização das fotos aéreas do vôo SPU 1:12.500 de 1995. Desta forma, foi possível alocar corretamente os vértices das propriedades no SIGcamarão.

#### **6.4 - Ação de Pesquisa 2 - Estruturação de um banco de dados na forma de um sistema de informações geográficas, SIGcamarão e desenvolvimento de um modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha.**

Partindo-se do levantamento de dados obtidos na Ação de Pesquisa 1, foi desenvolvido um modelo de banco de dados adequados ao planejamento e gestão ambiental da carcinicultura em termos de tipos de arquivos para dados geográficos, suas subdivisões em termos de níveis de informações espaciais, dados descritivos, de qualidade de água que formam a base estrutural para análise processamento, integração e modelagem de dados do sistema de informação.

Os SIG são tecnologias consideradas eficientes e disponíveis comercialmente, destinadas ao tratamento automatizado de dados georeferenciados. Trabalham dados de diferentes fontes e formados em ambiente computacional ágil, capazes de integrar informações temáticas e gerar novos dados, modelos e cenários preditivos obtidos de níveis de informações iniciais (BAHR & VÖGTLE, 1999).

O SIG a ser estruturado foi denominado SIGcamarão, e foi previsto para integrar todos os dados obtidos na pesquisa e a incorporação de dados futuros. A ampliação da base de dados do SIGcamarão com resultados contínuos do programa de monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica e da produção das propriedades de carcinicultura e de demais atividades de produção permitirá entender a inter-relações entres as atividades, podendo assim, melhor modelar a expansão de novas áreas ao cultivo de camarões e incrementar a produtividade das áreas existentes.

O modelo de planejamento e gestão territorial da carcinicultura desenvolvido e baseado no SIGcamarão, integra dados de monitoramento em um ambiente costeiro, considerando a interface mar e continente. Buscou ser uma ferramenta indispensável para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas situadas em proximidades à ambientes costeiros.

O SIGcamarão foi estruturado em ambiente gráfico para operação com recursos manuais e meio digital, em ambiente SIG/Arcview. O software SIG/Arcview está

desenhado para possibilitar o exame rotineiro de atributos, tanto dados espaciais, como atributos relacionados aos dados espaciais e vice-versa. Possibilita por exemplo responder questões como “onde estão os empreendimentos de carcinicultura maiores que 10 ha, qual a área total de lâmina de água, qual a previsão de produção anual. O SIG, responde listando o número de parcelas ou plotando a sua locação no mapa da Microbacia”.

Dos programas SIG disponíveis, escolheu-se o programa ArcView® Versão 3.2 , pela facilidade de uso e sua capacidade de interagir com a importação de formatos tanto vetoriais como matriciais originados por outras aplicações.

ArcView® é um programa para o manejo de informação em computadores pessoais. O programa possibilita visualizar, explorar, consultar e analisar dados espacialmente, servindo de gerador na estruturação de sistemas de apoio às decisões; foi desenhado por Environmental Systems Research Institute (ESRI), instituto que também desenvolve ARC/INFO® e outros programas vinculados aos sistemas de informação geográfica há mais de 20 anos. ArcView® pode ser utilizado para incorporar dados tabulares, como arquivos em formato dBase, tanto locais como em servidores de base de dados. Uma vez incorporados de forma adequada, é possível consultar e organizar estes dados geograficamente, o qual permitirá evidenciar relações entre que não aparecem de forma direta.

O programa trabalha com os dados em mapas interativos chamados vistas. Cada vista é formada por temas integrados por pontos, linhas, polígonos, imagens, medidas ou outros objetos específicos. Quando correspondem, os temas estão vinculados a tabelas de atributos. Esta relação pode ser mostrada através de diferentes opções, tanto em sentido atributos-elemento gráfico ou viceversa.

O programa contém uma opção destinada à criação de gráficos apoiados nos dados tabulares dos atributos. Também se conta com uma alternativa para criar saídas impressas e exportação de arquivos. Por meio da linguagem de programação própria do ArcView® denominado Avenue©, é possível criar ou executar determinadas seqüências de macrocomandos ou rotinas que cobrem necessidades específicas do usuário. Os componentes citados pertencem a um arquivo chamado projeto, o qual facilita o manejo da sessão de trabalho por meio de janelas, botões e ícones.

Dentro dos recursos disponíveis para a presente pesquisa, o SIGcamarão foi estruturado com os dados pesquisados, podendo ser ampliado e atualizado para melhorar a sua contribuição ao processo de planejamento da carcinicultura integrado aos ecossistemas costeiros.

#### 6.4.1 - Materiais

##### 6.4.1.1.- Base Cartográfica

Para suporte métrico da pesquisa utilizou-se as mapas topográficos em escala 1:50.000 (IBGE, 1974), com projeção UTM, localizadas no fuso 22 (48°W-54°W), correspondentes às folhas São João Batista (SG-22-Z-D-II-3) e mapa Biguaçu (SG-22-Z-D-II-4). As informações de toponímia foram obtidas a partir da análise da mapa “Biguaçu” sendo que parte da base cartográfica pode ser observada na **Figura 9**. As informações dos antecedentes cartográficos, também foram extraídas da base cartográfica que permitiu a visão geral e reconhecimento da área.



*Figura 9. Mapa topográfico da área de estudo em escala 1:50.000 (IBGE, 1974).*

##### 6.4.1.2 - Imagens de Satélite

Neste trabalho utilizou-se uma imagem composta por oito bandas do Satélite Landsat 7 ETM+ em meio digital cedida pelo Laboratório de Oceanografia Costeira

do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A cena foi obtida em 09 de agosto de 1999 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil - INPE.

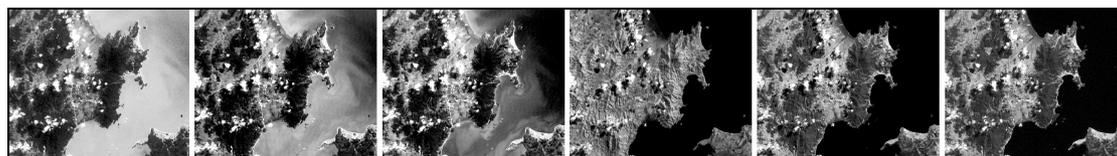
A imagem corresponde às bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 cujas características espectrais estão detalhadas na **Tabela 19**. Na análise da paisagem a imagem possibilitou a visão geral da organização espacial e atualização temática dos atributos do complexo hidrográfico dos Rio Inferninho.

Tabela 19. Bandas Landsat TM, intervalo espectral e setor do espectro.

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL	SETOR DO ESPECTRO
TM1	0.45-0.52 $\mu\text{m}$	Azul (visível)
TM2	0.52-0.60 $\mu\text{m}$	Verde (visível)
TM3	0.63-0.69 $\mu\text{m}$	Vermelho (visível)
TM4	0.76-0.90 $\mu\text{m}$	Infravermelho próximo
TM5	1.55-1.75 $\mu\text{m}$	Infravermelho médio
TM7	2.08-2.35 $\mu\text{m}$	Infravermelho médio

Fonte: LILLESAND & KIEFER (1994), adaptação SÁNCHEZ DALOTTO, (2000).

Das sete bandas foram utilizadas seis, que apresentam resolução espacial semelhante e maior interesse pelas suas características espectrais detalhadas na Tabela 19. Na análise da paisagem, a imagem estabeleceu a visão geral da organização espacial, identificação de fenômenos sistêmicos específicos e atualização temática dos atributos da bacia hidrográfica do rio do Inferninho **Figura 10**.



*Figura 10: Bandas espectrais do satélite Landsat: TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 E TM7 (INPE, 2000).*

#### 6.4.1.3 - Séries de Fotografias aéreas

As fotografias aéreas disponíveis sobre a área de estudo e utilizadas para posterior análise datam dos anos de 1978 (infravermelho) e 1995. As fotografias foram cedidas para processamento eletrônico pela Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul e Secretaria de Patrimônio da União sediadas em Florianópolis, conforme a **Tabela 20**.

#### 6.4.1.4 - Análise dos vôos

##### i) Vôo fotogramétrico de 1978 (infravermelho)

As fotografias aéreas infravermelho foram planejadas originalmente em escala 1:45.000, sendo que a altura do vôo foi de 6.885 metros. Os demais elementos como distância focal, hora e data do levantamento por falta de registros marginais evidentes não foram mencionados. O equipamento utilizado foi uma câmara Carl Zeiss.

As fotografias disponíveis foram em número de dez (n° 24919, n° 24932, n° 24633, n° 24934, n° 24935, n° 24936, n° 25601, n° 25602, n° 25603 e n° 25604) sendo que cobriram a totalidade da área da bacia hidrográfica do rio do Inferninho, municípios de Biguaçu e Governador Celso Ramos (SC).

##### ii) Vôo fotogramétrico de 1995

Planejadas originalmente na escala de 1:12.500, as fotografias aéreas pancromáticas (preto & branco) foram tiradas à altura de 1.687 metros e o equipamento utilizado foi uma câmara Carl Zeiss. A hora do levantamento, por falta de registros marginais evidentes não foi mencionada. A data do aerolevanteamento foi novembro de 1995 e as fotografias disponíveis foram em número de sete, (trecho II faixa 09 fotografia n° 01; faixa 10 fotografias n°02, n°03, n°04, n°05, n°06, n°07, n°08, n°09, n°10 e faixa 11 fotografia de n° 01) sendo que se obteve parte da área do complexo hidrográfico do Rio do Inferninho.

#### 6.4.1.5 – Levantamentos pelo sistema de posicionamento global (GPS)

Usou-se uma base rastreadora como suporte sobre uma coordenada fixa para dar apoio às determinações realizadas com o equipamento GPS móvel. O ponto geodésico SG-22-1052 pertence à Rede do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, está localizado no município de Governador Celso Ramos e suas coordenadas são N 6976287.982m e E 22742757.527m. O datum de referência foi o SAD-69, apresentando altitude geoidal local de 148,19 metros relacionada ao marégrafo de Imbituba.

Utilizou-se o método de levantamento cinemático, conhecido como stop-and-go (**Figura 11**), caracterizado pela tomada de uma coordenada em cada dois segundos em média. Para a obtenção das coordenadas que possibilitaram a georreferência,

utilizaram-se, principalmente o acostamento das vias diretrizes e pontos pré-determinados como pontes, cruzamentos de vias e igrejas das fotografias aéreas e imagens de satélite. No caso das rodovias diretrizes, estas foram percorridas com veículo automotor no qual montou-se a antena receptora no teto, conforme a **Figura 11**.



*Figura 11. Levantamento com GPS (Stop And Go E Cinemático) na bacia do Rio Inferninho.*

As informações foram posteriormente processadas e transformadas em laboratório de coordenadas geográficas para o sistema Projeção Mercator Transversal Universal – UTM e utilizadas na georreferenciamento de imagens de satélite e atualização temática, pois a base cartográfica utilizada está desatualizada há três décadas.

Na **Tabela 20**, são apresentados os produtos cartográficos, orbitais e fotografias aéreas com as respectivas datas, tipos, escalas e procedências, que estruturaram as informações básicas da pesquisa.

Tabela 20. Material cartográfico e vôos fotogramétricos com suas respectivas datas, escalas e procedência.

Produtos	Data	Tipo	Escala	Procedência
Mapas Topográficos	1974 (1ª ed.)	Levantamento Sistemático do Brasil.	1:50.000	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Imagem Satélite	1999	LANDSAT ETM 7+	-1:50.000	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Fotografias Aéreas	1978	Infravermelho	1:45.000	- Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul - SDM
Fotografias Aéreas	1995	Pancromática (preto & branco)	1:12.500	Secretaria de Patrimônio da União – SPU

#### 6.4.2 - Método para georrefenciamento

Inicialmente, efetuou-se a transformação da base cartográfica (mapa São João Batista do IBGE, Escala 1:50.000, Folha SG-22-Z-D-II-3, e mapa Biguaçu escala 1:50.000 folha SG-22-Z-D-II-4) e das fotografias aéreas da forma analógica para digital através da scannerização com resolução de 600 pontos por polegada (dpi).

Posteriormente, importaram-se os arquivos para a ferramenta Idrisi for Windows versão 3.2 para efetuar-se a georreferência. Nesta, procurou-se o ponto central de cada pixel correspondente à localização dos pontos de controle previamente estabelecidos nas fotografias aéreas e na base cartográfica respectivamente. Desta forma, obteve-se um par de coordenadas imagens – coordenadas do mapa, as quais permitiu estabelecer uma relação geométrica que possibilitou a aplicação da transformação fim, própria dos processos de rotação e translação em geoprocessamento.

Na **Figura 12** identifica-se o processo de georreferenciamento da base cartográfica no qual utilizaram-se 35 pontos de controle a partir das coordenadas de tela visualizadas na ferramenta do software Idrisi e das coordenadas conhecidas na intersecção das quadriculas na mapa Biguaçu, escala 1:50.000 em meio analógico. Finalmente, os pontos de controle da bacia hidrográfica do Rio Inferninho totalizaram 154 pontos somados aos da mapa São João Batista. **Figura 13**.

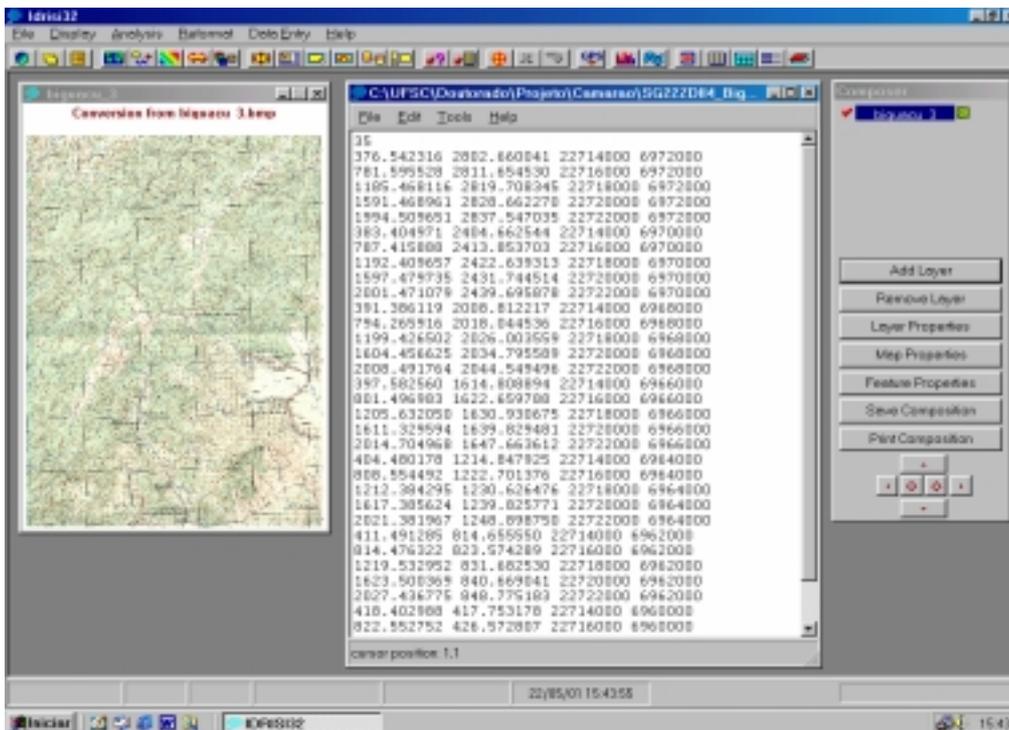


Figura 12. Identificação de pontos de controle na base cartográfica

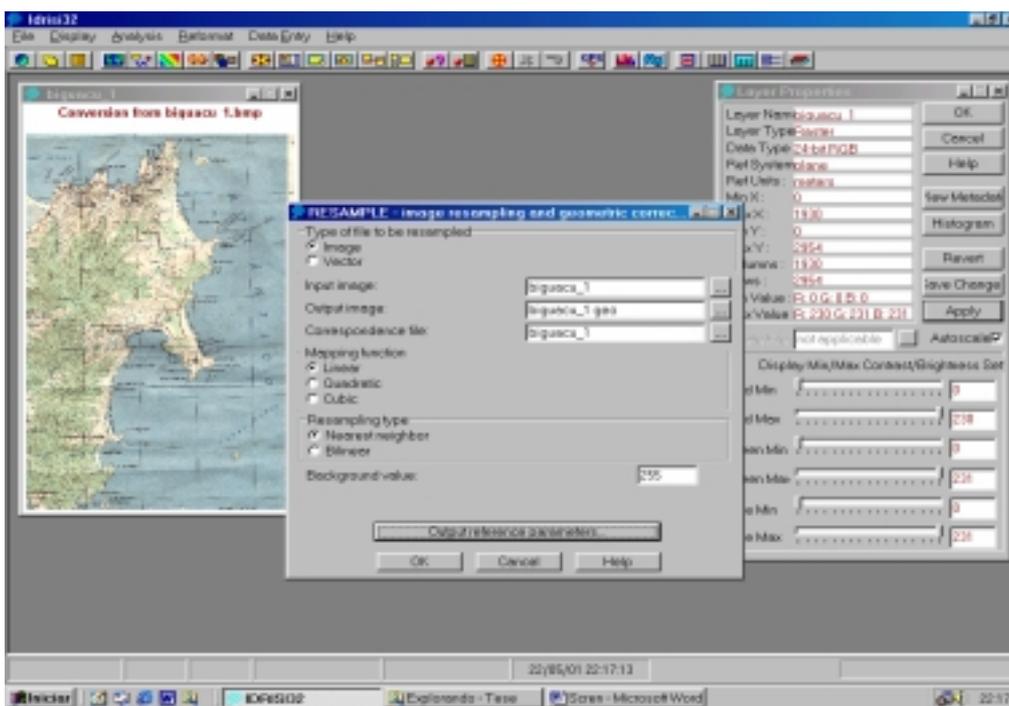


Figura 13. Georeferenciamento da base cartográfica a partir de pontos pré-determinados

Após conversão dos dados Raster para Vector realizou-se o georeferenciamento para um sistema geral usando projeção UTM. A georreferência, conforme mencionado consiste na identificação e transferência de dados espaciais de uma

posição previamente estabelecida no arquivo da base cartográfica para os arquivos das feições fotointerpretadas.

No processo de scannerização, ou seja, na transformação analógica para a digital das fotografias aéreas de 1978, escala 1:45.000 utilizou-se a resolução de 600 dpi o qual proporcionou uma resolução espacial de 1,06 metros, com resolução radiométrica de 8 bits – 256 tons de cinza e os arquivos tiveram tamanho aproximado de 29,16 Mega byte (Mb).

Para as fotografias aéreas de 1995 em escala 1:12.500 a resolução da escanerização foi de 400 dpi o qual proporcionou resolução espacial de 0,79 metros com resolução radiométrica de 8 bits – 256 tons de cinza e os arquivos tiveram tamanho aproximado de 12,96 Mb.

Na exportação das fotografias aéreas de 1978 infravermelho georreferenciadas do software Idrisi para o SIG ArcView degradou a paleta de cores sendo necessário efetuar a separação dos canais espectrais (verde, vermelho e azul) para posterior utilização na edição final dos atributos. Este procedimento pode ser observado na **Figura 14** e constitui-se, em determinados casos, como limitante do formato do arquivo utilizado (.lan) para o processo de georeferenciamento.

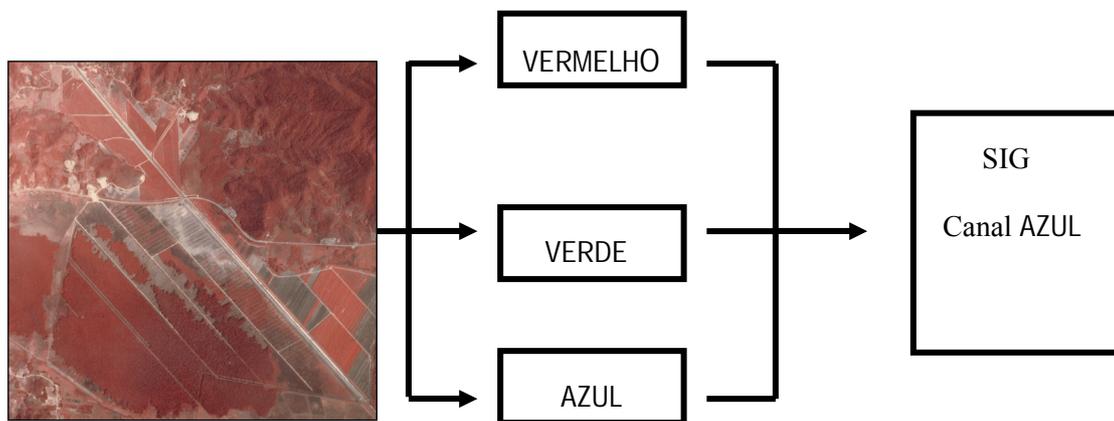
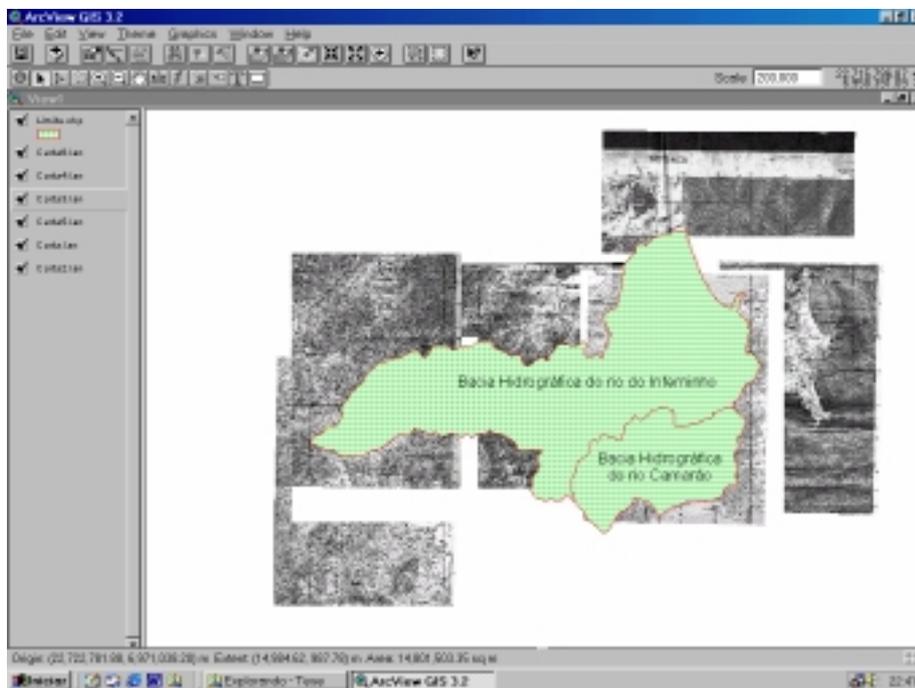


Figura 14. Separação de canais espectrais.

Após a exportação da base cartográfica e das fotografias aéreas para a ferramenta ArcView, versão 3.2, realizou-se a etapa de estruturação de mosaicos **Figura 15**. Este fato evidenciou-se a partir da delimitação definitiva da área efetivada pelas informações da base cartográfica auxiliadas pelas fotografias aéreas.



*Figura 15. Delimitação de mosaicos a partir de delimitação pré-definida*

A digitalização dos atributos deu-se na tela (*on – screen*) com auxílio de fotografia em meio analógico no qual utilizou-se o estereoscópio de bolso. Também, nas formas lineares, principalmente rodovias diretrizes, utilizou-se o apoio das informações do levantamento através do GPS, definindo-se os seguintes atributos:

a) Rede de drenagem

Partindo-se do mapa base planialtimétrico escala 1:50000 e utilizando métodos de fotointerpretação sobre as fotografias infravermelho, escala 1:45:000, e imagem Landsat, 456, foi elaborado um “overlay sobre a rede de drenagem, banhados e áreas de extração de areia existentes na bacia hidrográfica, que subsidiaram o processo de restituição fotogramétrica e geração do mapa da rede de drenagem.

b) Mapa da malha viária

O conhecimento da malha viária em uma bacia hidrografia é necessário para o planejamento urbano, abastecimento de insumos e escoamento da produção agrícola

ou industrial. O objetivo do levantamento da malha viária foi georreferenciar e quantificar o volume de estradas principais, estradas secundárias de acesso às propriedades, visando a avaliação de sua adequação local.

Para a atualização do levantamento da malha viária, utilizou-se o método de levantamento cinemático, conhecido como stop-and-go, caracterizado pela tomada de uma coordenada GPS em cada dois segundos em média. A malha viária principal foi percorrida com veículo automotor no qual montou-se a antena receptora no teto. Os dados foram posteriormente processados e transformadas de coordenadas geográficas para o sistema Projeção Mercator Transversal Universal –UTM em laboratório e utilizados na atualização temática para incorporação na Ação de pesquisa 2, pois a base cartográfica está desatualizada.

#### c) Vegetação

A cobertura vegetal é um componente proeminente que interfere no comportamento hidrológico. O impacto da gota da chuva, escoamento superficial e infiltração da água são fortemente influenciados pela cobertura vegetal e condicionantes dos processos de erosão de sedimentos e contaminantes para cursos de água e estuários.

A partir da combinação dos dados de sensoriamento remoto estudado desde as fotos aéreas infravermelho de 1978 e imagem Landsat 1999 e levantamento de campo, foi possível avaliar e atualizar o mapa de cobertura vegetal que foi incorporada a Ação de pesquisa 2.

#### d) Agropecuária (uso agrícola e pecuária);

O conhecimento da espacialização das atividades agropecuárias é importante para o manejo integrado de uma bacia hidrográfica. A partir dos estudos da fotointerpretação, análise das imagens de satélite e levantamentos de campo foi possível delimitar as áreas com atividades de pecuária e agricultura.

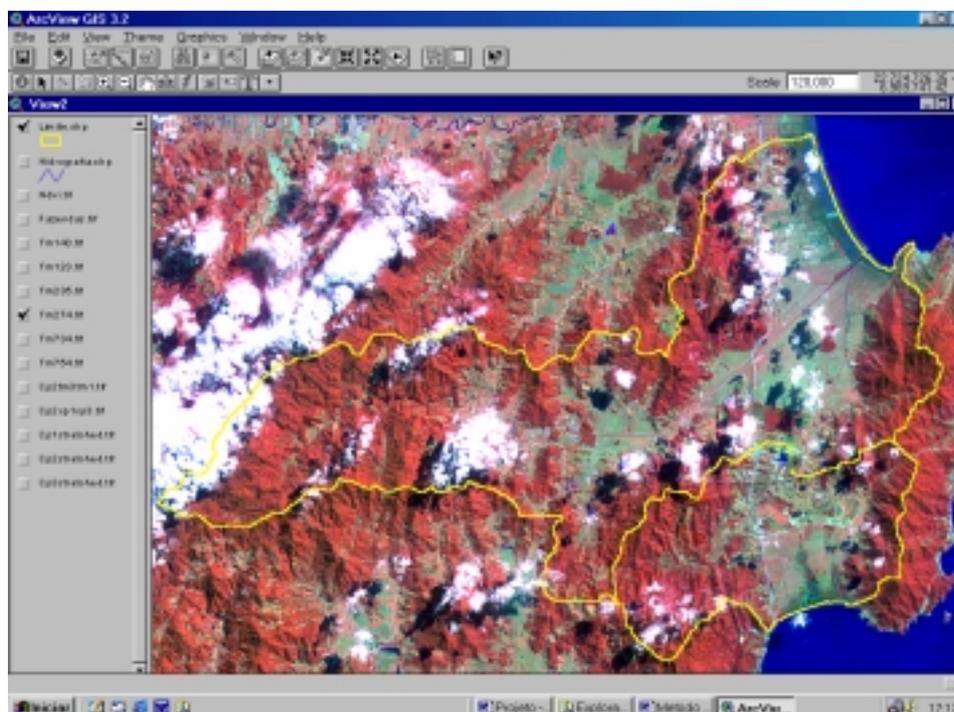
#### e) Extrativismo mineral, edificações e localidades

A partir dos procedimentos metodológicos descritos anteriormente, foi possível georreferenciar polígonos de áreas de extração de areia, edificações e localidades.

Todos os atributos geográficos foram representados por duas entidades básicas (linhas e polígonos). Estes foram referenciados a um sistema de coordenadas

preestabelecidas (UTM – Projeção Mercator Transversal Universal). Nas fotografias aéreas identificou-se os atributos através fotointerpretação direta na tela utilizando as linhas e polígonos. Parte dos atributos: hidrografia, edificações, localidades e rede viária formaram o mapa de cartografia base. Os projetos de carcinicultura em fase de implantação e elaboração, acrescidos dos demais atributos, constituíram o mapa de uso do solo.

Complementariamente as imagens orbitais de agosto de 1999 possibilitaram a criação de imagens falsa cor entre diversas bandas espectrais e análise de componentes principais para evidenciar e otimizar a atualização temática dos atributos das fotografias aéreas. Na **Figura 16** observa-se a imagem obtida a partir das Bandas espectrais TM 2, 4 e 7.



*Figura 16. Bandas espectrais TM 2,4 e 7 com composição falsa cor.*

A metodologia adotada evidenciou a importância dos produtos derivados do sensoriamento remoto: imagens de satélite, fotografias aéreas e sistema de posicionamento global para extração de informações e estruturação de um banco de dados atualizado.

Além da estruturação de um banco de dados em meio gráfico, e integração de dados por processos manuais para obtenção de cenários preditivos e modelos de

gestão de recursos foram utilizados os níveis de informação gerados pela Ação de Pesquisa 1 e recursos de “hardware” e “software” SIG/ArcView 3.2, para geração de um banco de dados em meio digital, envolvendo as seguintes etapas:

i) - Digitalização de dados em estereomodelos a partir de overlays, fotografias e mapas gerados em outros trabalhos e obtidos na Ação de pesquisa 1.

ii) - Edição de dados digitalizados para assegurar que os dados de interpretação e dados digitalizados encontravam-se relacionados mutualmente.

iii) – Geração de mapas temáticos de zoneamento das áreas com aptidão ao cultivo de camarões (modelo de gestão do espaço físico), programa de monitoramento da qualidade de água (modelo de gestão do recurso hídrico) e cadastro dos empreendimentos de carcinicultura (modelo de gestão econômica) a partir de integração de dados e modelagem pelo SIG/ArcView 3.2.

#### 6.4.3. - Geração de modelos ambientais preditivos

Através da integração de dados e usando processos manuais, cartográficos e de SIG/ArcView 3.2 foram gerados os seguintes modelos:

##### 6.4.3.1 - Mapa das áreas com restrições legais e ambientais ao cultivo de camarão.

De acordo com as restrições legais da Secretaria de Patrimônio da União, do Código Florestal, do órgão ambiental de Santa Catarina, FATMA- Fundação do Meio e as restrições relacionadas à correta implantação dos projetos de carcinicultura, áreas “buffer” foram delimitadas na Bacia do Rio Inferninho com auxílio da ferramenta do software ArcView **Tabela 21**.

Tabela 21. Restrições, medidas de recuo e justificativas para exclusão de áreas impróprias ao cultivo de camarões.

Restrições	Medida de recuo	Justificativa
Código florestal de 1965 alterado em 1989.	Esta de acordo com a largura dos rios. No caso do Rio Inferninho e seus afluentes, 50 m.	Área de preservação permanente para proteção das margens dos rios
Secretaria de Patrimônio da União	33 m da linha da preamar	Proteção da linha da costa contra intempéries, Lei da marinha
FATMA	100 m da linha da preamar	Proteção da linha da costa contra intempéries
Projetos de carcinicultura a serem implantados na planície da bacia do Inferninho	300 m da linha da preamar	A área de 300 metros da linha da costa na planície é constituída por um substrato orgânico e mal drenado. Esta característica de solo possui sérias restrições a construção dos empreendimentos de carcinicultura
Limite da expansão de projetos de carcinicultura	Foi estabelecido na presente pesquisa que a área máxima disponível ao cultivo de camarões na planície, não deveria ser superior a 3 km da linha da pré-mar.	Buffer de segurança em relação ao ponto de liberação de efluentes do aterro sanitário no Rio Inferninho. Os projetos ficarão alocados a uma distância superior a 3,0 Km do aterro sanitário.

#### 6.4.3.2 - Mapa de aptidão do uso da terra para o cultivo de camarões

Cabe ressaltar que, através dos estudos de campo, ficou constatado que a área da planície costeira não possui lençol freático com disponibilidade de água potável. A característica da água do lençol freático da planície é salobra e com elevado teor de ferro. Todo o abastecimento de água potável das propriedades a jusante é efetuado através de tubulações que canalizama água das nascentes à montante da Bacia do Rio Inferninho.

Com auxílio das ferramentas do ArcView, foram delimitadas e excluídas as áreas com restrições legais e para implantação de projeto. As áreas remanescentes, disponíveis para o cultivo de camarões, foram classificadas segundo aptidão máxima,

restrita e nula. Através da interação multiplicativa dos pesos atribuídos as variáveis dos mapas solo, perfil salino e declividade, foi elaborado o mapa de aptidão de uso da Bacia hidrográfica do Inferninho para o cultivo de camarões no SIGcamarão. Os pesos atribuídos a cada variável e interação são apresentados na **Tabela 22**.

Tabela 22. Aptidão ao cultivo segundo interação multiplicativos dos pesos atribuídos as variáveis dos mapas declividade, tipo de solo e perfil salino.

Aptidão ao cultivo*	Declividade	Tipo de solo	Perfil da Salinidade da água	Peso aptidão solo	Peso aptidão água ( $x^3$ )	Peso Aptidão declividade	Peso aptidão Final
RAS	<10m	Complexo	>10 ppmil	1	8	1	8
RAASRS	<10m	Gleissolo	<10 ppmil	3	2	1	6
AM	<10m	Gleissolo	>10 ppmil	3	8	1	24
RAACRS	<10m	Complexo	<10 ppmil	1	2	1	2
Nula	>10m	Argissolo	-	2	0	0	0

\*RAA: Aptidão restrita a análise de solo; RAASRS - Aptidão restrita abastecimento de água sem restrição de solo; AM- Aptidão máxima; RAACRS - Aptidão restrita ao abastecimento de água com restrição de solo.

Considerando a aptidão da planície costeira quanto a topografia e solo, as áreas nesta planície foram classificadas conforme a possibilidade de utilizar canais de abastecimento e drenagem que transpassam as propriedades que fazem divisa com o recursos hídrico da água salgada do Rio Inferninho. Neste sentido, o perfil salino foi decisivo para a divisão longitudinal da planície costeira conforme o grau de salinização do Rio Inferninho. Assim a aptidão das áreas seguiu o critério conforme disponibilidade de água salobra, sendo as áreas classificadas como aptidão máxima e restrita. Para máxima ficou estabelecida salinidade >10 ppmil, restrita < 10, atribuindo um peso elevado ao cubo ( $X^3$ ) de 2 e 1 respectivamente (KAPETSKY *et al.*, 1998).

A aptidão restrita, segundo disponibilidade de água salobra, pode ser alterada se houver um reordenamento entre o espaço das propriedades para que canais de abastecimento e drenagem transpassem as propriedades dentro dos limites das áreas de disponibilidade máxima para restrita.

### **6.5 - Ação de pesquisa 3 – Teste de um modelo de planejamento e gestão ambiental a carcinicultura marinha através de um projeto piloto sob condições reais**

De acordo com os dados obtidos na ação de pesquisa 1 e 2, foram propostas duas alternativas de planejamento integrado da carcinicultura na bacia do Rio Inferninho. A primeira diz respeito a elaboração de um projeto piloto integrado ao ecossistema na foz do rio Inferninho para testar o modelo de planejamento e gestão sob condições reais, o qual está em andamento dentro da presente pesquisa Projeto Pontal Engenharia.

A segunda alternativa diz respeito à futura expansão da atividade na planície costeira da bacia do Rio Inferninho. A expansão poderá ser modelada em conjunto com as demais áreas circunvizinhas aptas ao cultivo, que fazem divisas com o Rio Inferninho, onde canais de abastecimento e drenagem coletivos podem ser projetados em conjunto.

Levando-se em consideração a existência de um programa estadual de cultivo, o planejamento da expansão de forma integrada, para aproveitamento de todo o conjunto de áreas disponíveis seria a mais recomendável.

No entanto, questões culturais de uso da terra por parte dos fazendeiros e de projeções de mercado futuro para o camarão, podem conduzir ao desenvolvimento isolado das propriedades, como é o caso da existência de um projeto em fase de elaboração, (Fazenda Guaciara), que possui um canal de drenagem que saliniza através das marés e pode servir como canal de abastecimento de água. Este projeto também está sendo elaborado pelos técnicos do Programa Estadual, seguindo o mesmo modelo de planejamento e gestão sugeridas para o projeto piloto.

De acordo com os dados inventariados nos estudos de campo para as demais atividades de produção existente na bacia hidrográfica, e considerando a futura expansão da atividade na planície costeira, são também sugeridas medidas de proteção ambiental, saneamento básico, reflorestamento, manejo e monitoramento do aterro sanitário e a manutenção ou ampliação do programa de monitoramento de qualidade de água da bacia proposto na Ação de pesquisa 1.

### 6.5.1 - Projeto Pontal Engenharia

Os resultados obtidos através das ações de pesquisa 1 e 2 possibilitaram a elaboração de um projeto de carcinicultura piloto para testar o modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura proposto na presente pesquisa. O projeto piloto oportunizou o interesse pela carcinicultura da Empresa Pontal Engenharia, que adquiriu uma propriedade localizada ao sul da foz do Rio Inferninho. Este projeto está em fase de implantação e deve entrar em operação em abril de 2003

O projeto foi submetido aos critérios legais de licenciamento, sendo necessários dados complementares para a sua aprovação por parte dos técnicos do Programa. Por se tratar de uma área que possui aptidão restrita a análise de solo, amostras de solo da área foram coletadas para análise em Laboratório. Os resultados não comprometeram a elaboração do projeto.

Para a correta elaboração do projeto, alocação dos viveiros e cálculos de movimentação de terra, foi solicitado um levantamento planialtimétrico de toda a propriedade. O nível de detalhamento necessário deste levantamento já foi descrito anteriormente.

O levantamento planialtimétrico foi efetuado pela empresa Meridiana Serviços de Topografia LTDA. O mapa do levantamento foi georreferenciado através de GPS topográfico, sendo posteriormente incorporado ao SIGcamarão.

## 7 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 - Ação de pesquisa 1 e 2

Devido ao grande número de informações armazenadas pelo levantamento, serão descritas em texto apenas aquelas consideradas mais relevantes.

#### 7.1.1 – Análise dos dados de qualidade de água obtidos a partir da execução do programa de monitoramento inicial

Os resultados da análise dos parâmetros físicos químicos de qualidade de água nos pontos discriminados através do programa de monitoramento inicial da bacia do rio Inferninho, em 25 de abril de 2001 são apresentados nas **Tabelas 23 e 24**.

Tabela 23. Resultados da análise das variáveis físicas químicas de qualidade de água nos pontos amostrais do programa de monitoramento inicial da bacia do rio Inferninho, em 25 de abril de 2001.

P.	PROF. (m)	MAT. SUSP (mg/l)	TEMP (°C)	SAL <sub>S</sub> (ppmil)	SAL <sub>F</sub> (ppmil)	OD (mg/l)	PH <sub>S</sub>	DBO (mg/l)	P.TOT (mg/l)	NITRA (mg/l)	NITO (mg/l)	Sulfetos (mg/l)
I1	0,7	153,00	28,3	33,7	30,0	6,30	8,05	1	0,0010	0,0290	0,0010	0,004
I2	1,1	23,00	28,8	3,7	25,2	6,48	7,22	0	0,0000	0,0000	0,0000	Nd*
I3	0,8	21,00	27,0	0,0	0,0	6,95	6,80	0	0,0500	0,0010	0,0010	0,023
I4	0,6	10,00	27,9	0,0	0,0	7,88	6,61	115	0,0010	0,0650	0,0010	0,012
I5	0,6	4,00	25,0	0,0	0,0	7,90	6,80	0	0,0000	0,0000	0,0000	Nd*
I6	0,4	3,00	25,3	0,0	0,0	8,80	6,76	2	0,0010	0,0075	0,0010	0,003
B1	1,0	73,00	29,9	34,4	34,4	6,35	8,00	0	0,0000	0,0000	0,0000	Nd*
B2	1,2	27,33	28,8	34,4	34,4	6,50	8,07	1	0,0010	0,0350	0,0010	0,005
B3	1,3	23,33	28,7	34,0	34,0	6,80	8,00	0	0,0000	0,0000	0,0000	Nd*

\* Não detectado; <sub>S</sub>-superfície; <sub>F</sub>-fundo.

Tabela 24. Resultados da análise dos parâmetros microbiológicos, coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF), pesticidas e metais pesados nos pontos amostrais do programa de monitoramento da bacia do rio Inferninho, em 25 de abril de 2001.

PONTO	Col. Totais NMP/100 ml	Col. Fecais NMP/100 ml	Org. Fosf. (µg/l)	Org. Clorados (µg/l)	Metais pesados (µg/l)
I1	6000000	<1,0	Nr	Nr	Ndr
I2	600000	<1,0	Nd	Nd	Nd
I3	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr
I4	2400000	<1,0	Nd	Nd	Nd
I5	2400000	2400000	Nr	Nr	Nr
I6	<1,0	<1,0	Nr	Nr	Nr
B1	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr
B2	6000000	1000	Nr	Nr	Nr
B3	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr

Nd- não detectado; Nr – não realizado

As variáveis físico-químicas mantiveram-se dentro dos níveis aceitáveis ao cultivo de camarões, aos padrões propostos pela ANZEEC para ecossistemas costeiros para a maioria dos pontos amostrados, com exceção do material em suspensão, demanda bioquímica de oxigênio e pH.

Como os valores de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), observados nos pontos I1 e B1 estiveram dentro dos níveis aceitáveis, grande parte do material em suspensão existente é material sedimentável, fração silte-argilosa, o que já foi descrito anteriormente por SCHETTINI E KLEIN (1997), para a baía de Tijucas e que foi detectado nas garrafas utilizadas para armazenamento das amostras. Após 30 minutos, o material sedimentava nas garrafas e a água perdia a sua turbidez inicial.

Os valores de M.S, material em suspensão, obtidos na baía e na foz do Inferninho indicam que, para a correta utilização da água pelos projetos de carcinicultura a serem implantados, tanques de sedimentação (coletivos ou isolados) devem ser projetados. O efeito combinado do material em suspensão originado no próprio cultivo e o do Rio Inferninho poderia afetar o crescimento dos camarões. No entanto, estudos indicam valores médios de M.S médios, mínimos e máximos nos efluentes de fazendas de camarões de 10, 108 e 3.671 mg/l respectivamente (BOYD E GAUTIER, 2000).

O valor elevado da DBO observado no ponto I4 (115mg/l) e o menor valor de pH (6,61), indicam provável contaminação da água pelos efluentes do aterro sanitário. É provável que também possam estar influenciados por águas servidas oriundas das comunidades de Estiva e Sítio de Fora, que abrangem 66 e 15 famílias respectivamente.

A administração do aterro sanitário (FORMACO) já havia detectado este problema através de seu programa de monitoramento e atualmente está implantando um sistema de fossa séptica nas comunidades que circundam o aterro. Os valores elevados de nutrientes e coliformes totais e fecais obtidos pelo monitoramento efetuado pela empresa administradora do aterro sanitário indicam dados elevados no ponto (I4) que localiza-se nas proximidades à jusante do lançamento de efluentes.

Com respeito aos níveis de profundidade em relação ao substrato de fundo para todos os pontos amostrais, foi observado um valor mínimo de 0,4 m, próximo a

nascente do Rio Inferninho, ponto I6, e 1,3m no B3, baía de Tijucas ao norte da foz do Inferninho.

A diferença entre os valores de salinidade de fundo e superfície observada no ponto I2 (Foz do Rio Inferninho) demonstrou a existência da cunha salina. A cunha salina é importante para a salinização do leito do rio, viabilizando assim, uma maior quantidade de áreas ao cultivo de camarões na área da planície costeira.

Os valores de coliforme totais e fecais indicam a falta de saneamento básico na área da bacia do Inferninho. Os valores observados em todos os pontos à montante do Rio Inferninho são superiores ao valor máximo permitido (ausência/100ml), segundo Portaria nº1469 de 29 de Dezembro de 2000, FATMA, comprometendo a potabilidade da água para as comunidades locais, com destaque ao ponto I5, (comunidade de Sorocaba do Sul, com 220 famílias. Da mesma forma, o valores de Col.Tot.600000 col tot/100ml e Col.Fec 1000 colfec/100ml detectados no ponto B2, em frente a foz do Rio Inferninho, tornam a água imprópria para fins de balneabilidade de acordo com a resolução 020/86 do CONAMA, MMA (2002), para água da classe 7, considerada própria para aquicultura.

Estes valores de CF observados nos pontos a jusante de que, não afetam o cultivo de camarões para alimentação humana, desde que não sejam encontrados metais pesados e pesticidas (Resolução CONAMA 020/86). Também é conhecido que os coliformes fecais tem sobrevivência pequena em água salgada e podem ser ingeridos pelo zooplâncton existente em viveiros de cultivo (HENSSSEN, 1990).

Contudo, os camarões cultivados nestas áreas não podem apresentar as bactérias *Escherichia coli* e salmonelas além das concentrações permitidas. A ocorrência destas bactérias em containers de pescados exportados, pode ocasionar em suspensão imediata da importação do camarão cultivado no Brasil.

Em relação aos dados de organoclorados e organofosforados, observamos que a agricultura incipiente na bacia hidrográfica contribuiu para a sua ausência nesta coleta. No entanto, apesar de incipiente, a agricultura deve ser conduzida de forma ambientalmente responsável.

Embora somente tenha sido efetuada uma coleta de amostras em uma época do ano 25/04/2001, o plano de monitoramento inicial da qualidade de água proposto (PMi), serviu como ponto de partida para a identificação das atividades potencialmente

poluidoras na bacia do Inferninho. Para monitoramento contínuo é sugerido que locais de coleta de amostras adicionais devem ser incluídos locados 5 metros antes e 5 metros após o lançamento do efluente tratado do aterro sanitário no rio Inferninho. Um ponto de coleta de amostra adicional também deverá ser incluído no Rio Jordão, próximo a comunidade de Areias. Ficou sugerido que o programa de monitoramento final (PMf) deva ser conduzido com uma periodicidade de coleta mensal, incluindo-se ainda, pontos de coleta na descarga de efluentes das fazendas de camarão a serem implantadas. Com o surgimento de 2 novos projetos de carcinicultura em fase de elaboração, durante a fase de levantamento de dados, foram adicionados mais 4 pontos amostrais no **Mapa 6**, Monitoramento da qualidade de água originado pelo SIGcamarão (p.163). Em cada fazenda dever haver um ponto amostral no canal de abastecimento e outro no de drenagem.

O sucesso do cultivo de camarões nesta bacia hidrográfica dependerá da implantação deste programa de monitoramento, onde decisões diárias de manejo dependerão da análise dos dados coletados. A variável química  $\text{NH}_3$  (amônia não ionizada) deve ser incluída no programa de monitoramento final para todos os pontos amostrais.

Embora não tenham sido detectados metais pesados nos 2 pontos amostrados I2 e I4, os crustáceos são animais que possuem baixa capacidade de absorção destes elementos quando comparados a peixes e moluscos (PAZ-OSUNA et al., 1998). Estudos para avaliações de metais pesados efetuados nos substratos das lagoas do complexo lagunar (PRÓVIDA-SC, 1994) também identificaram uma maior quantidade de traços de metais em moluscos e peixes quando comparados com camarões.

Os países produtores de camarões geralmente têm problemas de poluição devido a metais pesados, quando liberados nos efluentes das atividades industriais que circundam os ecossistemas costeiros. Contudo, os camarões exportados seguem os padrões internacionais estabelecidos quanto a tolerância de metais pesados. Em Santa Catarina havia uma preocupação com os camarões cultivados nas áreas do complexo lagunar devido a mineração do carvão, indústrias e rizicultura intensiva instaladas ao longo da rede de drenagem do Rio Tubarão, cujas águas deságuam nas lagoas. Assim, todos os lotes de camarões exportados foram analisados quanto a metais pesados

tendo-se situado dentro dos padrões recomendados pelo Food Drug Administration (FDA) (RUIVO, 2003).

Isto pode ser atribuído a forma de uso da água pelas fazendas de cultivo. Geralmente, as estações de bombeamento não trabalham em períodos de maré baixa. Desta forma a porção da água utilizada no bombeamento sempre abrange a coluna da água. Por serem altamente sedimentáveis, os metais precipitam e se quelatizam com a matéria orgânica do solo dos estuários. Assim, o bombeamento de água pela coluna minimiza consideravelmente o efeito dos metais pesados nos cultivos.

Apesar de haver uma preocupação constante por parte da indústria do cultivo camarões em relação aos metais pesados, há uma tendência atual para que os ecossistemas costeiros recebam uma carga menor de poluentes. A crescente preocupação com as questões ambientais e o aperfeiçoamento da legislação, bem como, as pressões por parte das ONGs tem determinado que as atividades de produção minimizem ou eliminem o emprego de produtos químicos e utilizem sistemas de tratamento de efluentes.

### 7.1.2 - Avaliação das variáveis físico-químicas de qualidade de água na interface rio-mar através do estudo de dois ciclos de maré

Os resultados da análise dos dados coletados durante o período de 25 horas efetuado 03-04 de setembro de 2001, na estação fixa estabelecida nas coordenadas, a 200 m da foz do rio Inferninho, são apresentados nas **Tabelas 25 e 26**.

Tabela 25. Resultados parciais da análise dos parâmetros de qualidade de água coletados durante o período de 25 horas, (03-04 de setembro de 2001), na estação fixa, a 200 m da foz do Rio Inferninho.

Horário	Temp (°C) superfície	Oxigênio dissolvido (mg/l)		pH		Salinidade (ppmil)		Régua Maré (cm)	Mat susp (mg/l)	
		superfície	fundo	superfície	fundo	superfície	fundo		fundo	superfície
16:00	25	7,8	7,35	7,79	7,38	18,2	18,9	42	172,5	38,4
17:00	25	7,3	6,8	7,4	7,31	5,2	13,4	34	Nr*	Nr*
18:00	24,7	7	6	7,3	7,42	1,1	7,1	23	Nr*	Nr*
19:00	24,4	7	Nr*	6,87	Nr*	3,4	Nr*	14	Nr*	Nr*
20:00	24	7,6	Nr*	7,1	Nr*	1,5	Nr*	13	Nr*	Nr*
21:00	24	8	Nr*	6,86	Nr*	0,7	Nr*	14	Nr*	Nr*
22:00	23,4	8	Nr*	6,71	Nr*	0,9	Nr*	12	Nr*	Nr*
23:00	23,3	7	Nr*	6,75	Nr*	0,7	Nr*	38	132,6	50,3
24:00	22,9	5	Nr*	6,9	Nr*	1,2	Nr*	34	Nr*	Nr*
01:00	23,5	7	Nr*	7,68	Nr*	14,7	Nr*	71	Nr*	Nr*
02:00	23	6,41	Nr*	7,8	Nr*	18,1	Nr*	68	Nr*	Nr*
03:00	23,2	8,32	7,72	7,92	7,77	22,4	24,4	73	Nr*	Nr*
04:00	23,3	8,13	7,74	7,77	7,88	19,8	20,5	66	208	100
05:00	23	7,56	Nr*	7	Nr*	12,5	Nr*	40	Nr*	Nr*
06:00	22,8	7,5	Nr*	6,8	Nr*	5,1	Nr*	17	Nr*	Nr*
07:00	22,7	5,23	Nr*	6,74	Nr*	2,5	Nr*	9	Nr*	Nr*
08:00	22,7	5,2	Nr*	6,78	Nr*	1,5	Nr*	1	Nr*	Nr*
09:00	22,9	5,5	Nr*	6,64	Nr*	0,8	Nr*	0	Nr*	Nr*
10:00	23,2	4,37	Nr*	6,6	Nr*	0,6	Nr*	3	Nr*	Nr*
11:00	23,9	4,65	Nr*	6,89	Nr*	0,5	Nr*	7	35,6	10
12:00	24,3	7,61	Nr*	6,79	Nr*	0,5	Nr*	30	Nr*	Nr*
13:00	25,1	9,14	Nr*	7,45	Nr*	9,5	Nr*	23	Nr*	Nr*
14:00	25,4	7,15	9	7,5	7	14,7	17,4	63	Nr*	Nr*
15:00	25	10	9,59	7,76	Nr*	22,3	22,3	74	137	50
16:00	25,2	10,2	10	7,82	Nr*	19,9	22,4	71	Nr*	Nr*

Nr- Não realizado

Tabela 26. Resultados da análise dos parâmetros de qualidade de água coletados durante o período de 25 horas, 03-04 de setembro de 2001, na estação fixa.

Horário	NH4/ NH3f (mg/l)	NH4/ NH3s (mg/l)	NO3/ NO4s (mg/l)	NO3/ NO4f (mg/l)	NO2f (mg/l)	NO2s (mg/l)	PO4s (mg/l)	PO4f (mg/l)	Sif (mg/l)	Sif (mg/l)	Fes (mg/l)	Fef (mg/l)
16:00	0,62	0,63	0,02	0,02		0,55	0,19	0,12	6,36	7,66	0,01	0,01
17:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
18:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
19:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
20:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
21:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
22:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
23:00	0,83			0,12		0,06		0,11		4,58		0,02
24:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
01:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
02:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
03:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
04:00	0,34	0,44	0,01	Nd	0,05	0,05	0,18	0,16	5,07	5,62	Nd	0,01
05:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
06:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
07:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
08:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
09:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
10:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
11:00	1,25	Nr*	Nr*	0,18		0,05		0,05		2,93		0,03
12:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
13:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
14:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*
15:00	0,55	0,75	0,02	Nd	0,06	0,07	0,14	0,24	6,5	5,94	0,02	0,01
16:00	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	0,06	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*	Nr*

Nd- não detectado; Nr- Não realizado; f-Fundo; s-Superfície.

A pequena profundidade da calha final do Rio Inferninho, 1,2 m, foi determinante para que a maioria das coletas das amostras fossem efetuadas somente na superfície da coluna da água.

Devido às características das partículas argilosas e siltsas existentes na foz do Inferninho e baía de Tijucas, o que, já foi discutido anteriormente, houve uma tendência dos valores de material em suspensão serem maiores para as amostras coletadas no fundo. Devido a baixa profundidade da baía de Tijucas, há um incremento significativo nos valores de material em suspensão nos dias com incidência de vento nordeste intenso. As amostras coletadas para análise em laboratório demonstravam que após 30 minutos de decantação havia a formação de um precipitado no fundo das garrafas utilizadas para armazenagem das amostras. O

menor valor de M.S (10 mg/l) observado na coleta das 11:00 horas na superfície, **Tabela 25**, indica claramente a influência da incidência dos ventos no revolvimento do fundo do leito da foz do Inferninho e incremento nos valores de M.S, considerando-se que durante toda a manhã, foi observada a ausência de ventos fortes, apresentando condições de “calmaria” no entorno da estação fixa. O fenômeno da cunha salina sobre a foz do Inferninho foi observado claramente para todos horários de amostragem. A sinergia entre o fenômeno da cunha salina e da incidência de ventos, aliados à pequena profundidade, potencializa o revolvimento do substrato do rio e incrementa os níveis de M.S.

A profundidade é um fator importante para a caracterização da capacidade de carga as atividades antrópicas nos ambientes costeiros. GESAMP (1996), relatam que em ecossistemas aquáticos rasos, possuem uma dinâmica maior de oxidação ou reciclagem de nutrientes do que ambientes profundos. Da mesma forma, a contínua suspensão do substrato do fundo, através da força dos ventos predominantes contribui para o processo oxidação contínua da matéria orgânica, propiciando um ambiente aeróbico, contrário aos ambientes profundos anaeróbicos.

Para os empreendimentos de carcinicultura que serão alocados na planície costeira da bacia do Inferninho será imprescindível a construção de tanques de sedimentação. Estes canais podem ser alocados antes ou após a primeira estação de bombeamento. O dimensionamento destes tanques será proposto nos resultados da Ação de pesquisa 3.

Excetuando material em suspensão, os valores de nitrito (NO<sub>2</sub>), nitrato NO<sub>3</sub>/NO<sub>4s</sub>, amônia total (NH<sub>4</sub>/NH<sub>3f</sub>), fosfatos (PO<sub>4</sub>), sílica (Si) e ferro (Fe) não comprometem a vida aquática em ecossistemas costeiros, segundo padrões da ANZECC (1992), e são adequados ao cultivo de camarões *Litopenaeus vannamei* (ELOVAARA, 2001; VINATEA, 2003).

Através do estudo dos dados obtidos na estação fixa, foi possível identificar um período de 7 horas de disponibilidade de água com salinidade de superfície superior a 10 ppmil. Este período corresponde ao número de horas diárias durante os ciclos de maré de lua nova e cheia e sem ocorrência de precipitação, podem ser utilizadas pelas estações de bombeamento nos empreendimentos de carcinicultura que fazem divisa com o Rio Inferninho na proximidade com a sua foz **Figura 17**.

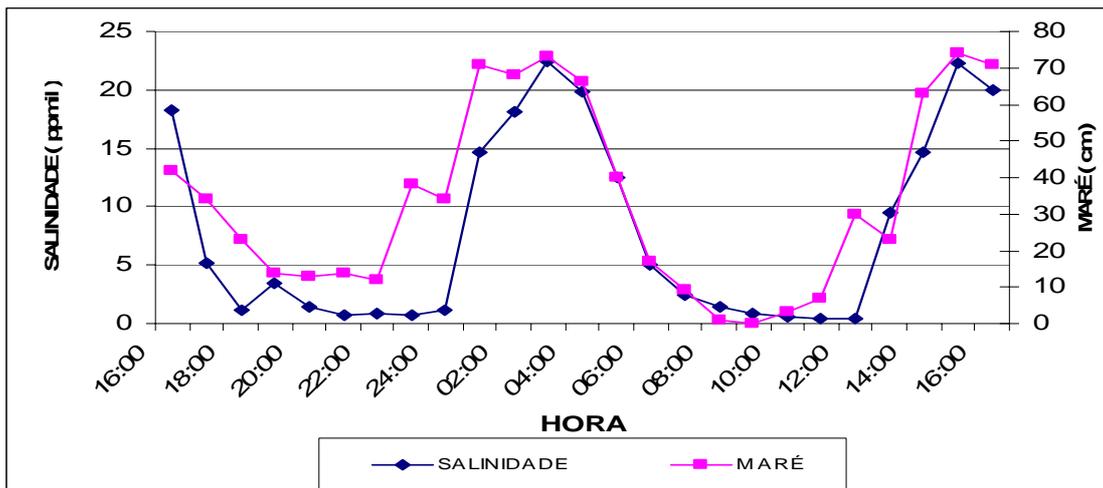


Figura 17. Influência da amplitude de maré sobre a salinidade da água na foz do Rio Inferninho.

A localização georreferenciada do ponto da estação fixa foi alocada no mapa de monitoramento da qualidade de água gerada pelo SIGcamarão. Através do recurso hiperlink do Arcview, uma planilha elaborada em Excel 2000 com todos os dados obtidos à campo e análises gráficas torna-se disponível na tela do computador.

### 7.1.3 – Estudo da profundidade da calha, perfil salino, parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade de água no Rio Inferninho

Os dados de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, material em suspensão e clorofila obtidos no estudo de campo para análise do perfil salino do rio Inferninho realizado no dia 09 de novembro de 2001, são apresentados na **Tabela 27**.

Tabela 27. Resultados da análise dos dados obtidos no estudo do perfil salino

Pto.	Prf. (m)	Amostra	T. ° C	OD (mg/l)	pH	Sal (ppmil)	Susp. (mg/l)	Clorofila <i>a</i> (ug/l)	Feofitina (ug/l)	Relação Clor/feo (ug/l)
11	1,5	Superfície	22,8	6,6	7,4	4,3	87,66	10,12	5,91	1,71
		Fundo	23,0	6,6	8,12	26,9	108,36			
12	1,5	Superfície	22,4	6,93	7,5	2,5	79,0	5,84	1,76	3,31
		Fundo	22,5	6,6	7,22	17,4	77,8			
13	1,6	Superfície	22,4	7,46	7,22	1,7	87,16	10,33	3,43	3,01
		Fundo	22,6	6,72	7,43	10,4	87,66			
14	1,4	Superfície	22,0	7,0	7,3	1,6	85,47			
		Fundo	22,5	7,35	7,8	13,7	86,06			
15	1,3	Superfície	21,9	6,82	7,12	1,4	78,1			
		Fundo	22,0	6,8	8,09	8,3	96,36			
16	0,9	Superfície	21,9	7,1	7,35	0	77,52			
17	0,8	Superfície	22,0	7,13	7,14	0	76,32			
18	0,6	Superfície	22,0	7,5	7,0	0	75,5			
19	0,6	Superfície	21,9	7,38	6,62	0	84,05			

O Rio Inferninho apresentou uma profundidade máxima de 1,5 m (foz) e mínima de 0,6m (cabeceira). A cunha salina esteve presente nos pontos onde a profundidade do rio foi superior a 1,0 m. É importante ressaltar a variação de salinidade de fundo existente entre o ponto I1 (Foz do Inferninho). A salinidade da amostra de fundo no ponto I1 inicia com 26,9 ppmil, chegando a 8,3 ppmil no ponto I5, permanecendo em “0” para os demais pontos.

Os valores de clorofila e feofitina observados indicam a existência flora aquática, microalgas, nas amostras coletadas nos pontos I1, I2 e I3 (GESAMP, 1996). De acordo com BARROSO & LITTLEPAGE (1998), a concentração de pigmentos fotossintetizantes é extensivamente utilizada para estimar a biomassa de fitoplâncton. A clorofila *a* está presente em todas as plantas verdes e para o fitoplâncton a concentração deste pigmento corresponde a 1-2% do peso seco. Os produtos da degradação da clorofila *a* encontrados em ambientes aquáticos são os feoforbídeos e feofitina. Estes produtos podem interferir na absorção da clorofila *a*, ao absorverem luz e florescerem na mesma região do espectro que a da clorofila *a*. Se os feopigmentos estiverem presentes na amostra, poderão ocorrer erros significativos na concentração de clorofila *a*.

Os valores obtidos neste estudo de campo indicam que há existência de uma fração viva (clorofila *a*) ou morta (feofitina) nos valores de material em suspensão obtidos. Neste caso, podemos inferir que os dados de material em suspensão analisados são constituídos de partículas minerais e orgânicas. Parte da fração

orgânica pode ser atribuída as microalgas. A relação entre clorofila e feofitina observada em todas as amostras coletadas indica a ocorrência de uma dinâmica de sucessão na produtividade primária, ou fitoplanctônica.

Os resultados das análises dos dados de clorofila amostrados no ponto I1 e I3 são indicativos de eutrofização de água costeiras segundo ANZECC (1992), e esperados em áreas de mistura (BOYD e GREEN (2002). GESAMP (1996), destacam que a análise isolada de dados de clorofila pode levar a interpretações equivocadas do ambiente costeiro. Os dados de clorofila devem ser correlacionados com as concentrações de nitrato, amônia e nitrito e a densidade de organismos da produtividade secundária.

Particular atenção deve ser dada às fazendas de cultivo implantadas na Foz do Inferninho quanto aos procedimentos de fertilização dos viveiros para estímulo do crescimento da produtividade primária. Não é recomendada a fertilização sem a análise da água em relação a concentração de N e P, bem como clorofila e feopigmentos.

Os valores de M.S observados nos pontos situados na foz do rio foram menores do que os observados nos estudos de campo anteriores. Este fato deve-se a força da maré de quadratura ser inferior a de marés de lua e a ausência de ventos fortes no dia do levantamento quando ocorreu um vento do quadrante oeste com variação de 1-2 nós. Os dados de M.S observados nos pontos onde não há mais influência da cunha salina indicam que o aporte de M.S advindo do rio é considerável.

Conforme SEDUMA (1997), o Rio do Inferninho é, em seu baixo curso, um condutor livre com escoamento superficial permanente e variado, uma vez que sofre influência da ação da maré astronômica, adquirindo neste setor um caráter estuarino.

Uma vez locados pelo GPS e corrigidos pelo controle de campo, as coordenadas dos pontos do estudo de perfil salino do Inferninho, e os resultados da análise de qualidade de água de cada ponto individual, formaram um banco de dados georreferenciados no SIGcamarão. Considerando-se que os dados foram obtidos de uma época de coleta de amostras, a sua significância efetiva deverá ser comprovada por repetições de coleta e análise ao longo do tempo. No entanto, os dados obtidos na estação fixa, podem ser confrontados com a execução do plano de monitoramento da qualidade de água inicial para o ponto I 2.

Os dados de salinidade de fundo obtidos neste estudo serviram para delimitar a área na planície costeira da bacia que faz divisa com o rio Inferninho e Jordão que oferecem disponibilidade de água salgada para os empreendimentos de carcinicultura, numa condição adversa de maré de quadratura. Considerando apenas o aproveitamento destas áreas para uma salinidade superior a 10 ppmil, um traçado no ponto I4, paralelo à linha da costa foi plotado através do SIGcamarão, delimitando uma zona de aptidão para o cultivo de camarões de acordo com o perfil salino **Mapa 2**.

Neste traçado, canais coletivos de abastecimento de água poderiam ser construídos para oportunizar o desenvolvimento da carcinicultura às propriedades que não fazem divisa com os rios Jordão e Inferninho. Com exceção de 2 propriedades onde canais de drenagem fluvial construídos sofrem influência de marés e salinizam, a disponibilidade de água para o cultivo em pequenas fazendas, na área da pesquisa dependerá da dragagem do Rio Inferninho. Tal operação deve ser efetuada com profundidade média não superior a 1,5 m nos pontos I6 a I9, aumentando a vazão de abastecimento de água salgada sem comprometer a dinâmica de movimentação e oxidação do substrato do rio.

Para expansão das áreas situadas na planície costeira, ao Sul do Rio Inferninho, o rio Jordão deverá ser desviado para que sua drenagem seja efetuada nos canal (C1) Pontal Engenharia de drenagem construído, que por sua vez tem que ser ampliado porque servirá também como canal coletivo de drenagem das áreas de carcinicultura que possam ser implantadas. Para a expansão de áreas na porção norte da planície costeira, também será necessário a ampliação de um canal de drenagem já existente, que servirá com canal coletivo de drenagem. Desta forma, todos os empreendimentos potencialmente possíveis serão abastecidos com água salgada através do Rio Inferninho e efetuarão a drenagem coletiva de seus efluentes longe do ponto de captação de água, possibilitando uma maior dinâmica de, circulação, solubilização e oxidação de seus efluentes.



#### 7.1.4 - Determinação da vazão enchente do Rio Inferninho proveniente da ação de um ciclo de maré de sizígia

Os resultados dos cálculos da vazão e salinidade obtidos no ponto P, distante 150 m da foz do Inferninho, durante um período de 13 horas, sob maré de sizígia, 22 de outubro de 02, são apresentados na **Tabela 28**.

Tabela 28. Resultados dos cálculos da vazão do Rio Inferninho obtidos no P1.

Medidas	Horário	Tipo de Maré	Salinidade	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
1	10:00	Enchente	10	0,624834
2	11:00	Enchente	10	2,982924
3	12:00	Enchente	35	8,151371
4	13:00	Enchente	35	20,79839
5	14:00	Enchente	35	11,82752
6	15:00	Vazante	33	10,44065
7	16:00	Vazante	33	7,719797
8	17:00	Vazante	25	8,211264
9	18:00	Vazante	15	9,203334
10	19:00	Vazante	12	7,161252
11	20:00	Vazante	12	3,67479
12	21:00	Vazante	10	3,105816
13	22:00	Vazante	10	0,78204

Os valores calculados de vazão mínima e máxima foram de 0,62 e 20,79 m<sup>3</sup>/s para as medidas efetuadas às 10:00 e 13:00 horas respectivamente. Um valor médio de vazão de 7,28 m<sup>3</sup>/s foi calculado para as 13 horas de amostragem. Considerando o intervalo de salinidade de 15 à 35 ppmil uma vazão média de 10,90 m<sup>3</sup>/s foi calculada para o intervalo entre 12:00 e 18:00 horas. Este valor corresponde a uma disponibilidade de água para bombeamento por hora de 39240 m<sup>3</sup>/h.

Considerando que a profundidade média dos viveiros de cultivo é de 1,0 m, 39240 m<sup>3</sup>/h de volume de água é capaz de encher 3,92 ha de cultivo/hora. Um intervalo diário de bombeamento de 12 horas, considerando dois ciclos marés vazante e enchente por dia, e não havendo precipitações elevadas, teremos uma estimativa máxima de disponibilidade de água de 4708800 m<sup>3</sup>, correspondendo a 47,08 ha de cultivo. Este valor pode ser reduzido à metade nas marés de quarto crescente e minguante.

O dimensionamento da necessidade diária de bombeamento em empreendimentos de carcinicultura é fundamentado num valor de segurança de 10 % do volume de

água da área dos viveiros de cultivo. De acordo com este limite de segurança, a vazão média calculada para um ciclo diário de maré de sizígia através de 12 horas diária de bombeamento, representaria uma disponibilidade de água para bombeamento capaz de abastecer uma área de cultivo de 470,8 ha. Devido a pequena profundidade da calha do Inferninho, (máxima de 1,0 m), o volume de água salgada que saliniza o rio através da vazão de maré enchente poderia ser incrementado após a dragagem ou limpeza da calha do rio **Figuras 18,19 e 20**.



*Figuras 18. Perfil da calha do rio Inferninho durante a fase de vazão máxima.*



*Figuras 19. Perfil da calha do rio Inferninho durante a fase de vazão mínima.*

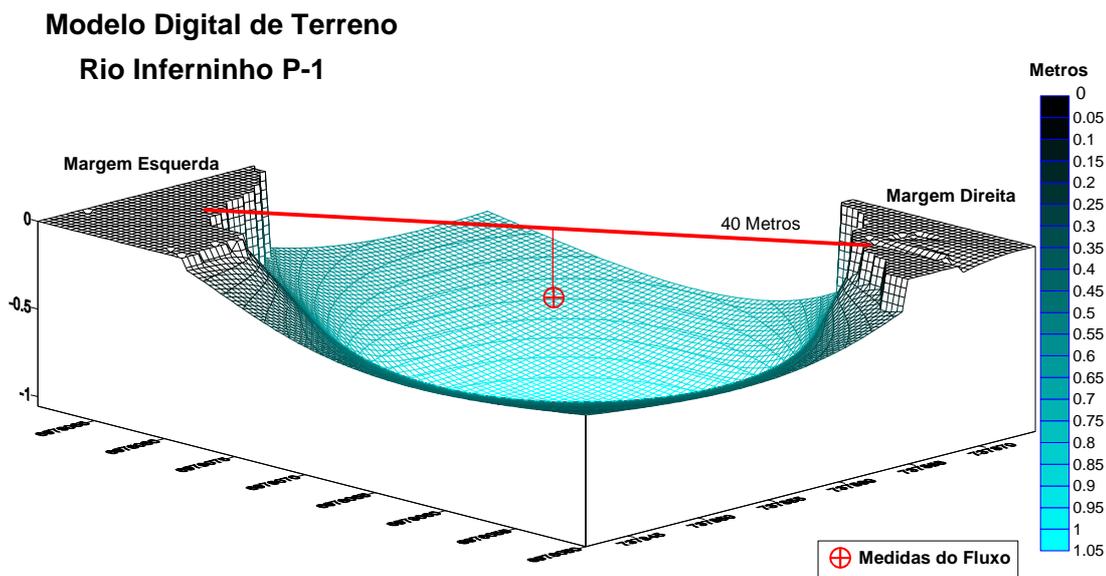


Figura 20. Modelo digital do terreno do Rio Inferninho no ponto onde foram calculados os valores de vazão.

Se houver uma demanda maior para expansão das áreas de cultivo na planície costeira ao sul e ao norte do Inferninho, serão necessários estudos complementares sobre a dragagem do rio e construção de canais coletivos de abastecimento de água e drenagem dos efluentes dos empreendimentos. A dragagem do Inferninho também auxiliaria no processo de decantação do material em suspensão, melhorando a qualidade de água a ser utilizada pelas fazendas de camarão. Nas missões de reconhecimento da área e estudos de campo realizadas em períodos de alta intensidade pluviométrica, foi possível identificar o represamento da água do Inferninho pela construção da ponte na duplicação da BR 101. A planície a montante da BR 101, nas proximidades da ponte, é totalmente alagada durante estes períodos. Este fato vem a colaborar também com a necessidade de limpeza e/ou dragagem da calha do Inferninho na planície costeira.

## 7.1.5– Resultados da aquisição de dados ambientais biofísicos e sociais descritivos

### 7.1.5.1 – Clima

A análise dos dados climáticos foi realizada a partir de informações da estação meteorológica da EPAGRI, localizada no município de São José, 27° 35' S e 48° 34' W e 1,84 m de altitude, por ser a estação meteorológica mais próxima a área de estudo. As características topográficas não impõem alterações substanciais no comportamento rítmico dos fenômenos climáticos.

O clima local tem sua gênese no mecanismo da circulação atmosférica, influenciada pela frente da Massa Tropical Atlântica (dominante quase todo o ano), Massa Polar Atlântica e da Frente Polar Atlântica. A análise dos dados climatológicos é apresentada na Tabela 29.

Tabela 29. Dados climáticos obtidos na estação meteorológica de São José.

Parâmetro	Valor	Anos observados
Temperatura média anual	20,4 °C	84
Temperatura mínima absoluta	1,3 °C	67
Temperatura máxima absoluta	38,2 °C	68
Média temperatura mínima	17,6 °C	84
Média temperatura máxima	24,2 °C	85
Chuva anual total	1.707,8mm	85
Número dias chuva ano	169	57
Chuva máxima em 24 horas	59,8 mm	65
Umidade Relativa (média anual)	83,1 %	81
Evaporação (média anual)	114,3 mm	79

Fonte: EPAGRI, Florianópolis, 2000.

O clima observado na bacia hidrográfica do Inferininho não constitui fator ambiental impeditivo à atividade agrícola, mas as condições pluviométricas, favorecendo os processos erosivos nas encostas sem cobertura vegetal, exigem a adoção de práticas conservacionistas. Esta alta pluviosidade, no entanto, é favorável à regeneração da vegetação florestal (ALMEIDA, 1982).

As “lestadas” períodos prolongados de mau tempo (instável e chuvoso), relacionados a Frente Polar Atlântica estacionária ou oclusa, prejudicam atividade da população rural. Estas chuvas intensas e/ou prolongadas são responsáveis pela erosão acelerada dos solos das encostas cuja cobertura florestal foi retirada, propiciando até mesmo movimentos de massa (op cit.). A precipitação média para os 12 meses, ao longo de 85 anos, é apresentada na **Figura 21**.

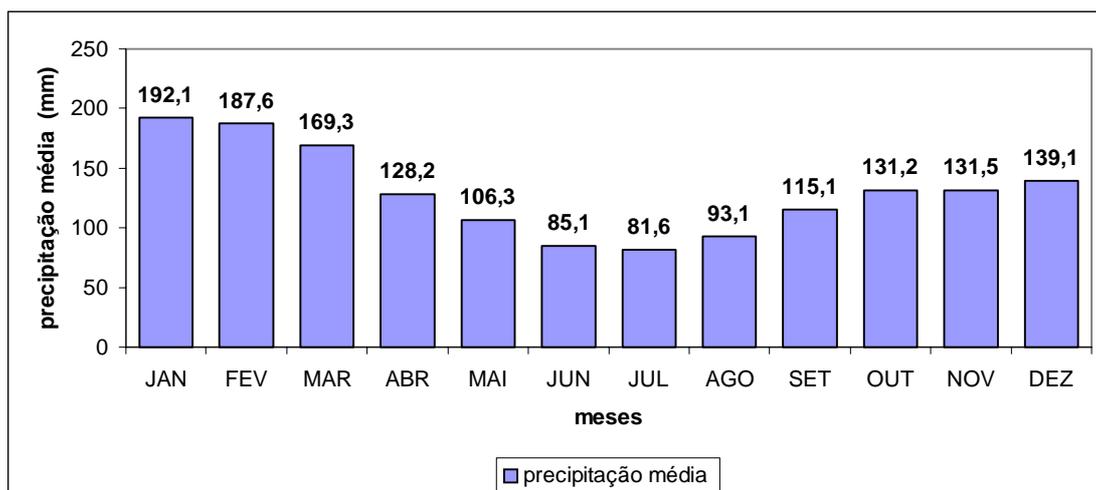


Figura 21. Precipitação média mensal (mm) ao longo de 85 anos de observação, Estação meteorológica de São José – SC.

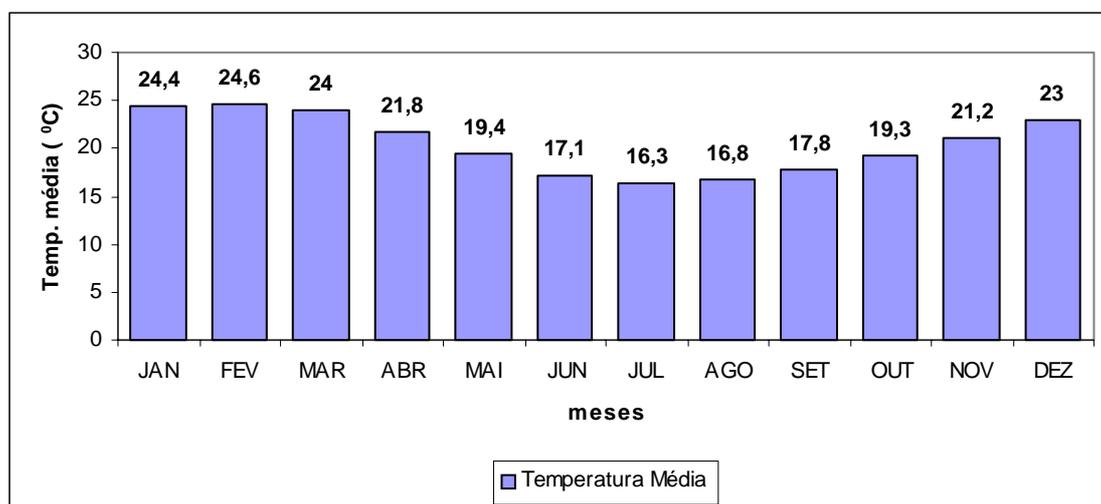
As condições pluviométricas devem ser consideradas para o planejamento do ciclo produtivo de camarões. Na região estudada, as maiores precipitações coincidem com o período onde as temperaturas são melhores ao crescimento dos camarões em cultivo. É sabido que a precipitação intensa afeta a salinidade dos ecossistemas costeiros e também incrementa a poluição da água nas bacias hidrográficas através de seu potencial erosivo e de limpeza das atividades antrópicas a montante (TWILLY et al., 1999; PAZ OSUNA et al., 1999).

Os projetos a serem implantados na planície costeira da área de estudo deverão trabalhar com o sistema de recirculação de água. O planejamento dos ciclos de cultivo quanto ao preparo de solo, de viveiros e colheita deverá ser efetuado observando-se as previsões climáticas e a tábua das marés. Da mesma forma, o melhor período para a execução das obras de engenharia necessárias a construção e manutenção dos empreendimentos e ainda, as paradas sanitárias, deverão ser programados para os meses de menor precipitação, junho à agosto.

No que tange a influência da temperatura mínima da água durante o período de inverno sobre a taxa de sobrevivência dos cultivos, GULLIAN *et al.*, (1999) determinaram que a temperatura da água de 9°C é letal a juvenis e pós-larvas da espécie *Litopenaeus vannamei*. A ocorrência de geada em uma fazenda do litoral norte de Santa Catarina, a Fazenda Experimental Yakult/UFSC, foi verificada durante o ano de 1999, quando a temperatura da água dos viveiros de cultivo durante o mês de

agosto atingiu um valor mínimo de 10<sup>0</sup>C, não ultrapassando 15 <sup>0</sup>C durante todo o mês. Não tendo sido observada mortalidade na ocasião (SEIFFERT *et al.*, 2000).

As temperaturas médias observadas durante 12 meses, ao longo de 84 anos na estação meterológica de São José, segue na **Figura 22**.



*Figura 22. Temperaturas médias observadas durante 12 meses ao longo de 84 anos na Estação Meterológica de São José-SC.*

Com respeito à direção dos ventos, uma análise de 54 anos, indica que o quadrante N-Ne, primeira e segunda direção, predomina nos meses janeiro, julho-agosto e de novembro à agosto. O de quadrante N-S, fevereiro, maio-junho e setembro. Por último o de quadrante N-SE, de março-abril. A direção dos ventos tem influência sobre o cultivo de camarões e também sobre a salinização dos ecossistemas aquáticos estuarinos. A predominância da primeira direção de vento do quadrante N e NE com velocidade média de 12, 73 km/hora, (dados de 73 anos) é um fator positivo ao desenvolvimento do cultivo de camarões na planície costeira da bacia do Inferninho. O vento N e NE é um vento que vem da direção do mar e atua em toda a planície costeira. Com respeito ao vento Sul, as áreas ao sul do Inferninho são protegidas pela serra que delimita a bacia hidrográfica, apresentaram um microclima mais propício ao cultivo de camarões quando comparado as áreas da planície costeira que não possuem barreiras e sofrem ação direta do vento sul.

## 7.2 - Ação de Pesquisa 2 – Estruturação de um banco de dados na forma de um sistema de informações geográficas (SIGcamarão) e desenvolvimento de um modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura

7.2.1 - Modelo conceitual do sistema de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura e da estrutura do SIGcamarão utilizado no seu gerenciamento.

Conforme apresentado na **Figura 23**, pela Ação de Pesquisa 2, os dados de levantamento (Ação 1) foram estruturados na forma de banco de dados gerenciados por SIG, o que permite estruturar, armazenar, processar, integrar dados, que podem ser permanentemente atualizados e ampliados, gerando informações e orientações precisas para o desenvolvimento de investimentos em carcinicultura.

Alguns produtos de informações gerados pelo modelo são descritos a seguir:

7.2.2 - Mapas gerados pelo banco de dados e SIGcamarão

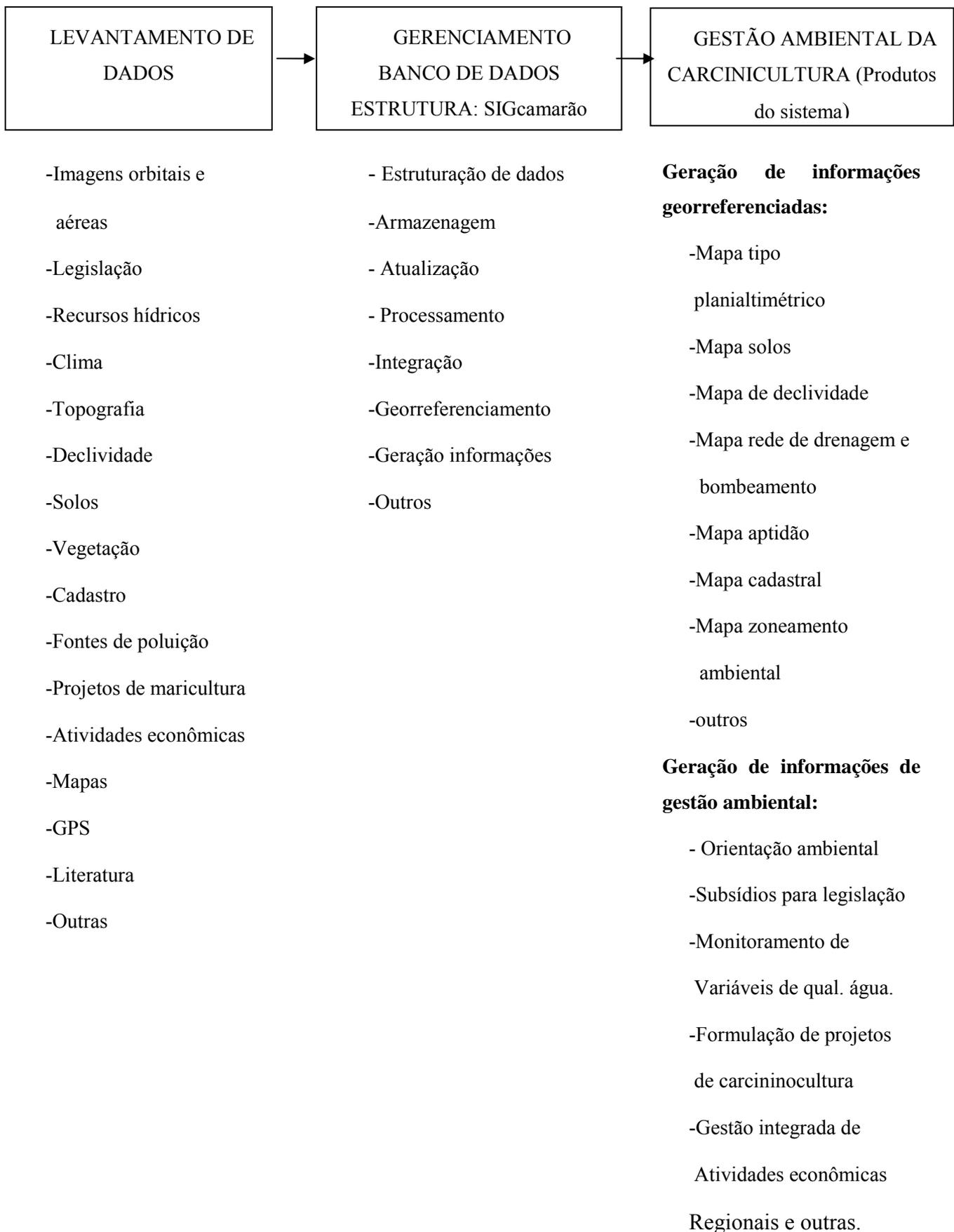
7.2.2.1 – Mapa de declividade e zoneamento para aptidão ao cultivo de camarões

A geração de um mapa de declividade possibilita orientar planejamento de uso do espaço físico em função da topografia, minimizando custos ambientais **Tabela 30**.

Tabela 30. Classes de declividade e classificação da aptidão de uso das terras

Declividade (%)	Aptidões e/ou Limitações
Inferior 2	Suscetível a enchentes e problemas de drenagem
2 – 5	Solo arável, suporta maquinaria
5 – 10	Propício a mecanização, estabelecimento de rodovias e áreas residenciais; Restringe a irrigação e o controle da erosão do solo torna-se necessário
10 – 25	Muito íngreme para certos cultivos, necessita cuidados especiais para controlar a erosão, suscetível a instalações urbanas exigindo infra-estrutura de alto custo
Superior 25	Sérios problemas de erosão e de instabilidade das vertentes, requer baixa densidade – áreas de preservação florestal

Fonte: COOKE & DOORNKAMP, (1974).



*Figura 23. Sistema de apoio a decisão estruturado na forma de SIG proposto como modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha*

No espaço físico coberto por água, a declividade das áreas de fundo dos rios e estuários são informações críticas para projetos de carcinicultura. Como a elaboração de mapa de aptidão de uso da terra com maior escala não foi o objetivo principal deste estudo, optou-se apenas pelo nível de detalhamento abrangido pelos dados locais prévios do estudo de ALMEIDA, (1982). Para melhor detalhamento, estudo de atualização complementares, considerando o impacto ambiental do uso da terra na bacia do Rio Inferninho, o método de classificação da aptidão de uso agrícola das terras do Estado de Santa Catarina (UBERTI et al., 1991), supriu a integração de dados do mapa topográfico planialtimétrico, mapa de declividade e mapa de solos torna-se possível um melhor detalhamento do mapa de aptidão de uso da terra da região da Bacia do Rio Inferninho.

O mapa de declividade gerado, tendo em vista a carcinicultura, possibilitou a delimitação do espaço em 2 classes, uma maior e outra menor que 2%. As áreas com declividade menores que 2 % foram consideradas com aptidão ao cultivo de camarões, sendo integradas posteriormente pelo SIGcamarão com os mapas de perfil salino, solos e áreas de preservação. O mapa de declividade incorporado ao SIGcamarão é apresentado no **Mapa 3**.



#### 7.2.2.2 – Mapa de solos

Os estudo da cobertura pedológica identificou 4 classes de solos na bacia do rio Inferninho: cambissolo, argissolo, gleissolo, e complexo. O solo complexo é constituído por um organossolo háplico típico, gleissolo melânico distrófico típico e um neossolo quartzarênico hidromórfico típico, que podem ser encontrados de forma isolada ou em conjunto (EMBRAPA, 1999) **Mapa 4.**

##### a) Cambissolos

A esta classe correspondem solos minerais com seqüência completa de horizontes, porém com desenvolvimento pedogenético ainda incipiente. São solos jovens, característica denunciada por presença de altos teores de silte, materiais ainda não intemperizados e alta capacidade de troca de cations. A classe textural é argilo/siltosa, indicadora de alta capacidade de retenção de água, traduzida por domínio de cores com características de redução. Uma acentuada microporosidade sinaliza no sentido de forte vulnerabilidade à compactação. Quando molhada, a massa do solo mostra acentuadas plasticidade e pegajosidade (EMBRAPA, 1999, UBERTI comunicação pessoal)

Quimicamente, os cambissolos têm fertilidade dependente do material de origem, podendo ser eutrófico, distrófico ou, ainda, portadores de caráter alumínico. Regionalmente, há ocorrência de Cambissolo Háplico Distrófico típico.

##### b) Argissolos

Derivados de granito, os argissolos são solo medianamente profundos ou profundos, com desenvolvimento pedogenético acentuado, haja visto a seqüência completa de horizontes e a presença de horizonte A do tipo proeminente. Em termos de morfologia, são fortemente marcados pela presença de acentuado gradiente textural. Este atributo responde pela presença de classe textural binária, franco argilosa no horizonte superficial e muito argilosa no horizonte B, com forte suscetibilidade a perdas de solo por erosão. Este mesmo gradiente textural também é responsável por uma drenagem binária, onde o solo é excessivamente drenado superficialmente e imperfeitamente drenado na subsuperfície. Esta drenagem excessiva no horizonte superior ainda é acelerada pela abundância de grãos de quartzo.



Quimicamente, os Argissolos têm baixa disponibilidade de nutrientes (solos distróficos), onde apenas o potássio ganha evidência. Em contrapartida, a acidez não é limitante.

Regionalmente, os solos ora descritos têm classificação de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico

#### c) Organossolos

Esta classificação define solos orgânicos, cujas condições ambientais trazem um cenário de relevo absolutamente plano e muito mal drenado. A grande proximidade do lençol freático à superfície impediu desenvolvimento pedogenético, razão da inexistência de horizontes no perfil de solo. Portanto, explica-se a ausência de classe textural, estrutura e grau de consistência nos solos orgânicos. Em razão do exposto, os solos orgânicos apresentam-se como um sistema de muito baixa estabilidade, alta vulnerabilidade. Quando drenados de maneira incorreta, sofrem forte rebaixamento, fenômeno conhecido por subsidência. Após drenagem, mostram forte resistência à rehidratação. Não raramente, os solos orgânicos estão associados à presença de caráter tiomórfico, onde compostos sulfídricos transformam-se em sérios problemas ao uso agrícola.

Quimicamente, os solos orgânicos têm elevada acidez devido ao excesso de hidrogênio, vinculado a altíssimos teores de matéria orgânica, nunca inferiores a 30%, podendo chegar a 60% ou mais.

#### d) Gleissolos

Esta classificação é reservada para solos minerais, ocorrendo em relevo plano e em condições de má drenagem. A exemplo dos Organossolos, o excesso de água próxima à superfície limitou o desenvolvimento de perfis de solo, que mostram seqüência incompleta de horizontes, A – Cg. O horizonte superficial (A) tem coloração preta e o Cg cores cinzas, estas devidas ao processo de redução dos compostos de ferro. Os gleissolos têm classe textural muito argilosa, com teores de argila podendo alcançar até 80%, argila esta que mantém-se permanentemente saturada de água, em condições de alta plasticidade e pegajosidade. Quando secos, mostram dureza quase que irreversível.

Quimicamente e sob condições de não alagamento, os Gleissolos são distróficos, baixa fertilidade natural. Conforme teores de matéria orgânica e/ou tipo de horizonte A, classificam-se como Gleissolo Melânico Distrófico típico, ou Gleissolo Háptico Distrófico típico, este pobre em matéria orgânica e com horizonte A moderado. Há o Gleissolo Melânico que apresenta horizonte A húmico.

e) Neossolos quartzarênicos

Trata-se de solos ocupando relevo plano e mal drenado. Novamente surge a baixa profundidade do lençol freático como inibidor da profundidade efetiva do solo, que apresenta seqüência incompleta de horizontes, A –C. A principal característica destes solos são os altíssimos teores da fração granulométrica areia, que podem atingir até 90%, com evidência a quase ausência de argila (4-5%) Com isso, esses solos não têm estrutura, e com graus baixos de consistência, solto, não plástico e não pegajoso, eliminando riscos de compactação.

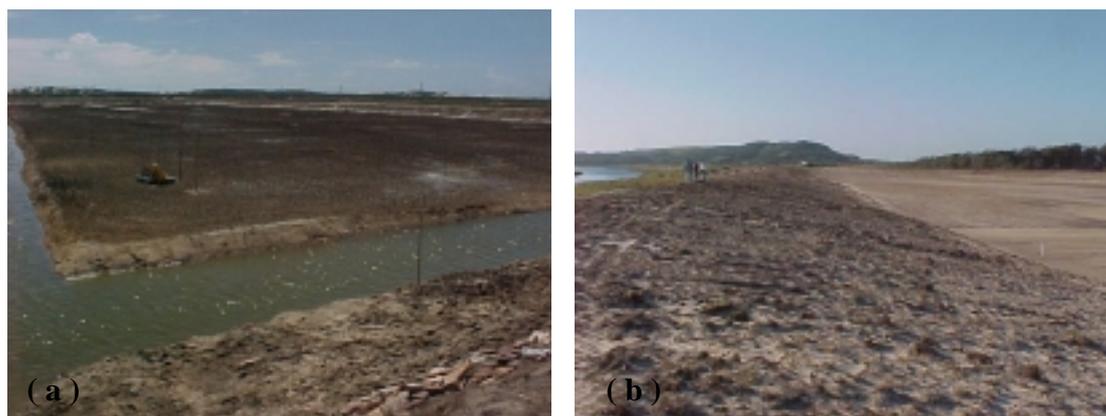
Quimicamente, apresentam muito baixa disponibilidade de nutrientes e também muito baixos teores de matéria orgânica.

Em condições de má drenagem, ocorre o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico; em condições de boa drenagem, a classificação evolui para Neossolo Quartzarênico Órtico típico. Enfatiza-se que neste último, a matéria orgânica é inferior a 1%, e a desestruturação ainda é mais acentuada do que em condições de má drenagem

Os solos da bacia hidrográfica do Inferninho apresentam importantes restrições de uso agrícola: 1<sup>o</sup>) a fertilidade deve ser recuperada com adubação e correção da acidez; 2<sup>o</sup>) o relevo montanhoso ou a constituição física dos solos hidromórficos restringem o uso de maquinaria; 3<sup>o</sup>) o solo das encostas é muito susceptível à erosão, exigindo práticas de conservação e/ou manutenção da cobertura florestal.

O solo da planície costeira é considerado adequado ao cultivo de camarões, excetuando-se os áreas com manchas de organossolo háptico sáprico pertencente a classe de solo complexo (BARG, 1994). Nos estudo de campo ficou evidenciado que estas manchas de solo representam uma pequena porção dentro do solo complexo e devem ser consideradas na rejeição quanto a implantação de projetos de carcinicultura. O relevo plano da planície costeira, aliada a condição de lençol freático elevado é favorável ao cultivo de camarões, uma vez que diminui a infiltração nos

empreendimentos construídos nas manchas de neossolo quartzarênico hidromorfo para o solo complexo. O tipo de construção dos taludes das fazendas camaroneiras nestes solos deve seguir a inclinação de 1:4, evitando assim, a erodibilidade e assorimento dos viveiros. Com respeito ao solo gleissolo melânico distrófico, trata-se do melhor solo para construção de empreendimentos de carcinicultura. O custo de movimentação de solo é reduzido, considerando a possibilidade de trabalhar com inclinação de 1:1, utilizando-se o sistema de gamboa **Figura 24**.



*Figura 24. Tipos de solo e sua relação com a construção dos viveiros. (a) Viveiro em solo argiloso construído no sistema “gamboa”, talude 1:1. (b) Viveiro em solo arenoso construído em talude 1:4.*

As atividades de agropecuária desenvolvidas no passado na região da Bacia, particularmente nos solos de encosta ricos em argilas (WOLF, 1995) e os processos de erosão e transporte de sedimentos pela rede de drenagem, explicam a presença acentuada de sedimentos de fundo na Baía de Tijucas.

#### 7.2.2.3 – Mapa de uso atual da terra

O mapa de uso **Mapa 5**, atual da terra foi gerado a partir da digitalização dos atributos com emprego de fotografia aérea em meio analógico e uso de estereoscópio de bolso. Nas formas lineares, principalmente acessos viários, foi utilizando o apoio das informações do levantamento através do Sistema de Posicionamento Global e estudos de campo, sendo delimitados polígonos georreferenciados com seguintes usos:

- a) Vegetação (em diferentes estágios).
- b) Agropecuária (uso agrícola e pecuária);

- c) Povoados.
- d) Extração de areia.
- e) Aterro sanitário.
- f) Carcinicultura marinha .
- g) Rede viária (rodovias, estradas vicinais e caminhos).

Um estudo realizado por WOLFF, (1995), identificou a estagnação econômica da propriedade rural a montante da bacia do Rio Inferninho, localidades de Sorocaba de Sul e Amâncio. Isto ocorreu em função do esgotamento da fertilidade do solo devido ao uso inadequado e intensivo após a vigência da Lei do IBAMA de 1990 que proibiu extração de madeira da floresta atlântica. Esta área central do litoral catarinense teve nos séculos XVII, XVIII e XIX um papel importante na economia regional, abastecendo de farinha de mandioca, açúcar, cachaça, e outros produtos, como banana, laranja e lenha a cidade de Florianópolis e outras populações, até mesmo fora do Estado. As localidades de Sorocaba do Sul e Amâncio surgiram no final do período de prosperidade deste modelo, baseado na produção agrícola familiar e nos engenhos de farinha de mandioca e de açúcar. Apesar do declínio da economia da farinha, estas localidades cresceram sustentadas pela pequena propriedade familiar nos moldes da produção de farinha. Observando os mapas de uso de solo elaborados a partir de fotografias aéreas de 1957 e 1978, WOLFF (1995), observou que em 1957 este território já havia sido totalmente ocupado. Praticamente todas as áreas de menor declividade (várzeas ou áreas secas) e boa parte da meia encosta dos morros já eram ocupadas por agricultura ou pastagens. Somente as áreas de acesso mais difícil, como em áreas muito íngremes, a derrubada da mata não havia se efetivado por completo.



O autor estuda as transformações ocorridas na região desde meados da década de sessenta, vinculadas ao processo de urbanização e de modernização da agricultura no país. Como resultado destas mudanças, as comunidades estudadas sofreram um processo de esvaziamento populacional, acompanhado de uma reestruturação do sistema tradicional de produção, sendo muitas das propriedades rurais transformadas gradativamente em sítios de lazer e outras mais próximas à estrada principal, em lotes sub-urbanos de moradores vinculados profissionalmente à cidade.

Atualmente a agricultura de subsistência é desenvolvida nas encostas das serras e das colinas, onde os solos têm menor teor de umidade. As pastagens ocupam especialmente as áreas de várzea, freqüentemente encharcadas, impróprias para o cultivo dos produtos tradicionais da área (especialmente mandioca). Os fundos dos vales são cortados por canais de drenagem construídos pelos agricultores para eliminar o excesso de umidade no terreno. Pode-se observar ainda, áreas de pastagens nas encostas que, em outros momentos, foram usadas para a agricultura. A vegetação primária, praticamente inexistente, sendo pequenas manchas observadas no topo dos morros mais altos. Podemos encontrar a vegetação secundária em vários estágios de desenvolvimento substituindo áreas agrícolas já esgotadas pelo excessivo uso, recompondo a vegetação e em alguns casos reconstituindo uma mata secundária com aspecto fisionômico muito próximo a mata Atlântica. Esta vegetação secundária encontra-se recobrando antigas áreas agrícolas nas encostas e especialmente no alto das colinas.

Uma comparação entre as fotos infravermelho de 1978, 1:45000, e a imagem Landsat 1999, indica a recuperação e expansão da Mata Atlântica nas áreas a montante da bacia hidrográfica do rio Inferninho.

Com respeito ao uso do solo na planície costeira, observa-se uma história de uso, partindo da extração da mata Atlântica (anos 60), o cultivo de arroz irrigado (anos 70), o cultivo de cana de açúcar (anos 80), a pecuária de corte (anos 90 até hoje), extração de areia, e atualmente iniciando-se a expansão das áreas para o cultivo de camarões. Seguindo esta sucessão de atividades, ocorreu também uma expansão da área urbana nas comunidades de Areias de Cima, Areias e Jordão, devido a proximidade em relação ao emprego gerado pelas atividades econômicas dos municípios de Governador Celso Ramos, Tijucas, Biguaçu e Florianópolis.

Através dos estudos de campo foi possível identificar 2 fontes potencialmente poluidoras do recurso hídrico na bacia do Rio Inferninho, o aterro sanitário e o crescimento da população residente nas áreas urbanas e rurais.

i) Aterro sanitário

O aterro sanitário administrado pela empresa Formaco com uma área de 148.083,30 m<sup>2</sup>, atende atualmente 08 municípios: Florianópolis, Palhoça, Itapema, Biguaçu, Bombinhas, Tijucas e São Francisco do Sul, produzindo em média 500 toneladas de resíduos por dia. Encontra-se em funcionamento desde setembro de 1991, ou seja, 11 anos, sendo que é prevista ainda uma vida útil para operação de 15 anos **Figura 25**.

As células de lixo são formadas em taludes de 1(v):3(h) desta forma o peso do trator, concentrando-se na traseira do sistema de esteiras, quebra e comprime o resíduo reduzindo o volume do lixo de maneira mais eficiente, atingindo assim um grau de compactação com densidade em torno de 1,0 ton/m<sup>3</sup>



*Figura 25. Aterro sanitário e sua localização em relação ao Rio Inferninho ( a ).*

O sistema de tratamento de efluentes utilizado no aterro sanitário engloba o tratamento biológico e físico-químico. No tratamento biológico o processo é conduzido através das lagoas de estabilização, compreendendo as lagoas **Figura 26**.

- a) 01 poço de recepção
- b) 01 lagoa anaeróbica
- c) 01 lagoa facultativa
- d) 01 lagoa aerada
- e) 01 lagoa de maturação (polimento)
- f) 01 tanque de desinfecção.

No lançamento existe um sistema de dosagem para desinfecção com hipoclorito de sódio (remoção de patogênicos).



Figura 26. Sistema de tratamento de efluentes do aterro sanitário. (a) poço de recepção; (b) lagoa anaeróbica; (c) lagoa facultativa; (d) lagoa aerada; (e) lagoa de maturação (polimento) e (f) desinfecção.

Já o tratamento físico-químico é processado por um reator anaeróbico de fluxo ascendente com manta de iodo, na qual o efluente é distribuído uniformemente no fundo do reator e passa através de uma camada de iodo biológico, seguindo para o decantador, onde é floculado **Figura 27**.



*Figura 27. Sistema de tratamento físico de efluentes do aterro sanitário.*

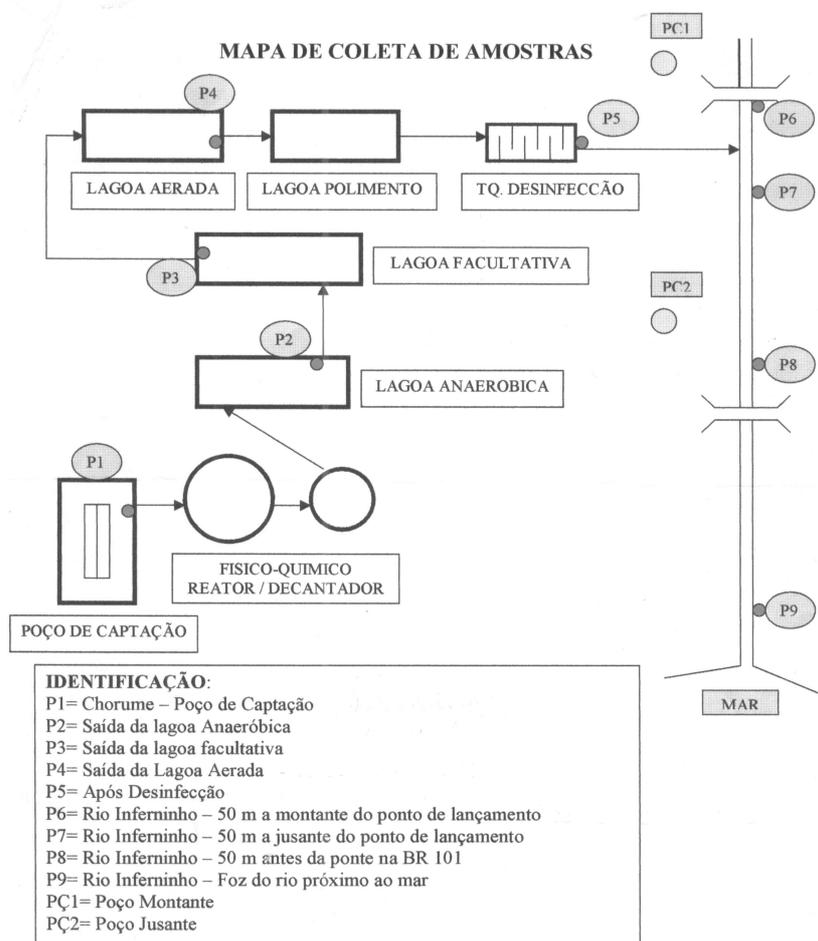
O monitoramento da qualidade de água na área de despejo do efluente tratado pela FATMA e FORMACO é realizado 03 vezes por mês, através de análises feitas pelo técnico responsável, no laboratório montado no próprio aterro e também através de laudos de laboratórios certificados **Figura 28**.



*Figura 28. Laboratório de análise da água de efluentes do aterro sanitário.*

O monitoramento da qualidade do efluente descarregado na rede de drenagem é realizado em 09 pontos de amostragem, sendo 05 pontos no canal de descarga do efluente e 04 pontos no Rio Inferninho, nas proximidades da descarga, além de 02

poços situados, um a montante e outro a jusante do aterro, conforme pontos georreferenciados que foram incorporados na ação de pesquisa 2 **Figura 29** .



*Figura 29. Plano amostral para o monitoramento da qualidade de água do sistema do aterro sanitário.*

Na Tabela 31, os resultados da análise físico química das amostras coletadas em 09/04/2002, análise efetuada pelo laboratório da Escola Técnica Federal para o plano de monitoramento FATMA.

Tabela 31. Resultados da análise físico-química das amostras coletadas em 09/04/2002, para o programa de monitoramento da FATMA.

Análise	P1- Chorume	P5 Efluente- no canal	(PC1)3- Poço a montante	(PC2)- Poço Jusante	P7 Efluente (após liberação)	- Ponte comunidade (P6)	Ponte Br (P8)
DQO (mg/l)	9416,00	42,80	51,36	34,24	25,68	50,23	8,56
DB0(5dias) (mg/l)	4759,08	2,51	1,39	17,14	6,00	6,53	4,92
Ferro total (mg/l)	60,40	0,15	0,23	0,30	0,38	2,04	0,80
Amônia Total(mg/l)	1726,41	<0,01	3,31	1,92	2,30	0,85	0,77
pH	7,17	8,07	6,03	6,54	6,47	5,77	6,26

Os resultados da análise indicam que os efluentes liberados pelo aterro sanitário em 09/04/2002 estão em conformidade com legislação ambiental vigente em Santa Catarina (Decreto N<sup>o</sup> 14.250 de 05 de junho de 1981, da Lei N<sup>o</sup> 5.973 de 15 de outubro de 1980) **Tabela 10**. Os dados demonstraram eficiência no processo de tratamento do chorume e indicam problemas de saneamento nos locais de amostragem das comunidades circundantes ao aterro sanitário. A empresa Formaco possui 20 empregados residentes na comunidade da Estiva do Inferninho, e vem trabalhando juntamente com as lideranças locais na construção de fossas sépticas. As coordenadas dos pontos de monitoramento foram levantadas com GPS e transportadas para o mapa de monitoramento da qualidade de água final (PMf). Para o processo de gestão ambiental da Bacia do Rio Inferninho, um programa de amostragem no aterro sanitário semanal é impositivo.

ii) Crescimento da população residente em áreas urbanas e rurais

Através de um levantamento para combate à dengue efetuado pelas Secretarias de Saúde dos Municípios de Governador Celso Ramos e Biguaçu as unidades residenciais foram cadastradas quanto ao abastecimento de água, destino do lixo e das águas servidas. Utilizando-se GPS e conhecimento de campo foi possível georreferenciar os povoados e ampliar o plano de monitoramento inicial (PMi).

As comunidades que fazem parte da bacia hidrográfica desde a montante até a jusante seguem são por ordem: Amâncio, Sorocaba do Sul, Sorocaba de Fora, Inferninho, Estiva, Sítio Velho, Morretes, Areias de cima, Areiais e Jordão (**Mapa 1**). O estudo quanto ao destino dos dejetos abrangeu somente as comunidades de Sorocaba do Sul, Sorocaba de Fora, Estiva e Areias de Cima **Tabela 32**.

Tabela 32. Comunidades, número de famílias cadastradas e destino dos dejetos.

Comunidade	Número de famílias cadastradas	Sistema de esgoto (%)	Destino Fezes/Urina	
			Fossa ( % )	Céu aberto ( % )
Sorocaba do Sul	72		80,56	19,44
Sorocaba de Fora	105	7,62	58,10	34,29
Estiva	75		61,33	38,67
Areias de Cima	113	2,65	76,99	20,35
Total	365			

Fonte: COSAC (2002).

A liberação de dejetos à céu aberto é efetuada por mais de 19% das 365 famílias cadastradas. Para as demais comunidades, apenas foram efetuados os estudos quanto ao abastecimento e tratamento de água, onde mais 558 famílias foram cadastradas de Areias e Jordão. Para as comunidades localizadas a montante, mais de 75 % do abastecimento de água é proveniente de nascentes ou poços, não havendo rede pública. No entanto, para as comunidades de Areias de Cima, Areias e Jordão, acima de 90 % das famílias cadastradas possuem abastecimento de água através de rede pública. De acordo com o escritório da Epagri que trabalha nos municípios de Biguaçu e Governador Celso Ramos desde 1975, a ausência de saneamento básico nas comunidades da bacia do Inferninho é um fato conhecido, o mesmo ocorrendo nas comunidades de Jordão e Areias.

Tendo em vista o uso múltiplo da água da Bacia do Rio Inferninho e as exigências de qualidade para a carcinicultura torna-se necessário um programa efetivo de saneamento básico para as 923 famílias cadastradas.

#### 7.2.2.4 – Malha viária e infra-estrutura

De acordo com a malha viária locada no **Mapa 5**, observa-se que a bacia hidrográfica do Inferninho possui uma rede de estradas principais e secundárias que facilitam o transporte de insumos e o escoamento da produção das fazendas camaroneiras. O contato direto com a Br - 101, possibilita agilidade no deslocamento da produção para as empresas de beneficiamento ou mercado consumidor.

O acesso irrestrito ao sistema de eletrificação trifásico minimiza os custos de produção dos empreendimentos de carcinicultura.

A disponibilidade de mão de obra das comunidades adjacentes e do município de Governador Celso Ramos e Tijucas também é um fator positivo ao desenvolvimento

da atividade. A existência de centros de beneficiamento de camarões da pesca nestes municípios, também é um fator positivo que auxiliaria o escoamento da produção da carcinicultura. A proximidade aos principais centros consumidores, Florinópolis, Bombinhas, Itapema e Balneário Camború também é um fator positivo ao desenvolvimento da carcinicultura na planície costeira da bacia do Inferninho.

#### 7.2.2.5 – Mapa de monitoramento da qualidade de água

Os pontos de amostragem para a coleta das amostras para avaliação da qualidade de água da bacia do Inferninho foram locados pelo GPS e controle de campo no SIGcamarão, onde cada local possui uma ligação correspondente no banco de dados com os resultados pontuais da análise da qualidade de água. Os pontos adicionais oriundos da correção do programa de monitoramento proposto são incluídos no mapa de monitoramento final, elaborado no SIG-camarão. Os dados são apresentados no mapa impresso na escala 1:100000 **Mapa 6**.

A frequência para a execução do plano de monitoramento final recomenda é quinzenal e deverá seguir as variáveis recomendadas na **Tabela 16** com inserção da variável amônia não ionizada  $N-NH_3$ . O programa deve ser discutido entre todos os usuários dos recursos da Bacia do Rio Inferninho.



### 7.2.2.6 - Mapa de aptidão de uso para o cultivo de camarões

Os estudos prévios fundamentaram o zoneamento das áreas aptas para a atividade da carcinicultura marinha localizadas na planície costeira cortada pelo Rio Inferninho realizado através da integração e cruzamento de dados pelo SIGcamarão Tabela 33.

Tabela 33. Integração de dados das variáveis declividade, salinidade e solo usados no zoneamento de áreas aptas ao cultivo de camarões.

Aptidão*	Declividade	Tipo de solo	Salinidade de água	Peso da variável Solo	Peso da variável salinidade de água ( $x^2$ )	Peso da variável declividade	Peso final	Área final disponível (ha)
RAA	<10m	Complexo	> 10 ppmil	1	8	1	8	239,95
RAASRS	<10m	Gleissolo	< 10 ppmil	3	2	1	6	216,04
AM	<10m	Gleissolo	> 10 ppmil	3	8	1	24	578,63
RAACRS	<10m	Complexo	< 10 ppmil	1	2	1	2	458,06
Nula	>10m	Argissolo	< 10ppmil	2	2	0	0	879,30

RAA: Aptidão restrita a análise de solo; RAASRS- Aptidão restrita ao abastecimento de água sem restrição de solo; AM- Aptidão máxima; RAACRS- Aptidão restrita ao abastecimento de água com restrição de solo.

Através do estudo de perfil de salinidade do Rio Inferninho, foi traçada uma paralela no sentido norte-sul da planície costeira, cortando o ponto do estudo de perfil, onde, a salinidade foi inferior a 10 ppmil. Este critério leva em consideração a influência da maré e da vazão enchente sobre a calha do rio Inferninho e a construção de canais coletivos de abastecimento de água para todas as propriedades da planície costeira. Neste caso, teremos 1 corte de canal coletivo de abastecimento, sendo efetuado na metade da distância entre a foz do Rio Inferninho e o ponto de salinidade 10. A aptidão também levou em consideração o estudo de solos, sendo com aptidão restrita os solos complexos e sem restrição, e o solo gleissolo melânico distrófico. A restrição ao solo complexo depende de sondagens à campo para identificar as propriedades que possuem solo organossolo, não havendo restrições quanto aos solos arenosos e argilosos que também constituem o solo complexo.

Considerando a sobreposição dos “overlayers” de aptidão quanto a salinidade, tipo de solo e desconsiderando as áreas de preservação permanente e restrições ambientais, o SIGcamarão elaborou um mapa de zoneamento da área com aptidão ao cultivo de camarões. São definidas classes de aptidão máxima, restrita e sem aptidão **Mapa 7**.



A aptidão máxima considera uma combinação multiplicativa entre salinidade superior a 10 e solo argiloso. Para aptidão restrita, a combinação de salinidade superior a 10 e solo complexo configura uma interação baixa. Excetuando-se as 2 áreas que possuem canais de drenagem fluvial que salinizam e proporcionam água para estas propriedades, a expansão das áreas da planície costeira ao cultivo de camarões deveria ser efetuada de acordo com o mapa de aptidão atual, considerando-se o reordenamento das propriedades para a construção de canais coletivos de abastecimento e drenagem da água utilizada para o cultivo.

Duas formas de abastecimento coletivo de água podem ser viabilizadas. Na primeira situação, canais coletivos de abastecimento de água deveriam ser construídos no mesmo sentido da linha do corte do ponto do estudo de perfil para salinidade de I4. No segundo caso, 2 canais, do lado norte e sul do rio Inferninho, no ponto do estudo do perfil onde a salinidade é superior a 20, poderiam ser construídos em direção a montante do Rio.

Para a melhor distribuição da água para as propriedades, serão necessários estudos do modelo de dimensionamento das propriedades rurais e do interesse dos proprietários em relação ao cultivo de camarões. Para as duas situações, canais coletivos de drenagem também devem ser construídos de forma a promover uma maior dinâmica de solubilização da água utilizada nos cultivos, através da baía de Tijucas. A água de drenagem coletiva das fazendas deve ser liberada no sentido oposto aos canais de abastecimento por bombeamento.

Para ambas as situações serão necessárias estudos sobre a dragagem e aumento da largura do Rio Inferninho, para aumentar a entrada de água marinha no rio Inferninho através das marés. Da mesma forma, também deverá ser planejada a questão da macro drenagem das águas pluviais em toda a planície, que devem ser canalizadas na direção dos canais de drenagem coletiva.

#### 7.2.2.7 - Mapa cadastral dos projetos de carcinicultura da Bacia do Rio Inferninho

Os projetos que estão sendo elaborados e implantados pelo Programa Estadual de Cultivo de Camarões na planície costeira da bacia do Rio Inferninho foram georreferenciados com apoio de GPS e levantamento de campo e posteriormente incorporados ao SIGcamarão, formando um novo nível de informação, **Mapa 8**.

As áreas disponibilizadas foram delimitadas pelo zoneamento, dentro da adequação dos recursos e da proposta de gestão ambiental da sustentabilidade da carcinicultura.

#### 7.2.3 - Recomendações para melhor gestão ambiental da Bacia do Rio Inferninho

Como recomendações que visam uma melhor utilização da área na bacia hidrográfica do Inferninho seguem:

a) Medidas para agricultura:

- Desintensificação do uso agrícola de encostas com mais de 20% de declividade
- Limitação de áreas de cultivo irrigado e descarga de água de irrigação contaminada por pesticidas
- Realocação do uso de áreas agrícolas para pastagem ou reflorestamento
- Substituição de práticas agrícolas que causam erosão e assoreamento
- Controle do emprego de pesticidas e adubos

b) Medidas para áreas florestais:

- Preservação ou restauração de florestas nativas, restauração mata ciliar

c) Medidas para áreas baixas inundáveis:

- Manutenção e desenvolvimento de vegetação natural associada a solos úmidos, banhados, mangues e estuários.
- Sugestão de medidas compensatórias quando da implantação de projetos em áreas impactantes.



d) Medidas para corpos de água superficiais:

- Controle da expansão de empreendimentos de aquicultura

e) Renaturalização de cursos de água por remoção de elementos construídos

f) Medidas para áreas de preservação:

- Manutenção e melhora da paisagem natural existente
- Locação de novas áreas de preservação da natureza e da paisagem

g) Medidas para áreas urbanas e residenciais:

- Desenvolvimento de planos de ecologia urbana, arborização, jardinagem
- Controle dos sistemas de tratamento de esgotos e de resíduos sólidos
- Desenvolvimento de Planos Diretores municipais ambientalmente compatíveis
- Zoneamento da expansão urbana e sua compatibilização com a carcinicultura

h) Medidas em relação a uso recreacional da paisagem e natureza:

- Criação e locação de trilhas, belvederes, áreas de esporte e descanso

(DEUTSCHLAND, 1994, FAO 1993, RATCLIFFE, 1992).

i) Medidas para o aterro sanitário:

- Planejar a macro drenagem do aterro para evitar a sobrecarga do sistema de tratamento dos efluentes nos períodos de intensa pluviosidade.
- Intensificação do sistema de monitoramento das águas servidas e integração com os empreendimentos de carcinicultura.

#### 7.2.4 – Utilidade do modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura marinha

Os resultados obtidos pela Ação de pesquisa 2, através do banco de dados e da integração e cruzamento de dados e informações possibilitados pelo SIGcamarão, atenderam os objetos previstos no trabalho (p.34) “desenvolver um sistema de apoio a decisão”, e configuraram um instrumento de utilidade para um amplo número de usuários, podendo ser citados:

- a) Instituições de pesquisa e fomento
- b) Instituições ambientais, estaduais e federais
- c) Órgãos de desenvolvimento regionais
- d) Órgãos ligados ao gerenciamento costeiro
- e) Prefeituras
- f) Universidades
- g) Setor privado – projetos de carcinicultura
- h) Setores ligados ao desenvolvimento da legislação ambiental
- i) outros

### 7.3 - Ação de pesquisa 3 – Teste de validação do modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura: Projeto piloto de carcinicultura marinha sob condições reais de conhecimento, recursos, espaço físico e tempo.

Tendo em vista de que um dos produtos gerados pelo modelo de planejamento na gestão ambiental da carcinicultura (**Figura 23, pg 144**) é a formulação de projetos de carcinicultura, buscou-se aplicar o sistema de apoio à decisão desenvolvido a um projeto piloto sob condições reais, na Bacia do Rio Inferninho e Baía de Tijucas. Dada as condições de longo prazo do empreendimento ( Projeto Pontal Engenharia) foi possível até o presente aplicar as informações armazenadas e processadas no SIGcamarão e levantamentos de dados adicionais para formulação do Projeto, seu encaminhamento para licenciamento ambiental.

#### 7.3.1 - Justificativa do empreendimento

Os resultados obtidos através das ações de pesquisa 1 e 2, e a análise de solo efetuada na área apontaram para a viabilidade da implantação do projeto de carcinicultura piloto Pontal Engenharia, **Tabela 34**.

Tabela 34. Resultados da análise de solo da área do projeto piloto, em 20/12/2003.

Análise*	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Textura (arg.%)	55	27	55	38	37	43
	classe 2	classe 3	classe 2	classe 3	classe 3	classe 2
pH	7,2	6,3	6,8	7,2	6,2	6,7
Índice SMP	7,3	6,5	6,9	7,2	6,5	6,8
Fósforo (ppm)	29,3	12,0	39,2	22,4	13,9	5,2
Potássio (ppm)	612	292	568	360	429	294
Mat. Orgânica (%)	6,3	10	4,4	6,2	10	4,5

\*Laboratório da CIDASC-Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina-Laboratório Físico Químico e Biológico.

A análise de solo identificou que o solo da área do projeto possui textura argilosa média a alta, enquadrando-se classes 2 e 3 (EMBRAPA, 1999). Devido a alta

concentração de conchas calcáreas a análise de pH apontou valores próximos dos recomendados ao cultivo, havendo pequena necessidade de correção de acordo com BOYD (1990).

A Empresa Pontal Engenharia e Construção Ltda, com sede no município de Laguna e área de atuação na região sul do estado, esta buscando a diversificação de seus negócios com a implantação de um projeto de carcinicultura no Município de Governador Celso Ramos. Esse empreendimento criará oportunidades de emprego e ampliará a circulação de recursos na economia do município, o que proporcionará a geração de uma série de empregos indiretos.

A região do Jordão no Município de Governador Celso Ramos foi escolhida por ser uma região de clima mais quente que a região Sul do Estado, por dispor de áreas adequadas para o cultivo de camarões (pastagens naturais), por estar próxima de Florianópolis e ainda ser bem servida de vias de acesso e energia elétrica.

A localização da área as margens do Rio Jordão, de onde será captada água salobra para abastecimento dos viveiros também foi preponderante para implantação do empreendimento.

#### 7.3.2 - Localização e caracterização do terreno

O terreno onde será implantada a fazenda de cultivo de camarões marinhos é pertencente a Empresa Pontal Engenharia Construção Ltda e está situado na localidade de Jordão, município de Governador Celso Ramos, SC.

O imóvel está dividido em duas áreas contíguas, as quais possuem escritura pública e registro total de 655.855,93 m<sup>2</sup> (65.58ha) e 1.039.441,80 m<sup>2</sup> (103,94 ha), respectivamente sob as matrículas nº 15.629 e 6.356 do livro 2 do Registro Geral do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Biguaçu, sob número de inscrição no INCRA de 806.048.281.000-6. Na primeira etapa somente serão utilizados 104 ha para implantação de um módulo de cultivo.

A área confronta-se ao norte com terras de marinha banhadas pela Baía de Tijucas, ao Sul com terras de José Ribeiro Velho, a Oeste com os Canais do Rio Inferninho e do Rio Jordão e a Leste com a SC 410 que liga a Br 101 a sede do município de Governador Celso Ramos **Mapa 9** .



A situação da fazenda é privilegiada quanto às vias de acesso e localização, estando ao lado da SC 410 a uma distância de aproximadamente 8 Km da Br 101,

### 7.3.3 - Antecedentes da área

A área foi utilizada para cultura de arroz irrigado até ano de 1983, e o solo está sistematizado para irrigação e drenagem. A partir de 1983, com a aquisição pela Usati S.A., a área passou a ser utilizada para pecuária de corte, atividade desenvolvida até o presente.

### 7.3.4 - Características do mercado

O mercado interno brasileiro, tradicionalmente, consome camarão fresco, apenas conservado em gelo. A demanda por camarões congelados, processados e com alta qualidade ainda é muito pequena. Com o aumento da oferta de produtos da aqüicultura e o desenvolvimento de produtos e redes de distribuição, certamente o mercado será ampliado e o camarão cultivado, pela sua qualidade, ficará mais presente nos supermercados e mercearias e, conseqüentemente mais presente na mesa dos brasileiros.

Até o presente momento o camarão cultivado de Santa Catarina é comercializado principalmente no eixo Rio – São Paulo e no litoral da região Sul durante a temporada de verão.

O mercado internacional ainda é a principal garantia para a colocação do produto cultivado, mesmo considerando a grande perspectiva de aumento do consumo nacional. Existe na comunidade econômica européia e nos Estados Unidos, um mercado que evolui para o consumo de camarões pequenos e médios (10 – 20 gramas) onde se enquadra o camarão produzido pelas fazendas brasileiras.

O camarão produzido em Santa Catarina, se mantido o crescimento da produção, precisará ocupar espaço de destaque no mercado internacional. Para tanto, Santa Catarina já possui um parque industrial de ótima qualidade para o beneficiamento de pescados e que operam com ociosidade em vários meses do ano. Estas indústrias deverão adequar suas instalações para beneficiar o camarão cultivado, agregando valor ao produto e certamente aumentarão a oferta de empregos e a geração de divisas para o país.

### 7.3.5 - Tecnologia do empreendimento

#### 7.3.5.1 - Espécie cultivada

O camarão a ser utilizado no cultivo é a espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, conhecida como camarão branco do Pacífico.

Esta espécie distribuiu-se naturalmente na costa do Oceano Pacífico tropical desde o norte do Peru (Lat. 10 ° S) até o norte do México (Lat. 30 ° N), onde é capturada pela frota pesqueira de vários países.

O *L. vannamei* é cultivado em todos os países produtores do Ocidente, representando cerca de 17% da produção de camarões cultivados no mundo. No ano 2.000 a China passou a cultivar esta espécie, alcançando elevado volume de produção.

No Brasil o *L. vannamei* é cultivado comercialmente desde o ano de 1993 nas fazendas dos estados do nordeste, substituindo espécies nativas e exóticas produzidas anteriormente.

Em Santa Catarina a espécie foi introduzida no ano de 1998 de forma experimental com autorização do Ibama, passando a ser cultivada comercialmente nos anos seguintes. O camarão *L. vannamei* é considerado introduzido no Brasil pelo IBAMA, inclusive na região sul (Portaria 145 – N, 29/11/98).

A opção pela utilização desta espécie para o desenvolvimento da carcinicultura de Santa Catarina ocorreu após vários anos de pesquisas com as espécies nativas que, não apresentaram, até então, resultados técnico-econômicos satisfatórios. Por outro lado o bom desempenho do *L. vannamei* no que se refere à sobrevivência, rápido crescimento e alta produtividade nos cultivos, aliados a existência de pacote tecnológico para reprodução e engorda e a oferta de rações balanceadas, justificam a sua escolha.

A introdução de espécies aquáticas sempre causa preocupação no que diz respeito a sua evasão para o meio ambiente e uma possível colonização e competição com espécies nativas.

No caso do cultivo de camarões marinhos, que é realizado a mais de 40 anos em cerca de 50 países, não existem relatos de problemas relacionados à introdução de espécies. Um exemplo disto é o Brasil onde foi introduzida e testada cerca de 10

espécies de camarões, de diferentes procedências, em fazendas de cultivo da região nordeste, desde os anos 70, e nunca foram constatados esses problemas.

De qualquer forma as possibilidades de reprodução do *L. vannamei* na região sul do Brasil são extremamente remotas, já que se trata de uma espécie tropical que desenvolve sua maturação e desova em águas com temperaturas superiores a 26°C em profundidades entre 40 e 60 m, condições não encontradas na região sul, mesmo nos meses de verão.

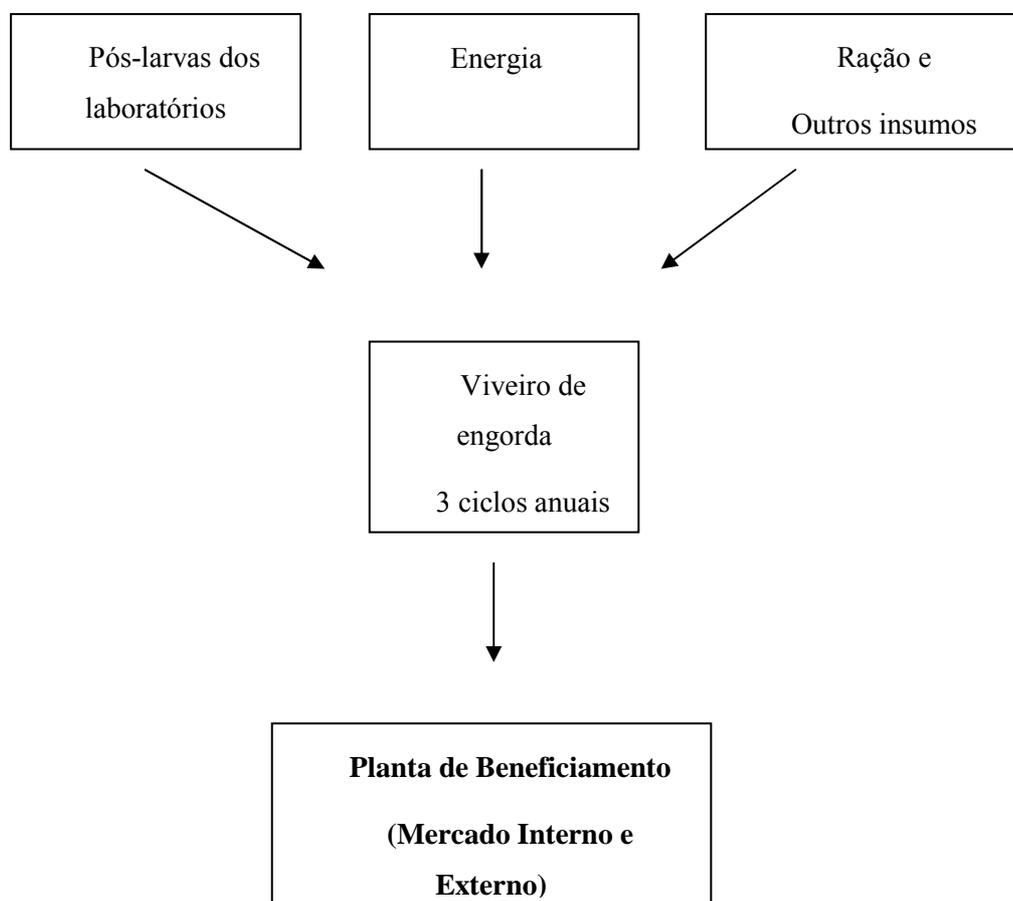
Com relação à alimentação natural, o *L. vannamei* alimenta-se dos primeiros níveis tróficos da cadeia produtiva.

Outra preocupação comumente levantada, quando se trata de espécies exóticas, diz respeito à transmissão de enfermidades. Nos últimos anos tem ocorrido vários problemas de enfermidades em camarões cultivados, principalmente de origem viral. Porém, na maioria dos casos, estas enfermidades foram inicialmente detectadas em populações selvagens e disseminadas para os organismos cultivados. Não existem relatos de disseminação de enfermidades de camarões cultivados para populações selvagens até o presente (WORD BANK *et al.*, 2002; WORD BANK, 1998).

Estas constatações não significam que não existam riscos e que precauções não devam ser tomadas. O governo brasileiro proibiu, desde 1997, o ingresso de novos plantéis de camarões, assim como de qualquer crustáceo, como medida preventiva. Em Santa Catarina, o Programa Estadual de Cultivo de Camarões, através da CIDASC, vem implementando medidas de biossegurança junto aos produtores para prevenir o surgimento de enfermidades.

### 7.3.5.2. - Fluxograma do processo produtivo

O fluxograma de produção segue na **Figura 30**.



*Figura 30. Fluxograma de produção em uma fazenda de carcinicultura marinha*

### 7.3.5.3 - Povoamento dos Viveiros

Os viveiros serão povoados com pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* adquiridas em estágios de pós-larvas 15 a 25.

Os povoamentos serão realizados a uma taxa de estocagem de 15 a 30 camarões por metro quadrado. As pós-larvas serão adquiridas do laboratório da UFSC e de laboratórios privados que estão em fase de implantação no Estado.

Os animais serão transportados em caixas isotérmicas de 400 ou de 1.000 litros, próprias para o transporte e que podem levar de 400 a 1.000 pós-larvas por litro.

Três dias antes do povoamento a fazenda informará ao laboratório de reprodução as condições de salinidade e de produtividade natural do viveiro a ser povoado.

Na fazenda, uma estrutura especial para aclimação (tanques maiores, bombas de ar, sistema de oxigênio puro, bomba de água, energia, cobertura, medidor de oxigênio, temperatura e pH) será preparada para dar segurança ao processo de aclimação. Considera-se que a aclimação das pós-larvas do laboratório para as condições mais adversas dos viveiros de cultivo é decisiva para a obtenção de boas taxas de sobrevivência e, conseqüentemente, bom resultado econômico no ciclo de produção.

Serão aplicados todos os passos e procedimentos descritos pelo manual de aclimação da EPAGRI/UFSC, onde os parâmetros de temperatura, salinidade e especialmente o pH serão gradativamente igualados com os níveis dos parâmetros da água dos viveiros.

Para o caso da temperatura, são necessários 15 minutos para cada grau centígrado, enquanto que para o pH são necessários 60 minutos para cada grau. Durante este tempo uma bomba d'água com a saída estrangulada colocará nas caixas de aclimação volumes de água do viveiro para que proporcionem o gradativo nivelamento dos parâmetros.

Durante todo este período, a alimentação das pós-larvas será feita com biomassa de artemia salina para que estejam suficientemente fortes para enfrentar as novas condições no viveiro de cultivo. Mesmo que todos os parâmetros estejam igualados é necessário um período de aclimação de pelo menos duas horas.

Após a aclimação as pós-larvas serão liberadas para o viveiro onde permanecerão por um período de 80 a 120 dias, dependendo da época do ano, quando então os camarões serão despescados com peso médio de 11 a 14 gramas.

Os povoamentos dos viveiros serão programados para não coincidir com os picos de povoamento e de despesca na região de Laguna/SC, facilitando assim a futura comercialização e colaborando para que os laboratórios de reprodução tenham uma demanda de pós-larvas mais bem distribuída ao longo do ano.

Em cada viveiro a ser povoado será colocada uma pequena caixa de tela (20 x 20 x 50), onde será liberado um número conhecido, normalmente 100 pls que será avaliado quanto a sobrevivência, 24 e 48 horas após a liberação. Este procedimento poderá

colaborar na identificação precoce de algum problema de qualidade de larva ou de qualidade ambiental do viveiro.

#### 7.3.5.4 - Ciclos de produção

A fazenda será implantada com o que há de mais moderno em termos de engenharia de construção e hidráulica. Entre os aspectos da engenharia está prevista a recirculação de toda água utilizada na fazenda, o que poderá reduzir substancialmente o tempo de preparação dos viveiros e facilitar a recuperação dos níveis da produtividade natural durante o ciclo, reduzindo assim o tempo de cultivo.

Alguns viveiros serão destinados ao recebimento das pós-larvas para a produção de juvenis de 0,5 a 2 gramas quando poderão ser transferidos para outros viveiros. Esta estratégia, que poderá ser inclusive aplicada durante os meses mais frios, poderá determinar a realização de 2,5 a 3 ciclos anuais (SOUZA *et al.*, 2002).

Entre os ciclos de verão, os viveiros serão rapidamente preparados (15 dias) enquanto que nos meses de junho e julho, os viveiros, com exceção dos viveiros berçários, serão drenados, calcariados, rotativados e realizadas as limpezas e reformas de comportas, canais, casas de bombas, etc.

Para a realização de três ciclos ou dois ciclos deverão ser levados em consideração o mercado, o clima e o custo de produção.

#### 7.3.5.5 - Manejo dos viveiros de engorda

A preparação dos viveiros antes de início do cultivo é de suma importância, influenciando diretamente no sucesso ou no fracasso do empreendimento.

Na preparação e durante todo o cultivo são aplicadas técnicas de manejo do solo e de manejo da água que permitam ao viveiro produzir uma gama de alimentos naturais, como as algas diatomáceas (fitoplâncton), copépodos (zooplâncton) e outros organismos que se alimentem destes, que serão o alimento principal para os camarões cultivados. A ração é importante, mas é complementar.

Uma das práticas mais importantes é a completa drenagem da água e a exposição do viveiro seco ao sol. Este procedimento permite eliminar predadores, reestruturar o solo, reduzir matéria orgânica e cortar o ciclo de possíveis enfermidades.

No momento em que o viveiro está seco é procedida a calagem do solo com 500 quilogramas por hectare, quando for para manutenção ou de 2 a 10 toneladas por hectare para a primeira correção. As quantidades são determinadas pelo pH e outras características do solo, conforme as mesmas técnicas da correção do solo em agricultura. O solo deve ser revolvido com equipamento próprio (enxadas rotativas) após cada ciclo de produção e se isso não for possível, pelo menos uma vez ao ano.

Em seguida, os viveiros serão gradativamente abastecidos com a água salobra do Canal do Rio Jordão (> 10 partes por mil). Quando o sistema de recirculação de água estiver com água rica em fito e zooplâncton poderá ser usada para abastecer novos viveiros induzindo a formação de uma importante comunidade de fito, zooplâncton e bactérias desejáveis.

Para a preparação dos viveiros e durante os primeiros 45 dias toda a água de abastecimento deverá passar por um sistema de telas de 0,5 mm para garantir que não entrem predadores ou suas formas jovens. Após 45 dias as telas poderão ser mudadas para 2 milímetros ou mais, para facilitar maior ingresso de água nos viveiros.

O abastecimento do viveiro inicialmente deverá ser feito até os 30 ou 40cm quando a fertilização da água com adubos químicos será procedida. Normalmente 50Kg de uréia e 10Kg de superfosfato triplo por hectare. Este procedimento vai favorecer a formação de uma cadeia alimentar com base na produção fotossintética que dará suporte ao desenvolvimento do camarão. Antes da liberação das pós-larvas os viveiros serão gradativamente completados.

Para a obtenção de altas produtividades nos cultivos é necessária uma série de procedimentos diários para o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água e para o manejo do alimento artificial.

A renovação da água prevista é em média 5% por dia, mas não precisará ser feito todo o dia. Será realizada de acordo com os parâmetros físico-químicos da água, com o crescimento do camarão e especialmente com a transparência e coloração da água que deverá ser mantida entre 25 e 40cm e coloração marrom devido ao predomínio de diatomáceas.

Uma vez por semana serão realizadas amostragens do camarão para acompanhamento do seu crescimento e avaliação da sua condição de saúde. O controle do crescimento do camarão em cada viveiro é necessário para determinar ações de renovações de água, uso de calcário ou outras que induzam o camarão a trocar de casca e conseqüentemente, acelerar o crescimento.

O monitoramento do oxigênio da água, especialmente na madrugada, a medição da transparência da água, coloração e temperatura, são parâmetros essenciais que orientam o operador a estabelecer estratégias para manter, melhorar ou mesmo alterar as condições do viveiro de produção.

O acionamento de aeradores, a renovação ou recirculação de água, o uso de calcário e outros produtos são possibilidades que normalmente são usadas para garantir boas condições ecológicas no viveiro e o conforto dos animais para o máximo de produção.

#### 7.3.5.6 - Alimentação

A parte mais importante da alimentação dos camarões em sistemas semi-intensivos é constituída pelos alimentos naturais produzidos no próprio viveiro.

A fotossíntese realizada pelas microalgas faz a transformação da energia luminosa em energia química, estabelecendo a base de uma rica cadeia alimentar onde os camarões vão buscar os itens da sua alimentação. Portanto, manejar o viveiro para mantê-lo produzindo alimentos naturais, é uma estratégia que permite ao produtor obter melhores índices econômicos em cada ciclo de produção.

O uso de calcário para provocar a sucessão de populações de plâncton, renovações mais fortes da água, o uso de aeradores e principalmente fertilizações com adubos químicos em pequenas doses, são ações que precisam ser monitoradas através da análise de nutrientes na água, principalmente N e P para a tomada de decisão. A reciclagem dos nutrientes e a intensa fotossíntese permitem que o sistema de produção seja sustentável do ponto de vista ambiental e não precise de fertilizações químicas adicionais.

A alimentação artificial constitui um método direto de incorporação de substâncias nutritivas para os camarões dos viveiros.

Durante o período de cultivo será utilizada uma ração comercial específica para camarões. Toda ração, obrigatoriamente, será oferecida em bandejas apropriadas para este fim. A qualidade e a quantidade corretamente administradas são fundamentais para o sucesso da criação de camarões.

O adicionamento de alimento será realizado de duas a três vezes ao dia (no início do cultivo) e quatro vezes ao dia no último mês do ciclo.

As bandejas são utilizadas para avaliar a quantidade de ração consumida pelos camarões e especialmente para poder retirar as sobras, evitando-se assim o comprometimento da qualidade da água do viveiro (SEIFFERT *et al.*, 1998b).

O consumo diário de ração por viveiro, quando utilizado o sistema de bandeja, permite determinar com boa precisão a biomassa do viveiro em cada momento do ciclo de produção e especialmente prever a necessidade de aquisição de ração e quantificar o volume de camarão a ser despescado ( *op. cit.* ).

#### 7.3.5.7 - Colheita dos camarões

A colheita será realizada de uma só vez, quando os camarões tiverem atingido o peso médio de 11 a 14 gramas.

A comporta de escoamento, além de permitir o controle do nível da água e a retenção dos camarões durante todo ciclo, também é utilizada como área para a colheita dos camarões.

Os camarões retidos na rede de despesca são retirados continuamente e colocados em água gelada (de 2° a 4°C). Este procedimento provoca a morte instantânea dos animais e paralisa todo o sistema enzimático, permitindo que o produto possa ser comercializado e industrializado nas condições mais adequadas, o que confere ao camarão cultivado uma excelente qualidade.

### 7.3.6 - Infra-estrutura a ser construída

As atividades a serem executadas nas fases de implantação e operação seguem as seguintes etapas:

- a) Locação de viveiros
- b) Preparação do terreno
- c) Construção das casas de apoio e galpões
- d) Construção dos diques trafegáveis
- e) Construção dos módulos dos viveiros
- f) Construção dos diques divisórios secundários
- g) Plantio da vegetação fixadora de taludes e jazidas
- h) Construção dos canais de abastecimento
- i) Implantação do projeto elétrico
- j) Implantação do projeto hidráulico
- k) Construção das comportas de alimentação e drenagem
- l) Construção das casas de bombas

### 7.3.7 - Equipamentos

#### 7.3.7.1 - Equipamentos previstos na fase de implantação

A implantação da fazenda segue a lógica da colocação e construção de todas as estruturas que serão necessárias na fase de produção. Portanto, a colocação dos equipamentos previstos nessa fase é calcada nas construções que serão implantadas, conforme segue:

- a) pá carregadeira de 2 m<sup>3</sup>
- b) caçambas de 5 m<sup>3</sup>
- c) caçambas de 10 m<sup>3</sup>
- d) escavadeiras hidráulicas de esteira de 0,8 m<sup>3</sup>
- e) equipamentos manuais: pás, enxadas, enxadecos e outros necessários.

### 7.3.7.2 - Equipamentos previstos na fase de operação

Na fase de operação a fazenda já estará em pleno funcionamento e sua produção já está sendo gerada. Para tal operacionalização deverá ser listado todo o aparato equipacional, tanto no setor de produção direta (viveiros), quanto no setor técnico-administrativo.

- a) Bombas hidráulicas axiais;
- b) Compressores portáteis de 12 volts;
- c) Medidores de oxigênio dissolvido;
- d) Salinômetros (refratômetros) com temperatura compensada;
- e) Medidores de pH;
- f) Kits de medição de alcalinidade, fosfato, amônia, nitritos e nitratos;
- g) Termômetros de imersão 0 -100°C;
- h) Balanças mecânicas com capacidade para 200 kg;
- i) Caixas vazadas – 30 kg;
- j) Caixas de água plásticas – capacidade 500 e 1000 litros;
- k) Tarrafas 12 palmos – malha 1,0 cm;
- l) Tarrafas 12 palmos – malha 0,5 cm;
- m) *bag-nets* de 5m malha 8mm;
- n) Caiaques de fibra;
- o) Lanternas laser – bateria 6 volts

### 7.3.8 - Setor técnico-administrativo

Este setor tratará muito mais da parte operacional do que da estrutural. E para isso, precisará dos seguintes materiais:

- a) Escrivaninhas;
- b) Cadeiras;
- c) Mesas de reunião;
- d) Microcomputadores Pentium c/ impressora, CD ROM e Fax Modem;
- e) Máquinas de calcular com impressora;
- f) Mini-calculadoras;
- g) Telefax;
- h) Aparelhos telefônicos;
- i) Fogões industriais 6 bocas;
- j) Motocicletas 125cc e
- k) Caminhonete;
- l) Trator com carreta.

### 7.3.9 - Caracterização dos viveiros

A alocação dos viveiros foi determinada pelas características topográficas do terreno (declividades, disponibilidade de água salgada e facilidades para drenagem).

Na área selecionada foram considerados parâmetros relativos ao tipo de solo, condições de infiltração de água e necessidades para o manejo dos viveiros durante o cultivo. De uma área de 104 hectares, 22,5 hectares constituem áreas de afastamento, preservação permanente e área destinada para a sede ficando fora do projeto de produção

Desta forma, 81,5 ha de área estarão disponibilizados para a implantação de 60,2 hectares de lâmina de água em viveiros de produção e 6,9 ha (11,46 % da área de viveiros) para tanque de recirculação e recuperação da água dos viveiros, além dos canais de abastecimento, recirculação e escoamento **Figura 31**.

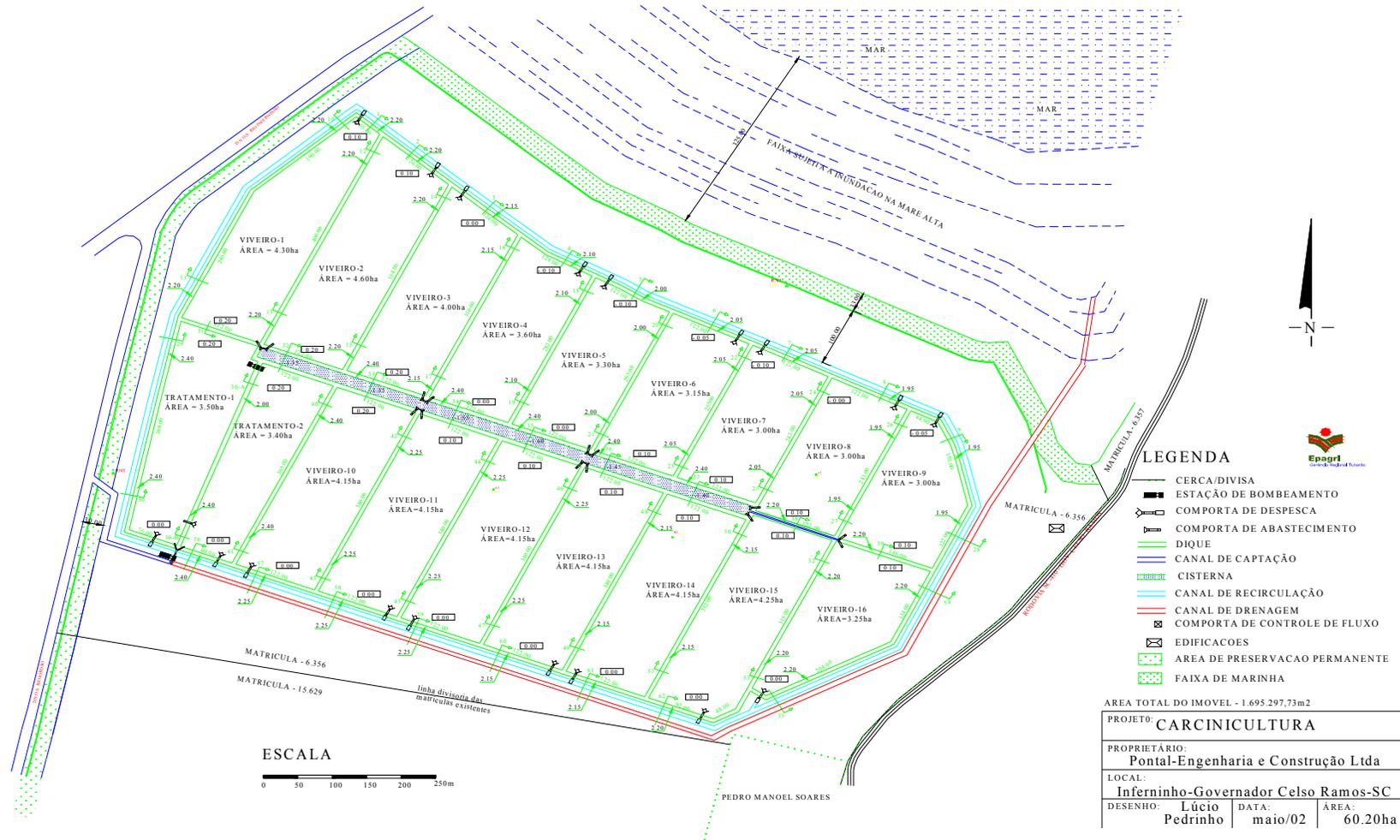


Figura 31. Projeto piloto Pontal Engenharia

### 7.3.10 - Construção dos viveiros

Os 16 viveiros, com áreas variando de 1,9 a 4,8 ha, serão construídos em solo natural (areno argiloso) com material oriundo da escavação dos canais externos e valas internas dos viveiros (gamboas) **Figura 32 e 33**.

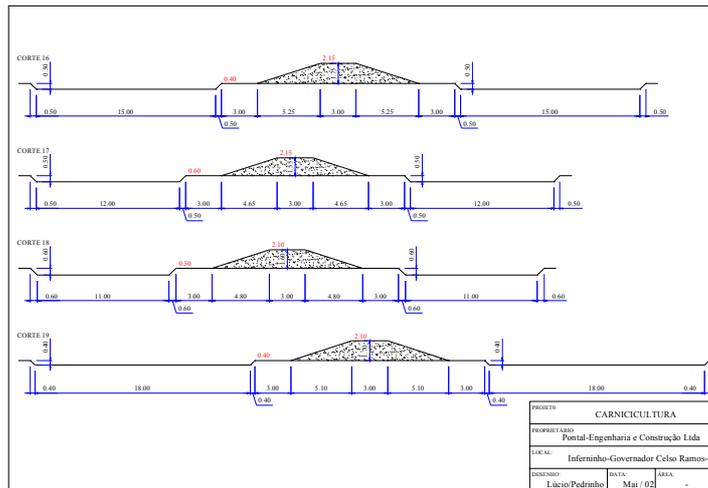


Figura 32. Cortes talude e fundo dos viveiros

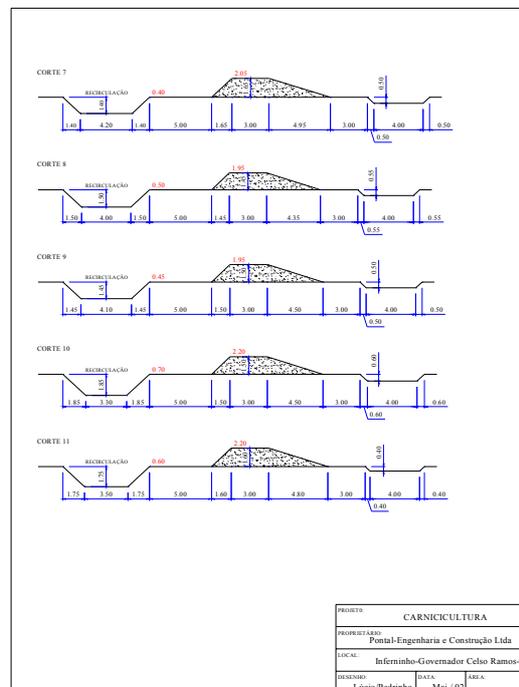


Figura 33. Cortes talude e canais

Cada viveiro será provido de comporta de abastecimento, comporta de drenagem, taludes e canais internos de drenagem. Os taludes serão construídos com escavadeiras hidráulicas. A inclinação do fundo (desde a área da comporta de abastecimento até a comporta de escoamento) deverá ser de 20 cm a cada 100 m.

O trabalho de terraplanagem e limpeza do fundo deverá ser perfeito para permitir o completo escoamento da água e a saída de todo camarão para a comporta no momento da despesca.

A profundidade do viveiro será de 90 cm na parte mais rasa (junto ao canal de abastecimento) e 1,6 m na parte mais funda (junto a comporta de escoamento).

Toda terraplanagem deverá ser acompanhada por topógrafo capacitado que deverá controlar os níveis exatos dos taludes, pisos dos viveiros, comportas, canais de abastecimento e drenagem. A presença do topógrafo permitirá maior velocidade e economia na construção e, principalmente, evitará erros que possam comprometer o funcionamento da fazenda.

#### 7.3.11 - Cobertura vegetal

Imediatamente após a construção de cada talude será procedido o plantio de grama em mudas (tufos grandes) até a altura do nível da água.

O imediato estabelecimento da cobertura vegetal evitará a erosão dos taludes e o carreamento de solo e substâncias indesejáveis para dentro da área de cultivo.

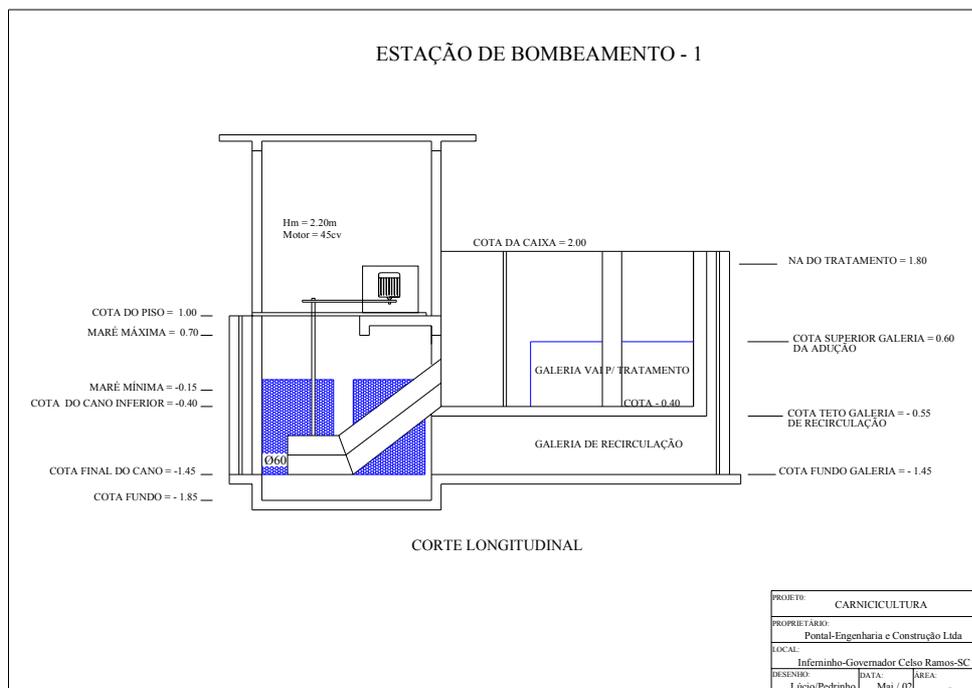
#### 7.3.12 - Estações de bombeamento

O projeto terá uma estação de bombeamento principal para levante de água do canal de adução e do canal de recirculação para o reservatório e uma estação de abastecimento secundária para o levante de água do reservatório para o canal de abastecimento.

As estações de bombeamento deverão ser implantadas em área de solo firme e seguro, com uma boa base para suportar as bombas e a passagem de água que está definida em 15% de todo volume de viveiros de produção. Os cálculos são realizados

para que as bombas operem 12 horas por dia para permitir o uso da energia elétrica nos horários mais baratos e para permitir a manutenção quando necessária.

As casas de bomba serão construídas em concreto usinado e terão capacidade para instalação de duas outras bombas **Figura 34**.



*Figura 34. Estação de bombeamento.*

O dimensionamento das bombas está especificado nas **Tabelas 35 e 36**:

**Tabela 35. Estação de Bombeamento 1**

Equipamentos	- 3 bombas hidráulicas axiais
	- tubulação 60Φ
	- motor de 50 Hp

**Tabela 36. Estação de Bombeamento 2**

Equipamentos	- 2 bombas hidráulicas axiais
	- tubulação 50 Φ
	- motor 40 Hp

#### 7.3.13 - Canal de adução

A captação da água para a fazenda será obtida a partir de um canal de adução conectado ao do Canal do Rio Jordão.

#### 7.3.14 - Canais de abastecimento

O canal de abastecimento central será construído pela escavação do terreno e levantamento dos taludes periféricos e será abastecido com água do reservatório, captada pela estação de bombeamento secundária

Alguns viveiros serão abastecidos através de calhas de concreto construídas nos taludes.

Do canal de abastecimento a água será distribuída aos respectivos viveiros por gravidade.

#### 7.3.15 - Taludes

Os taludes (diques) que serão construídos em solo natural, deverão ter 3 metros de crista no topo e inclinações laterais de 2:1, 3:1, ou até 4:1 conforme aumentar o teor de areia do local de construção.

Os diques que servirão de acesso as comportas de escoamento onde deverão chegar os caminhões para as despescas, bem como os diques de acesso às estações de bombeamento, deverão ser mais largos (3,5 m) e deverão ser recapeados com saibro de boa qualidade, para permitir o trânsito pesado em qualquer situação.

#### 7.3.16 - Comportas de abastecimento

Cada viveiro terá pelo menos uma comporta de abastecimento, construída em madeira, e a soma das comportas de abastecimento de cada módulo deverá ter capacidade bem superior à capacidade do bombeamento.

A parte superior da comporta, acima das telas de retenção de predadores, deverá servir como ladrão, evitando o transbordamento do canal de abastecimento em caso de descontrolo.

As dimensões das comportas e especificações de frisos para controle de água e colocações de telas estão definidas em planta em anexo.

A estrutura das comportas de abastecimento deverá permitir o acoplamento de telas com malha d 0,5 a 5 mm, dependendo da fase de cultivo. Evitar o ingresso de organismos predadores inclusive das suas formas jovens que poderão competir com alimento, oxigênio ou mesmo predar os camarões cultivados, tem importância fundamental.

A localização das comportas de abastecimento será do lado oposto as comportas de escoamento, favorecendo a circulação e troca efetiva de água quando necessário.

### 7.3.17 - Comporta de drenagem

As comportas de drenagem são construídas com várias finalidades: manutenção do nível do viveiro, retenção dos camarões, drenagem da água e área de despesca.

São dimensionadas para permitir o completo escoamento da água dos viveiros em 8 horas de drenagem. Para que seja atendida a condição de drenagem completa o piso do fundo das comportas deve ser plantado 40 cm abaixo do piso de viveiro.

As comportas serão construídas em madeira com 3 partes bem definidas **Figura 35**.

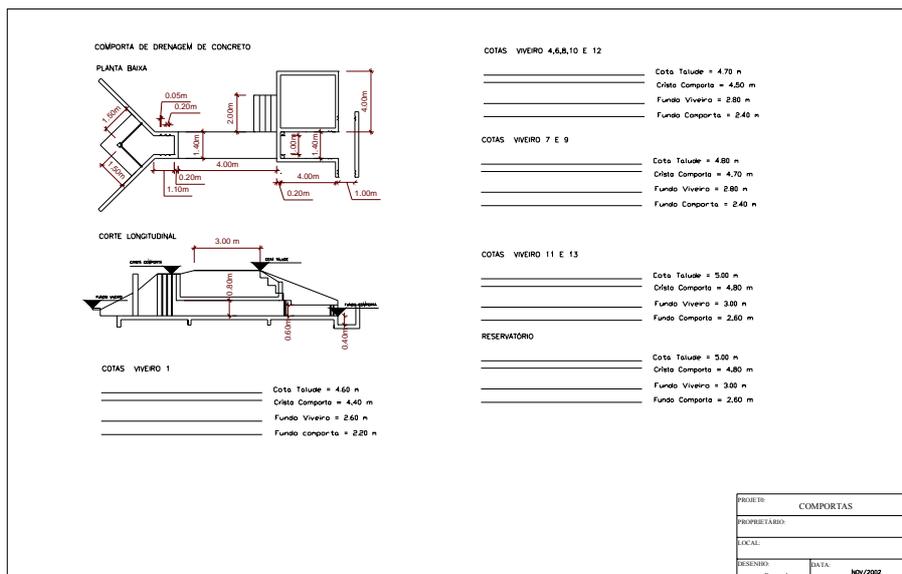


Figura 35. Cortes da comporta de drenagem

A parte junto ao viveiro, denominada cabeça da comporta, tem 2 abas que descerão até a base e que permitirão a colocação de telas para a retenção dos camarões. No final das abas estarão 3 frisos verticais onde serão colocadas as tábuas e argila para retenção da água do viveiro. O corpo da comporta ou galeria é um corredor de 90 x 90 cm que liga a cabeça da comporta a parte externa onde estará a caixa de despesca definida como uma área mais larga e comprida onde há espaço suficiente para colocação das redes e para o serviço de despesca.

Para fixação da rede de despesca são instalados no próprio concreto, no final da galeria, frisos onde é encaixado o quadro da rede de despesca, dando segurança para a fixação da rede e evitando qualquer escape de camarão por fora da rede.

Como a comporta de escoamento é também usada para despesca, o local deverá conter escada, poste para colocação de guincho e iluminação e ainda área para o estacionamento do caminhão e piso para preparação e pesagem do camarão.

#### 7.3.18 - Canal de drenagem

Existe na propriedade um sistema de drenagem pluvial composto por uma rede de valas que estão conectadas a uma vala principal que circunda a área e deságua na Baía de Tijucas. Esta vala será desassoreado para permitir melhor escoamento da água da chuva.

Também será construído um canal de drenagem lateral a fazenda, paralelo a SC-410, desembocando na Baía de Tijucas, com 5 m de largura e 2,5 m de profundidade. Esse canal receberá as águas de drenagem dos viveiros no final dos cultivos e servirá para drenagem da água de futuras fazendas que venham a ser implantadas em áreas acima do empreendimento.

A drenagem final dos viveiros ocorrerá a partir de uma vala de drenagem externa, paralela ao canal de recirculação da água, conectada ao canal de drenagem lateral. Esta vala estará conectada à estação principal de bombeamento, que auxiliará no esvaziamento do canal de recirculação.

### 7.3.19 - Sistema de recirculação de água

O desenho e a engenharia hidráulica da fazenda permitirão que toda a água utilizada nos viveiros possa ser reutilizada através de canais de recirculação conectados as comportas de drenagem dos viveiros. A água dos canais de recirculação poderá ser bombeada através da estação principal de bombeamento para o tanque de tratamento da água e posterior redistribuição aos viveiros.

A fazenda destinará 13% da sua área para tratamento e terá como vantagem a redução dos gastos de energia para o bombeamento e a redução do tempo de cultivo, pelo reaproveitamento da água com boa produtividade natural.

### 7.3.20 - Rede elétrica

Será implantada uma rede elétrica em alta tensão com 1,5 km de extensão, com rebaixamento nas áreas de bombeamento nos setores centrais, onde a energia será redistribuída através de uma rede de baixa tensão, com 2,5 km de extensão para acionamento dos aeradores.

## 7.4 - Cronograma físico para execução da obra

O cronograma físico para execução da obra segue na **Tabela 37**.

Tabela 37. Cronograma físico para execução do projeto Pontal Engenharia.

Especificações	Período (meses)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Construção dos taludes	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção das estações de bombeamento			X	X	X	X	X		
Construção dos canais de abastecimento e drenagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalação da Rede Elétrica			X	X	X				
Instalação das comportas			X	X	X	X	X		
Plantio de grama	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Início da operação						X	X	X	X

## 7.5 - Dimensionamento da produção

O dimensionamento da produção refere-se a uma estimativa para quando os viveiros estiverem em operação e com base na produtividade média alcançada pelas fazendas da região de Florianópolis e Fazenda Experimental Yakult - UFSC nos primeiros ciclos de cultivo das fazendas, para uma área de 60,2 ha de lâmina d'água.

### 7.5.1 - Cronograma de produção

O cronograma de produção para os próximos ciclos está especificado na **Tabela 38**.

Tabela 38. Cronograma de produção

Viveiro	Meses											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
1	C1	C1	C1			P2	C2	C2	C2	C2	P1	C1
”	C1	C1	C1			P2	C2	C2	C2	C2	P1	C1
16	C1	C1	C1			P2	C2	C2	C2	C2	P1	C1

Onde:

P = Preparação e povoamento do viveiro

C<sub>1</sub> = Primeiro Cultivo

C<sub>2</sub> = Segundo Cultivo

Os viveiros serão povoados em blocos, com uma previsão de tempo de cultivo entre 80 e 100 dias, considerando para fins de cronograma uma média de 90 dias de cultivo efetivo.

### 7.5.2 - Demanda de pós-larvas

Os cultivos serão desenvolvidos com pós-larvas de camarão no estágio de PL20, provenientes dos laboratórios conveniados ao Programa Estadual de Cultivo de Camarões Marinhos. Inicialmente, os viveiros serão povoados com uma densidade de 20 PL/m<sup>2</sup>, podendo esta densidade ser aumentada até 25 PL/m<sup>2</sup>, quando o viveiro já estiver estabilizado e a fazenda provida de aeradores. A princípio, serão necessários 12.040.000 pós-larvas por ciclo de produção, com um total de 24.080.000 pós-larvas/ano para 60,2 ha de lâmina de água.

### 7.5.3 - Estimativa de produção

A estimativa de produção está relacionada com os dados obtidos nos cultivos em fazendas da região de Laguna para o presente empreendimento.

A produção anual está estimada em 234.000Kg de camarões. Os dados da produção estimada estão apresentados na **Tabela 39**.

Tabela 39. Estimativa de produção

Densidade de povoamento	Densidade de cultivo de 20 camarões/m <sup>2</sup>
Peso de despesca	12 gramas
Sobrevivência no cultivo	65%
Produção por hectare/ciclo	1.560 kg
Produção anual por hectare (2 ciclos)	3.120kg
Produção anual total da Fazenda (60,2ha)	187.824 kg

### 7.5.4 - Demais insumos

A energia elétrica, o combustível, os fertilizantes e as telas, entre outros, são alguns itens considerados dentro dos insumos.

#### 7.5.4.1 - Demanda de ração

Para efeito de cálculo considera-se uma estimativa de conversão de 1,2kg de ração para cada 1,0 kg de camarão produzido. A produção anual está estimada em 187.824 kg de camarões com uma demanda aproximada de 225.389 kg de ração a ser consumida no período.

## 7.6 - Investimentos

### 7.6.1 - Terreno

Terreno com área de 104 hectares no valor de R\$ 624.000,00.

### 7.6.2 - Terraplanagem

O material a ser trabalhado tem como principal característica o solo argiloso.

A Diretoria de Recursos Naturais da SDA (Secretaria da Agricultura e do Desenvolvimento Rural) elaborou uma tabela de rendimento e consumo de máquina que será utilizada como base para o cálculo dos custos de remoção de terra.

Os custos da terraplanagem ou movimentação de terra e tipos de máquinas a serem utilizadas, estão apresentados na **Tabela 40**.

Tabela 40. Custos de terraplanagem.

Especificação	Unid.	Tipo de Máquina	Quant.	Valor (R\$)	
				Unit.	Total
Taludes internos e externos	m3	Escavadeira Hidráulica	101.688,00	1,50	152.532,00
Cisterna	m3	Escavadeira Hidráulica	21.875,00	1,50	32.812,50
Canal de drenagem principal	m3	Escavadeira Hidráulica	11.000,00	1,50	16.500,00
Vala de drenagem dos viveiros	m3	Escavadeira hidráulica	6.153,00	1,50	9.229,50
Ensaibramento taludes	m3	Esteira/Caminhão	1.500,00	8,0	12.000,00
Plantio de Grama	Dia/ Homem	Manual	400,00	12,00	4.800,00
<b>TOTAL</b>					<b>227.874,00</b>

### 7.7.3 - Infra-estrutura do viveiro

Os custos das infra-estruturas do viveiro é apresentada na Tabela 4, e está de acordo com a realidade catarinense descrita pelo ICEPA/EPAGRI (2002). Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

Tabela 41. Custos da infra-estrutura

Especificação	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
Comporta de Abastecimento	16	1.300,00	20.800,00
Comporta de Drenagem	16	2.500,00	40.000,00
Rede elétrica (alta, baixa, com transformadores)	01	80.000,00	80.000,00
Instalação Elétrica aeradores	134	100,00	13.400,00
Cabo para aeradores (m)	10.000	2,95	29.500,00
Casa de Bomba	02	6.000,00	12.000,00
Lona Plástica de 4 m de Largura	5000	0,42	2.100,00
Conjunto motor/bomba 50 Hp –60cm $\Phi$	03	12.571,00	37.713,00
Conjunto motor/bomba 40 Hp – 50cm $\Phi$	02	11.181,00	22.362,00
Total			257.875,00

### 7.6.4 - Infra-estrutura de apoio

Os custo da infra-estrutura de apoio segue na **Tabela 42**.

Tabela 42. Custos da infra-estrutura de apoio.

Especificação	Unidade	Quant.	Valor (R\$)	
			Unitário	Total
Galpão para armazenamento de rações, laboratório e alojamento	m <sup>2</sup>	500	-	40.000,00
Total				40.000,00

### 7.6.5 - Equipamentos

Os equipamentos necessários, a quantidade e os valores correspondentes estão especificados na **Tabela 43**.

Tabela 43. Custos dos equipamentos.

Especificações	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Subtotal (R\$)
1. Aeradores	134	1.850,00	247.900,00
2. Equipamentos para transporte e aclimação de pós-larvas	01	10.000,00	10.000,00
3. Equipamentos para alimentação Bandeja para alimentação	1300	3,00	3.900,00
4. Equipamentos de amostragem Tarrafa	10	250,00	2.500,00
5. Equipamentos de acompanhamento Oxímetro de sonda	2	3.200,00	6.400,00
Colorímetro	1	2.000,00	2.000,00
Salinômetro	2	300,00	600,00
Phmetro de sonda	2	750,00	1.500,00
Termômetro	6	30,00	180,00

Especificações	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Subtotal (R\$)
Kit análise água (Amônia, nitrito, pH)	1	200,00	200,00
Rede de zooplâncton	2	100,00	200,00
6. Equipamentos de despesca			0
Rede de despesca	5	300,00	1.500,00
Tanque (1000 L)	5	156,00	780,00
Balança (100 kg)	2	800,00	1.600,00
7. Diversos			0
Ferramentas (furadeira, serra, chaves, etc.)	1	5.000,00	5.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>284.260,00</b>

### 7.6.6 - Projeto

Os valores correspondentes a custo do Projeto estão especificados na Tabela 44.

Tabela 44. Custos relacionados ao projeto.

Especificação	Valor (R\$)
Levantamento topográfico, elaboração e acompanhamento.	32.000,00
Taxa para licenciamento (FATMA, Prefeitura, CREA)	6.000,00
<b>Total</b>	<b>38.000,00</b>

### 7.7 - Custos de produção

Os valores correspondentes aos custos de produção, considerando a área total de viveiros para um período de 12 meses, estão especificados nas Tabelas 45 e 46.

Tabela 45. Custos fixos

Custo Fixo	Quantidade	Valor (R\$)	
		Unitário	Total
Caseiro (c/ encargos)	12 (meses)	660,00	7.920,00
Energia Elétrica e Combustível			2.000,00
Diversos (Impostos, taxas, etc.)			3.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>12.920,00</b>

Tabela 46. Custos variáveis

Custo Variável	Quantidade*	Valor (R\$)	
		Unitário	Total
Pós-larvas (mil.)	24.080	11,00	264.880,00
Ração (Kg)	225.389	1,50	360.622,00
Energia Elétrica (kwh)	795.000	0,09	71.550,00
Fertilizante e Calcário			10.500,00
Combustível			6.000,00
Pessoal de Apoio (c/ encargos)/ano	20	6.066,00	121.320,00
Custos diversos (2% da receita bruta)			30.052,00
<b>Subtotal</b>			<b>875.424,00</b>
<b>Total</b>			<b>888.344,00</b>

\*Índices de produção considerados: densidade de povoamento 20/m<sup>2</sup>; conversão alimentar =1,2: 1

## 7.8 - Avaliação econômica do empreendimento

A avaliação é o processo que permite conhecer, através de instrumentos de medição específicos, se o empreendimento é rentável ou não.

### 7.8.1 - Valor de produção

O preço médio de venda dos camarões produzidos tem sido de R\$8,00/Kg, não considerando os períodos de sazonais, onde há um incremento nos preços de venda. A estimativa dos valores de produção, considerando a área total, são apresentados na **Tabela 47**.

Tabela 47. Valor da produção

Área (ha)	Produção/ ha/ano Kg	Produção Total Kg	Preço de Vendas (R\$)	Valor Total (R\$)
60,2	3.120	187.824	8,00	1.502.592,00

Para efeito de avaliação econômica, estima-se a mesma produção para os 10 anos seguintes.

## 7.8.2 - Demonstrativo financeiro

Os valores correspondentes ao demonstrativo financeiro estão apresentados na **Tabela 48**.

Tabela 48. Demonstrativo financeiro.

Espec.	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimento	1.472.009										
Receita Bruta		1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592	1.502.592
(-) Custos Fixos		12.920	12.920	12.920	12.920	12.920	12.920	12.920	12.920	12.920	12.920
(-) Custos Variáveis		875.424	875.424	875.424	875.424	875.424	875.424	875.424	875.424	875.424	875.424
Lucro Bruto		614.248	614.248	614.248	614.248	614.248	614.248	614.248	614.248	614.248	614.248
(-)FUNRURAL (2,2%)		13.513	13.513	13.513	13.513	13.513	13.513	13.513	13.513	13.513	13.513
Lucro Líquido antes do IR		600.735	600.735	600.735	600.735	600.735	600.735	600.735	600.735	600.735	600.735
(-)IR*		77.742	77.742	77.742	77.742	77.742	77.742	77.742	77.742	77.742	77.742
Lucro Líquido		522.988	522.988	522.988	522.988	522.988	522.988	522.988	522.988	522.988	522.988

\* IR: aplicada a alíquota de 27,5 % sobre 20% da receita bruta deduzindo-se R\$ 4.900,00. Quando houver amortização de financiamento deve-se verificar se continua mais vantajoso do que aplicar a alíquota de 27,5% sobre o lucro líquido com a dedução de R\$ 4.900,00.

### 7.8.3 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a melhor maneira de exprimir a rentabilidade do empreendimento. O projeto apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 34% (Trinta e quatro por cento), para os níveis de produtividade de 1.560 Kg/ha, índice considerado seguro pelos resultados já obtidos na região de Florianópolis, podendo chegar a 3.000 Kg/ha/ciclo a partir do segundo ano de operação com densidades de 30 camarões/m<sup>2</sup>.

### 7.9 - Controle ambiental na execução das obras e no cultivo

Além do rigoroso monitoramento dos efluentes que será efetuado através do sistema de recirculação e dos viveiros de decantação e canais de escoamento, ainda será necessária a execução de um plano de obras para minimizar impactos ambientais.

A fazenda de cultivo de camarões será implantada em módulos. Apenas será iniciado o segundo módulo quando o primeiro estiver implantado e já com cobertura vegetal nos taludes, evitando assim o impacto da movimentação de terra.

No cronograma de construção, a cobertura vegetal (plantio de grama em mudas grandes) é prioritária e deverá ser colocada assim que cada talude esteja concluído.

Esta ação permitirá amenizar o impacto visual e ainda dará aos diques a proteção e a resistência necessária as intempéries como o vento, chuvas torrenciais que podem prejudicar a estrutura dos diques e a qualidade da água dos viveiros nos primeiros cultivos.

Será dada especial atenção para que as máquinas trabalhem de forma organizada e concentrada para permitir a rápida conclusão de cada etapa da construção.

Os taludes serão construídos com material do próprio local, apenas serão necessários alguns caminhões de material para a impermeabilização de comportas (argila) e para o recapeamento (saibro) dos taludes, onde haverá trânsito pesado.

Na fase de implantação, o planejamento prevê a construção das comportas antes do início da remoção interna de terra, o que evitará em 100% a liberação de sedimentos para fora do projeto. Todos os taludes que ficarão fora da linha d'água dos viveiros

terão cobertura vegetal plantada, portanto não haverão áreas descobertas depois da conclusão das obras do projeto.

A fazenda, tanto pela área de captação, quanto pela área da liberação da água na Baía de Tijucas, não provocará nenhum tipo de dano ou de comprometimento da linha da costa.

O sistema de recirculação e tratamento dos efluentes definirá a racionalização do uso de água externa e o mínimo de água a ser liberada. Na mesma direção, é interesse do sistema de produção, utilizar a água que sai dos viveiros, rica em diatomáceas e nutrientes e rebombear, com pequeno gasto de energia, por se tratar de pequena altura, evitando ao máximo o uso de água do Canal do Rio Jordão que é mais carregado em material em suspensão. Entretanto, para o início do cultivo, será necessário um considerável volume de água para encher os viveiros. Após o enchimento, apenas serão mantidas as perdas por evaporação e infiltração.

O sistema de produção de camarões não utiliza outros químicos senão os fertilizantes nitrogênio e fósforo e o calcário para correção do solo.

A preparação do fundo dos viveiros (adição de calcário e rotativação do solo) é realizada após a completa secagem do solo do interior dos viveiros, já com a comporta fechada. Também não interessa permitir a perda de calcário para fora do viveiro por questões de eficiência, economia e rapidez na preparação do próximo cultivo.

É necessário que seja construído um laboratório de análise físico-química da água para auxiliar nas decisões de manejo da renovação da água, do sistema de recirculação e das fertilizações. Devido a presença de atividades potencialmente poluidoras, é de suma importância que antes de qualquer decisão quanto ao bombeamento da água do Rio Jordão, amostras de água do rio sejam analisadas neste laboratório.

Nenhum tipo de antibiótico é utilizado nas fazendas de cultivo do Sul do Brasil. Todo sistema de produção está fundamentado na autodepuração do ambiente. Neste campo, o próprio mercado externo, muito exigente, não permite o uso de antibióticos em qualquer das fases de produção (nem sequer no laboratório de reprodução).

A fazenda utilizará quantidades consideráveis de ração, mas todo e qualquer volume é fornecido com o uso de comedouros do tipo bandeja, que permite regular o adicionamento com o consumo e qualquer sobra é retirada do viveiro. É reconhecido na aqüicultura que os alimentos não consumidos ou não aproveitados constituem

perigoso fator de poluição. Assim, a sustentabilidade da produção depende diretamente da saúde do solo e da água dos viveiros.

A sede da fazenda, que estará fora da área dos viveiros, terá um galpão de 500 metros quadrados, com múltiplas finalidades. Primeiramente oferecerá logística para os funcionários, com alojamento, cozinha, refeitório e banheiros; uma área será destinada a parte administrativa; o armazenamento de ração ocupará a parte principal do interior do galpão, onde o controle de umidade e a isenção de insetos e roedores será absoluta; uma sala será destinada ao armazenamento de adubos químicos; uma última área será destinada a oficina e ao abrigo de veículos e equipamentos.

Para evitar o escape de camarões na despesca serão instaladas redes de segurança e telas dentro dos canais de despesca, que evitarão o acesso destes organismos ao ambiente natural.

#### 7.9.1 - Monitoramento dos efluentes

As tecnologias adotadas para o cultivo de camarões em Santa Catarina estão em conformidade com os Códigos de Conduta da Aquicultura Responsável, elaborados pela FAO e pela Global Aliança Aquaculture, que têm como principal objetivo a preservação dos recursos naturais e conseqüentemente a sustentabilidade da atividade.

A adequada qualidade da água é fator determinante para o cultivo de camarões. Condições inadequadas da água resultam em prejuízo ao crescimento, à saúde, à sobrevivência e a qualidade dos camarões, comprometendo o sucesso dos sistemas de cultivos. Como o ambiente que irá receber a água proveniente do viveiro está interligado com o local de tomada de água para o abastecimento, qualquer impacto a este ambiente poderia inviabilizar os cultivos. Portanto, o emprego de tecnologia adequada, principalmente no que se refere ao manejo alimentar (ração) e a densidade de povoamento, faz-se obrigatório. Nas fazendas de engorda de camarões, a utilização de bandejas de alimentação permite o controle adequado da quantidade de ração a ser oferecida, evitando-se sobras de alimentos, que poderiam poluir pelo excesso de matéria orgânica o fundo, a água do viveiro e o ambiente adjacente. Além disso, a manutenção de uma adequada biomassa fitoplanctônica (produtividade primária) favorecerá uma melhor qualidade da água do viveiro pela biotransformação dos efluentes, principalmente os compostos nitrogenados e fosforados.

Os resultados de conversão alimentar obtidos nos cultivos em Santa Catarina são inferiores a 1:2 (1,2kg de ração para 1kg de camarões). Isso vem ocorrendo graças ao uso correto do manejo alimentar, evitando-se o desperdício e a degradação da água e do solo dos viveiros. Outro fator importante diz respeito à utilização de aeradores no cultivo, garantindo o nível adequado de oxigenação da água e eliminação de substâncias tóxicas. É importante ressaltar que existe um controle na densidade de povoamento dos viveiros por produtor, que depende do tipo de solo dos viveiros, nível de tecnificação e dos resultados de cultivos anteriores.

Outro aspecto importante diz respeito ao “lay-out” da fazenda, que prevê um sistema de recirculação da água dos viveiros, possibilitando que os efluentes sejam reutilizados durante o cultivo e sofra processo de sedimentação e oxigenação ao percorrer a longa extensão do canal de drenagem /recirculação, no momento da despesca.

Para que os produtores tenham acesso às mais modernas tecnologias de cultivo, eles passam por treinamentos através de cursos profissionalizantes, participação em palestras, dias de campo, visitas técnicas e reuniões periódicas na Associação de Criadores de Camarões. A capacitação dos produtores é uma das ações contidas no Programa Estadual de Cultivo de Camarões Marinhos.

A comprovação da eficácia dos procedimentos adotados pode ser verificada pelos excelentes resultados de produtividade obtidos nos cultivos e pelos resultados das análises dos efluentes das fazendas.

As diversas análises realizadas no início, meio e final da despesca de fazendas no município de Laguna, demonstram que os efluentes estão em conformidade com as exigências da resolução CONAMA nº 20, Art. 21. Esses resultados também foram confirmados em experimentos realizados pela UFSC na Fazenda Experimental Yakult (Barra do Sul), testando-se diferentes densidades de povoamento (TORIGOI, 2001).

#### 7.9.1.1 - Esquema de monitoramento

Assim como vem sendo executado para a região de Laguna, sugere-se que sejam realizadas análises da água dos efluentes de pelo menos um viveiro da fazenda em cada ciclo de cultivo no início, meio e fim da despesca. Em função dos resultados obtidos, pode-se optar pela eliminação das análises ou aumento dos intervalos entre

elas. A coleta da água será feita por técnicos da Epagri e da UFSC para posterior encaminhamento a um laboratório da região. Os laudos dos laboratórios serão encaminhados à Fatma em até 20 dias após a coleta.

Os parâmetros a serem analisados são os seguintes: pH, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, amônia não ionizável, DBO, sólidos sedimentáveis, nitrogênio total, coliformes fecais.

#### 7.9.1.2 - Caracterização dos resíduos sólidos

A sacaria plástica dos fertilizantes e da ração será guardada e doada para reciclagem, entretanto, pela proximidade da fazenda e da fábrica de ração, será buscada alternativa para o transporte da maior parte da ração a granel, o que tornará o processo mais limpo do ponto de vista ambiental.

Os demais resíduos, inclusive o lixo doméstico serão organizados para o recolhimento pela rede pública.

## **8 - CONCLUSÕES**

O levantamento de dados dos recursos ambientais e sua permanente atualização constituem fundamento para a estruturação do sistema de apoio a decisão do modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura

A organização e o gerenciamento de um banco de dados ambientais georreferenciados atualizados são possíveis de serem estruturados através de recursos de geoprocessamento como imagens Landsat, fotografias aéreas e softwares de SIG. Assim foi possível a estruturação do sistema de gerenciamento de banco de dados para a carcinicultura marinha denominado SIGcamarão.

Os procedimentos de levantamento de dados ambientais atualizados e geração de um banco de dados georreferenciados através do SIGcamarão formam a estrutura de um modelo de planejamento e gestão ambiental para a carcinicultura.

Os produtos de gestão ambiental representados na forma de informações georreferenciadas e informações ambientais geradas pelo modelo de planejamento e gestão ambiental são de grande relevância para o processo de tomada de decisão sobre zoneamento e investimentos em carcinicultura.

O emprego de técnicas de SR e Cadastro Técnico são essenciais para a estruturação de um sistema de gerenciamento de banco de dados ambientais na forma de SIG, para a área do cultivo de camarões porque a implantação de vários módulos de produção pressupõe a necessidade de reordenamento do espaço físico.

O levantamento de dados baseado em métodos científicos de levantamento e monitoramento ambiental são fundamentais para o aprofundamento do conhecimento sobre ecossistemas costeiros e valorização da carcinicultura marinha sustentável.

A forma de levantamento e a gestão de dados ambientais definidos pelo modelo de planejamento e gestão ambiental da carcinicultura constituem uma abordagem adequada de metodologia científica.

Os resultados das ações de pesquisa 1 e 2 e a comprovada produção de pescados na baía de Tijucas e de mexilhões e ostras em Governador Celso Ramos, são indicadores da potencialidade de qualidade de água para o desenvolvimento da carcinicultura marinha na planície costeira da Bacia hidrográfica do rio Inferninho.

Com base nos estudos da hidrologia no Rio Inferninho é indispensável a realização de obras (dragagem da foz e canais de abastecimento e drenagem coletivos) para a ampliação da área potencial para o desenvolvimento da carcinicultura.

Os limites de ampliação da área potencial serão definidos pela capacidade organizacional da bacia hidrográfica envolvendo diretamente os proprietários, o poder público municipal, estadual e federal.

A partir da análise de um somatório de dados de monitoramento, a atividade da carcinicultura pode ser melhor planejada no ecossistema costeiro. A busca por sistemas de cultivo com baixa renovação minimizam a problemática do uso comum da água nos ambiente costeiros e os riscos sanitários e econômicos.

O desenvolvimento da carcinicultura na planície costeira da bacia do Inferninho deve ser efetuado através do reordenamento do espaço. O reordenamento das propriedades é fundamental para a longevidade da atividade. Canais coletivos de drenagem e abastecimento de água devem transpassar os limites das propriedades. Para isto, deve se buscar um entendimento entre a coordenação do Programa estadual e a associação de produtores do núcleo norte. Isto será de extrema importância para a certificação do camarão cultivado nesta região.

Os resultados obtidos na presente pesquisa dão subsídios ao processo de elaboração dos RIMAs, em atendimento a nova resolução do CONAMA- 312, para projetos superiores a 50 ha.

## **9 - RECOMENDAÇÕES**

As peculiaridades de cada Bacia hidrográfica e estuário associado devem ser consideradas para a aplicação do modelo apresentado nesta pesquisa.

É recomendado que os projetos de carcinicultura atendam a nova resolução do CONAMA e participem ativamente na sua reformulação.

É recomendado o estabelecimento de um comitê de gestão da bacia hidrográfica do Rio Inferninho.

É recomendado que a associação de produtores construa um laboratório de análise de água para atender a demanda das fazendas e minimizar os custos necessários a implantação do programa de monitoramento da qualidade de água da Bacia do Rio Inferninho.

As autoridades locais, juntamente com os produtores ou o comitê de gestão da bacia, devem buscar o melhor aproveitamento das áreas que não foram enquadradas com aptidão ao cultivo, seguindo as recomendações expressas no item 7.2.3, recomendações para melhor gestão ambiental da Bacia do Rio Inferninho

A responsabilidade dos gestores do aterro sanitário aumentaram com o surgimento da atividade do cultivo de camarões na planície costeira. Recomenda-se que a associação dos produtores participe do processo de monitoramento dos efluentes do aterro sanitário. Os produtores devem buscar um perfeito relacionamento com os gestores do aterro sanitário.

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Termos de compromisso e código de conduta e de práticas de manejo para o desenvolvimento de uma carcinicultura ambiental e socialmente responsável**. ABCC, 2002. Disponível em <<http://www.abccam.com.br>> em 30/dezembro/2002.
- ALMEIDA, N. O. **Delimitação e caracterização de unidades de manejo ambiental: Uma contribuição metodológica**. UFSC. Florianópolis. 1982. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 130 p.
- ANDREATTA, E. R., BELTRAME, E., SEIFFERT, W.Q., WINCKLER, S. C. **O Desenvolvimento do Cultivo de Camarões da Região Sul do Brasil**. Revista ABCC. Ano 4. n.3. 2002. p.38-40.
- ANZECC. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. **Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters**. ANZEC, Canberra, ACT. 1992. 211p.
- BÄHR, H. P. & VÖGTLE, T. **GIS for environmental monitoring**. Stuttgart: Schweizerbart, 1999, 357p.
- BAIRD, D. J.; BEVERIDGE, M. C. M.; KELLY, L.A.;MUIR, J. F. **Aquaculture and Water Resource Management**. In: Proceedings of a conference held at the University of Stirling. Library of Congress. Institute of aquaculture. 1996. 215p.
- BARG, U. C. **Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera** – FAO Documento Técnico de Pesca, nº328. Roma, FAO. 1994. 138 p.
- BARG, V. SUBASINGHE, R.; WILLMANN, R.; RANA, K.; MARTINEZ, M. **Towards sustainable shrimp culture development: Implementing the FAO code of conduct for responsible fisheries (CERF)**. Fisheries Department. FAO, 1999. - Homepage, Italy, 36p. Disponível <http://www.fao.org>. em 15/Out./ 2001.
- BARROSO, G. F., LITTLEPAGE, J. **Protocolo para análise de clorofila a e feopigmentos pelo método fluorimétrico** (Fluorímetro TD-700). Programa Brasileiro de Intercâmbio em Maricultura. 1998. 21p. Disponível <http://web.uvic.ca/bmlp>> em 12/Dez./2001.

- BELTRAME, E., WINCKLER, S. C., SEIFFERT, W.Q. **Caracterização e evolução da carcinicultura no estado de Santa Catarina.** In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia (SOB). 2002. Cd-room.
- BISSET, R., **Introduction to EIA methods.** Paper presented at 10 th International Seminar on Environmental Impact Assessment and Management. University of Aberdeen, Scotland. 1989. 120 p.
- BLACK, P.E.. **Watershed hydrology,** Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1991.408p.
- BOYD, C.. **Water quality in ponds for aquaculture.** Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama. 1990. 482p.
- BOYD, C. E. **Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming.** Global Aquaculture Alliance, St. Louis. MO USA. 1999. 48 p.
- BOYD, C. E., GAUTIER, D. **Effluent composition and water quality standards: implementing GAA's Responsible Aquaculture Program.** Global Aquaculture Advocate. 2000. 3 (5):61-66.
- BOYD, C. E., GREEN, B. W. **Coastal water quality monitoring in shrimp farming areas, An example from Honduras.** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium.2002. 29 p.
- BOYD, C. E.; CLAY, J.W. **Evaluation of Belize Aquaculture Ltda.** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium. 2002. 25 p.
- BOYD, C. E.; HARGREAVES, J. A.; CLAY, J.W. **“Codes of Practice and Conduct for Marine Shrimp Aquaculture”.** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium. 2002. 31 p.
- BRASIL. Senado Federal, **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento:** Agenda 21, Senado Federal: Subsecretaria de Edições Técnicas.1996. 591p
- CÁNEPA. E. M. **A gestão dos recursos hídricos sob a perspectiva da economia ambiental.** Ciência & Ambiente III ( 4 ) 1992 p. 55-68.

- CARNEIRO, A. F. T. & PAULINO, L. A., **Atualização da carta cadastral urbana COBRAC'98**. UFSC, Florianópolis.Cd-room. 1998.
- CHLUDINSKI, A. P. **Integração de dados oceanográficos e de sensoriamento remoto da análise espacial de águas costeiras visando a setorização da reserva biológica marinha do Arvoredo e Baía de Tijucas, SC**. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFSC.Florianópolis. 2002. 157p.
- CHAMBERLAIN, G. **Cultivo sustentável do camarão: Mitos e verdades**. Revista da ABCC. 2002. p.75-84.
- CLARK, J. R. **Integrated management of coastal zones**. FAO Fisheries Technical Paper.n.327. FAO, Rome, 1992. 150p.
- CÓDIGO FLORESTAL. Lei nº 4771 - de 15 de setembro de 1965.
- COSAC. Secretaria de assistência a saúde. Secretaria municipal de saúde. SIAB. Sistema de Informação de atenção básica. Biguaçu - Governador Celso Ramos. 2002..
- COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management – An introduction**. Longon, Oxford. 1974.413 p.
- COSTA, S. W. ANDREATTA, E. R.; GRUMANN, A. **Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões Marinhos**. Sec. Des. Rural e Agricultura/Epagri. 1999. 37 p.
- DAS NEVES, M. T. Técnico da EPAGRI de Governador Celso Ramos. 2002.
- DALE,P,F, & MCLAUGHLIN, J, D., **Land information management, an introduction with special reference to cadastral problems in third world countries**, Oxford , Oxford University Press, 1990. 259 p.
- DEUTSCHLAND. The Federal Minister for Environment Nature Protection and Nuclear Safety, **Landscape plannning contents and procedures**, Bonn, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1994.34p.
- DPA.Departamento de Pesca e Acuicultura/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado**. DPA.Brasília. 2001.276 p.
- ELOVAARA, A. K. **Shrimp Farming Manual**. Practical Technology for intensive shrimp production. Florida. 2001. 120 p.

- EMBRAPA/CNPSolos. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos** –. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FAO. **Guidelines for Land-Use Planning**. Rome, FAO Development Series 1, Fao, ., 1993. 96p.
- FAO. **Report of the Bangkok FAO Technical Consultation on Policies For Sustainable Shrimp Culture**. FAO Fisheries Report, n.572. FAO, Rome, 1997. p. 30-45.
- FAO. FISHERIES. **Trends in production, utilization and trade. In: Part1: The state of the world fisheries and aquaculture (SOFIA)**, 2000. FAO, Rome, Italy. 200 p.
- FAO – FISHERIES.,. **Production, Utilization and Trade**. In: Thirty-first session conference the state of food and agriculture. FAO, Rome, Italy, 2001. 70 p.
- FIG. FEDERATION INTERNATIONALE DES GEOMETRES. **“Statement on the Cadastre”**. In: **Modern Cadastres and Cadastral Innovations, Seminar** [online] Disponível na Internet via <http://geodesia.ufsc.br/sicad/> Arquivo capturado em 09 de setembro de 2001. 1999.
- FILHO, J. B. **Transporte de sedimentos por suspensão nas proximidades da Barra de Cananéia – SP**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado em Oceanografia. Universidade de São Paulo a USP, 2 vols. 1995. 260p.
- FILHO, J. C. **O camarão ecologicamente correto de Santa Catarina ou O jeito catarinense de criar camarão**. Panorama da aquicultura. v.12, n. 74, 2002.. p.36-41.
- GAUTIER, D. **“The integration of mangrove and shrimp farming: a case study on the Caribbean Coast of Colombia”**. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium, 2002.26 p.
- GERCO. **Diagnóstico Ambiental do Litoral de Santa Catarina. Caracterização Socioeconômica da zona costeira de Santa Catarina**. Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 1997. 70p.

- GESAMP (IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), **Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture**. Rep. Stud. Gesamp, (47),1991. 35 p.
- GESAMP (IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP).Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes**. Rep. Stud. Gesamp, (57): 1996.38 p.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UM/UNEP.. Joint group of experts on the scientific aspects of marine environmental protection), **Planning and management for sustainable coastal aquaculture development**. Rep. Stud. GESAMP, n.68, 2001, 90 p.
- GOLDBURG, R.; CLAY, J. **Draft guidelines for sustainable shrimp aquaculture**. 1999. Disponível em <http://www.earthsummitwatch.org/shrimp/index.html>. em Dez./01.
- GRANT, D. M. **Barriers to Cadastral Reform**. In: Administering Our Land. Na Anthology of Cadastral Issues in Australia. Austrália, 1997.10p. (article)
- GREEN, E. P.; MUMBY, P. J. ; EDWARDS, A . J.; CLARK, C. D. **A Review of Remote Sensing for the Assessment and Management of Tropical Coastal Resources**. Coastal Management. .1996. 24:1-40. 120p.
- GULLIAN, M. K.; SEIFFERT, W. Q. & BELTRAME, E. **Influence of low temperatures on survival and feed consumption of *Litopenaeus vannamei***. In. : V Congresso Ecuatoriano de Aquicultura. Proceedings, 1999.Cd-room.
- HESSEN, J, L,G. **Cadastre: indispensable for development**. ITC JOURNAL, -1, 1990. p.32-39.
- HUGUENIN, J. E. & COLT, J. **Development in Aquaculture and Fisheries Science**. v. 20. 1994. p.15-30.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Cartas Biguaçu e São João Batista**. Rio de Janeiro, 1974.

- ICEPA/EPAGRI. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Custo de produção do camarão marinho**. Florianópolis,ICEPA. 2002. 24p.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil. São José dos Campos, SP. 2000.Brasil.
- ITOKAZU, C.; SEIFFERT, W.; & LOCH, C. **Cadastro, a base para o controle da devastação e degradação do espaço rural**. Geodésia online, n.4, 1999. Disponível em <http://geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/1999/04/cw-res.htm>> Acesso em : 16. dez. 2000.
- JOLY, F. **La cartographie**. Paris,1976. 276 p.
- JORY, D. E. **New council chooses director, trains farm certifiers**. Global Aquaculture Advocate, 2002. 5 (5). p.4
- KAPETSKY, J.M.; HILL, J.M. AND WORTHY, L.D. **A Geographical Information System for Catfish farming Development**. Aquaculture, 68, 1998.p311-320.
- KAPETSKY, J.M.; MCGREGOR, L.; NANNE E, H. **A geographical information system and satellite remote sensing to plan for Aquaculture development: a FAO-UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica**. Fisheries Technical Paper (FAO), no. 287 ISBN: 1988. 92-5-102575, Rome, 1998. 170p.
- KELM, D. F. P& LOCH, C. **Cadastro e Reforma Agrária**. Anais COBRAC/1998. Florianópolis. 1998.
- KÜCHLE, J.;DILLENBURG, S.R. & HOLZ, M. **Estratigrafia de seqüências aplicada aos depósitos quaternários da região de Tijucas, SC**. In: VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2001, Imbé. Boletim de resumos – Mudanças globais e o quaternário do VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Imbé: ABEQUA, 2001.
- LARSSON, G. **Land Registration and Cadastral Systems**. London, Longman Group UK Limited, 1ª ed. . 1991175p.
- Legislação Ambiental de Santa Catarina: Proteção e melhoria da qualidade ambiental. Decreto nº 14.250 de 05 de junho de 1981. Regulamentada nos dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980.

- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. 2 ed. 1982 .46p.
- LILLESAND, T; KIEFER, R. **Remote sensing and image interpretation**. 3<sup>a</sup> Edition. New York, United States of America: JOHN WILEY & SONS. 1994. 750p.
- LIN, C. K. **Progression of intensive marine shrimp culture in Thailand**. In: C. L. Browdy and J. S. Hopkins (eds.), Swimming in troubled waters (proceedings of the special session on shrimp farming). World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA,1995. (pp.13-23).
- LOCH, C. **Monitoramento global integrado de propriedades rurais**. Florianópolis,UFSC. 1990.60p.
- LOCH, C. **A preservação do meio ambiente e a agrimensura**. V Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura. Anais. Campos de Jordão. 1991
- LOCH, C. **Cadastro técnico rural multifinalitário como base à organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural**. Tese para Professor Titular, Florianópolis, 1993,128 p.
- LOCH, C. 1998. **Modernização do poder público municipal**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico-COBRAC'98.
- MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**, Malheiros, 4<sup>a</sup>Ed, São Paulo, 1992.606 p.
- MACINTOSH, D., PHILLIPS, M. **Environmental considerations in shrimp farming**. Infofish International, Kuala Lumpur, n0 6/92, 1992.p. 38-42.
- MADRID, R. **Programa de apoio ao desenvolvimento do cultivo de camarão no Brasil**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Pesca e Aquicultura. 1999.Disponível em [http://.www.agricultura.gov/dpa](http://www.agricultura.gov/dpa) .Em Dez./99.
- MARQUES, J. S.. **Geografia física e gestão ambiental**. In: VII Simpósio Brasileiro de geografia física e aplicada. Curitiba. 1997. p. 223-228.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J-M; AZEVEDO, A.E.G. **Carta geológica do quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília: Série Geologia n° 28, Seção Geologia Básica n° 18. 1988. 40 p. e 2 cartas.

- MARTINS, R. R. **Participação da atividade pesqueira artesanal na renda familiar dos moradores das comunidades do saco dos limões costeira do pirajubaé.** Florianópolis, Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC. Florianópolis, 1995.
- MEADEN, G. J & KAPETSKY, J. M. **Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture.** FAO Fisheries Technical Paper. No 318. Rome, FAO,1991. 262 p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20. de 18 de julho de 1986 – publicada no D.O.U. DE 30/07/86. 2002.. Disponível: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>> em 20/Dez./2002.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente 2002. Resolução CONAMA nº 312. de 10 de outubro de 2002 – publicada no D.O.U. DE18/10/02.Disponível: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31202.html>> em 20/Dez./2002.
- MOGOLLÓN, J. V. **Acuicultura y Medio Ambiente.** In: IV Congresso Equatoriano de Acuicultura. – Cd-room. 1997
- MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil:** Elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo, Edusp.1999. 229 p.
- NETTO, A., MARTINIANO, J., 1991. **Manual de Hidráulica.** 6ª Reimpressão. São Paulo, Edgard Blucher,
- NUNES, A. **Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho.** Panorama da Aqüicultura. v.12.n.71, 2002.p.27-39.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C. e ESPINOZA-ANGULO, R., 1997. **Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensified shrimp farm in north-western México.** Marine Pollution Bulletin. v. 34, n.5. p. 290-297.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C., **Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of Califórnia.** Marine Pollution Bulletin. v. 38, n.7. 1999. p. 585-592.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C., **The environmental Impact of Shrimp Aquaculture and the Coastal Pollution in México.** Marine Pollution Bulletin. v. 36, n.1. 1998.pp. 65-75.

- PÁEZ-OSUNA. F., 2001. **The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective.** Environmental Pollution, v. 112, n. 2. p. 229-231.
- PÁEZ-OSUNA. F.; SUMAN, D. O. 2001. **El desarrollo sustentable de la camaronicultura: requerimientos e implicaciones.** In: Camaronicultura y Medio Ambiente. PÁEZ-OSUNA. F editor. p.426-436.
- PERALTA, E. Geografia Física e Gestão Ambiental. In: VII Simpósio Brasileiro de geografia física e aplicada. Curitiba. 1997. p. 229-243.
- PHILLIPS, M.J. **Tropical mariculture and coastal environmental integrity.** In: De Silva, S.S. (Ed.). Tropical Mariculture. Academic Press, London. 1998.p.17-69.
- POPULUS, J.; HASTUTI, W.; MARTIN, J.-L.M.; GUELORGET, O.; SUMARTONO, B.; WIBOWO.A. **Remote sensing as a tool for diagnosis of water quality in Indonesian seas.** Ocean and coastal management. Barking; 27(3), 1995.pp97-215.
- PRÓ-VIDA-SC. **“Complexo Laguna Sul-Catarinense. Relatório da segunda campanha de medições hidráulico-sedimentológicos, físico-químicos e biológicos** Divisão de Hidrodinâmica. DIVHID. v.3,1994.98p.
- RAMOS. et al., **Engenharia Hidrológica.** Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Recursos Hídricos ABRH. Editora da UFRJ, 1989.
- RATCLIFFE,J,T,**Town and contry planning,** London, University College London Press, 2nd. ed, 1992,506p.
- RENUNCIO, N. F. **Integração do cadastro técnico multifinalitário a sistemas de informações geográficas visando a implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul -SC.** Tese mestrado, UFSC, Florianópolis. 1995, 203 p.
- ROCHA, M. M. R.; FREITAS, C. M. C. **Panorama da Aquicultura Brasileira: Situação da Região Nordeste.** In: Contribuições ao desenvolvimento da aquicultura, em especial, da carcinicultura marinha do Brasil. MCR. Aquicultura. 1998.88 p.
- ROCHA, I. P. **Agronegócio do camarão cultivado – uma nova ordem econômica-social para o litoral nordestino.** Revista ABCC. Ano 2. n.1. 2000.p.23-30.

- ROCHA, I. P. **Uma análise sobre produção, demanda e preços do camarão cultivado, com ênfase para o mercado norte americano.** Revista ABCC. Ano 4. n.2. 2002. p.70-85.
- ROCHA, I. P.; ROCHA, M. M. R.; FREITAS, C. M. C. **Panorama da Aquicultura Brasileira: Situação da Região Nordeste. In: Contribuições ao desenvolvimento da aquicultura, em especial, da carcinicultura marinha do Brasil.** MCR. Aquicultura. 1998.88 p.
- ROSENBERRY, B. **World Shrimp Farming.** Aquaculture Digest, San Diego, California, USA. Singht, T.. Benefits of sustainable shrimp culture. Fao Fisheries Report, nº 572. (Suplement),1998, pp. 150 – 157.
- ROSS, L.G.; MENDOZA,Q. M.; BEVERIDGE, M. C. M. **The application of geographical information systems to site selection for coastal aquaculture: an example based on salmonid cage culture.** Aquaculture. 112, 1993.: p. 165-178.
- RUIVO, U. 2003. **Fundamentos da industrialização do camarão marinho cultivado.** Cargill.in press.
- SÁNCHEZ DALOTTO, R. A. 2000. **Aplicação de modelos cartográficos para simplificação, prognose e decisão nos estudos ambientais da Bacia Carbonífera Catarinense.** Florianópolis,(SC) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.. 149p. (Dissertação Mestrado).
- SCHETTINI, C. A.F.; CARVALHO, J. L. B.**Hidrodinâmica e distribuição de sedimentos em suspensão dos estuários dos rios Itapocu, Tijucas e Camboriú.** Notas Tec. FACIMAR, 2, 1998. pp 141-153.
- SCHETTINI, C.A.F. & KLEIN, A.H.F., **Aspectos da dinâmica sedimentar da Baía de Tijucas.** In: Semana Nacional de Oceanografia, 1997, Itajaí. Anais da Semana Nacional de Oceanografia. Itajaí, SC: FACIMAR.1997. 95p.
- SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, J.B.; JABOR, P. **Hidrologia e distribuição de material em suspensão de quatro estuários de Santa Catarina.** In: III Simpósio sobre Oceanografia, São Paulo. Resumos do III Simpósio sobre Oceanografia. São Paulo: IOUSP, 1996.

- SEDUMA. 1997. Santa Catarina. Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral.** Florianópolis.SEDUMA.Cd-room.
- SEDUMA, 2000. **Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina.** GERCO/SC. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 3v. 80p.
- SEIFFERT, W.Q; DERNER, R. B.; ANDREATTA, R. E., **Perspectivas do cultivo de camarões marinhos na região sul.** Panorama da Aqüicultura, v 8. n. 49. 1998(a). p.30
- SEIFFERT, W. Q; QUESADA, J. M & BELTRAME, E., **Nuevas Tecnicas de Alimentacion com Bandejas en el Brasil.** Panorama Acuícola. v. 3. n.6 Sep-oct de Medio de Información al Servicio de la Acuicultura y la Pesca Internacional - Sonora - Mexico. 1998(b).pp25-26.
- SEIFFERT, N. F. **Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas.** Florianópolis, UFSC, 1996, Tese Doutorado. 253 p.
- SEIFFERT, W. Q.; LOCH, C. **Modelo de Planejamento Ambiental para a Carcinicultura Marinha no Estado de Santa Catarina, Brasil.** In. XI Congresso Brasileiro de Aquicultura. Florianópolis. Aquicultura 2000a. CD- ROOM..
- SEIFFERT, W. Q., LOCH, C., BELTRAME, E. **Carcinicultura Marinha e o Manejo Integrado de Recursos Costeiros.** Panorama da Aqüicultura. v.11.n.68.2001. p.53-55.
- SEIFFERT, W. Q., **Conama define como deve ser feito o licenciamento para a criação de camarão na zona costeira. Opinião.** Panorama da Aqüicultura. v.12. n.73. 2002.p.25.
- SEIFFERT, W. Q.;FOES. G. K.; BELTRAME, E.; ANDREATTA. E. R., **Estudo de viabilidade técnica do cultivo de *Litopenaeus vannamei* em baixas temperaturas, litoral norte do estado de Santa Catarina, Brasil.** In. XI Congresso Brasileiro de Aquicultura. Florinópolis. 2000.
- SEIFFERT, W. Q; LOCH, C. A, **A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para o desenvolvimento da maricultura no estado de Santa Catarina.** In: IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC 2000. 2000b.Cd-rom.

- SEIFFERT, W., LOCH, C. **A gestão territorial dos recursos costeiros e a carcinicultura marinha.** In: IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC 2002. 2002. cd-rom
- SHUMACHER, D. H. **Metodologia de produção de cartas para o cadastro técnico multifinalitário a partir de câmaras de pequeno formato.** Florianópolis: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 1995. 108 p.
- SILVA, J. A. **Direito Ambiental Constitucional.** São Paulo, Malheiros, 1994. 242 p.
- SILVA, A. Desmatamento do Município de Ibirubá - RS , analisado por fotografias aéreas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Rural, Santa Maria – RS. 1979. 145p.
- STANDARD METHODS. 1992.
- STRICKLAND, J. D H., PARSONS, T. R., 1972. **A practical handbook of seawater analysis.** Fisheries Research Board of Canada. 2 ed. Ottawa: Bulletin 167, 311pp.
- SOUZA M. F., GONÇALVES G. V. C., TUTIDA, L. M. SEIFFERT, W. Q. **Evaluation survival rates of *Litopenaeus vannamei* submitted to dry transport process for production ponds.** AQUAMAR INTERNATIONAL. Word Aquaculture Society. 2002. Cd-Rum. México. Cancun.
- SZUSTER, B., FLAHERTY, M. **A regional approach to assessing organic waste production by low salinity shrimp farms.** Aquaculture Asia. v.7 . n. 2. 2002,p.48-52.
- TACON, A.G. J. **Aquaculture feeds and feeding in the next millennium: major challenges and issues.** 1995.FAO Aquaculture Newsletter. Rome, n.10, p. 2-8.
- TACON, A.G.J. **Thematic Review of Feeds and Feed Management Practices in Shrimp Aquaculture.** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium, 2002.69 p.
- TEIXEIRA, I.S.; TEIXEIRA, R.C.F. **A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para a eficácia da Gestão Ambiental.** COBRAC 98 Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - Anais. Florianópolis, 1998.

- TOBEY, J.; CLAY, J. **Shrimp mariculture in Latin América and the Caribbean. Production, Trade and Environment.** CRC Working paper. Coastal Resources Management Project II. A partnership between USAID/G/ENV and the Coastal Resources Center, University of Rhode Island. June 1997. Coastal Resources Center, University of Rhode Island. 1997.
- TORIGOI, R. H. **Avaliação do efeito de três densidades de estocagem de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) sobre os índices de produção e qualidade do efluente.** Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 81 p.
- TRAVAGLIA, C.; KAPETSKY, J.M.; PROFETI, G. **Inventory and monitoring of shrimp farms in Sri Lanka by ERS-SAR data.** Environment and Natural Resources Working Paper, n1, FAO, Rome.1999, 34p.
- TURNER,R,K. **Sustainable Environmental Economics and Management**, London Belhaven Press, 1993,398 p.
- TWILLEY, R. R.; ARMIJOS, M. M.; VADIVIESO, J. M.; BODERO, A. **The environmental Quality of Coastal Ecosystems in Ecuador: Implications for the developmente of integrated mangrove and srhimp pond management.** In: A. Yanez-Arancibia y A.L. Lara-Domíngues (edz.) Ecosistemas de Manglar en América. Tropical. Instituto de Ecología, A. C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA., 1999, pp. 199-230.
- UBERTI, A . A. A .;BACIC,I.L.Z.; PANICHI,J.A.A .V.; NETO, J. A . L.;MOSER, J. M.;MOSER, J. M.;PUNDEK, M.;CARRIÃO,S. L. **Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do estado de Santa Catarina..** Florianópolis, EMPASC/ACARESC, 1991, 19 p. (EMPASC, Documentos no 119).
- UNEP.**Environmental Impact Assessment. Basic procedures for developing countries.** Bangkok, United Nations Environment Programme (UNEP) Regional Office for Asia and Pacific, 1988, 16p.
- VINATEA, L. **Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura.**UFSC.Florianópolis. 3 ed. 2003.166p.

- VINATEA, L.; OLIVEIRA, A.; SEIFFERT, W.Q. **Caracterização dos efluentes das fazendas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* na região nordeste do Brasil**. WAS 2003. World Aquaculture Society. Bahia. Salvador. Abstract. 2003.. Cd room.
- WAINBERG, A . A. **Impactos sócio-econômicos, geração de emprego, renda e divisas**. In: I Seminário Internacional. Perspectivas e Implicações da Carcinicultura Estuarina no Estado de Pernambuco. Recife, 2000 p.151-165.
- WOLFF, R. A. **Recursos naturais e pequena produção rural em Sorocaba de Dentro e Amâncio (Biguaçu-SC)**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina . UFSC,1995. 151 p.
- WORD BANK, NACA, WWF, FAO., **Shrimp and the Environment**. A World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program “To analyze and share experiences on the better management of shrimp aquaculture in coastal areas”. Synthesis report. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 2002. 119 p.
- WORLD BANK. **Report on Shrimp Farming and the Environment: Can Shrimp Farming Be Undertaken Sustainability?** A Discussion Paper designed to assist in the development of sustainable Shrimp Aquaculture. World Bank. Draft. 1998 Disponível em <http://www.enaca.org>. Em Nov./02.
- ZWEIG, R.; BRAGA, M.I.J. 1996. **Best practices, lessons learned, and guidelines for aquaculture development**. A review of completed bank-assisted aquaculture projects. World Bank, march (draft).
- YAÑEZ-ARANCIBIA., **Integrated Coastal Management in Latina América**. Special Issue Ocean & Coastal Management, Elsevier Oxford, UK, v.42 (2-4).1999.pp.77-368.

## **ANEXO I**

### **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

#### **RESOLUÇÃO Nº 312, DE 10 DE OUTUBRO DE 2002**

Dispõe sobre licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, tendo em vista as competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, alterado pelo Decreto nº 3.942, de 27 de setembro de 2001, e tendo em vista o disposto nas Resoluções CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, e nº 001, de 23 de janeiro de 1986 e em seu Regimento Interno, e

Considerando que a Zona Costeira, nos termos do § 4º, art. 225 da Constituição Federal, é patrimônio nacional e que sua utilização deve se dar de modo sustentável e em consonância com os critérios previstos na Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988;

Considerando a fragilidade dos ambientes costeiros, em especial do ecossistema manguezal, área de preservação permanente nos termos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, com a definição especificada no inciso IX, art. 2º da Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, e a necessidade de um sistema ordenado de planejamento e controle para preservá-los;

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade, prevista nos artigos 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, §2º, 186, inciso II e 225 da Constituição Federal;

Considerando os Princípios da Precaução, da Prevenção, Usuário-Pagador e do Poluidor-Pagador;

Considerando a necessidade de serem editadas normas específicas para o licenciamento ambiental de empreendimentos de cultivo de camarões na zona costeira;

Considerando que a atividade de carcinicultura pode ocasionar impactos ambientais nos ecossistemas costeiros;

Considerando a importância dos manguezais como ecossistemas exportadores de matéria orgânica para águas costeiras o que faz com que tenham papel fundamental na manutenção da produtividade biológica;

Considerando que as áreas de manguezais, já degradadas por projetos de carcinicultura, são passíveis de recuperação;

Considerando as disposições do Código Florestal, instituído pela Lei nº 4.771 de 1965, do Decreto Federal nº 2.869, de 9 de dezembro de 1998, do Zoneamento Ecológico-Econômico, dos Planos de Gerenciamento Costeiro, e da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, resolve:

Art. 1º O procedimento de licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira obedecerá o disposto nesta Resolução, sem prejuízo de outras exigências estabelecidas em normas federais, estaduais e municipais.

Art. 2º É vedada a atividade de carcinicultura em manguezal.

Art. 3º A construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de empreendimentos de carcinicultura na zona costeira, definida pela Lei nº 7.661, de 1988, e pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, nos termos desta Resolução, dependem de licenciamento ambiental.

Parágrafo único. A instalação e a operação de empreendimentos de carcinicultura não prejudicarão as atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais.

Art. 4º Para efeito desta Resolução, os empreendimentos individuais de carcinicultura em áreas costeiras serão classificados em categorias, de acordo com a dimensão efetiva de área inundada, conforme tabela a seguir:

PORTE	ÁREA EFETIVAMENTE INUNDADA (ha)
Pequeno	Menor ou igual a 10,0
Médio	Maior que 10,0 e menor ou igual a 50,0
Grande	Maior que 50,0

§ 1º Os empreendimentos com área menor ou igual a 10,0 (dez) ha poderão ser licenciados por meio de procedimento de licenciamento ambiental simplificado, desde que este procedimento tenha sido aprovado pelo Conselho Ambiental.

§ 2º No processo de licenciamento será considerado o potencial de produção ecologicamente sustentável do estuário ou da bacia hidrográfica, definida e limitada pelo ZEE.

§ 3º Os empreendimentos com área maior que 10,0 (dez) ha, ficam sujeitos ao processo de licenciamento ambiental ordinário.

§ 4º Os empreendimentos localizados em um mesmo estuário poderão efetuar o EPIA/RIMA conjuntamente.

§ 5º Na ampliação dos projetos de carcinicultura os estudos ambientais solicitados serão referentes ao novo porte em que será classificado o empreendimento.

Art. 5º Ficam sujeitos à exigência de apresentação de EPIA/RIMA, tecnicamente justificado no processo de licenciamento, aqueles empreendimentos:

I - com área maior que 50,0 (cinquenta) ha;

II - com área menor que 50,0 (cinquenta) ha, quando potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente;

III - a serem localizados em áreas onde se verifique o efeito de adensamento pela existência de empreendimentos cujos impactos afetem áreas comuns.

Art. 6º As áreas propícias à atividade de carcinicultura serão definidas no Zoneamento Ecológico-Econômico, ouvidos os Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente e em conformidade com os Planos Nacionais, Estaduais e Municipais de Gerenciamento Costeiro.

Art. 7º Nos processos de licenciamento ambiental, o órgão licenciador deverá exigir do empreendedor, obrigatoriamente, a destinação de área correspondente a, no mínimo, 20% da área total do empreendimento, para preservação integral.

Art. 8º O empreendedor ao solicitar a Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI e Licença de Operação - LO para empreendimentos de carcinicultura deverá apresentar no mínimo os documentos especificados no Anexo I.

Art. 9º O órgão licenciador deverá exigir obrigatoriamente no licenciamento ou regularização de empreendimentos de carcinicultura as outorgas de direito de uso dos recursos hídricos .

Parágrafo único. Fica vedada a instalação de empreendimentos em áreas de domínio da União nas quais não exista registro de ocupação ou aforamento anterior a fevereiro de 1997, nos termos do artigo 9º da Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998.

Art. 10 O Órgão Ambiental licenciador deverá comunicar ao respectivo Conselho Ambiental, no prazo máximo de trinta dias, as Licenças Ambientais expedidas para carcinicultura.

Art. 11 Quando da etapa de Licença de Instalação - LI será exigido Plano de Controle Ambiental - PCA, contendo no mínimo o que consta do Anexo II desta Resolução.

Art. 12 Quando da etapa de Licença de Operação será exigido Plano de Monitoramento Ambiental - PMA, contendo no mínimo o que consta do Anexo III desta Resolução.

Art. 13 Esta Resolução aplica-se também aos empreendimentos já licenciados, que a ela deverão se ajustar.

Parágrafo único. Os empreendimentos em operação na data de publicação desta Resolução deverão requerer a adequação do licenciamento ambiental, no prazo de noventa dias, a partir da data de publicação desta Resolução, e ajustar-se no prazo máximo de trezentos e sessenta dias contados a partir do referido requerimento.

Art. 14 Os projetos de carcinicultura, a critério do órgão licenciador, deverão observar, dentre outras medidas de tratamento e controle dos efluentes, a utilização das bacias de sedimentação como etapas intermediárias entre a circulação ou o deságüe das águas servidas ou, quando necessário, a utilização da água em regime de recirculação.

Parágrafo único. A água utilizada pelos empreendimentos da carcinicultura deverá retornar ao corpo d'água de qualquer classe atendendo as condições definidas pela Resolução do CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.

Art. 15 O descumprimento das disposições desta Resolução sujeitará o infrator às penalidades previstas na Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e outros dispositivos legais pertinentes.

Art. 16 Sem prejuízo das sanções penais e administrativas cabíveis, o órgão licenciador competente, mediante decisão motivada, poderá alterar os condicionantes e as medidas de controle e adequação, inclusive suspendendo cautelarmente a licença expedida, dentre outras providências necessárias, quando ocorrer:

I - descumprimento ou cumprimento inadequado das medidas condicionantes previstas no licenciamento, ou desobediência das normas legais aplicáveis, por parte do detentor da licença;

II - fornecimento de informação falsa, dúbia ou enganosa, inclusive por omissão, em qualquer fase do procedimento de licenciamento ou no período de validade da licença;

III - superveniência de informações adicionais sobre riscos ao meio ambiente, à saúde, e ao patrimônio sócio-econômico e cultural, que tenham relação direta ou indireta com o objeto do licenciamento.

Art. 17 A licença ambiental para atividades ou empreendimentos de carcinicultura será concedida sem prejuízo da exigência de autorizações, registros, cadastros, entre outros, em atendimento às disposições legais vigentes.

Art. 18 No processo de licenciamento ambiental, os subscritores de estudos, documentos pareceres e avaliações técnicas são considerados peritos, para todos os fins legais.

Art. 19 Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

## ANEXO I

## DOCUMENTOS MÍNIMOS NECESSÁRIOS AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO

TIPO DE LICENÇA	DOCUMENTOS MÍNIMOS NECESSÁRIOS
LICENÇA PRÉVIA - LP	<p>1. Comprovação de propriedade, posse ou cessão de uso da área do empreendimento; 2.Requerimento da LP; 3.Cópia da publicação do pedido da LP; 4.Certidão de anuência da Prefeitura Municipal, e da Secretaria do Patrimônio da União, quando couber;</p> <p>5.Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Social e Ambiental, inclusive EIA/RIMA ou EA, o que couber; 6.Cópia do pedido de outorga de direito de uso dos recursos hídricos; 7.Registro no Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais, emitido pelo IBAMA; 8.Certidão negativa de débitos financeiros de natureza ambiental e certidão negativa de infração ambiental administrativamente irrecurável</p>
LICENÇA DE INSTALAÇÃO - LI	<p>1. Requerimento da LI; 2.Cópia da publicação do pedido da LI; 3.Cópia da publicação da concessão da LP; 4.Projetos ambientais, inclusive os de tratamento de efluentes, de engenharia e quanto aos aspectos tecnológicos e metodológicos de todas as etapas do cultivo, e do pré-processamento e processamento, neste caso, quando couber;</p> <p>5.Registro de aqüicultor emitido pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento; 6.Plano de Controle Ambiental - PCA; 7.Cópia do documento de outorga de direito de uso dos recursos hídricos; 8.Autorização de desmatamento ou de supressão de ecossistemas naturais, expedida pelo órgão ambiental competente, quando for o caso.</p>
LICENÇA DE OPERAÇÃO - LO	<p>1. Requerimento da LO; 2.Cópia da publicação do pedido da LO; 3.Cópia da publicação da concessão da LI; 4.Licença Ambiental de cada um dos laboratórios fornecedores das pós-larvas; 5.Programa de Monitoramento Ambiental - PMA.</p>

## ANEXO II

### PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

#### PARÂMETROS MÍNIMOS

##### 1. Identificação do Empreendedor/ Empreendimento

Nome/Razão Social

Endereço

CPF/CNPJ

##### 2. Caracterização do Empreendimento

Inserção locacional georeferenciada do empreendimento;

Descrição da área de influencia direta e indireta do empreendimento;

Justificativa do empreendimento em termos de importância do contexto socioeconômico da região;

Justificativa locacional;

Descrição e fluxograma do processo de cultivo;

Tipo de equipamentos utilizados (justificativa);

Detalhamento da vegetação existente, áreas alagadas e alagáveis e cursos d'água;

##### 3. Diagnóstico ambiental

Caracterização da área de influência direta e indireta do empreendimento contendo o detalhamento dos aspectos qualitativos e quantitativos da água para captação e lançamento;

Caracterização da área do entorno abrangendo vias de acesso, aglomerados populacionais, industriais, agropecuários, dentre outros;

Caracterização do meio físico e biológico abrangendo a geologia, pedologia, geomorfologia, fauna e flora (terrestre e aquática), da área em questão.

##### 4. Avaliação dos impactos ambientais

- Identificar, mensurar e avaliar os impactos ambientais significativos nas fases de planejamento, implantação, operação e desativação do empreendimento, dentre outros;

Possíveis impactos devidos à implantação do empreendimento:

Degradação do ecossistema e da paisagem;

Exploração de áreas de empréstimo para aterro (construção de talude);

- Risco de remobilização de sedimentos para a coluna d'água na fase de implantação;
- Perda da cobertura vegetal;
- Redução da capacidade assimilativa de impactos futuros;
- Redução de áreas de proteção/berçários de espécies autóctones/nativas;
- Redução de áreas propícias à presença de espécies em extinção;
- Risco de alteração de refúgios de aves-migratórias;
- Alteração da função de filtro biológico;
- Comprometimento dos corredores de trânsito de espécies nativas;
- Impacto dos resíduos resultantes dos processos de cultivo, pré-processamento e processamento;
- Alterações físico-químicas e biológicas de corpos receptores de efluentes;
- Impactos sobre o aquífero e conseqüente aumento da cunha salina;
- Recuperação de áreas abandonadas pelo cultivo;
- Risco de introdução de espécies exóticas.

#### 5. Proposta de controle e mitigação dos impactos

- Indicar e detalhar medidas, através de projetos técnicos e atividades que visem a mitigação dos impactos.

### ANEXO III

#### PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

#### PARÂMETROS MÍNIMOS

##### 1 - ESTAÇÕES DE COLETA

1.1 Implantar no mínimo o seguinte plano de instalação de estações de coleta de água, as quais deverão ser apresentadas em planta, com coordenadas geográficas, em escala compatível com o projeto, estabelecendo a periodicidade para coleta das amostras nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

“Nos viveiros em produção, sendo no mínimo 01(uma) estação para o pequeno produtor; 02 (duas) para o médio produtor; e 03 (três) para o grande produtor;

“No local do bombeamento (ponto de captação);

“No canal de drenagem;

“A 100m à jusante do ponto de lançamento dos efluentes da drenagem dos viveiros;

“A 100m à montante do ponto de lançamento dos efluentes da drenagem dos viveiros.

## 2 - PARÂMETROS DE COLETA

Determinar a variação dos parâmetros físico-químicos e biológicos, que deverão ser coletados na baixa-mar e preamar:

2.1 - Parâmetros hidrobiológicos, numa frequência mínima de coleta trimestral.

Material em suspensão (mg/l); Transparência (Disco de Secchi - m); Temperatura (°C); Salinidade (ppt); OD (mg/l); DBO, pH; Amônia-N; Nitrito-N; Nitrato-N (mg/l); Fosfato-P (mg/l) e Silicato-Si, Clorofila  $\mu\alpha\lambda$  e coliformes totais.

2.2 - Parâmetros biológicos, a uma frequência mínima trimestral, considerando as estações seca e chuvosa

“Identificar a estrutura quali-quantitativa da comunidade planctônica, descrevendo a metodologia a ser aplicada.

“Apresentar dados de monitoramento interno dos viveiros na véspera da despesca, concomitantemente à apresentação dos relatórios semestrais;

Nota 1: Os dados de monitoramento dos viveiros devem estar disponíveis quando solicitados;

Nota 2: Dependendo da análise dos dados apresentados, os parâmetros biológicos podem ser objeto de especificações apropriadas para cada caso.

## 3 - CRONOGRAMA

Apresentar cronograma de execução do Plano de Monitoramento durante o período de validade da Licença de Operação.

## 4 - RELATÓRIO TÉCNICO

Apresentar os relatórios técnicos dos parâmetros hidrobiológicos e dos parâmetros biológicos no prazo de trinta dias após cada coleta, e relatório anual com todos os dados analisados e interpretados, no qual deverão constar as principais alterações ambientais, decorrentes do empreendimento, bem como fazer comparações com as análises anteriores.