

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA DO IMARÚ E DOS
EFLUENTES DA CARCINICULTURA – LAGUNA, SC.**

MÁRCIA DOS SANTOS RAMOS BERRETA

ORIENTADOR: PROF. DR LUÍS ALBERTO BASSO

PORTO ALEGRE, NOVEMBRO DE 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**A QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA DO IMARUÍ E DOS
EFLUENTES DA CARCINICULTURA – LAGUNA, SC.**

MÁRCIA DOS SANTOS RAMOS BERRETA

Orientador: Prof. Dr. Luís Alberto Basso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Antônio Netto - Laboratório de Ciências Marinhas/UNISUL
Profa. Dra. Nina Villaverde Fujimoto - Departamento de Geografia / UFRGS
Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber - Departamento de Geografia / UFRGS

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Geografia como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Geografia.

PORTO ALEGRE, NOVEMBRO DE 2007.

Berreta, Márcia dos Santos Ramos

A qualidade das águas da Lagoa do Imaruí e dos efluentes da carcinicultura – Laguna, SC. / Márcia dos Santos Ramos Berreta - Porto Alegre : UFRGS/PPGEA, 2007.

[164 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2007.

1. Geografia. 2. Complexo Lagunar. 3. Carcinicultura. 4. Qualidade das Águas Superficiais. 5. Lagoa de Imaruí, SC. I. Título.

Catálogo na Publicação

Biblioteca Geociências - UFRGS

Renata Cristina Grun CRB10/1113

*Ao Edson, meu companheiro de todos os
momentos.*

AGRADECIMENTOS

Meu especial agradecimento às instituições e a todas as pessoas que colaboraram em algum momento nessa pesquisa. São elas:

- À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, universidade pública e gratuita, e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia.

- A CAPES que me proporcionou uma bolsa para que eu pudesse realizar as minhas pesquisas e pagar, inclusive, o deslocamento do campo e as análises laboratoriais.

- Aos meus filhos, Ana e Edson, e meus pais, Ernesto e Hilda, que entenderam a importância desse estudo para minha caminhada pessoal e profissional.

- Ao meu orientador, prof. Luís Alberto Basso, que me acompanhou nessa caminhada, aceitando o meu projeto, incentivando a minha forma de pensar, chamando-me refletir nos erros e nos acertos.

- Aos professores Nelson Sambaqui Gruber, do Departamento de Geografia, meu incentivador desde a graduação, e Sérgio Netto, da UNISUL, que abriu as portas de seu laboratório, o que facilitou muito a minha pesquisa.

- Ao técnico de geologia Gilberto Silveira dos Santos, laboratorista do CECO-UFRGS, que se disponibilizou a me acompanhar e orientar nas metodologias de laboratório no processamento das amostras de sedimentos.

- As professoras Nina Fujimoto, Tânia Strohaecker, do Departamento de Geografia, Teresinha Guerra, do Departamento de Ecologia, e Nilvania Aparecida de Mello, professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, minhas amigas e inspiradoras nesse processo de pesquisa.

- Aos professores Roberto Verdum e Álvaro Heidrich, do Departamento de Geografia, pelo aprendizado nos campos do Projeto das Unidades de Conservação.

- Aos colegas Marco Antônio Mendonça, Lucimar Vieira, Marli Michelsen, Nola Gamalho e Ricardo Burgo Braga, geógrafos, que estiveram presentes em todos os momentos.

- Aos meus “bolsistas voluntários de campo” Aline Meurer (bióloga), Sr. Aroldo Costa Martins (pescador em Laguna) e Edson Carlos Berreta, que se aventuraram dentro da lagoa nas canoas e caiaques para coletar as amostras de água e sedimento.

- As amigas do Pós-Gea Cristine Weissheimer e Sônia Farion pelos momentos inesquecíveis durante a nossa formação.

- Aos colegas do Núcleo de Estudos em Educação Ambiental - NEEA (Judite, Marcelo, Luana, Evandro, Lucas e Vilma) pela força nos últimos momentos da escrita da dissertação, que é quando a amizade faz a diferença.

- A todos aqueles que me forneceram material bibliográfico, cartas geográficas (1ª DL), *layer* para a cartografia (Prof. Jarbas Bonetti, UFSC), responderam as entrevistas, formais e informais.

- Aos carcinicultores que ajudaram nessa pesquisa, fornecendo materiais, documentos, laudos técnicos, respondendo perguntas. Especialmente a Antônio Pedro dos Santos, proprietário da Fazenda Coelho, que permitiu a minha pesquisa, autorizando as coletas e o acompanhamento do cultivo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização geográfica do Complexo Lagunar.....	28
Figura 2 - Mapa de localização geográfica da Lagoa do Imaruí.	29
Figura 3 - Marco de Tordesilhas localizado no município de Laguna/SC.....	31
Figura 4 - Saída de esgoto na lagoa do Imaruí, em pleno centro da cidade de Imaruí.....	36
Figura 5 - Localização do depósito de resíduos do município de Laguna.....	37
Figura 6 - Seção geológica esquemática apresentando as fácies que integram os sistemas deposicionais.	39
Figura 7 - Composição de fotografias com a vegetação de marisma, mangues e restinga, indicando o local das quatro fotografias enviadas aos professores para análise.	41
Figura 8 - Mapa altimétrico da área de entorno do Complexo Lagunar.	43
Figura 9 - Fluxograma da rede hidrográfica da RH9.....	49
Figura 10 - Mapa dos pontos de coleta do Projeto PROVIDA no Complexo Lagunar.....	56
Figura 11 - Mapa de localização dos pontos das coletas de água de captação da lagoa do Imaruí e dos efluentes da carcinicultura.....	63
Figura 12 - Localização do ponto de captação de água da Fazenda Coelho.....	64
Figura 13 - Localização dos pontos de captação de água da Fazenda Coelho.....	66
Figura 14 - Mapa de localização dos pontos de coletas das amostras de sedimentos.	69
Figura 15 - Organograma do procedimento metodológico.	74
Figura 16 - Duas espécies de camarão comercializadas em Santa Catarina: <i>L. Vanamei</i> (introduzida) e a <i>Farfantepenaeus</i> (nativa).....	81
Figura 17 - Sintomas da doença WSSV: manchas brancas na parte do dorsal do rostrun do camarão <i>Vanamei</i>	88

Figura 18 - Principais origens e saídas de nutrientes e matéria orgânica de um viveiro de criação de camarões marinhos.....	94
Figura 19 - Fluxograma das leis ambientais que precederam e instituíram a Resolução do Conama	105
Figura 20 - Mapa de localização das Fazendas Coelho, Meurer e Santos Martins.	115
Figura 21 - Galpões para retirada de leite da Fazenda Coelho.....	116
Figura 22 - Canal de entrada de água da lagoa de Imaruí para os viveiros (janeiro de 2006).	117
Figura 23 - As canoas dos pescadores encontradas nos canais antigos junto a Fazenda Coelho (janeiro de 2006).....	117
Figura 24 - Despesca dos viveiros de camarão na Fazenda Coelho (março de 2003).....	119
Figura 25 - Produção de um viveiro de cultivo de camarão da Fazenda Coelho (abril de	119
Figura 26 - Direcionamento dos efluentes sobre a vegetação da área da Fazenda (abril de 2006).	120
Figura 27 - Mapa do Complexo Lagunar com os pontos e os parâmetros que se mantiveram acima da Classe 1.....	135
Figura 28 - Mapa de Qualidade das Águas do Complexo Lagunar – Fevereiro de 2006.....	137
Figura 29 - Rede de contenção de animais aquáticos e plantas na entrada dos viveiros (julho de 2005).....	138
Figuras 30 e 31 - Monitoramento do parâmetro de salinidade e uso de aeradores para manter a oxigenação na água, respectivamente (julho de 2005).	139
Figuras 32 - Alimentação dos viveiros de criação de camarão (janeiro de 2004).....	139
Figura 33 - Despesca de um viveiro de camarão na Fazenda Coelho (março de 2004).	140
Figura 34 - Mapa de classificação do uso das águas da lagoa do Imaruí, conforme Resolução do Conama nº357/2005.	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Localização dos pontos de coletas de água no Complexo Lagunar.....	55
Quadro 2 - Localização dos pontos de amostragem de água no Complexo Lagunar, segundo a metodologia proposta pelo Programa de Monitoramento de Corpos Hídricos BR 101.	59
Quadro 3 - Parâmetros e pesos relativos do Índice de Qualidade de Águas.....	60
Quadro 4 - Faixas de qualidade de água para o IQA do NSF.	61
Quadro 5 - Metodologias utilizadas nas análises de água na primeira campanha, janeiro de 2006.....	65
Quadro 6 - Localização dos pontos de amostragem e horário da coleta.....	65
Quadro 7 - Metodologias utilizadas nas análises de água da segunda campanha - abril de 2006.....	66
Quadro 8 - Descrição e localização dos pontos de coleta das amostras de sedimentos.....	68
Quadro 9 - Informações técnicas sobre o cultivo de camarões marinhos em Santa Catarina..	84
Quadro 10 - Síntese das alternativas para solucionar as limitações da carcinicultura catarinense.....	87
Quadro 11 - Classificação dos poluentes segundo seu estado físico, natureza química e ação sobre os organismos aquáticos.	90
Quadro 12 - Conjunto de variáveis físicas, químicas, biológicas e tecnológicas que determinam à qualidade da água na aquíicultura.....	95
Quadro 13 - Principais materiais e dejetos produzidos pelo cultivo intensivo e semi-intensivo de camarões maternos.....	96
Quadro 14 - Padrões para programas de monitoramento da qualidade de água em ambientes aquáticos costeiros que recebem efluentes da fazenda de carcinicultura.....	99
Quadro 15 - Classes e usos para as água salobras conforme Resolução do Conama nº. 357/2005.....	109

Quadro 16 - Parâmetros de monitoramento das águas da carcinicultura conforme a Resolução do Conama n° 312/02 e os padrões permitidos para Classe 1 das águas salobras segundo a Resolução do Conama n°357 /05..... 110

Quadro 17 - Os parâmetros e seus respectivos limites de concentração permitidos para emissão de efluentes nos corpos de água, conforme a Resolução do Conama n° 357/05. 111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limite de concentração para águas salobras conforme Resolução do Conama nº 357 de março de 2005.....	57
Tabela 2 - Escala Granulométrica de Wentworth.....	71
Tabela 3 - Água requerida por sistemas de produção aquícola, industrial e agropecuário.....	92
Tabela 4 - Resultados das análises de água na lagoa Santo Antônio.....	123
Tabela 5 - Resultados das análises de água na Lagoa do Imaruí.....	124
Tabela 6 - Resultados das análises de água na Lagoa do Mirim.....	125
Tabela 7 - Resultados do IQA dos pontos localizados no Complexo Lagunar.....	136
Tabela 8 - Monitoramento da águas da Fazenda Coelho entre os anos de 2002 e 2005.	141
Tabela 9 - Monitoramento das águas da Fazenda Meurer entre os anos de 2002 e 2004.....	142
Tabela 10 - Monitoramento da Fazenda Santos e Martins entre os anos de 2004 e 2006.	143
Tabela 11 - Resultados da análise de água de entrada para os cultivos do Ponto 1 (1ª Campanha) – 26 de janeiro de 2006.	146
Tabela 12 - Resultados da análise dos efluentes (2º Campanha) – 22 de abril de 2006.....	148
Tabela 13 - Nitrogênio Total nos sedimentos da lagoa do Imaruí e canais de saídas dos efluentes da carcinicultura - novembro de 2005.....	154

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Origem da captação da água na sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar. ...	33
Gráfico 2 - Destino dos esgotos na sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar.....	35
Gráfico 3 - Temperatura média mensal registrada na Estação Meteorológica de Laguna num período de 55 anos	46
Gráfico 4 - Precipitação total mensal da Estação Meteorológica de Laguna num período de 54 anos.	46
Gráfico 5 - Percepção ambiental da comunidade da sub-bacia do rio d'Una e Complexo lagunar em relação a degradação da qualidade das águas dos recursos hídricos da região.	52
Gráfico 6 - Produção mundial da carcinicultura.....	76
Gráfico 7 - Evolução da área e produção dos cultivos de camarões marinhos no Brasil no período de 1996 a 2004.....	79
Gráfico 8 - Evolução da carcinicultura catarinense entre o período de 1998 a 2005.....	84
Gráfico 9 - Produção de camarões marinhos da espécie <i>Vanamei</i> da Fazenda Coelho (2001-2006).	118
Gráfico 10 - Granulometria dos sedimentos.....	152
Gráfico 11 - Percentagem de matéria orgânica contida nos sedimentos coletados.	153

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE GRÁFICOS	XII
RESUMO	XVI
ABSTRACT	XVII
1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1. Objetivos.....	23
1.1.1. Objetivo Geral.....	23
1.1.2. Objetivos Específicos.....	23
1.2. Justificativa do Tema.....	23
2. ÁREA DE ESTUDO	26
2.1 Localização Geográfica.....	26
2.2 Caracterização Socioeconômica e Ambiental	30
2.3 Caracterização do Meio Físico	38
2.4 Dinâmica Hídrica do Complexo Lagunar	44
3. MATERIAL E METODOS.....	53
3.1 Implantação e Desenvolvimento das Fazendas de Carcinicultura no Entorno do Complexo Lagunar	54
3.2 Qualidade das Águas do Complexo Lagunar Antes do Surgimento da Carcinicultura	54
3.3 Qualidade Atual das Águas do Complexo Lagunar.....	58
3.4 Monitoramento das Águas para o Cultivo e dos Efluentes no Período de 2002 a 2006.....	61

3.6 Qualidade da Águas que Entram e Saem do Cultivo de Camarões	62
3.4 Granulometria, Matéria Orgânica e Nitrogênio dos Sedimentos Encontrados na Área do Entorno às Fazendas de Carcinicultura	67
3.4.1 Análise Granulométrica.....	70
3.4.2 Análise da Matéria Orgânica	72
3.4.2 Determinação de Nitrogênio.....	72
4. PANORAMA DA CARCINICULTURA	75
4.1 Carcinicultura Mundial	75
4.2 Carcinicultura no Brasil.....	77
4.3 Carcinicultura Catarinense	80
4.4 Implantação da Carcinicultura no Município de Laguna	85
4.4.1 Situação Atual da Carcinicultura Lagunense.....	87
5. USO DA ÁGUA NA CARCINICULTURA	90
5.1 Efluentes Gerados pelo Cultivo de Camarões Marinhos	93
5.1.1 Monitoramento da Qualidade da Água dos Efluentes da Carcinicultura	96
5.1.2 Sedimentos Provenientes da Aqüicultura.....	101
5.2 Princípios da Legislação Ambiental Brasileira para o Uso da Água na Carcinicultura ..	103
5.2.1 Resolução do Conama n ° 312 de Outubro de 2002	106
5.2.2 Resolução Conama n° 357 de Março de 2005.....	108
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	114
6.1 Implantação e Desenvolvimento das Fazendas de Carcinicultura no Entorno do Complexo Lagunar	114
6.2 Qualidade das Águas do Complexo Lagunar Antes do Surgimento da Carcinicultura...	122
6.3 Qualidade Atual das Águas do Complexo Lagunar.....	136

6.4 Monitoramento das Águas para o Cultivo e dos Efluentes no Período de 2002 a 2006.	138
6.5 Qualidade da Águas Utilizadas para o Cultivo e dos Efluentes	146
6.6 Granulometria, Matéria Orgânica e Nitrogênio dos Sedimentos Encontrados na Área do Entorno às Fazendas de Carcinicultura.....	152
6.6.1 Análise Granulométrica.....	152
6.6.2 Análise da Matéria Orgânica	153
6.6.3 Determinação de Nitrogênio.....	154
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	157
ANEXOS	164

RESUMO

O Complexo Lagunar, localizado no litoral sul do estado de Santa Catarina, é formado pelo sistema lagunar Santo Antônio - Imaruí - Mirim. Desde o ano de 2000 vem sendo constituído nessa área o maior conjunto de empreendimentos carcinícolas no sul do país, através do cultivo da espécie *Litopenaeus vannamei*. Esse trabalho tem por objetivo principal avaliar a qualidade das águas utilizadas nas fazendas de criação de camarão no complexo Lagunar, assim como dos efluentes gerados pela carcinicultura, com o intuito de proporcionar subsídios úteis ao planejamento sustentável dessa atividade na região. A realização desse estudo pode ser dividida em duas etapas. A primeira refere-se às pesquisas bibliográfica e documental, onde se procurou contextualizar e aprofundar os temas propostos como o panorama da carcinicultura, o uso da água e a geração de efluentes pela criação de camarões marinhos e legislação brasileira referente à carcinicultura e usos da água no país. A segunda etapa refere-se à pesquisa experimental, onde, através do acompanhamento de um empreendimento de carcinicultura na lagoa do Imaruí entre os anos de 2003 e 2006, foi possível monitorar uma fazenda que cultivava camarões nessa região através de duas campanhas de coleta das águas utilizadas no cultivo e dos efluentes gerados por ele. A análise dos gerados pelas duas etapas apontou alguns resultados como: i) fatores econômicos propiciaram a expansão da carcinicultura no entorno do Complexo Lagunar, como o aumento do mercado consumidor e a infra-estrutura já existente para a venda do camarão nativo das lagoas. Com isso, em poucos anos, a região passou a ser a maior produtora de camarões cultivados em viveiros em Santa Catarina; ii) os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das campanhas realizadas entre 1992 e 1993 indicaram que as águas utilizadas nos cultivos estão prejudicadas por concentrações significativas de metais (principalmente Ferro, Alumínio e Magnésio) de nutrientes (Nitrato, Nitrito e Sulfeto) e bactérias (Coliformes Fecais) devido ao uso e ocupação do solo em que se encontra o sistema lagunar; e iii) os dados das campanhas realizadas na lagoa do Imaruí em janeiro e abril de 2006 apontaram que as águas utilizadas no cultivo estão comprometidas com Nitrogênio Amoniacal e Fósforo e a do efluente com Fósforo, Nitrogênio Amoniacal e Nitrato. A partir desses resultados pode-se concluir que as águas superficiais do Complexo Lagunar já estavam comprometidas antes da implantação da carcinicultura na região, porém, os dados analíticos indicaram que existe uma contribuição de nutrientes emitidos pelos efluentes sobre as águas das lagoas.

Palavras-Chave: Complexo Lagunar - Carcinicultura - Qualidade das Águas Superficiais.

ABSTRACT

The Lagoon Complex located on the southern coastline of the State of Santa Catarina, Brazil, is composed of the Santo Antonio - Imaruí - Mirim Lagoon System. Ever since 2000, this area has been the setting for the largest group of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming businesses in southern Brazil. The main objective of this work is to evaluate the quality of the waters that are used at these shrimp farms, coming from the Lagoon Complex as well as the related carcinoculture effluents, with the intention of offering useful information for the sustainable planning of the activity in this region. This study could be divided in two stages. The first reviews the bibliographic references and documents, contextualizing and investigating basic related issues such as carcinoculture scenarios; water usage and the generation of effluents from marine shrimp farming; and Brazilian legislation related to carcinoculture and water usage. The second stage refers to experimental research held between 2003 and 2006, in which, by means of undergoing two field campaigns to collect shrimp farm effluents, it was possible to monitor the activities of one of the Imaruí Lagoon shrimp farm businesses. On analyzing, both stages, among other results, were: i) that economic factors, such as the consumer market increase and the already existing infrastructure, owing to the native shrimp fishing activity, promoted the expansion of carcinoculture around the Lagoon Complex. Thus, the region became the largest shrimp farm complex of Santa Catarina; ii) the results of the physical - chemical and bacterial parameters of field campaigns held between 1992 and 1993 indicate that the waters used for shrimp farming were contaminated with significant concentrations of metals (principally Iron, Aluminum and Magnesium), nutrients (Nitrate, Nitrite, and Sulphate) and bacteria (Fecal Coliforms) due to the human occupation of the land defining the lagoon system; and iii) the data collected from the field campaigns held in January and April of 2006 indicate that the waters used for shrimp farming were contaminated with Ammoniacal Nitrogen and Phosphorous, and the related effluents having an Ammoniacal Nitrogen, Phosphorous and Nitrate load. Based on such results, the conclusion is that the Lagoon Complex surface waters were already compromised, prior to carcinoculture development in the region, but analytical data indicates that there is a nutrient contribution currently coming from shrimp farming in the Lagoon Complex.

Keywords: Lagoon Complex - Carcinoculture - Surface Water Quality.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a atividade de pesca extrativista marítima e estuarina gera aproximadamente 800 mil empregos diretos e cerca de três milhões de pessoas dependem direta ou indiretamente do setor (BRASIL, 2004). O que toda essa riqueza cultural e de importância socioeconômica nem sempre deixa a mostra é que a atividade pesqueira sempre teve que se adaptar à baixa produtividade da costa, determinada por fenômenos naturais incontroláveis e pela superexploração dos estoques marinhos, ocasionando aos pescadores, artesanais e industriais, dificuldades para manter a sua sobrevivência econômica na zona litorânea brasileira.

A lagosta sempre foi o mais típico pescado do litoral nordestino do Brasil, porém o uso continuado de métodos predatórios para captura minou os estoques desse crustáceo. As causas, apontadas por Tassara e Ribeiro (2007), são principalmente devido à necessidade de atender a um mercado consumidor insaciável que evolui de acordo com a capacidade tecnológica da frota que atua na pesca industrial, que utiliza métodos predatórios de captura (rede de arrasto do fundo do mar, por exemplo) que além, de sacrificar várias espécies não comerciais, retém lagostas muito pequenas ou fêmeas ovadas.

No estado de Santa Catarina, além dos recursos pesqueiros oceânicos, os estuarinos, principalmente camarões e siris, explorados basicamente por pescadores artesanais, apresentaram uma queda de produção nas últimas décadas, indicando uma forte sobrepesca. Entre 1985 e 1987, último período com dados disponíveis, a queda de produção foi de 70% (SANTA CATARINA, 1997 apud BURGUER, s.d.). Entre as causas dessa sobrepesca cita-se a atividade praticada de forma irregular e com equipamentos inadequados, como a pesca do arrastão com malha de rede fina que captura o camarão ainda pequeno.

É possível recuperar parte da capacidade produtiva tomando medidas de controle de esforço de pesca, permitindo que os estoques comprometidos voltem a produzir mais. Para isso são necessárias medidas de gestão e conservação. Uma das opções para aumentar a produção de pescado marinho é o desenvolvimento da aquicultura marinha (denominada maricultura), e a continental.

A maricultura tem sido tratada como alternativa técnica e econômica ao atendimento da demanda comercial e à preservação dos estoques marinhos naturais dos recursos pesqueiros, não apenas nos países orientais como a China, Tailândia, Filipinas e Indonésia, berço da aquicultura desde 2.000 anos a.C., mas também no países americanos, como Estados Unidos, Equador e Brasil. Entre as atividades da maricultura podemos citar a miticultura (mexilhões, mariscos), carcinicultura (camarões) e ostreicultura (ostras) e piscicultura marinha (peixes). Refere-se o termo malacultura à criação de moluscos como as ostras, mexilhões e vieiras.

O aumento do consumo de camarões pela população, associado à instalação de laboratórios de larvicultura e fábricas de ração especializada para a alimentação dessa espécie de organismo aquático, tem acarretado um estímulo a novos investimentos no setor. Além disso, o cultivo de camarões é uma das atividades mais rentáveis da aquicultura, sendo destinado a países tropicais e subtropicais. É, portanto, uma opção interessante, porque além de ser um produto de alto valor e de fácil colocação no mercado, a carcinicultura possibilita um rápido retorno do capital investido devido ao curto ciclo produtivo, geralmente de três meses.

No Brasil, o cultivo de camarões marinhos teve início na década de 1980, mas foi à partir de 1993, com a disponibilidade oferecida pela espécie *Litopenaeus vannamei*, que a atividade começou a crescer de uma forma considerável. Atualmente, cerca de 92% da produção brasileira concentra-se no nordeste, o restante distribui-se na região sudeste (0,7%), norte (1,10%) e sul (6,2%) (BRDE, 2004).

A região sul de Santa Catarina destaca-se pela boa produtividade de seus viveiros de criação de camarões marinhos, principalmente a área de entorno do Complexo Lagunar, no município de Laguna, no litoral sul do estado. A boa produção deve-se à implantação do Programa para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões que facilitou a introdução do *L.*

vannamei, elevando em 80% a quantidade de empreendimentos, assim como a produção de 564 t em 2001 para 2.762 t em 2005 (COSTA, 2006).

O cultivo de camarões transformou a realidade econômica de muitos municípios litorâneos no país. Em Santa Catarina, o Programa Estadual de Cultivo previa fomentar um seguimento desfavorecido historicamente, que era de pescadores artesanais e fazendeiros ligados à agropecuária, com a implantação de 2.500 ha de cultivos.

Passada a euforia inicial, após grandes safras que colocaram a carcinicultura lagunense como a maior do estado, ainda restam dúvidas quanto à sustentabilidade dos ambientes frente ao empreendimento. Mesmo tendo acompanhamento técnico e licenciamento ambiental, ainda não estão concluídos estudos relacionados aos impactos dos efluentes sobre o corpo lagunar, e o que esse impacto poderá gerar a curto, médio e em longo prazo sobre a biota.

Segundo Boyd e Green (2002), as fazendas de criação de camarões são construídas próximas a fontes de águas para manter os viveiros de cultivo durante as safras. Na água dos viveiros são adicionados fertilizantes nitrogenados e fosfatados, que realçam a produção de fitoplâncton, ampliando a base da corrente de alimento para o camarão. Também, durante o cultivo, a alimentação é completada com rações especiais feitas a base de proteínas, que garantem o crescimento do animal até a despesca. A alimentação não utilizada, as fezes dos camarões e outros desperdícios metabólicos, aumentam a concentração de nutrientes na água dos viveiros, estimulando o crescimento do fitoplâncton. Os efluentes dos viveiros de criação de camarão são, portanto, eutróficos, isto é, ricos em nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, e têm concentrações elevadas de matéria orgânica particulada resultante do plâncton vivo e deteriorado. Além disso, durante o cultivo, pode ocorrer a erosão das margens dos viveiros, aumentando a concentração de sólidos suspensos, intensificados também pela suspensão do sedimento pela aeração mecânica e pela drenagem dos viveiros durante a despesca. Com isso, os efluentes gerados passam a ser fontes potenciais de poluição por excesso de nutrientes, do enriquecimento orgânico, da turbidez e dos sedimentos em água litorâneas e, por isso, obviamente, a sua descarga indiscriminada pode causar eutrofização no corpo receptor. Esses impactos podem reduzir o valor dos ecossistemas litorâneos para outros usos e adversamente afetar a flora e a fauna nativa.

A experiência internacional indica que, apesar da grande importância econômica da carcinicultura, o passivo ambiental gerado por essa atividade pode ser negativo e oneroso se

não for cuidado. Muitos dos cultivos de camarões localizados no entorno do Complexo Lagunar lançam seus efluentes nas lagoas, em áreas com menos de um metro de profundidade, onde predominam sedimentos finos aptos para acúmulo de detritos orgânicos, em um ambiente de pouca circulação de água e por isso de maior decantação. Portanto, a extensão dos danos causados no ambiente aquático pela carcinicultura depende sobretudo da capacidade de assimilação do corpo hídrico que recebe o efluente, isto é, da sua competência e capacidade em diluir e estabilizar os dejetos oriundos dos cultivos.

Por isso, é importante reduzir o volume e melhorar a qualidade das águas de cultivo de camarões, minimizando a possibilidade de redução de impactos ambientais diversos. Isto é possível com práticas melhores de cultivo, tais como o uso mais eficiente dos fertilizantes e das rações, redução da troca de água de cultivo, controle da erosão, uso químico restrito e instalação de bacias de sedimentação. Enquanto não for possível reduzir a descarga dos viveiros da carcinicultura, a implantação de programas de monitoramento de efluentes nas fazendas é bastante necessária. Esse monitoramento, se bem utilizado, tende a melhorar a qualidade das águas dos efluentes ao reduzir as cargas poluentes (op. cit.).

É importante destacar que apesar do crescimento rápido da carcinicultura e da consciência de estudos ambientais, poucas pesquisas trouxeram objetivamente mudanças no desenvolvimento da aquíicultura litorânea. Em muitos casos o debate tem sido polarizado entre aqueles que ressaltam os benefícios econômicos e aqueles que enfatizam o impacto ambiental negativo, ou, ainda, a generalizar um cultivo específico para todas as áreas diversas que compreendem a aquíicultura. O empreendedor responde a esses problemas com a falta de recursos para cobrir a exigência legal dos projetos; os governos respondem com regulamentos específicos que se relacionam à operação da fazenda (como por exemplo, os limites ou padrões dos efluentes) e com exigências mais rigorosas para a avaliação do impacto social e ambiental do empreendimento. Essas respostas têm fraquezas significativas, pois procuram ações particulares e quando tomadas individualmente não podem trazer nenhum benefício significativo ao ambiente ou à sociedade. Isso implica num planejamento mais eficaz e mais integrado, entre governo e produtor (GESAMP, 2001).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), instância máxima de regulamentação ambiental no Brasil, criou, junto com instituições governamentais, ONGs e institutos de pesquisas, um grupo de trabalho (GT) para tratar a situação da carcinicultura. Dessa discussão resultou a Resolução do Conama nº 312 de outubro de 2002, com o objetivo

de disciplinar o licenciamento dessa atividade no país, possibilitando a exploração econômica com a preservação ambiental. Essa Resolução, além de exigir um contingente de exigências referentes ao licenciamento e Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para empreendimentos com mais de 50 ha, prevê também um Plano de Monitoramento Ambiental (PMA) das águas que entram no cultivo (corpo hídrico) e das que saem (efluentes dos viveiros).

Nesse PMA estão apontados os parâmetros mínimos a serem monitorados antes, durante e depois do cultivo. Porém os padrões de emissão dos efluentes, bem como as classes de usos referentes ao corpo hídrico, estão estabelecidos na Resolução do Conama n° 357 de março de 2005.

No final de 2004 e início de 2005, os viveiros localizados no entorno do Complexo Lagunar Sul Catarinense foram acometidos pelo vírus da mancha branca (*White Spot Syndrome Virus* - WSSV). Até o momento não foi possível determinar com certeza a origem da entrada do vírus no sistema lagunar, mas apenas que a qualidade da água e a grande densidade na produção de camarões causaram um estresse ao crustáceo, potencializando a manifestação dos sintomas da virose, aumentando a mortalidade nas fazendas contaminadas.

Conforme a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), das 20 fazendas povoadas em novembro de 2006 na área de entorno do Complexo Lagunar, apenas 12 não manifestaram a WSSV até o início de fevereiro de 2007 (informação obtida com o técnico, janeiro de 2007).

Tendo em vista a propagação do vírus, seria interessante rever as práticas adotadas no monitoramento ambiental das unidades de cultivo, assim como preparar um novo ambiente para as futuras produções aquícolas na região, com mais prudência ambiental e um maior controle sobre a biossegurança da água que entra no sistema de cultivo, partindo da idéia que a água dos viveiros deverá sair, no mínimo, nas mesmas condições da que entrou.

O presente estudo visa contribuir a um melhor entendimento da área do Complexo Lagunar, onde se desenvolve a carcinicultura e, ao mesmo tempo, pretende aportar dados e informações sobre a qualidade das águas superficiais que auxiliam na conservação daquele ambiente lagunar, revendo o Plano de Monitoramento Ambiental requerido pela Resolução n° 312/2002.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade das águas utilizadas nas fazendas de criação de camarões no Complexo Lagunar - SC, assim como dos efluentes gerados pelas carcinicultura, com o intuito de proporcionar subsídios úteis ao planejamento sustentável dessa atividade na região.

1.1.2. Objetivos Específicos

a) Compreender a introdução da atividade carcinicultora na região do Complexo Lagunar Sul Catarinense;

b) Verificar a partir de dados secundários a qualidade das águas do Complexo Lagunar antes da implantação da carcinicultura na região;

c) Analisar a qualidade das águas das lagoas de Imaruí e dos efluentes dos viveiros a partir de dados obtidos em campo;

d) Analisar a contribuição de nutrientes como matéria-orgânica e Nitrogênio Total nos sedimentos da lagoa do Imaruí próximos aos empreendimentos de carcinicultura; e

e) Elaborar cartografia referente à qualidade das águas da lagoa do Imaruí e dos efluentes da carcinicultura a partir das Resoluções do Conama n^{os} 312/02 e 357/05.

1.2. Justificativa do Tema

A sustentabilidade da região do entorno do Complexo Lagunar vem sendo comprometida nesses últimos 50 anos devido ao modelo de desenvolvimento econômico empregado, baseado na exploração e beneficiamento de carvão, agricultura extensiva com larga criação de suínos e indústrias de féculas, que geram resíduos poluentes. Buscando novas alternativas econômicas para a região, em 1998 a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Empresa de Pesquisas Agropecuária (EPAGRI) introduziram em Santa Catarina a

espécie de camarão *Litopenaeus vannamei* (camarão branco do Pacífico), que já havia apresentado no nordeste ótimas taxas de sobrevivência. Dessa forma a produção catarinense passou de 50 t em 1998 para 4.189 t em 2004. A maior parte dessa produção provém atualmente do complexo lagunar do município de Laguna (SOUZA FILHO et al., 2004).

Associada ao incremento da produção, cresce também a preocupação com os possíveis impactos e alterações que a atividade possa estar causando ao meio em que está inserida. Tem sido indicado como potencialmente prejudicial ao sistema lagunar o excesso de matéria orgânica proveniente da alimentação a base de rações para a engorda dos camarões que, após ser retirada dos viveiros de cultivo através dos efluentes, decanta no fundo lagunar podendo causar desequilíbrio ao meio ambiente, assim como os nitrogenados e fosfatados utilizados na fertilização das águas de cultivos.

O governo federal, juntamente com a Secretaria de Pesca e Aqüicultura (SEAP) mostra-se preocupado com a política de uso da água devido aos conflitos de interesses nas áreas aquícolas do país. Esses conflitos poderão ser resolvidos, ou pelo menos minimizados, com o enquadramento das águas encaminhado pelo Comitê de Bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar e oficializado pelo órgão ambiental.

Todos os empreendimentos de cultivo de camarão da região possuem licenciamento ambiental expedido pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA) do governo do estado de Santa Catarina e são assessorados por um técnico responsável que, para a renovação da licença de operação, deverá entregar anualmente ao órgão ambiental o Plano de Monitoramento Ambiental previsto pela Resolução n° 312 de outubro de 2002.

Mesmo com todos esses cuidados ambientais, no final de 2004 apareceu nas fazendas de carcinicultura localizadas em Laguna o vírus da mancha branca (WSSV). Boyd (2002) aponta que a maior incidência de disseminação de doenças no camarão são causas resultantes da degradação ambiental. Altas densidades de estocagem aplicadas nos cultivos de grandes fazendas e o fato de baixa qualidade da água, segundo especialistas, provocam, estresse no camarão e diminui a sua capacidade imunológica, expondo-o a doenças. Por isso, é imperioso para a manutenção da sustentabilidade dos cultivos o conhecimento e o constante monitoramento das águas do sistema hídrico de entrada e saída (BRDE, 2004).

Assim, esse trabalho justifica-se pela necessidade de um maior estudo referente à qualidade das águas estuarinas utilizadas para a criação do camarão em cativeiro e dos

efluentes que retornam ao corpo lagunar. Mesmo que exista uma legislação própria para o monitoramento das águas captadas da lagoa e dos efluentes carcinícolos, é imprescindível o seu acompanhamento para promover uma importante discussão sobre o padrão das águas que a população deseja, ao mesmo é necessário o monitoramento das características físico-química e bacteriológica das águas para que a atividade continue a se desenvolver na região.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização Geográfica

A área de estudo está localizada as margens oeste da lagoa do Imaruí, no município de Laguna - Santa Catarina, entre a Ponta de Laranjeiras e Ponta Seca e os morros graníticos do entorno.

Regionalmente, a lagoa do Imaruí pertence ao Complexo Lagunar¹ que se configura num corpo hídrico único com cerca de 184 km², juntamente com as lagoas Santo Antônio e do Mirim. Esse Complexo situa-se entre os paralelos 6876550 N e 6845306 S; e os meridianos 704745 W e 724392 L.

As lagoas que formam o Complexo Lagunar estão localizadas entre os municípios de Laguna, Imbituba e Imaruí e recebem a contribuição dos principais cursos fluviais da região que são os rios Tubarão e d'Una. Estão interligadas entre si por canais e com o oceano Atlântico através do canal da Barra de Laguna.

¹ O Complexo Lagunar é identificado por alguns autores como o conjunto de lagoas localizadas entre os municípios de Imbituba e Jaguaruna. Esse estudo refere-se somente às três maiores, que estão interligadas formando um sistema lagunar único, que são: Santo Antônio, do Imaruí e do Mirim.

A figura 1 mostra a localização geográfica do Complexo Lagunar, enquanto a figura 2 apresenta a área de estudo da presente pesquisa.

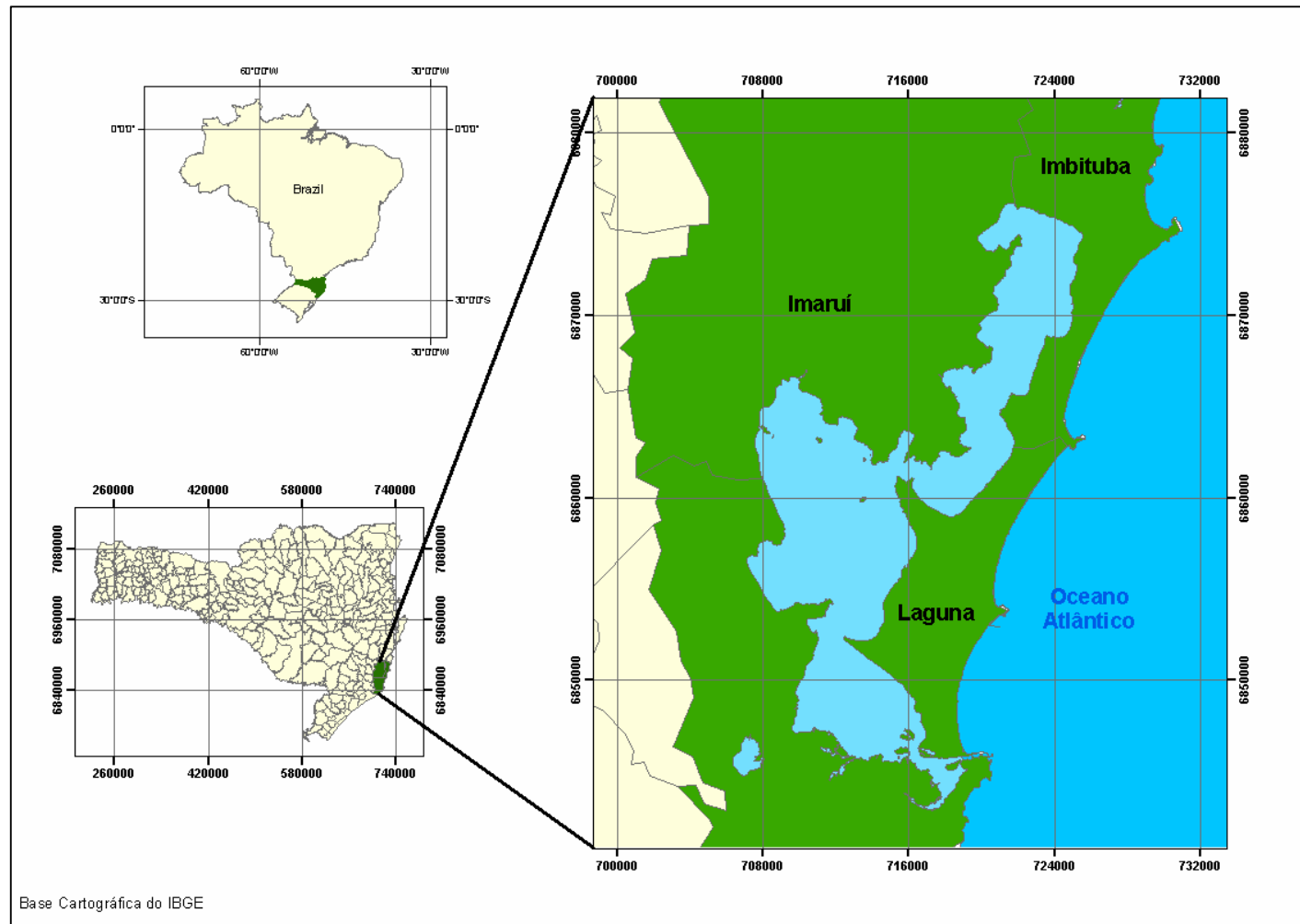


Figura 1 - Mapa de localização geográfica do Complexo Lagunar.

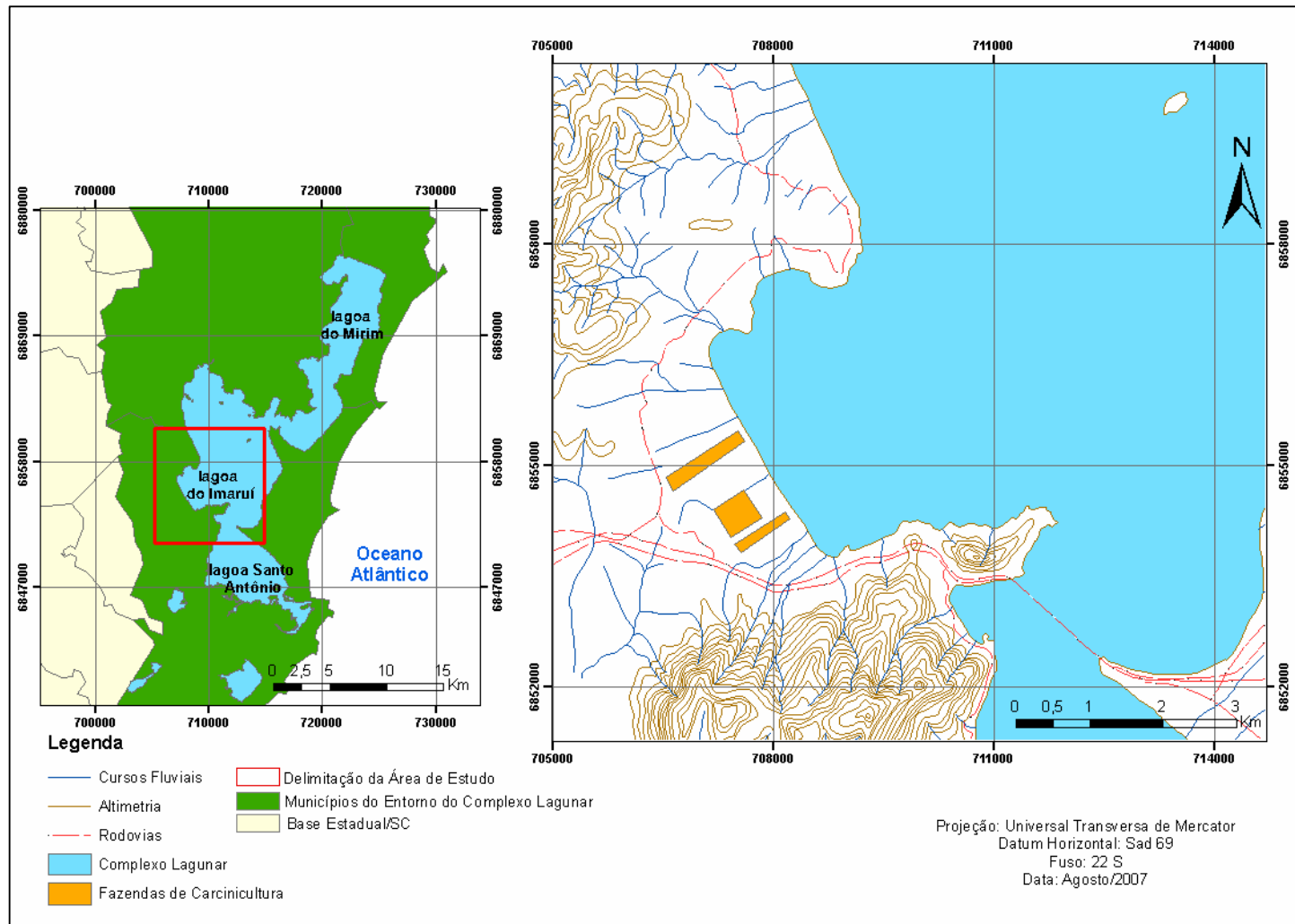


Figura 2 - Mapa de localização geográfica da Lagoa do Imaruí.

2.2 Caracterização Socioeconômica e Ambiental

As características socioeconômicas e ambientais de uma região são muito importantes para o desenvolvimento de determinadas atividades aquícolas. Apesar do costume de adaptar o meio às produções econômicas, atualmente antes de iniciar-se qualquer empreendimento deve-se fazer um estudo para determinar os atributos disponíveis da região à compatibilidade do incremento da atividade aspirada. Além da compatibilidade é necessário avaliar a fragilidade do ambiente a curto, médio e longo prazo, principalmente àqueles ligados a corpos hídricos, como as lagoas costeiras, que são receptoras de uma rede de drenagem das quais fazem parte.

Os municípios de Laguna, Imaruá e Imbituba, estão localizados às margens do sistema lagunar e têm a sua origem na colonização açoriana a partir do séc. XVIII, com influencia nos costumes, folclore, arquitetura, festas religiosas e pesca na região. Conforme os dados do IBGE², esses municípios totalizam uma população de 100.691 habitantes, sendo que a maior parte mora na área urbana, com exceção de Imaruá que possui 71 % da população no espaço rural.

Historicamente a região do entorno do complexo lagunar destaca-se no cenário nacional. Em 1494, Laguna serviu de referência ao Tratado de Tordesilhas (figura3), acordo entre Portugal e Espanha, que dividia o mundo entre essas duas nações para atender seus interesses expansionistas. Mais tarde essa região foi o palco também de acontecimentos que marcaram o auge da Revolução Farroupilha e a criação da República Juliana³ no séc. XIX

Não se pode esquecer as manifestações culturais dos povos pré-americanos que viveram no entorno do Complexo Lagunar, fazendo com que a região abrigue um valioso patrimônio arqueológico que se constitui na concentração de sambaquis de dimensões extraordinárias, metade dos quais praticamente intactos.

² População estimada pelo IBGE no ano de 2006

³ Chama-se República Juliana o Estado proclamado em Santa Catarina a 24 de julho de 1839 e que perdurou até 15 de novembro de 1839. Foi uma extensão da Revolução Farroupilha, que ocorria na vizinha província do Rio Grande do Sul, onde havia sido proclamada a República Rio-Grandense



Figura 3 - Marco de Tordesilhas localizado no município de Laguna/SC.
Monumento construído no limite sul do meridiano que dividia as terras entre Portugal e Espanha em 1492.

Fonte: MONTEIRO, 2000.

Atualmente a economia dos municípios de Laguna, Imbituba e Imaruí giram em torno do comércio, prestação de serviços e de pequenas e médias indústrias, mas o maior destaque é para a área turística dos balneários em temporada de veraneio. A região abriga também dois portos marítimos, um em Laguna e outro em Imbituba, considerado o segundo maior porto do o estado.

Na área rural o trabalhador vive basicamente da agricultura familiar, com exceção dos grandes produtores de arroz nos vales dos rios Aratingaúba e d'Una. Dedicam-se também à criação de bovinos e aves, além de outros animais.

Existem também as comunidades tradicionais de pescadores que sobrevivem da pesca artesanal do camarão realizada nas canoas com rede, ou com a técnica do “aviãozinho” (rede de espera com um pequeno botijão de gás) nas águas lagunares. Outra técnica de pesca tradicional é a da tainha, realizada em “parceria” com os botos na entrada da Barra da Laguna, na lagoa Santo Antônio.

O Complexo Lagunar abriga três colônias de pescadores: Z13 (Imaruí), Z14 (Laguna) e Z17 (Imbituba), com cerca de 5.000 pescadores registrados (disponível em <http://www.fundacentro.sc.gov.br/acquaforum/principal/rh.php>).

Conforme dados da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) apud Milioli (1999), a produção de pescados nas lagoas Santo Antônio, Imaruí e Mirim no ano de

1976, foi de 7.650 toneladas. No entanto, menos de dez anos depois, em 1982, a produção atingiu apenas 1.562 toneladas. Quanto à pesca do camarão, espécie nobre da região, a captura diária por pescador, tendo como base esses períodos, era de 15 kg, baixando a captura nos anos seguintes para 4 kg, respectivamente. Dados demonstrativos em relação à lagoa de Santo Antônio indicam que em 1978 foram capturados 547.825 kg de camarões rosa, sendo esta produtividade reduzida drasticamente já no ano de 1981, para 187.557 kg. Outro registro importante está relacionado com a pesca da tainha. A produção para este mesmo período indica captura de 229.676 kg em 1976 para 40.668 kg, em 1981.

Milioli (op. cit.) aponta como uma das causas dessa sobrepesca as condições ambientais das águas lagunares, sobretudo em consequência dos dejetos de mineração.

A poluição derivada do conjunto de influências como Usina Termelétrica Jorge Lacerda, o entreposto de Carvão, as consequências advindas do Lavador de Capivari de Baixo e as áreas afetadas pelos rejeitos têm provocado sérios impactos à fauna e à flora, influenciando negativamente no potencial turístico, além de outros impactos sócio-ambientais e econômicos dignos de registro. Ao potencial pesqueiro acompanha-se sua decadência e declínio. Nos últimos anos têm-se identificado a perda de qualidade e mortandade de suas espécies, principalmente peixes e crustáceos, além de alterações fisiológicas e ecológicas no ecossistema aquático. Para esta região, que apenas percebe o ônus das consequências do processo, o momento presente apresenta uma feição delicada (MILIOLI, 1999).

Infelizmente não se tem dados atuais sobre a pesca no Complexo Lagunar. Através de entrevista realizada na Prefeitura Municipal de Laguna junto à Secretaria de Agricultura e Pesca, verificou-se que não existe nenhum registro sobre dados de captura de pescados nem de peixes ou de crustáceos.

Os indicadores referentes ao saneamento dos municípios localizados no entorno do Complexo Lagunar estão organizados conforme o número de moradores. Os dados foram pesquisados no Censo Demográfico do IBGE de 2000. Em função do plantio convencional utilizado nos estabelecimentos agropecuários, foi analisado também o destino das embalagens dos agrotóxicos, conforme o Censo Agropecuário 2002/03 realizado pelo estado de Santa Catarina.

Os indicadores analisados são o abastecimento de água, a disposição dos esgotos domiciliares e o destino dos resíduos domésticos e agropecuários.

Conforme cálculos da CASAN em 2004, o consumo *per capita* da população da sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar é em média 200 L/hab/dia. Os usos urbanos das águas referem-se ao doméstico, aos dos setores de comércio, serviços e indústrias. Para a estimativa da demanda de recursos hídricos para o abastecimento da população rural foi adotada a metade do consumo urbano, isto é 100 L/hab/dia.

No gráfico 1 encontram-se dispostas a origem da captação de água na sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar, conforme o número de moradores. Outra forma, refere-se quando não possui rede de distribuição de água nos domicílios ou não tem nenhum tipo de canalização, ou é canalizado só para um cômodo ou até o terreno ou propriedade.

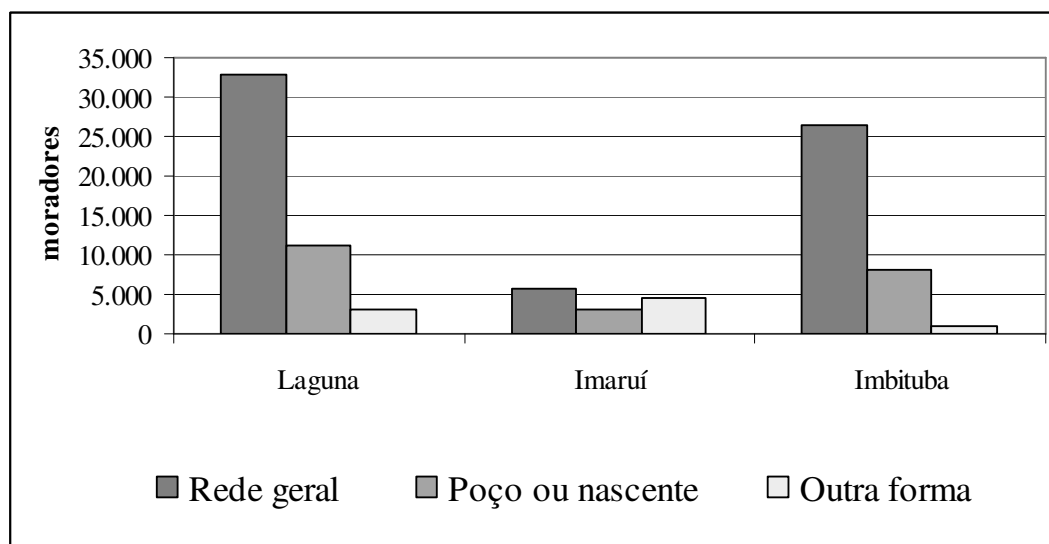


Gráfico 1 - Origem da captação da água na sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar.

Fonte: IBGE, 2000.

Os dados do gráfico 1 demonstram que os municípios de Laguna e Imbituba apresentam grande parte de captação de água da rede geral, enquanto Imaruí possui sua captação de poços e nascentes, ou somente uma canalização até o terreno.

A rede de distribuição de água dos municípios de Laguna, Imbituba e Imaruí ocorrem na área urbana e a captação é realizada em nascentes de cursos fluviais e/ou em poços artesianos. Somente na área rural ainda prevalece a captação de água nos poços (cavados ou perfurados) e em nascentes de pequenos cursos fluviais.

Laguna, por exemplo, capta sua água da lagoa do Gi e de poços subterrâneos para abastecer a sede e, na área rural, os distritos utilizam-se de nascentes de pequenos córregos e de poços perfurados nas propriedades.

A sede municipal de Imbituba é servida por água proveniente do rio d'Una, distante 24 km do centro de Imbituba. À montante do ponto de captação encontram-se extensas áreas de rizicultura.

Todavia, segundo o técnico da CASAN, empresa que coordena os serviços de abastecimento de água do município, os agricultores locais vêm substituindo os agrotóxicos organoclorados, historicamente utilizados, pelos organofosforados, que tornam a água de melhor qualidade para o consumo humano (SANTA CATARINA, 1988).

A sede municipal de Imaruí é servida por água proveniente do rio Tombo da Água, com ponto de captação situado na localidade de Ribeirão do Imaruí (4,5 km do centro da cidade). O sistema de serviços de abastecimento de água em Imaruí é administrado pela própria Prefeitura. Imaruí, por exemplo, possui boa parte da população residente na área rural (71%) e não possui rede de distribuição de água nos domicílios.

As águas captadas em poços artesianos geralmente não são tratadas, pois são consideradas de boa qualidade pela população. Laudos de análise de água para consumo humano de áreas rurais do município de Laguna indicam contaminação por coliformes fecais na maioria das coletas, indicando que as amostras não atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº. 518/MS de 25 de março de 2004 no que se refere às características microbiológicas⁴.

O esgotamento dos efluentes domésticos da sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar é muito deficitário (gráfico 2). Dos três municípios, somente Laguna possui uma rede coletora de 7 km de extensão que conduz os efluentes dos bairros do Centro e Mar Grosso para um emissário submarino, com de 1.400 metros de comprimento e que lança esgoto doméstico em mar aberto, a cerca de 12 metros de profundidade, atendendo a 14,84% da população municipal.

⁴ Informe verbal do técnico da vigilância sanitária do município de Laguna.

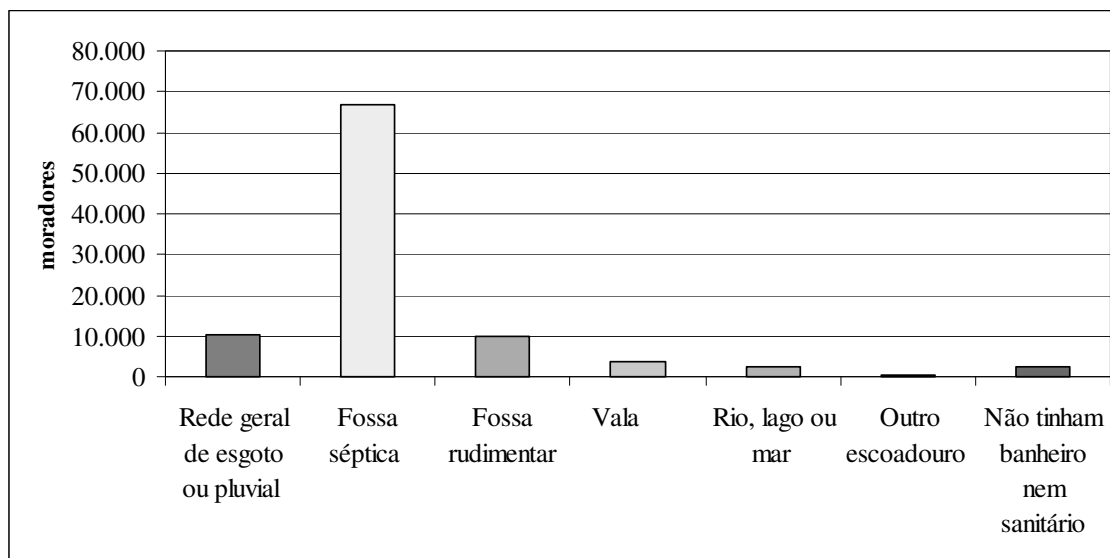


Gráfico 2 - Destino dos esgotos na sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar.

Fonte: IBGE, 2000.

Através do gráfico 2 podemos observar que a maioria da população possui na sua residência uma fossa séptica para coletar os esgotos. A rede geral é a disponibilizada pelo emissário submarino em Laguna. Geralmente nos municípios costuma-se, quando não se tem fossa séptica, ligar clandestinamente os esgotos nas redes pluviais municipais.

Em Imbituba, a rede pluvial, com uma extensão de 4 km recebe ligações residenciais e de outros usos, tais como restaurantes, prédios públicos, etc., desembocando em um canal que tem comunicação com o mar. Também ocorre o mesmo em Imaruí, onde a rede pluvial, com extensão de 4,8 km, coleta águas residuais após tratamento prévio em sistemas de fossas sépticas e sumidouros. Todavia, como a Prefeitura não realiza fiscalização, há ligações clandestinas. Nesse sentido, a rede pluvial recebe 2.400 ligações domésticas, muitas das quais com dejetos *in natura* (SANTA CATARINA, 1998).

Nos três municípios há também canais pluviais, sumidouros com escapamentos (saídas), córregos e valas, que são direcionadas para o Complexo Lagunar, principalmente das populações ribeirinhas (figura 4).

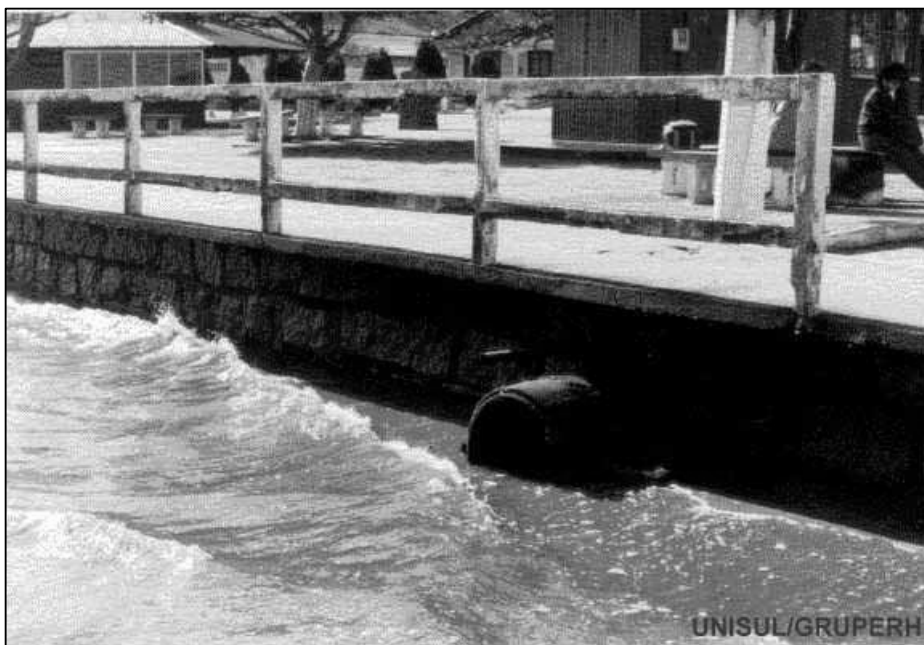


Figura 4 - Saída de esgoto na lagoa do Imaruí, em pleno centro da cidade de Imaruí
Fonte: Disponível em <http://www.comitetubarao.unisul.br/gruperh/vol3/vol3g.htm#2.2.7>

Os resíduos produzidos na zona urbana dos municípios da sub-bacia do rio d'Una e Complexo Lagunar são coletados sistematicamente pelas prefeituras. Imaruí produz diariamente 10 toneladas de resíduos, Laguna 30 e Imbituba 13, sendo que no período de veraneio esta produção chega a triplicar. O lixo hospitalar é geralmente incinerado nos hospitais.

Todos os resíduos produzidos em Imaruí são depositados em vazadouro semi-controlado, na localidade de Taquaraçatuba, a 1,0 km do centro da cidade, nas proximidades da SC 437, rodovia que liga o município à BR 101. Os resíduos de Laguna são depositados na Fazenda do Preto Velho em vazadouro a céu aberto (figura 5), onde são também depositados os resíduos dos municípios de Tubarão, Gravatal e Capivari de Baixo. Imbituba deposita seus resíduos num vazadouro a céu aberto localizado no Bairro Vila Nova – Alvorada, distante 3,0 km do centro da cidade.



Figura 5 - Localização do depósito de resíduos do município de Laguna
 Fonte: Imagem do *Google Earth*, 2006.

Como na zona rural não há coleta dos resíduos em nenhuma das localidades dos municípios da sub-bacia, a população procura dar-lhes outros destinos. Conforme os dados do Censo Agropecuário (2002-2003) realizado pelo governo catarinense, cerca de 36% dessa população não separa os resíduos orgânicos e inorgânicos. Dos que separam, o destino é a compostagem e a alimentação animal. Já os secos (papelão, vidros, latas) ou são enterrados ou queimados em suas propriedades.

Essa região padece de graves problemas sociais e econômicos identificados pelo Plano de Desenvolvimento Regional (SANTA CATARINA, 2005) como decorrentes do manejo inadequado do solo, uso abusivo de agrotóxicos, deficiência de assistência técnica e subsídios de produção, entre outros.

Fatores como baixa capacidade de investimento do Estado e baixa priorização do meio ambiente nas políticas públicas, associados à existência de muitos agentes poluidores e de escassez de recursos financeiros regionais, são vertentes para o desequilíbrio ecológico. Isto porque, mesmo existindo na região programas voltados para a preservação da natureza e mecanismos de gestão ambiental estratégica em uso, não estão presentes os elementos indispensáveis à execução de processos de mudança como, por exemplo,

vontade política e bases orçamentárias de sustentação programática. SANTA CATARINA, 2005.

Esses graves problemas sociais são identificados pelo Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal⁵ dos municípios que, apesar de serem considerados médio-alto (Laguna – 0,793; Imaruí – 0,742; Imbituba – 0,805), o produto interno bruto (PIB) *per capita* dos três é muito baixo e a renda média *per capita* mensal (Laguna – R\$ 271,83; Imaruí – R\$ 367,68; Imbituba – R\$ 516,85) é inferior à média do estado (R\$ 924,61) (SANTA CATARINA, 2007, disponível no site <http://www.spg.sc.gov.br>).

2.3 Caracterização do Meio Físico

O Complexo Lagunar se encontra na Zona Subtropical Sul (Strahler, 1977), caracterizando um clima controlado por massas de ar de origem tropical marítima e polar marítima, conhecidas como Anticiclone do Atlântico Sul e Anticiclone Móvel Polar, respectivamente. Essas características climatológicas permitem classificar, de acordo com Köppen (1948), o tipo de clima como sendo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido com estação seca e com verão quente.

Geomorfologicamente, a área do Complexo Lagunar e entorno pode ser caracterizada a partir de dois domínios morfoestruturais que são o embasamento cristalino e os depósitos sedimentares.

O embasamento cristalino é constituído por um conjunto de terras altas formadas por rochas graníticas, cujas escarpas chegam até o mar sob a forma de península, na qual costões rochosos se alternam com reentrâncias. As maiores altitudes ocorrem na Serra do Tabuleiro, onde alcançam 1.000 m, e dominam com formas alongadas ou arredondadas e topo convexo, alinhados segundo N-S. Em direção à região costeira, as cotas são gradativamente menores e

⁵ O IDH foi criado originalmente para medir o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). O índice varia de zero (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto.

os morros apresentam formas alongadas ou arredondadas, com encostas pouco declivosas. Ocorrem geralmente entre as cotas 100m e 600m.

No embasamento cristalino, em função das condições atmosféricas, geomorfologia e geologia da região onde se encontra, a vegetação caracteriza-se por uma cobertura florestal denominada como Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica). Essa formação é encontrada desde a planície costeira quaternária até os terrenos mais elevados do cristalino, podendo ser compartimentada nas seguintes formações: Floresta Aluvial, Terras Baixas, Submontanas, Montanas e Altomontanas. A Floresta Ombrófila Densa destaca-se pelo grande número de árvores altas, com espécies características como a canela-preta, canela-sassafrás, pau-óleo, peroba-amarela, figueira-de-folha-miúda, palmito, embaúbas (LEITE, 2002).

A partir de ciclos transgressivos e regressivos ocorridos no período do Quaternário instalou-se sobre os depósitos continentais um conjunto de sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, fazendo com que a planície costeira evoluísse para leste (figura 6).

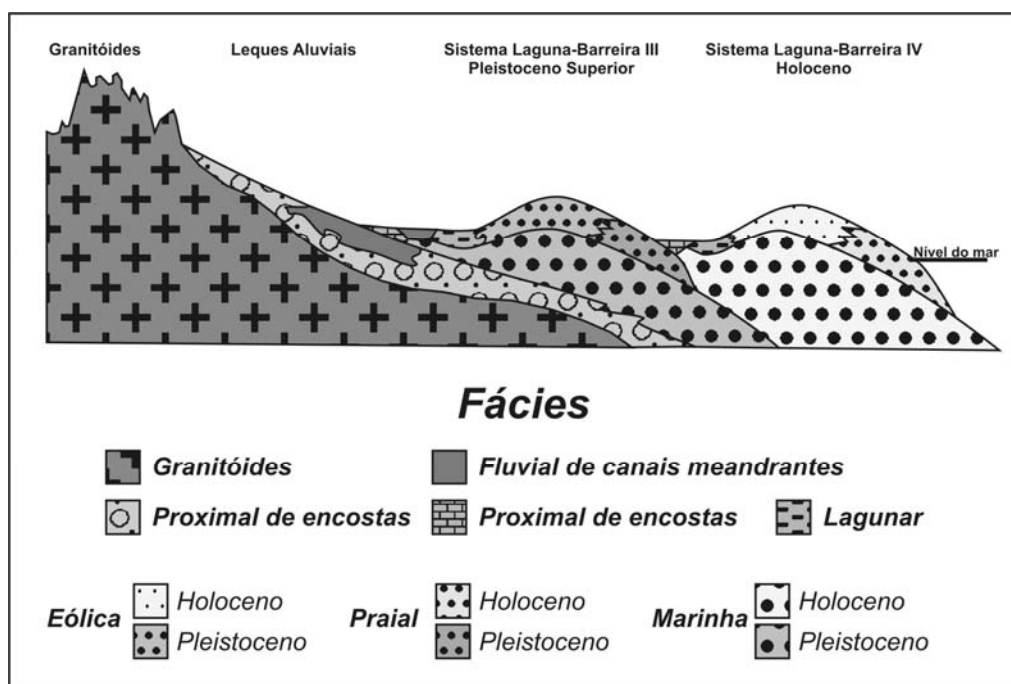


Figura 6 - Seção geológica esquemática apresentando as fácies que integram os sistemas deposicionais.

Fonte: CARUSO, 1995.

Essas barreiras arenosas isolaram os corpos aquosos, entre o mar e o continente, dando origem ao sistema lagunar.

A parte interna da planície é marcada por vales de fundo plano dos rios Araçatuba, d'Una, Aratingaúba, Capivari e Tubarão, preenchidos por sedimentos fluviais grosseiros que se intercalam com depósitos coluvionares de encostas acumuladas no sopé, compondo um amplo sistema de leques aluviais que intercala sedimentos marinhos e lagunares.

Os depósitos sedimentares constituem ambientes revestidos por uma vegetação que se instalou sobre áreas pedologicamente instáveis, denominada formação pioneira. As áreas desse tipo de vegetação abrangem tipos distintos, os quais, em diferentes níveis ou intensidades, são influenciados pelas águas do mar, dos rios, ou pela ação combinada de ambas (LEITE, 2002).

A formação pioneira com influência marinha está associada às condições ambientais extremas, decorrentes da ação permanente dos ventos, das marés, da salinidade e das características pedológicas desfavoráveis. Nas dunas observam-se mosaicos de comunidades herbáceas e arbóreas, além de líquens, briófitas e pteridófitos.

Já a formação pioneira com influência fluviomarina corresponde à vegetação de ocorrência restrita à orla das baías e margens dos rios onde há o refluxo das marés, incluindo associações arbóreas (manguezais) e herbáceas (campos salinos).

No entorno do Complexo Lagunar, na região que margeia a lagoa do Imaruí na porção oeste, a vegetação predominante intercala mangue, marisma e restinga.

Na figura 7, a partir de uma imagem do *Google Earth*, apresenta-se um esquema da área de um empreendimento da carcinicultura localizado na margem da lagoa do Imaruí, onde se encontra uma grande área com a tipologia das vegetações marisma, mangue e restinga.

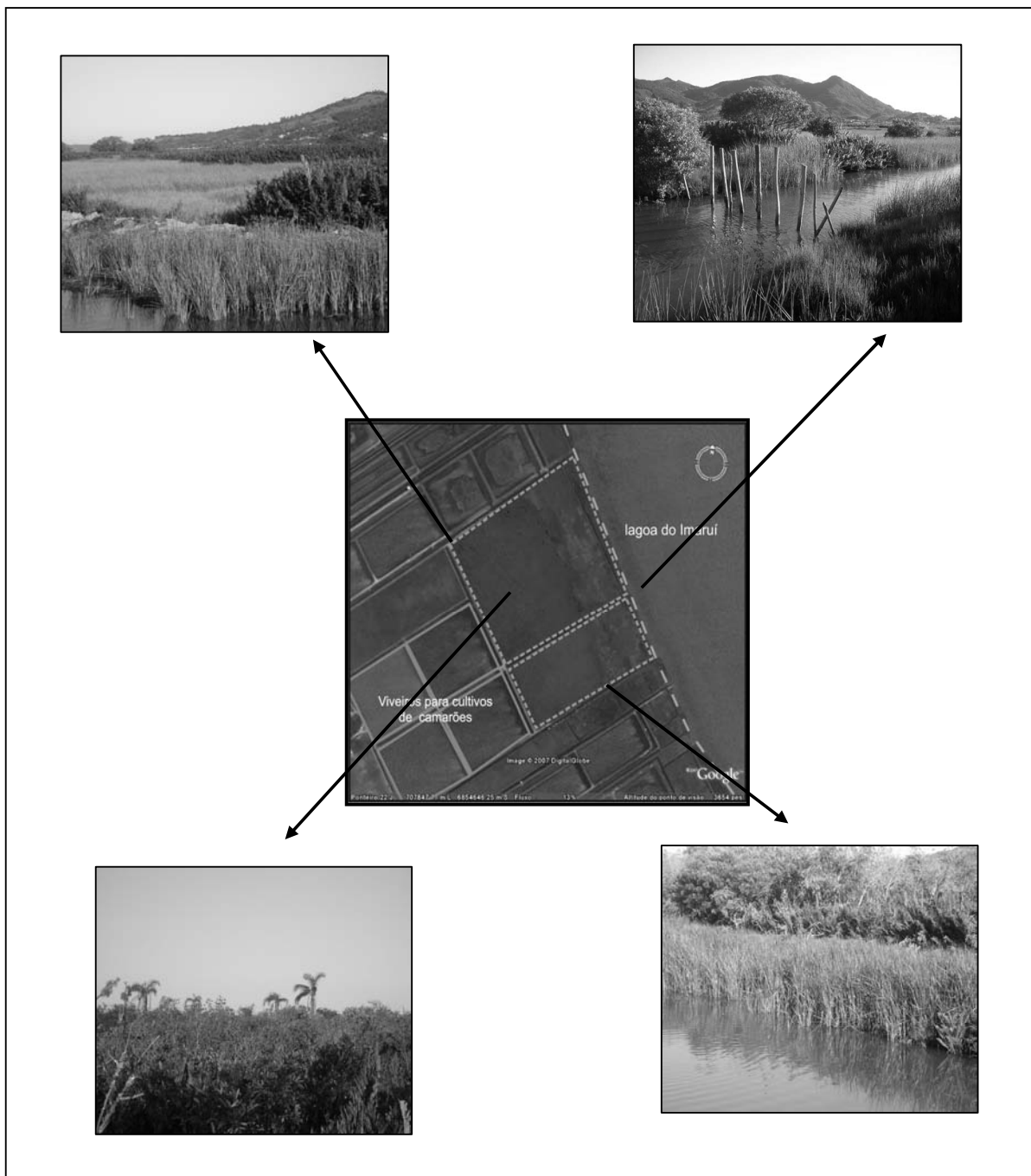


Figura 7 - Composição de fotografias com a vegetação de marisma, mangues e restinga, indicando o local das quatro fotografias enviadas aos professores para análise.

Fonte: *Google Earth*, 2007.

As fotografias da figura 18 enviadas por e-mail ao Prof. Dr. César Costa da Universidade de Rio Grande em 2005 e à Profa. Dra. Claudia Câmara do Valle da

Universidade Federal do Espírito Santo, em 2007. Ao analisar o material fotográfico, esses professores, descrevem essa formação pioneira, com influência marinha e fluvial.

*“Parece ocorrer na área uma grama, talvez *Spartina* ou *Cyperaceae* e outra *Cladium jamaicense* (capim navalha) ou *Scirpus maritimus* (junca). A primeira associada a ambiente mais doce e a segunda mesohalino. As aroeiras (*Schinus terebenthifolius*) é uma matinha de restinga”*(Prof. Dr. César Costa , 2005).

*“A vegetação predominante é do gênero *Acrostichum*, são samambaias, da família *Polypodiaceae*, são pteridófitos características de mangues. Aparece também a *Laguncularia racemosa*, também uma vegetação típica de mangue. Aparecem outras espécies vegetais características de marisma, inclusive com uma sucessão de vegetação, ora com gramíneas na lâmina d’água, ora no contato com os terrenos mais firmes continentais”* (Profa. Dra. Claudia Câmara do Valle, 2007).

A figura 8 apresenta o mapa altimétrico da região do entorno do Complexo Lagunar. As terras mais elevadas, entre 100 e 700 m são as correspondentes ao Embasamento Cristalino. Já as baixas, em altitudes inferiores, entre 100 e 0 m, referem-se aos depósitos sedimentares (planície costeira).

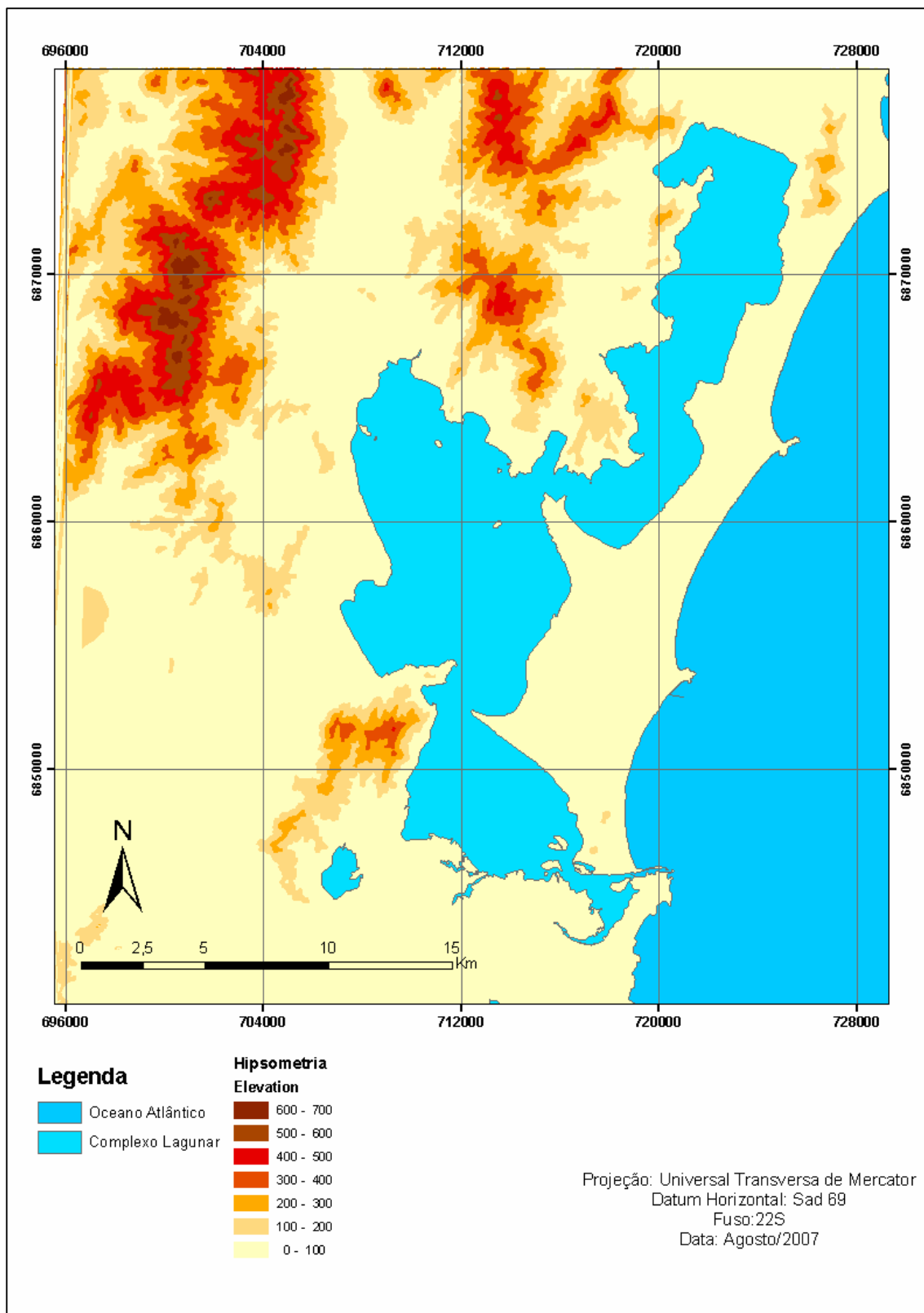


Figura 8 - Mapa altimétrico da área de entorno do Complexo Lagunar.

2.4 Dinâmica Hídrica do Complexo Lagunar

A circulação de água das lagoas do Complexo Lagunar é influenciada principalmente pelas condições climáticas da região, através dos sistemas de ventos e pluviosidade, pela contribuição hídrica dos principais cursos fluviais e pela entrada de água marinha pelo canal da barra. Além disso, deve-se também levar em consideração a geomorfologia e a formação geológica do ambiente, bem como a sedimentação do fundo lagunar.

O estudo da circulação de água é muito importante para o planejamento ambiental de um empreendimento carcinícola, pois através dele pode-se dimensionar a dispersão dos poluentes que são lançados dentro das lagoas em função da quantidade de dias em que a água fica aprisionada dentro desse corpo hídrico receptor.

A morfologia do fundo lagunar pôde ser reconhecida em função do levantamento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) em 1992, apud Caruso (1995), a partir das seguintes características:

a) A lagoa do Mirim apresenta, na sua parte central, um fundo plano onde as profundidades variam entre 2,0 m e 2,8 m. Em direção a oeste, bem próximo à margem, ocorre uma abrupta diminuição nas profundidades, para 1,5 m e 1 m. Já a faixa transicional entre o fundo plano e a margem oceânica apresenta um gradiente mais suave, ocorrendo um espaçamento maior entre as isóbatas de 1,5 m e 1,0 m;

b) O limite entre as lagoas do Mirim e do Imaruí dá-se na região do Perrixil onde ocorre um estreitamento das margens opostas, com a presença de um canal com largura média de 300 m e com profundidades entre 2,2 m a 4,4 m, com as partes mais profundas situadas próximas à margem oeste;

c) A margem oeste da lagoa do Imaruí é extremamente rasa, com profundidades menores que 0,5 m. Na área central as profundidades variam de 1,5 m e 1,9 m. Em direção à margem leste a profundidade aumenta, em algumas áreas atingindo 2,3 m;

d) O limite entre as lagoas do Imaruí e Santo Antônio ocorre numa distância reduzida (Cabeçudas-Laranjeira), com um canal de 210 a 470 m de largura e profundidade média de 3 m (alguns pontos ultrapassa 6 m);e

e) Na lagoa Santo Antônio, o canal de ligação da laguna com o mar (Canal da Barra da Laguna) possui profundidades variadas, atingindo 14,9 m na sua porção mais externa junto aos molhes que retificam o canal de navegação na entrada da barra. No seu talvegue principal a profundidade varia de 7,0 m a 11,7 m, até as proximidades do porto cuja profundidade média na área central é de 1,5 m. Áreas mais profundas (2,0 m) são observadas próximas à margem oeste. As regiões do extremo sul e sudoeste da laguna caracterizam-se por zonas extremamente rasas.

A distribuição dos sedimentos no fundo lagunar pode ser assim distinguida:

a) Junto à margem continental e na porção central da laguna ocorre a presença de extensas áreas de sedimentação lamosa, silto-argilosa;

b) Em direção à margem leste ocorre uma estreita faixa transicional areno-silto-argilosa, onde os sedimentos lamosos se interligam com os arenosos; e

c) Fácies arenosas, compostas por areias quartzosas de granulometria fina e média, ocorrem junto ao flanco oceânico e ao longo dos esporões que adentram em direção ao interior da laguna.

Um furo de sondagem realizado na parte central da lagoa do Imaruí revelou um pacote de 8,0 m de sedimentos essencialmente finos, predominantemente silto-argiloso, contendo elevada quantidade de microorganismos calcários, típicos de ambiente mixohalino (op. cit.).

As condições meteorológicas da região (pluviosidade e temperatura) podem ser conhecidas através de uma série de dados históricos obtidos através da estação localizada em Laguna

O gráfico 3 indica as temperaturas máximas, mínimas e médias mensais medidas em 55 anos na estação meteorológicas localizada no município de Laguna.

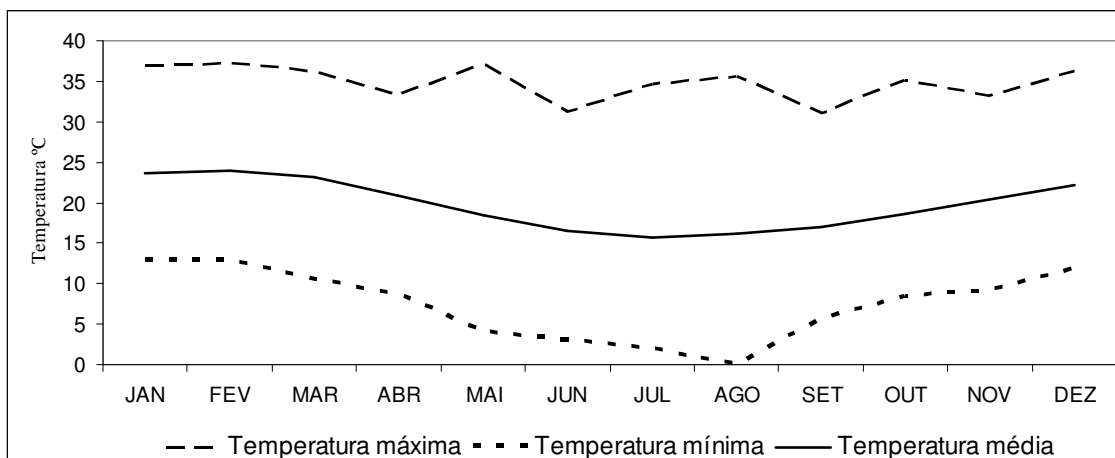


Gráfico 3 - Temperatura média mensal registrada na Estação Meteorológica de Laguna num período de 55 anos .

Fonte: SDM/CLIMERH/EPAGRI (2001) apud SANTA CATARINA, 2002.

Os resultados apresentados pela média histórica de temperatura indicam que os meses mais quentes, com temperaturas acima de 23 °C, foram dezembro, janeiro e fevereiro. Por outro lado, tem-se em julho o mês mais frio, com a média de temperatura de 15,7 °C.

As temperaturas máximas, acima de 30 °C, aparecem em todos os meses, registradas em algum desses 55 anos. Já a mínimas, menores que 4° C, são encontradas entre os meses de maio e agosto.

O gráfico 4 apresenta uma média mensal de dados agrupados em 54 anos, referentes à precipitação medida na Estação Meteorológica de Laguna.

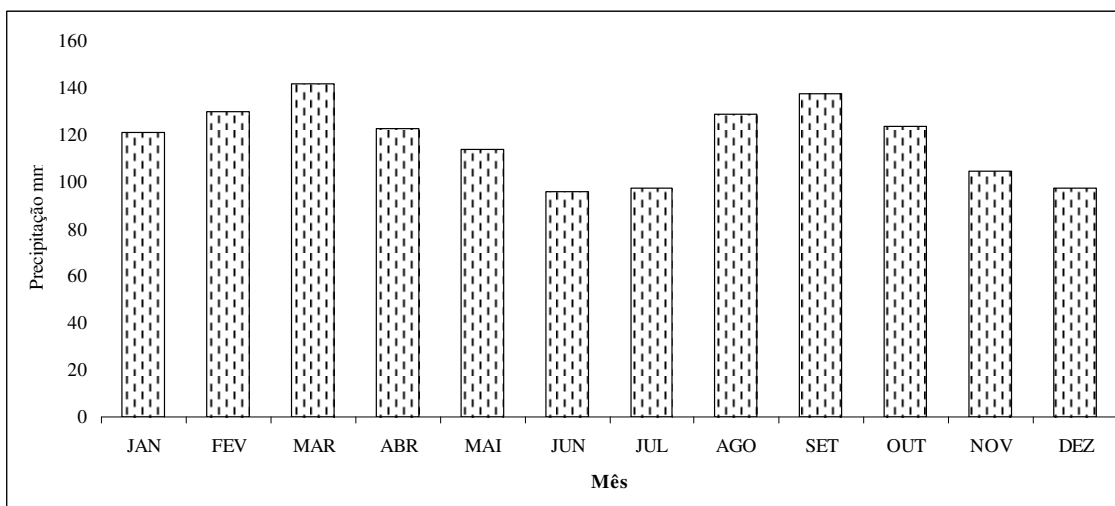


Gráfico 4 - Precipitação total mensal da Estação Meteorológica de Laguna num período de 54 anos.

Fonte: SDM/CLIMERH/EPAGRI, 2001 apud SANTA CATARINA, 2002.

Os valores de precipitação apontam que as chuvas são relativamente bem distribuídas ao longo do ano e que, na maioria dos meses, a média apresentou-se acima de 100 mm, com exceção de junho, julho e dezembro.

Esses índices das diferenças de temperatura e pluviosidade referem-se às dinâmicas a que a região fica submetida durante todo o ano em decorrência das massas de ar. O comportamento dinâmico das massas de ar provenientes dos anticiclones modifica-se ao longo das estações do ano. Durante os meses de primavera-verão, dada uma maior insolação no hemisfério sul, o Anticiclone do Atlântico fortalece-se e desloca-se para posições mais meridionais. O Anticiclone Móvel Polar, por sua vez, retrai-se e não apresenta o mesmo poder de penetração. Em consequência, durante estes meses, o tempo do litoral sul é, normalmente, quente e ventoso, com ventos provenientes principalmente de NE e E, da borda do Anticiclone do Atlântico. Durante o outono-inverno, devido à menor insolação, o Anticiclone do Atlântico enfraquece e desloca-se para posições mais ao norte. O Anticiclone Móvel Polar passa então a penetrar mais e o clima da região do Complexo Lagunar fica dominado pelas frentes frias que se deslocam do rumo SW-NE, muitas vezes com grande regularidade.

A intensidade do vento aumenta entre setembro e dezembro, principalmente quando sopra o vento nordeste, podendo causar rajadas de até 50 km/h, com certa frequência. Ventos mais fortes ocorrem quando existe ciclone extratropical sobre o oceano. Apesar desses eventos mais isolados, a velocidade média dos ventos é em torno de 12 km/h.

Conforme Caruso (1995), a situação geográfica do litoral sul catarinense submetida à ação dos centros de alta pressão acima discutidos tem conferido ao vento um papel de fundamental importância na morfogênese regional, tanto atual como pretérita. Além de formar extensos campos de dunas, o vento, gerando ondas e correntes, é o fator básico de controle da hidrodinâmica oceânica e dos corpos lagunares da região. As alterações de nível d'água dentro do corpo lagunar são decorrentes do regime de ventos e das variações de vazão dos rios, relacionado ao regime pluviométrico e não das marés astronômicas oceânicas, que na região apresentam uma amplitude de 0,6 m (micromarés).

O governo de Santa Catarina, através do Decreto nº 4.778 de 11 de outubro de 2006, que regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado, definiu que a disponibilidade hídrica para a seção de corpo hídrico ou sub-bacia, deverá ser determinada pelo estudo estatístico das informações hidrológicas disponíveis, ou por estudos

de regionalização ou por cálculos de balanço hídrico, e, ainda, por estudos de qualidade de água. A disponibilidade hídrica deverá garantir a vazão ou o volume das águas superficiais.

O Complexo Lagunar recebe as águas fluviais das bacias hidrográficas dos rios Tubarão e d'Una. Através da figura 9 pode-se observar a rede hidrográfica dessas duas bacias hidrográficas.

O principal contribuinte do sistema lagunar Santo Antônio - Imaruí - Mirim é a bacia hidrográfica do rio Tubarão, que drena uma área aproximada de 5.640km², envolvendo 19 municípios. Percorre das nascentes à foz, cerca de 120 km. As nascentes do rio Tubarão correspondem às nascentes dos rios Rocinha e Bonito, seus formadores, que nascem na encosta da Serra Geral. Na confluência dos dois rios, na cidade de Lauro Müller, passa então a chamar-se rio Tubarão. São seus afluentes pela margem esquerda os rios Oratório, Capivaras, Hipólito e Laranjeiras no seu alto curso. No médio curso recebe pela margem esquerda o rio Braço do Norte, que drena grandes áreas da bacia, correndo no sentido norte-sul. No seu baixo curso, recebe pela margem esquerda o rio Capivari, desembocando posteriormente na lagoa Santo Antônio, no município de Laguna (SANTA CATARINA, 1997).

O rio Tubarão, segundo dados das estações do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) apresenta, na bacia, vazões médias de 50 m³/s próximo à sua foz. As vazões mínimas concentram-se nos meses de inverno (março a setembro), quando chegam a apresentar uma descarga de 10 m³/s e as máximas ocorrem nos meses de fevereiro a março (op. cit.).

O rio d'Una drena área de três municípios do Estado de Santa Catarina e, devido à sua menor importância no contexto regional, tem sido menos estudado, não existindo medições de vazões periódicas nem estudos específicos de qualidade de suas águas. Esse curso fluvial tem as suas nascentes alojadas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e a sua foz no extremo norte da lagoa do Mirim.

A circulação das águas do Complexo Lagunar está relacionada principalmente com o regime dos ventos, assim como pela entrada de água salina através do Canal da Barra e da água doce pelos rios que deságuam nas lagoas.

Segundo Beltrame (2002) observa que o vento exerce um papel importante de energia e matéria entre as águas lagunares, sobrepujando muitas vezes a importância das marés nas oscilações do nível do mar. Na região do Complexo Lagunar, em condições de vento nordeste (com intensidade de moderada a forte), ocorre um aumento do fluxo de vazante, tornando as águas próximas à desembocadura menos salinas e com maior turbidez. Porém, quando ocorre o predomínio de ventos do quadrante sul, ocorre um empilhamento das águas marinhas junto à costa e conseqüentemente uma maior penetração de água salgada para o interior da lagoa, represando o fluxo fluvial nas áreas mais a montante do sistema. Sob esta condição, a carga

de material em suspensão é menor a jusante do sistema, enquanto a montante ocorre uma intensificação do processo de floculação, levando à deposição do material fino trazido em suspensão pelas correntes lagunares. Circulação das Águas e Dispersão dos Poluentes

Os resultados dos estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) em 1994, sugerem que a vazão do rio Tubarão contribui significativamente com o regime hídrico das lagoas Santo Antonio e do Imaruí, num processo de entrada e saída contínua de água.

Através de uma simulação de oito semanas, o INPH (1994), levando em consideração as condições existentes, calculou que $8,1 \times 10^8 \text{ m}^3$ entra e $9,3 \times 10^8 \text{ m}^3$ saem da lagoa do Imaruí através do Canal das Laranjeiras (limite entre a lagoa Santo Antônio e do Imaruí). Tais volumes corresponde a 7-8 vezes o volume médio da lagoa no mesmo período (cerca de $1,1 \times 10^8 \text{ m}^3$) (VARGAS, 2001).

Nesse estudo foi apontada também a diluição dos poluentes na lagoa do Imaruí. Observou-se que as águas da lagoa se diluem de modo que após 8 semanas de simulação, apenas 30% das águas inicialmente presentes ainda permanecem na mesma. Essa diluição é feita pelas águas das lagoas Santo Antônio e do Mirim, dos rios que deságuam diretamente na lagoa do Imaruí e do oceano.

Com base nesse estudo o INPH chegou à seguinte conclusão: *"o sistema Santo Antônio-Imaruí-Mirim não apresenta boas condições de circulação d'água, já que, na situação atual, o tempo requerido para a renovação das suas águas é de aproximadamente 14 dias"* (op. cit.).

Através de uma consulta pública aberta a toda a população da sub-bacia do rio d'Una e do Complexo Lagunar, em agosto de 2001, foi realizada, em Laguna, uma dinâmica metodológica a fim de subsidiar o desenvolvimento do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar. O objetivo dessa dinâmica era o de se obter a percepção ambiental da sociedade em relação à qualidade da água dos cursos fluviais no sistema lagunar daquela região.

A percepção ambiental pode ser entendida como o sentimento e o entendimento dos seres humanos em relação ao seu lugar. Conforme Silva (2003) "por ser o centro de valor e sentido, o lugar encarna as experiências e aspirações da pessoa, sendo de fundamental importância para a sua identidade" e, por isso, procura-se entender o significado do lugar para o homem como espaço construído no decorrer de suas vivências, através de sua percepção.

Como resultado das discussões, o grupo apontou que há uma degradação da qualidade das águas dos recursos hídricos da sub-bacia e indicou as várias causas que contribuem para isso a partir da sua percepção, que estão apontados no gráfico 5.

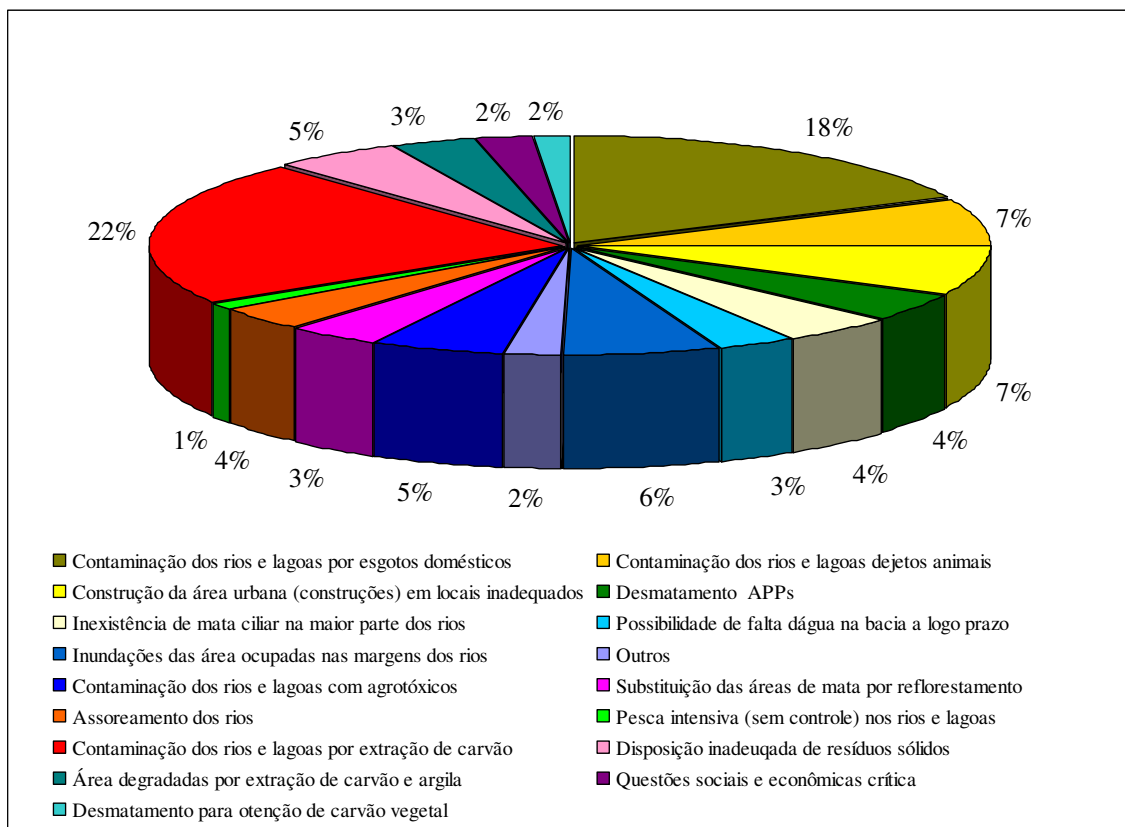


Gráfico 5 - Percepção ambiental da comunidade da sub-bacia do rio d'Una e Complexo lagunar em relação a degradação da qualidade das águas dos recursos hídricos da região.

Fonte: SANTA CATARINA, 2002.

O gráfico 5 aponta que as principais causas da degradação das águas, conforme a percepção dos moradores da sub-bacia estão relacionadas com a contaminação dos rios e lagoas pela extração de carvão e por despejos dos esgotos domésticos sem tratamento (40%), além da disposição incorreta dos resíduos, dejetos dos animais (principalmente suinicultuta), construção inadequada na área urbana, entre outros.

3. MATERIAL E METODOS

Para a avaliação da qualidade das águas utilizadas nas fazendas de criação de camarões , assim como dos efluentes gerados , foram utilizados dois procedimentos metodológicos: a pesquisa bibliográfica e documental (primeira etapa) e a pesquisa experimental (segunda etapa).

Através da pesquisa bibliográfica e documental, procurou-se contextualizar e aprofundar os temas propostos levantados a partir dos objetivos, tais como o panorama da carcinicultura, o uso da água e a geração de efluentes pela criação de camarões marinhos, legislação brasileira específica para a manutenção das condições ambientais na água e a referente à carcinicultura no país. Para isso, foram utilizadas referências bibliográficas como teses e dissertações desenvolvidas com o tema e/ou as realizadas na região; Resoluções do Conama disponível em meio digital; além de livros, publicações, artigos e revistas especializadas na temática. A partir desse levantamento bibliográfico foi possível analisar-se dados secundários através de quadros, tabelas, gráficos. Essa pesquisa encontra-se disposta nos capítulos 4 e 5.

A segunda etapa refere-se à pesquisa experimental, onde através de acompanhamento de um empreendimento de carcinicultura na lagoa do Imaruí, entre os anos de 2003 e 2006, foi possível analisar o monitoramento ambiental das fazendas que cultivam camarões nessa região. Com isso, foram gerados dados primários que possibilitaram a verificação da existência ou não, da contribuição dos efluentes carcinícolos para degradação da qualidade das águas do Complexo Lagunar.

A seguir, apresentam-se as metodologias utilizadas na pesquisa experimental, conforme os objetivos apresentados:

3.1 Implantação e Desenvolvimento das Fazendas de Carcinicultura no Entorno do Complexo Lagunar

Para o entendimento da dinâmica do desenvolvimento da carcinicultura na região do Complexo Lagunar e o contexto em que as fazendas foram inseridas na localidade estudada, aplicou-se um questionário (anexo 1) com perguntas relativas à implantação dos empreendimentos, o histórico da produção e a situação atual dos carcinicultores frente à exposição do vírus da mancha branca naquela região.

3.2 Qualidade das Águas do Complexo Lagunar Antes do Surgimento da Carcinicultura

A verificação da qualidade das águas do Complexo Lagunar antes da implantação da carcinicultura foi realizada a partir de dados secundários obtidos no relatório técnico do Projeto de Recuperação da Qualidade de Vida na Região Sul de Santa Catarina - PROVIDA – SC⁶. Esse projeto compreendeu ações de saneamento, de habitação, de promoção social, de recuperação e preservação do meio ambiente, de transporte, de educação, de saúde, de agricultura e de recuperação econômica, ficando estabelecido um prazo de 10 anos (1991 a 2000) para a sua realização.

Durante esse estudo, foram realizadas coletas de água e sedimentos além de biota aquática nas Lagoas Santo Antônio, do Imaruí e do Mirim. A análise laboratorial das amostras coletadas de água e sedimento foi realizada no Centec (Centro Tecnológico da UNISUL) e as metodologias utilizadas por esse laboratório são as descritas no Standard Methods, complementadas por observações da CETESB. Para análise da qualidade das águas lagunares foram selecionados 32 pontos, distribuídos nas três lagoas. As coletas ocorreram em duas épocas distintas: em agosto de 1992 e em abril de 1993.

O quadro 1 apresenta a distribuição dos pontos de coletas de água no Complexo Lagunar.

⁶ Através do Decreto de 10 de abril de 1991, assinado pelo presidente Fernando Collor de Mello, institui-se o projeto Recuperação da Qualidade de Vida na Região Sul de Santa Catarina - PROVIDA - SC, com a finalidade de promover a recuperação da qualidade ambiental da região Sul de Santa Catarina e a melhoria das condições de vida de sua população.

Complexo Lagunar	Ponto de coleta	Localização
Lagoa Santo Antônio	1	Canal da barra
	2	Centro do canal da barra
	3	Próximo ao porto com influência direta do rio Tubarão
	4	Próximo ao centro da cidade de Laguna
	5	Próximo à foz do Ribeirão da Carniça Continua ...
	6	Próximo à foz do rio Sambaqui
	7	Próximo à localidade de Cabeçudas
	8	Próximo à ponte de Cabeçudas (BR 101)
Lagoa do Imaruí	9	Próximo à ponte de Cabeçudas
	10	Próximo à localidade de Santiago
	11	Próximo à localidade de ponta Seca
	12	Próximo à localidade de Caputera e Bentos
	13	Próximo à Ilha Grande
	14	Próximo à foz do rio Aratingaúba
Lagoa do Mirim	15	Ponto de estrangulamento entre as lagoas do Imaruí e Mirim
	16	Próximo à localidade de Perrixil
	17	Próximo à Ponta da Itapeva
	18	Ponto situado no centro da lagoa do Mirim
	19	Próximo à Ilha dos Pereiras
	20	Localizado entre a Ponta da Pedra e a Ponta da Custódia
	21	Próximo à foz do rio d'Una

Quadro 1 - Localização dos pontos de coletas de água no Complexo Lagunar.

A figura 10 apresenta os pontos onde ocorreram as coletas de água nas lagoas Santo Antônio, do Imaruí e do Mirim.

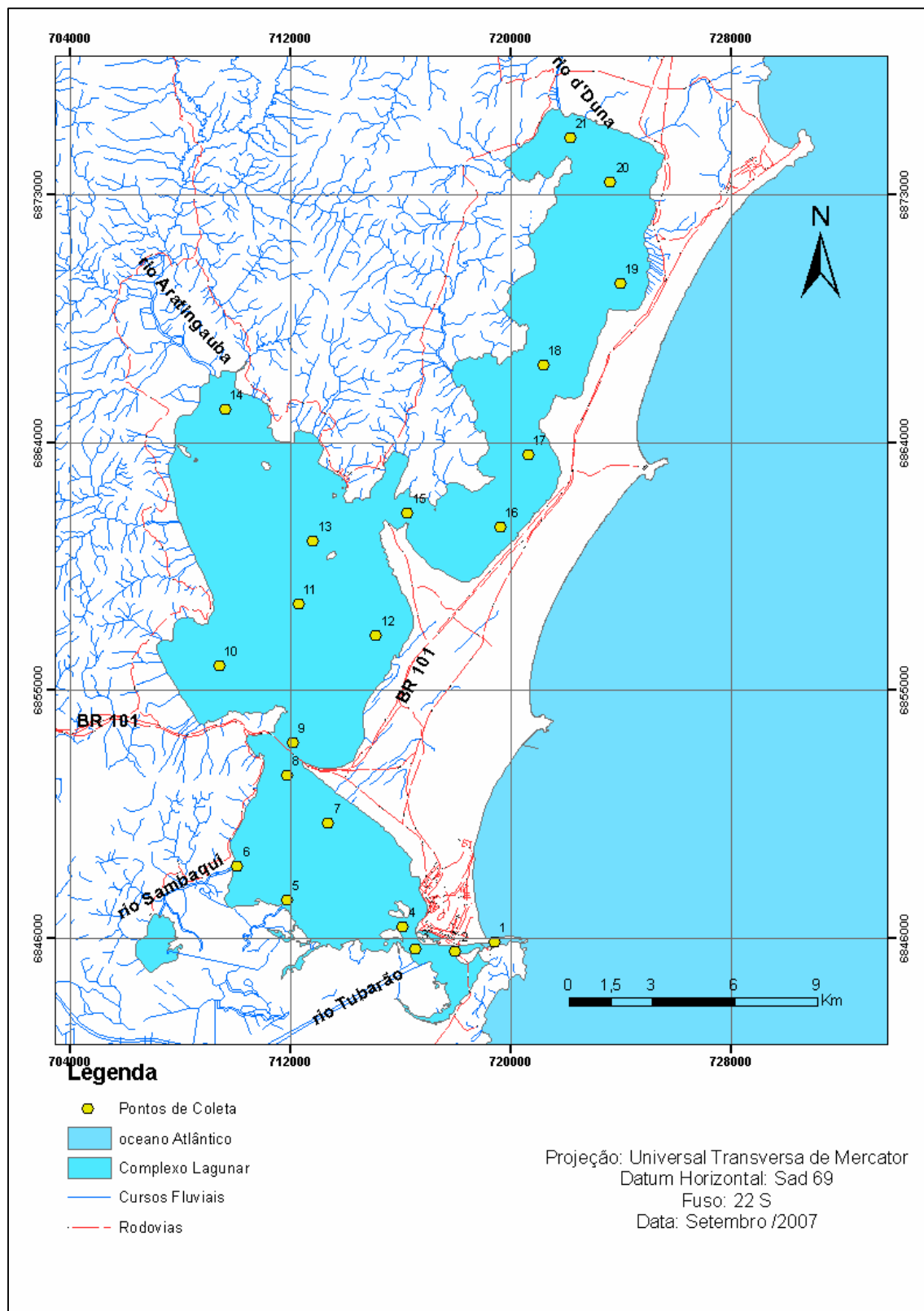


Figura 10 - Mapa dos pontos de coleta do Projeto PROVIDA no Complexo Lagunar.

Para analisar os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos realizadas nos pontos coletados, selecionaram-se aqueles que fazem referência à Resolução do Conama nº 357/05. Essa resolução estabelece os limites necessários para determinados usos das águas. Levando em consideração que o objeto deste estudo é a qualidade das águas para a carcinicultura localizada numa área de Laguna, conforme a Resolução (Capítulo II, Seção II, Art. 6º), deve-se observar que a Classe pretendida para tal atividade é a 1, para águas salobras (tabela 1).

Tabela 1 - Limite de concentração para águas salobras conforme Resolução do Conama nº 357 de março de 2005.

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3
OD	mgL-1 O2	Não inferior a 5	Não inferior a 4	Não inferior a 3
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	5 a 9
Óleos e Graxas		Virtualmente ausentes, ou seja, que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar.	Virtualmente ausentes	Toleram-se iridescências
Coliformes termotolerantes ou Escherichia coli	NMP/100 ml	Não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes	Não deverá ser excedido um limite de 2.500 coliformes	Não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes
Nitrogênio amoniacal total	mgL-1 N	0,40	0,70	-
Nitrato	mgL-1 N	0,40	0,70	-
Nitrito	mgL-1 N	0,07	0,20	-
Fósforo total	mgL-1 P	0,124	0,186	-
Alumínio dissolvido	mg L-1 Al	0,1	0,1	-
Arsênio total	mgL-1 As	0,01 * 1.4×10^{-4} (0,14 µg/L) (padrões para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo)	0,069	-
Boro	mgL-1 B	0,5	0,5	-
Cádmio total	mgL-1 Cd	0,005	0,04	Continua ...

Cobre dissolvido	mgL-1 Cu	0,005	0,005	-
Cromo total	mgL-1 Cr	0,05	1,1	-
Chumbo total	mgL-1 Pb	0,01	0,210	-
Ferro dissolvido	mgL-1 Fe	0,3	0,3	-
Manganês total	mgL-1 Mn	0,1	0,1	-
Níquel total	mgL-1 Ni	0,025	74,0	-
Prata	mgL-1 Ag	0,005	0,005	-
Sulfetos	mgL-1 S	0,002	0,002	-
Zinco total	mgL-1 Zn	0,09	0,12	-

Fonte: BRASIL, 2005.

Os parâmetros de Sólidos Totais Dissolvidos e a DBO não possuem valor limite adotado como requisito normativo para a qualidade das águas salobras pela Resolução do Conama nº 357/05. Porém, devido a sua importância sobre o ecossistema aquático, indicadores de material orgânico e inorgânico serão analisados levando-se em consideração instruções normativas ambientais.

3.3 Qualidade Atual das Águas do Complexo Lagunar

A qualidade atual das águas do Complexo Lagunar pode ser conhecida pelo monitoramento ocorrido devido a duplicação da BR 101, com base no Projeto Básico Ambiental (PBA). Esse controle sobre as águas superficiais ocorre a fim de prevenir qualquer impacto que possa estar sendo causado em decorrência desse empreendimento. Dos 28 pontos de coleta de água, cinco estão localizados nas lagoas porque apenas o sistema lagunar de Imaruí/Santo Antônio será atravessado pela rodovia BR 101, com a implantação de duas novas pontes sobre a lagoa do Imaruí.

No quadro 2 estão localizados os pontos de coleta de água no Complexo Lagunar:

Ponto	Lagoa	Localização	Coordenadas Geográficas (UTM)
5	Mirim	Próximo a BR 101 e da cidade de Imaruí.	0725669 6874249
6	Imaruí	Próximo ao acesso a nova ponte, localidade de Ribanceira.	0714522 6852835
7	Imaruí	Próximo à localidade de ponta das Laranjeiras.	0710328 6854099
8	Santo Antônio	Localidade de Cabeçudas, ponte atual existente sobre o aterro.	0712542 6852320
9	Santo Antônio	Enseada próxima à ponta de Laranjeiras, próximo ao local de início da atual e nova ponte sobre o canal de Laranjeiras.	0710563 6852956

Quadro 2 - Localização dos pontos de amostragem de água no Complexo Lagunar, segundo a metodologia proposta pelo Programa de Monitoramento de Corpos Hídricos BR 101.

Fonte: UNIVILLE, 2006.

As coletas e análises foram realizadas no período de 09 e 10 de fevereiro de 2006 e os parâmetros selecionados são aqueles definidos pelo PBA para o Programa de Monitoramento de Corpos Hídricos. Através dos dados dessa campanha é possível calcular o IQA das águas do Complexo Lagunar para aqueles dias da coleta.

O IQA foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* - NSF dos Estados Unidos, com as modificações propostas pelos técnicos da FEPAM, CORSAN e DMAE quando da implantação da Rede Integrada de Monitoramento do Rio dos Sinos (1990-1996), através do COMITESINOS.

Essa metodologia é considerada facilitadora, pois é de simples entendimento, tem aceitação em instituições nacionais responsáveis pelo monitoramento da qualidade das águas e permite ao público leigo comparar as condições de qualidade de diversos pontos de um determinado curso d'água.

O IQA, modificado pelo COMITESINOS, é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de água: 1) OD saturado; 2) pH; 3) DBO (5

dias, 20 °C); 4) coliformes fecais; 5) nitrato – NO₃-N; 6) fosfato total – PO₄; 7) turbidez; 8) sólidos totais.

O quadro 3 apresenta os parâmetros que compõem o IQA utilizado nesse estudo e seus respectivos pesos relativos.

Parâmetro	Peso relativo (wi)
Oxigênio Dissolvido - Saturação (%)	0,19
Coliformes Fecais	0,17
pH	0,13
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	0,11
Fosfato Total (PO ₄)	0,11
Nitrato (NO ₃ - N)	0,11
Turbidez	0,09
Sólidos Totais	0,09

Quadro 3 - Parâmetros e pesos relativos do Índice de Qualidade de Águas.
Fonte: DMAE (2003).

A fórmula utilizada para o cálculo do IQA é a seguinte:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{wi}$$

A interpretação do cálculo do IQA é realizada dentro das faixas de qualidade de água, apresentada no quadro 4. Para cada ponto, é avaliada a sua qualidade dispostas em intervalos que variam entre Muito Ruim a Excelente.

Faixas de IQA	Classificação da qualidade da água
0 – 25	Muito Ruim
26 – 50	Ruim
51 – 70	Regular
71 – 90	Bom
91 – 100	Excelente

Quadro 4 - Faixas de qualidade de água para o IQA do NSF.
Fonte: DMAE, 2003.

onde,

IQA = um número entre 0 e 100

\prod = produtório

n = nº. variáveis (parâmetros)

wi = peso relativo ou ponderal do parâmetro ou variável

qi = qualidade relativa do i-ésimo parâmetro, obtido na respectiva “curva média de variação de qualidade” em função de sua concentração ou medida; um número entre 0 e 100 (ver anexo 1).

3.4 Monitoramento das Águas para o Cultivo e dos Efluentes no Período de 2002 a 2006

Realizou-se um levantamento junto ao órgão ambiental (FATMA), nos relatórios dos licenciamentos, a fim de se obter os dados referentes ao monitoramento das águas para o cultivo e dos efluentes, após a despesca dessas fazendas.

Ao mesmo tempo, acompanhou-se a produção na Fazenda Coelho, no período de maior crise do cultivo dessa região, que foi o da detecção da presença do vírus da mancha branca. Nesse acompanhamento, analisou-se, através do Plano de Monitoramento proposto pela Resolução do Conama nº 312 de 10 de outubro de 2002 e pelos limites de concentração dado pela Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, as águas de entrada (captação) e de saída (efluentes) dos viveiros dessa Fazenda.

Com esses dados foi possível avaliar a qualidade das águas captadas para o cultivo e dos efluentes que a lagoa do Imaruí recebeu, entre os anos de 2001 e 2006, em decorrência dos cultivos de camarões marinhos.

3.6 Qualidade da Águas que Entram e Saem do Cultivo de Camarões

Para realizar a amostragem das águas que entram nos viveiros para cultivo dos camarões e dos efluentes, na Fazenda Coelho, foi realizada uma campanha com duas etapas de amostragem, conforme o Plano de Monitoramento Ambiental previsto pela Resolução do Conama nº 312 /2002. Essa campanha refere-se ao cultivo realizado entre fevereiro e abril de 2006, quando, devido à preocupação pela contaminação do vírus da mancha branca, foi povoado somente um viveiro, com cerca de quatro ha.

Os parâmetros físico-químico e bacteriológico utilizados são os estabelecidos pela Resolução do Conama nº 312/02. São eles: Sólidos Suspensos Totais (mgL^{-1}); Transparência (Disco de Secchi - m); Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); Salinidade (ppt); OD (mgL^{-1}); DBO(mgL^{-1}); pH; Amônia-N(mgL^{-1}); Nitrito-N(mgL^{-1}); Nitrato-N (mgL^{-1}); Fosfato-P (mgL^{-1}); e Silicato-Si, e Coliformes Totais (NMT/100 ml).

A figura 11 mostra a localização dos pontos das coletas de água.

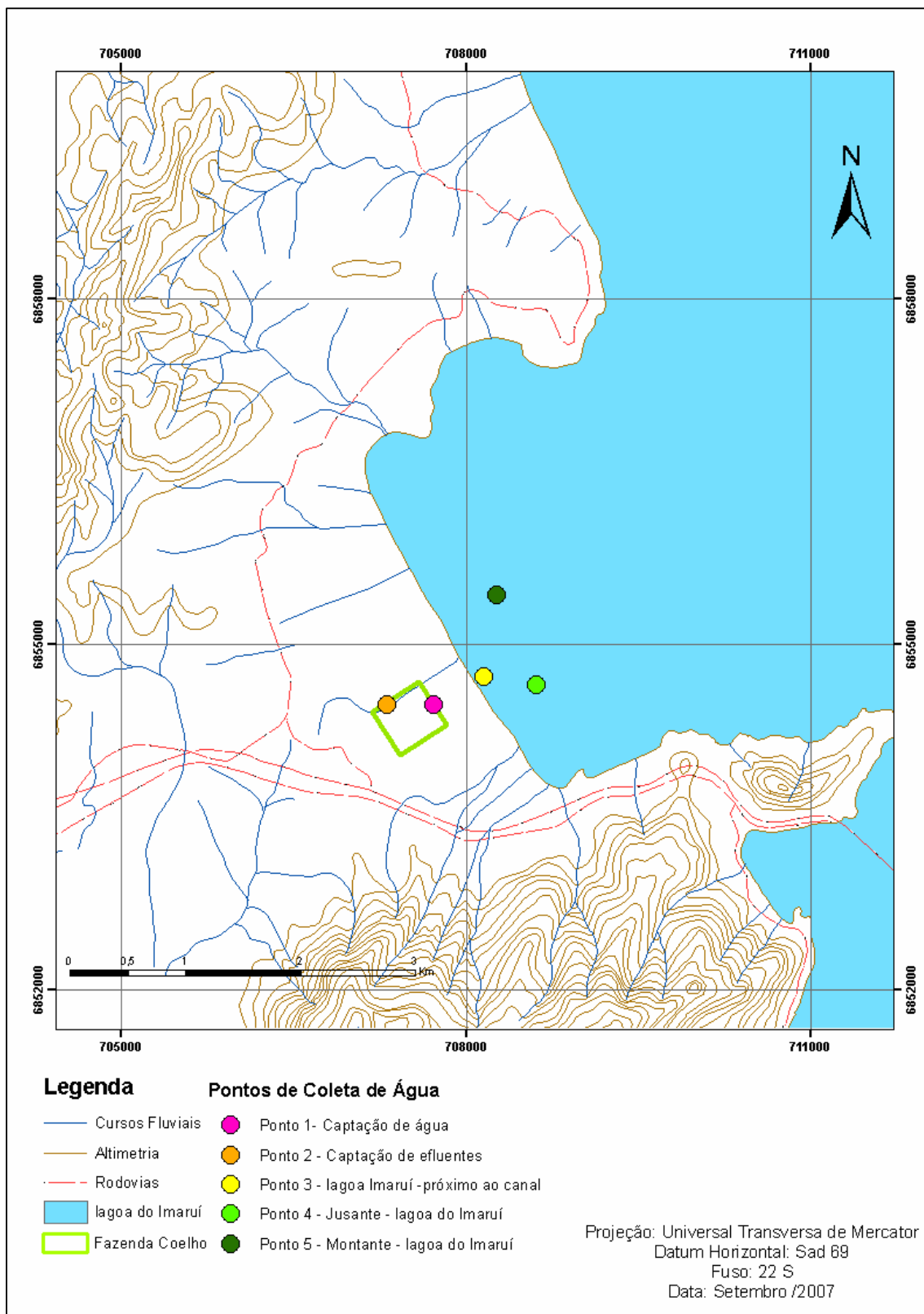


Figura 11 - Mapa de localização dos pontos das coletas de água de captação da lagoa do Imaruá e dos efluentes da carcinicultura.

A primeira etapa da campanha de amostragem ocorreu em 26 de janeiro de 2006, às 12 horas, quando foi retirada uma amostra no canal de entrada de água da lagoa para os viveiros, identificada como Ponto 1 (figura 12), localizado na coordenada UTM 707711 e 6854475.



Figura 12 - Localização do ponto de captação de água da Fazenda Coelho.

Fonte: Google Earth, 2006.

As amostras foram coletadas em frascos apropriados e mantidas resfriadas em caixa de isopor com gelo, seguindo a metodologia aceita para campanhas de amostragens. Após a coleta, o material foi encaminhado para o laboratório de análises clínicas do Centro Tecnológico (Centec) da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Os parâmetros, OD, Salinidade e Transparência com disco de Secchi foram medidos in loco com o auxílio de aparelhos previamente calibrados.

O laboratório localizado próximo ao empreendimento (Centec) não realiza análises dos parâmetros Clorofila a e SST. Por isso não se obteve resultados desses parâmetros.

O quadro 5 apresenta a metodologia utilizada no laboratório do Centro Tecnológico da UNISUL, onde foram realizadas as análises das amostras da primeira campanha.

Parâmetro	Metodologia
Coliformes Totais (NMP/100ml)	Método dos tubos múltiplos
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	Método dos tubos múltiplos
pH	Potenciométrico
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5 mgL-1)	Respirométrico - Oxitop
Fósforo Total (P mgL-1)	Espectrofotômetro Uv/Vis com Vanadomolibdato de Amônio
Nitrato (NO ₃ - N, mgL-1)	Espectrofotômetro Uv/Vis com Ácido Fenoldissulfônico
Nitrito (NO ₂ - N, mgL-1)	Espectrofotômetro Uv/Vis com Alfa Naftilamina
Nitrogênio Amoniacal (NH ₃ - N, mgL-1)	Espectrofotômetro Uv/Vis com Reagente de NESSLER
Turbidez (UNT)	Turbidimétrico
Sílica (mgL-1)	Gravimétrico

Quadro 5 - Metodologias utilizadas nas análises de água na primeira campanha, janeiro de 2006.

As metodologias laboratoriais foram realizadas segundo American Public Health Association: Standard Methods for the Examination of the Water. Washington: 1995.1v.

A segunda campanha refere-se à amostragem dos efluentes dos viveiros e das águas lagunares, a montante e a jusante da saída do canal na lagoa do Imaruí (Pontos 2, 3,4 e 5 , respectivamente). No quadro 6 encontra-se a localização dos pontos de amostragem e o horário da coleta.

Ponto	Localização	Coordenada Geográfica UTM (GPS)	Horário da coleta
2	Viveiro (efluente)	707429; 68545335	07h45min
3	Canal de saída do efluente na lagoa	708304; 6854742	09h30min
4	Jusante da Fazenda	708525; 6854583	10h40min
5	Montante da Fazenda	707978; 6855126	12h10min

Quadro 6 - Localização dos pontos de amostragem e horário da coleta.

A figura 13 apresenta a localização dos pontos de coleta das amostras de água em abril de 2006.



Figura 13 - Localização dos pontos de captação de água da Fazenda Coelho.

Fonte: Google Earth, 2007.

A metodologia utilizada no laboratório do Centro de Ecologia da UFRGS, onde foram realizadas as análises das amostras da segunda campanha, estão dispostas no quadro 7.

Parâmetro	Metodologia	Referência	LD
pH	Método Potenciométrico	NBR 14339/1999	0,010
Fósforo Total (P mgL-1)	Absorciometria com Redução do Ácido Ascórbico	NBR 12772/1992	0,010
Nitrito (NO ₂ - N, mgL-1)	Absorciometria com Ácido Fenildissulfônico	NBR 11265/1990	0,001
Nitrato (NO ₃ - N, mgL-1)	Espectrofotometria UV	Standard Methods 20 th	0,200
Nitrogênio amoniacal (NH ₃ - N, mgL-1)	Kjeldahl com Volumetria	Standard Methods 20 th	0,020
Turbidez (NTU)	Nefelometria	NBR 11265/1990	1,000
Sólidos Dissolvidos (mgL-1)	Gravimetria - secagem a 180 °C	NBR 11265/1990	10,000
Sílica (mgL-1)	Absorciometria com Melibdossilicato	NBR 11265/1990	1,000

Quadro 7 - Metodologias utilizadas nas análises de água da segunda campanha - abril de 2006.

A Resolução do Conama nº 312/02 determina o monitoramento da qualidade das águas no corpo receptor a 100 m a montante e 100m a jusante. Porém, isso pode ser realizado com precisão em corpos lóticos, ou seja, em canais fluviais. Em corpos lênticos, com uma circulação diferenciada de suas águas, só é possível coletar as amostras observando o movimento das águas superficiais através das plumas de sedimentos.

Como os efluentes são direcionados, através de canos e motor, sobre a área de vegetação que fica entre os viveiros e a lagoa, optou-se em acompanhar a pluma visível na lagoa e coletar próxima à área em frente ao empreendimento, a montante, sem intervenção da pluma (750 m) e na pluma, a jusante, cerca de 400 m.

As coletas das águas na lagoa do Imaruí foram realizadas com auxílio de caiaque devido à quantidade de matéria orgânica no fundo lagunar, mesmo que a profundidade nessa margem seja pequena. As condições meteorológicas eram de sol e pouco vento.

3.4 Granulometria, Matéria Orgânica e Nitrogênio dos Sedimentos Encontrados na Área do Entorno às Fazendas de Carcinicultura

Para melhor caracterização da área de estudo foram analisados os sedimentos coletados próximo à área da saída dos efluentes da carcinicultura, nos canais de ligação dos viveiros com a lagoa de Imaruí. Foi também selecionado um ponto, ponto de controle, na lagoa Santo Antônio (município de Laguna), localizado no mesmo Complexo Lagunar, em uma área onde não há criação de camarões em cativeiro.

Os parâmetros selecionados para análise do impacto dos efluentes sobre a lagoa foram: matéria orgânica e Nitrogênio Total. Foi também realizada a granulometria dos sedimentos coletados para melhor caracterização da área, permitindo, também, estabelecer uma expressão quantitativa de distribuição dos grãos, além de auxiliar os procedimentos e análise da quantificação de matéria orgânica.

A coleta dos sedimentos na área de estudo foi realizada no dia 22 de novembro de 2005, entre 11 e 19 horas. Nesse dia, as condições meteorológicas eram de sol, sem nuvens no céu e brisa suave.

As coletas foram realizadas dentro de uma canoa com um amostrador tipo Mud-snape.. Com exceção do Ponto 1 (ponto de controle, lagoa Santo Antonio) foi utilizada uma canoa para coletar as amostras na lagoa do Imaruí. Cada amostra foi armazenada em sacos plásticos, numerados de 1 a 5 conforme a seqüência da coleta e mantidas resfriadas, utilizando-se uma caixa de isopor com gelo até serem levadas para o congelamento. Em cada amostragem foram marcados os pontos da coordenada geográfica em UTM com um GPS, e a profundidade da coleta através de uma fita métrica. Todos os dados foram anotados numa planilha.

No quadro 8 encontra-se a descrição e a localização dos pontos amostrados, bem como da profundidade e o horário da coleta.

Ponto	Localização	Coordenada Geográfica (UTM)	Profundidade (cm)	Hora da Coleta
1	Lagoa Santo Antônio – ponto de controle	710521 6853244	35	12h44min
2	Lagoa do Imaruí - em frente ao canal de entrada e saída de água	708232 6854624	27	17h30min
3	Lagoa do Imaruí – em frente à Fazenda Coelho	708110 6854821	26	17h45min
4	Lagoa do Imaruí - em frente ao canal de saída dos efluentes	708087 6855047	29	18h05min
5	Canal entre o viveiro e a lagoa - saída direta de efluente	707976 6854404	85	18h34min

Quadro 8 - Descrição e localização dos pontos de coleta das amostras de sedimentos.

Na figura 14 encontra-se um mapa com a localização dos pontos de coleta dos sedimentos.

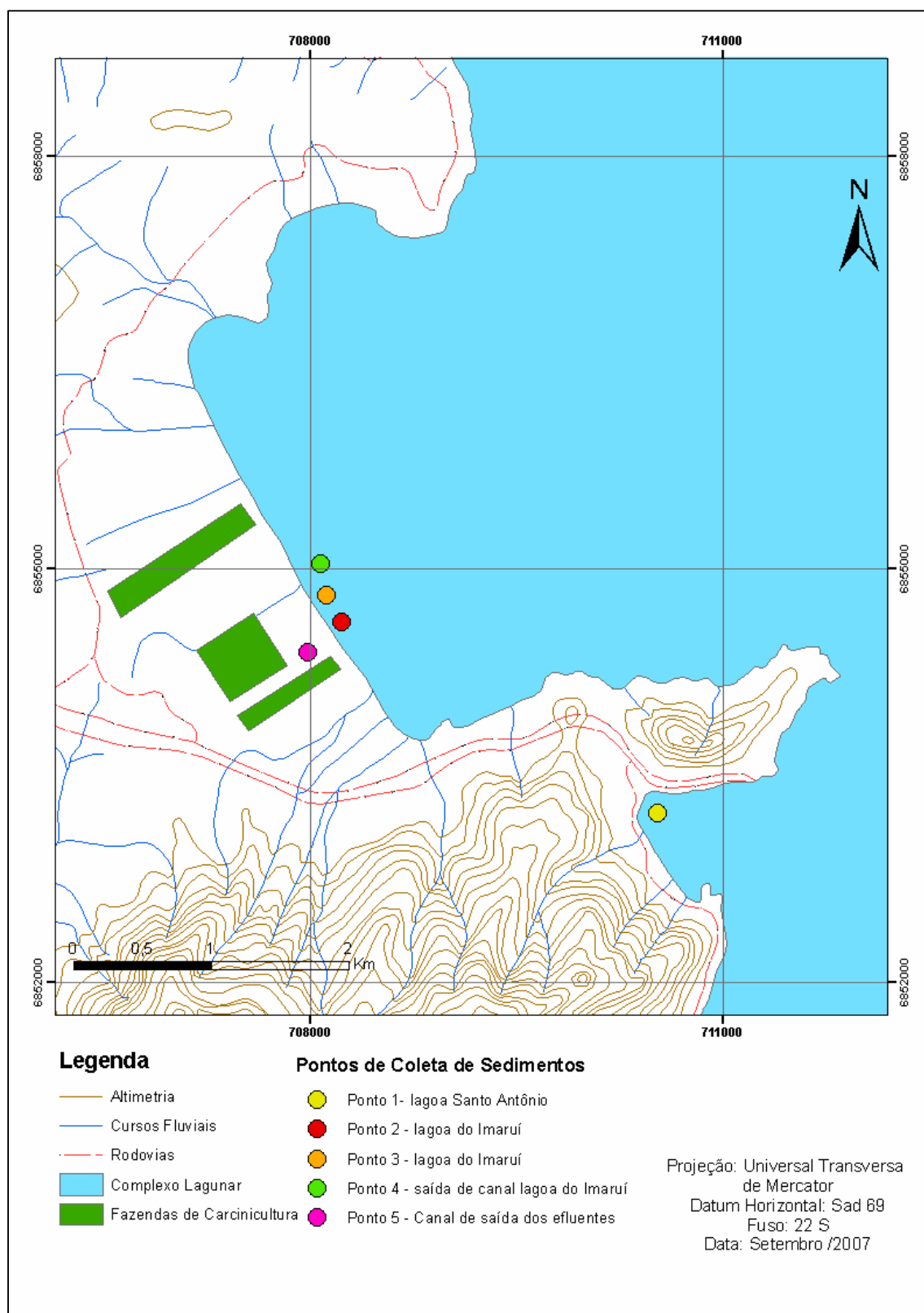


Figura 14 - Mapa de localização dos pontos de coletas das amostras de sedimentos.

No laboratório do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da UFRGS os sedimentos foram descongelados em temperatura ambiente. Feito isso, cada amostra foi colocada em uma bacia de alumínio, identificada com os pontos da coleta e examinada para ver se não havia sais nos sedimentos, colocando-se algumas gotas de nitrato de prata (HgNO_3) numa pequena amostra. Foi verificado que não havia necessidade de se lavar as amostras por não conterem excesso de sal.

A seguir, as amostras foram levadas para o forno numa temperatura de 60°C , para secagem durante 24 horas, para então serem desagregadas mecanicamente. A partir desse momento realizaram-se três procedimentos diferentes para se obter a granulometria, percentagem de matéria orgânica e o Nitrogênio Total contidos nos sedimentos.

3.4.1 Análise Granulométrica

O termo granulometria significa, literalmente, a medida de tamanho de grão. A análise granulométrica permite estabelecer uma expressão quantitativa de distribuição dos grãos. A finalidade da análise granulométrica varia de acordo com o campo no qual o sedimento é empregado. Assim, por exemplo, a granulometria pode caracterizar e classificar os sedimentos, correlacionando-os aos diferentes ambientes, como também embasar estudos de minerais pesados.

Na análise granulométrica sedimentológica o limite de $1/16$ mm ($0,062$ mm) é considerado conveniente para se distinguir entre as técnicas para sedimentos grosseiros e finos.

As amostras coletadas na lagoa de Imaruí foram processadas utilizando-se a técnica para sedimentos grosseiros, que consiste em passar uma amostra de peso conhecido (cerca de 20 a 30 gramas) através de um conjunto de peneiras com telas de malha padronizada que segue uma determinada escala granulométrica. A quantidade de amostra retida em cada peneira é pesada numa balança de precisão de quatro dígitos e, posteriormente, transformada em porcentagem do peso total peneirado, que é usado para representar a distribuição granulométrica. Nas amostras que tinham sedimentos no tamanho menor que $0,062$ mm também foram determinados a quantidade dos sedimentos finos (lama), identificados como silte e argila.

Para isso, utilizou-se o procedimento de lavar uma quantidade específica de sedimentos (1º pesagem) numa peneira com o diâmetro da malha de 0,062mm, que reteve os tamanhos de grãos acima desse valor. Em seguida, os sedimentos lavados são colocados no forno em temperatura de 80°C, por 24 horas, para ser então realizada a segunda pesagem. A diferença das duas pesagens é a quantidade de sedimentos finos (silte e argila) contidos na amostra.

A escala utilizada para caracterizar granulometricamente os sedimentos foi a de Wentworth (1922), apresentada na tabela 2.

Tabela 2 - Escala Granulométrica de Wentworth.

Intervalo granulométrico (mm)	Nomenclatura	
>256	Matacão	
256 a 64	Bloco ou Calhao	
64 a 4,0	Seixo	
4,0 a 2,0	Grânulo	
2,0 a 1,0	Muito grossa	AREIA
1,0 a 0,50	Grossa	
0,50 a 0,250	Média	
0,250 a 0,125	Fina	
0,125 a 0,062	Muito fina	
0,062 a 0,031	Grosso	SILTE
0,031 a 0,016	Médio	
0,016 a 0,008	Fino	
0,008 a 0,004	Muito fino	
<0,004	Argila	

3.4.2 Análise da Matéria Orgânica

Para determinação da matéria orgânica separou-se 0,20 a 0,25 g de sedimentos que foram passados por uma peneira de 0,062 mm (grão de tamanho areia). Em seguida, selecionaram-se cinco cadinhos que foram pesados numa balança de precisão de quatro casas decimais e numerados (primeira pesagem). Nos cadinhos foram colocadas as amostras para então ser feita a segunda pesagem.

Após, os cadinhos com sedimentos foram colocados na mufla por 4 horas a uma temperatura de 550 °C. Após esse tempo, a matéria orgânica foi eliminada, restando apenas a inorgânica. Esperou-se a mufla esfriar e os cadinhos foram coletados no dessecador para evitar a retenção de umidade e resfriar totalmente até a terceira pesagem

A diferença de peso do cadinho e sedimento da segunda pesagem e o peso da terceira é resultante da matéria orgânica que entrou em combustão. Essa diferença, multiplicada por 100 e dividida pelo peso inicial antes da queima, indica o valor em % da matéria orgânica dos sedimentos analisados.

3.4.2 Determinação de Nitrogênio

Para realizar a análise de N nos sedimentos foram selecionados quatro pontos, dos cinco coletados. O critério para a escolha dos pontos levou em conta a proximidade ou o distanciamento do local de onde sai o efluente da fazenda de carcinicultura, sendo que um deles refere-se ao ponto de controle (Ponto 1), isto é, uma área no mesmo Complexo Lagunar que não possui interferência direta com os efluentes. Esses pontos selecionados estão dispostos no quadro 14, excetuando o Ponto 2.

As amostras foram enviadas para o Laboratório de Saneamento da Universidade de Caxias do Sul (UCS) para serem realizadas as análises. A metodologia utilizada pelo laboratório da UCS para análise do Nitrogênio foi o Kjeldahl (titulométrico). Os resultados obtidos referem-se a uma média de três determinações, expressos em percentagem (anexo 4).

Após os procedimentos em laboratório, os dados foram processados em planilha eletrônica Microsoft Excel.

Na figura 15, através de uma sistematização dos procedimentos metodológicos, pode-se observar as etapas do desenvolvimento dessa pesquisa.

Figura 15 - Organograma do procedimento metodológico.

4. PANORAMA DA CARCINICULTURA

4.1 Carcinicultura Mundial

O cultivo do camarão marinho (carcinicultura) teve sua origem histórica no sudoeste da Ásia, onde pescadores artesanais construíam diques de terra nas zonas litorâneas para o aprisionamento de pós-larvas que cresciam em condições ideais de cultivo. Era, portanto, o regime das marés que cuidava do abastecimento e da renovação da água desses reservatórios superficiais .

A atividade se manteve por séculos com características artesanais até o início na década de 1930 quando o técnico japonês Motosaku Fujinaga consegue fazer a desova em laboratório da espécie *Penaeus japonicus*. Partindo de fêmeas extraídas do mar, ele desenvolveu a produção de pós-larvas em escala comercial (larvicultura) cujos resultados deram imensurável contribuição para o desenvolvimento do que é hoje a carcinicultura moderna (MAPA, 2001 apud BRDE, 2004).

Atualmente, mais de 50 países exploram essa atividade. A China é o maior produtor de camarão cultivado do mundo, assim como o Equador, na América do Sul. Os Estados Unidos da América, a Europa Ocidental e o Japão são os principais consumidores e apesar de possuírem produção intensiva e alta tecnologia, apresentam uma produção relativamente baixa (op. cit). A partir do gráfico 6 pode-se verificar o crescimento da produção da carcinicultura desde 1995 até 2005, ano em que se obtém os últimos dados estatísticos da FAO (*Food and Agriculture Organization* das Nações Unidas) referentes à produção da carcinicultura mundial.

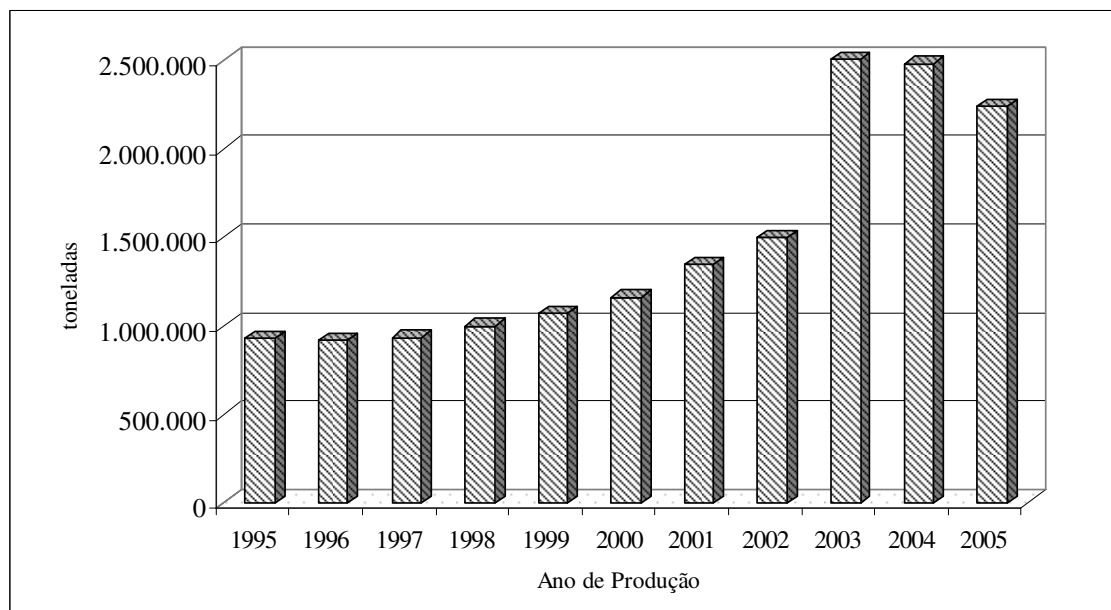


Gráfico 6 - Produção mundial da carcinicultura.

Fonte: FAO, 2007 apud ABCC, 2007.

O gráfico apresentado mostra que a produção mundial do camarão marinho obteve um acréscimo de 240% em dez anos (1995-2005). Esse aumento de produção está relacionado com a expansão das áreas carcinícolas nas zonas costeiras, incentivado principalmente pela demanda do mercado consumidor internacional.

Porém, mesmo com esse incremento na produção, o aparecimento de doenças provocadas por vírus inibiu a criação de camarões em muitas regiões do mundo. O primeiro foco de vírus no camarão, segundo MAPA (op. cit.), foi registrado no final dos anos de 1980 em Taiwan com graves perdas para os produtores e para o país como um todo. A principal causa apontada por estudiosos é a degradação da qualidade da água decorrente da alta densidade de fazendas e do excesso de lodo no fundo dos viveiros. A China, por exemplo, que em 1992 chegou a produzir 200.000 t, foi afetada e teve sua produção reduzida a 50.000 t. Países como Tailândia e Filipinas também enfrentaram problemas com a infestação de vírus em seus cultivos e perdas consideráveis de produção. Nesse período, a carcinicultura se expandiu com certo dinamismo para outros países do Oriente como Índia, Vietnã e Bangladesh. No Ocidente, passaram a fazer parte da lista de produtores e exportadores de camarão cultivado países como México, Honduras, Colômbia, Peru e Venezuela.

Desde então, observa-se um processo de recuperação, a partir dos países afetados na Ásia, em resposta às medidas tomadas de biossegurança, como na Tailândia, Taiwan e China, decorrentes da realização de pesquisas e de validações tecnológicas voltadas para cultivos menos intensivos, sem renovação da água e com uma manipulação especial da comunidade bacteriana presente nos viveiros tendo em vista a purificação da água (biofiltro). Igualmente, acentuam-se os trabalhos de melhoramento genético dirigidos para o crescimento e a resistência a viroses dos animais. Essas duas linhas de ação deverão ter prosseguimento e estar consolidada até se ter um impacto altamente positivo no processo produtivo do camarão cultivado em todo o mundo.

4.2 Carcinicultura no Brasil

No Brasil, o cultivo de camarões teve início na década de 1970, quando a empresa *Ralston Purina*, juntamente com um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco, desenvolveram na Ilha de Itamaracá (estado de Pernambuco), estudos com diversas espécies de camarões penéides, entre eles o *Litopenaeus vannamei*, obtendo os melhores resultados em relação à produção. Como o *L. vannamei* era uma espécie exótica no país, não havia como adquirir as larvas para a sua criação em cativeiro. A empresa decidiu então se mudar para o Panamá e, junto com ela, foram transferidos todos os resultados daquela pesquisa.

Passados dez anos, entre 1982 e 1984, o governo federal, através da extinta Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), em parceria com o Banco Nacional de Crédito Cooperativo (BNCC) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), financiou cerca de US\$ 22 milhões em projetos de produção de camarões em cativeiro. Para poder receber tal financiamento, foi estabelecido dois critérios técnicos obrigatórios. São eles:

1. O cultivo da espécie *Marsupenaeus japonicus*; e
2. Instalação de um laboratório de produção de pós-larvas em cada projeto financiado.

Nos projetos selecionados surgiram, durante os cultivos, alguns problemas relacionados com essa espécie de camarão e com os laboratórios de produção de larvas. A espécie mostrou-se com uma reduzida adaptabilidade às condições de produção no país, pois ela exigia dietas ricas em proteína animal e não haviam rações com tais características. Já os laboratórios de produção de pós-larvas enfrentaram problemas com a falta de água marinha extremamente limpa e de elevada salinidade para desenvolver os reprodutores e para o crescimento dos camarões, isso porque as fazendas foram construídas em zonas estuarinas, com elevada concentração de matéria orgânica e baixa salinidade.

Apenas um dos projetos financiados, dos dezesseis, obteve sucesso, pois lhe foi concedido à autorização para empregar outra espécie de camarão, o *Litopenaeus vannamei* (camarão branco do Pacífico). Essa fazenda localiza-se na Bahia, foi a mais produtiva da década de 1980 e se mantém em funcionando até hoje.

A partir de 1992, com a divulgação de trabalhos de pesquisas de empresas e universidades sobre o cultivo do *L. vannamei* a carcinicultura começou a se expandir no Brasil, passando a ser a mais lucrativa modalidade aquícola nacional.

A carcinicultura no Brasil tem se expandido em razão de variadas causas, porém um dos motivos mais fortes é a estagnação da pesca extrativa devido à sobrecarga de captura. Associado a isso, pode-se citar a conjuntura do mercado internacional e as condições de demanda (interna e externa) em crescimento e pela tendência atual das populações em consumir alimentos mais saudáveis (BRDE, 2004).

O segredo do sucesso brasileiro na carcinicultura está na capacidade de produção das fazendas, que possuem uma das maiores produções mundiais, cerca de 4,3 toneladas por ha. O nordeste concentra 96% da produção nacional devido às características fisiográficas do litoral do Ceará até a Bahia, tais como pH básico, água morna do mar, temperatura do ar elevada. Ao total, o nordeste possui uma área de 13.000 ha de lâmina d'água cultivando camarões (ABCC,2004).

Atualmente o Brasil é o oitavo maior produtor mundial de camarão marinho e o segundo em produtividade por ha (FAO, 2005). Esse desenvolvimento se traduz nos dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarões (ABCC), exposto no gráfico 7.

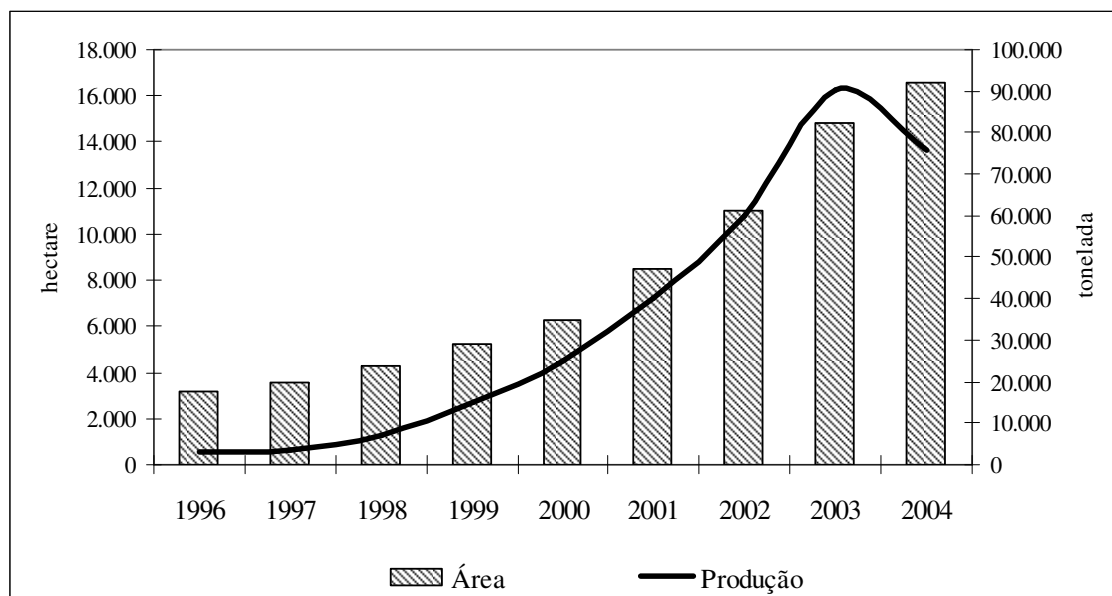


Gráfico 7 - Evolução da área e produção dos cultivos de camarões marinhos no Brasil no período de 1996 a 2004.
Fonte: ABCC, 2005.

A análise do gráfico permite observar que de 1996 a 2004 a produção nacional de camarão marinho cultivado no Brasil subiu das modestas 2,9 mil t para 76 mil toneladas ao ano (2.714%) e a área cultivada obteve um crescimento de 519%. Esse incremento da produção brasileira ocorreu devido ao aumento da área cultivada no país, mas, sobretudo à produtividade (camarões/ha/ano) alcançada nos cultivos.

Segundo Wurmman e Madrid (2006) os resultados da produção de camarão marinho em viveiros são os mais promissores da aquíicultura nacional, tendo-se desenvolvido neste setor a primeira produção aquícola brasileira com categoria e qualidade internacional.

Pode-se dizer que o cultivo do camarão é a iniciativa mais auspiciosa da aquíicultura brasileira. Em sua relativa curta história, já conseguiu a maior produtividade do mundo (6.084 kg/ha/ano em 2003), superando em volume a produção de países tradicionais do hemisfério ocidental (Equador, Honduras, Panamá e México), revelando-se como setor de maior desenvolvimento aquícola nacional (WURMANN e MADRID, 2006).

Segundo os dados da Secretaria Especial de Agricultura e Pesca da Presidência da República (2006), atualmente existem cerca de 1.000 produtores registrados que cultivam camarão marinho em uma área total de 16.598 ha. Os principais estados produtores são o Rio

Grande do Norte, Ceará, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Piauí localizados no nordeste e Santa Catarina, maior produtor da região sul.

No entanto, assim como a pecuária e a criação de aves têm sofrido com a quebra de produção decorrente das enfermidades provocadas por viroses como a febre aftosa e a gripe aviária respectivamente, a carcinicultura brasileira padeceu com a queda da produção decorrente de vírus a partir do final do ano de 2004 /2005. No Brasil dois vírus atacaram as fazendas de cultivo de camarões: o vírus da Mionecrose Infecciosa Muscular (MIM), identificado pela primeira vez na região nordeste, e o Vírus da Mancha Branca (WSSV na sigla em inglês) que atacou os cultivos em Santa Catarina. Conforme Seiffert et al. (2006), o ataque desses dois vírus levou o Brasil a perder a liderança mundial em termos de produtividade, reduzindo a produção entre o período de 2003 a 2005 na ordem de 40 t.

O momento é de cautela e reflexão para a indústria que não pode se aventurar perdendo ciclos consecutivos de produção... A academia não dispõe de todas as respostas que o setor necessita. O que se espera é o desenvolvimento imediato de bloqueadores virais, linhagens resistentes, rapidez nos diagnósticos e o desenvolvimento de boas práticas de cultivo para evitar problemas ocasionados pelas enfermidades (SEIFFERT et al., 2006).

4.3 Carcinicultura Catarinense

A história catarinense do camarão cultivado começou em 1985, quando a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) iniciou suas pesquisas de reprodução e cultivo do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulenses* e *F. brasiliensis*) e o do camarão branco (*Litopenaeus schimitti*), ambas espécies nativas. O objetivo inicial desse projeto era o repovoamento das lagoas costeiras do estado, visando incrementar a captura nesses ambientes.

Para isso, foram instaladas várias fazendas. Porém com a falta de tecnologia de cultivo para as espécies nativas, os empreendimentos foram enfraquecendo e a produção foi caindo até que as fazendas deixaram de existir.

Em 1988, a UFSC introduziu no estado a espécie *L. vannamei* (camarão branco do Pacífico), que, nos cultivos da região nordeste, havia apresentado ótimas taxas de sobrevivência, conversão alimentar e crescimento. Esse alto desempenho do *L. vannamei* viabilizou a reativação dos antigos empreendimentos e possibilitou novas instalações de cultivo. Em cinco anos de produção, o laboratório do Departamento de Aqüicultura da UFSC passou de 35 milhões, no ano de 1998, para 450 milhões de pós-larvas em 2002 (Revista da FAPEU, 2003).

A figura 16 apresenta as duas espécies de camarão, da direita para esquerda, respectivamente, a espécie introduzida (*L. vannamei*) e a nativa das lagoas costeiras (*Farfantepenaeus*).



Figura 16 - Duas espécies de camarão comercializadas em Santa Catarina: *L. Vanamei* (introduzida) e a *Farfantepenaeus* (nativa).

Dentre as áreas que se apresentaram com potencial para o cultivo de camarões marinhos no sul do Brasil, devido às condições climáticas e a ampla área em estuários, a selecionada foi a região do Complexo Lagunar Sul Catarinense (lagoas Santo Antônio, do Imaruí e do Mirim), localizada no sul de Santa Catarina, abrangendo os municípios de Laguna, Imbituba e Imaruí (SEIFFERT et al., 1998).

O incremento da criação de camarões marinhos nos municípios catarinenses ocorreu a partir da criação do Programa de Desenvolvimento de Camarões Marinhos em 1999, através da Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural em parceria com a UFSC/Laboratório de Camarões Marinhos, que tinha por objetivo buscar oportunidades de trabalho e renda para

as comunidades litorâneas, através do cultivo de camarão. Esse Programa, segundo Seiffert (2003), tinha as seguintes metas:

1. Implantar 2.500 ha de cultivo na zona litorânea de Santa Catarina;
2. Gerar 3.000 novas oportunidades de emprego; e
3. Gerar recursos equivalentes a R\$50 milhões/ano, a partir da implantação da área projetada.

Em princípio, o Programa foi destinado preferencialmente aos pescadores artesanais e aos pequenos e médios produtores, em empreendimentos coletivos, familiares e/ou individuais.

De acordo com Sampaio e Winckler (2006), as vantagens do camarão de cativeiro vão desde a uniformidade de tamanhos, carne mais consistente, procedência segura e controle ambiental nas fazendas até o rápido congelamento e, principalmente, o fato de que o consumo de camarões de cativeiro preserva as espécies nativas.

No quadro 9 estão descritos os principais aspectos técnicos que foram observados para a construção dos empreendimentos de carcinicultura em Santa Catarina, determinados a partir do Programa de Cultivo Catarinense em 1999.

Áreas potenciais	<ul style="list-style-type: none"> • Grande Florianópolis • Região de São Francisco do Sul • Região de Laguna
Espécie cultivada	<ul style="list-style-type: none"> • Camarão branco do Pacífico (<i>Litopenaeus vannamei</i>)
Água	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser retirada de um rio, lagoa ou baía desde que seja salobra (10-20 ‰). Quando a salinidade é baixa a alcalinidade deve estar acima de 60 mg L⁻¹. • Não é indicada água contaminada com metais pesados, defensivos agrícolas e materiais em suspensão. • Sugere-se rastreamento da água antes de iniciar o empreendimento para evitar problemas futuros. • Prever a renovação diária de 15% do total de água na fazenda e também a entrada das águas das chuvas.
Solo (terreno)	<ul style="list-style-type: none"> • Preferencialmente áreas que contenham solo arenoso, areno-argilosos e argilo-arenoso. • Não são indicados os solos com excesso de matéria orgânica e alagados.
Aspectos ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Levar em consideração a legislação ambiental, principalmente o Código Florestal.
Licenciamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Licença Ambiental Prévia (LAP): solicitação de vistoria da área pela FATMA através de preenchimento de formulários e

	<p>apresentação de documentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Licença Ambiental de Implantação (LAI): apresentação do memorial descritivo (projeto) onde consta o manejo, análise econômica e plantas de construção do empreendimento. • Licença Ambiental de Operação (LAO): após o término da construção da fazenda e acompanhada pelo comprovante do pagamento da taxa referente a LAO.
Custo da terra	<ul style="list-style-type: none"> • O valor de R\$ 12 mil por ha é razoável. • Levar em consideração a área útil para o empreendimento, uma vez que 30% são utilizadas para a construção de taludes e canais.
Elaboração do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Topografia: levantamento topográfico para construção dos viveiros. • Custos de elaboração do projeto: elaboração do projeto em parceria com Laboratório de Camarões Marinhos da UFSC. O custo é de R\$ 480,00 por ha de lâmina de água. Esses recursos são utilizados no Programa Estadual de Cultivo de Camarões Marinhos. • Acompanhamento da construção: recomenda-se a contratação de um técnico em topografia que receberá orientação dos técnicos da EPAGRI e da UFSC para o acompanhamento da construção dos viveiros.
Elaboração do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Linhas de crédito: Banco do Brasil, BRDE e BADESC com crédito específico para investimento na aquíicultura com limite de R\$ 60.000,00 a R\$ 80.000,00 com juros de 8,75 % ao ano. • Despesas na construção: construção de canais de abastecimento e escoamento; montagem de taludes e comportas; eletrificação para o bombeamento e aeradores; o sistema de bombeamento; galpão para armazenar insumos; equipamentos que inclui os aeradores e os de monitoramento da água (salinômetro, oxímetro, pHmetro). • Em Santa Catarina os custos de implantação giram em torno de R\$ 15.000,00 a R\$ 20.000,00 por ha, dependendo da infraestrutura já disponível no terreno, tipo de solo, topografia, etc.
Análise econômica do cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • A densidade para o primeiro cultivo é de 15 a 20 camarões/m², podendo ser aumentado, depois para 30 camarões/m². • Resultados esperados na primeira safra: <ul style="list-style-type: none"> → Total povoado: 15 camarões/m² x 10.000m² = 150.000 camarões → Sobrevivência: 65% x 150.000 = 97.500 camarões → Produção: 90 dias de cultivo, camarões de 12g em média = 1.170 kg • Continua → Valor bruto produzido: 1.170 kg x R\$8,00 = R\$ 9.360,00/ha/ciclo • Custos: pós-larvas, ração, eletricidade, mão de obra, insumos. Considera-se que o custo deverá atingir 50% do valor da venda.
Formação de mão-de-obra	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos oferecidos: EPAGRI e UFSC. • Estágio e visitas: Fazenda Experimental Yakult/Barra do Sul. • Assistência técnica: EPAGRI, através das seguintes ações: <ul style="list-style-type: none"> → Avaliação das áreas para instalação das fazendas; → Elaboração dos projetos das fazendas e encaminhamento

	para o licenciamento; → Orientações técnicas e de manejo; → Coleta de amostras para análise da qualidade dos efluentes das fazendas; → Coleta de dados econômicos durante e no final do cultivo. • Fazendas com a área superior a 20 ha devem contratar um técnico para assistência.
--	--

Quadro 9 - Informações técnicas sobre o cultivo de camarões marinhos em Santa Catarina.

Fonte: Winckler, 2003.

Com o impulso proporcionado pelo Programa de Cultivo de Camarões, num esforço UFSC/EPAGRI, Santa Catarina conta hoje com aproximadamente 180 produtores, produzindo em 1.600 ha nas regiões de Laguna, Grande Florianópolis e Baía da Babitonga. O gráfico 8 apresenta a evolução da produção catarinense a partir da introdução do *L. vannamei* até a atualidade.

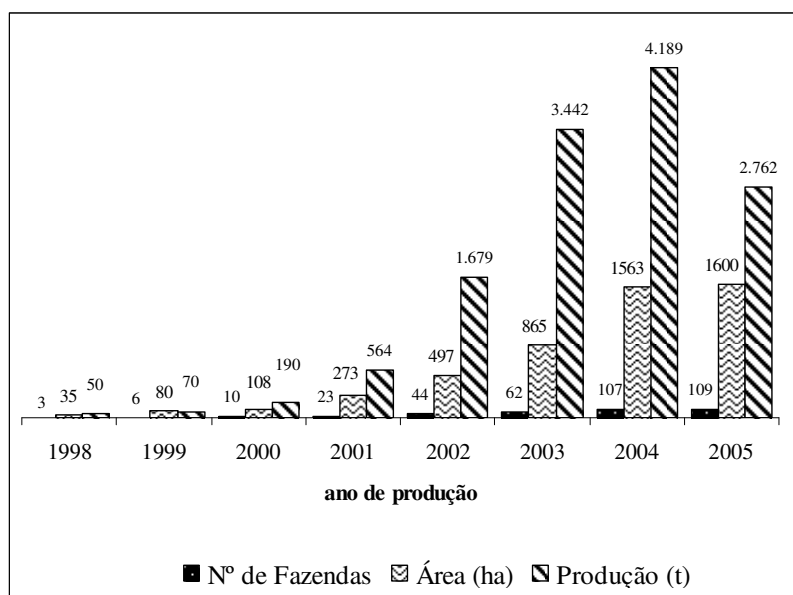


Gráfico 8 - Evolução da carcinicultura catarinense entre o período de 1998 a 2005.

Fonte: Winckler, 2006.

Através do gráfico 8 pode-se perceber que a produção catarinense passou de 50 t em 1998, antes do início do Programa de Cultivo Estadual, para 2.762 t em 2005. Esse aumento de produção está fortemente relacionado com o aumento da área de cultivo. A diminuição da produção na safra de 2004-2005 (33%) ocorreu em decorrência da virose (WSSV) que atingiu os viveiros dos empreendimentos localizados no entorno do Complexo Lagunar sul catarinense. Uma queda maior está prevista para as safras 2005-2006, ainda não divulgada pelos órgãos estaduais e pela Associação Catarinense dos Criadores de Camarão (ACCC).

4.4 Implantação da Carcinicultura no Município de Laguna

Desde o início do cultivo de camarões marinhos em cativeiro no estado de Santa Catarina, a região do município de Laguna vem se destacando como a principal área de produção do sul do país. As fazendas se estabeleceram no entorno de todo o Complexo Lagunar, sendo que no ano de 2005 havia 69 empreendimentos ocupando aproximadamente 1.000 ha de lâmina d'água, distribuídos em 270 viveiros. Desses, aproximadamente 61 fazendas possuem um tamanho que varia de 1 a 30 ha e 8 entre 31 a 100 ha. Em 2003, a produção lagunense foi estimada em 2.800 t, sendo que a catarinense foi de 3.442 t. A maior parte da produção (70%) é comercializada nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo e o restante (30%) é consumida no mercado de Santa Catarina (ACCC/EPAGRI apud FREITAS, 2006).

Estudos realizados por Gelinski Neto e Casarotto Filho (2004), a partir de entrevistas realizadas entre técnicos da EPAGRI, representantes da ACCC, produtores de camarão, comerciantes de pescados e o coordenador do Programa Estadual da Carcinicultura no estado, apontaram as limitações e os fatores estimuladores da carcinicultura em Santa Catarina até o ano de 2004, que refletiram simultaneamente no município de Laguna. As maiores necessidades da cadeia produtiva do camarão catarinense estão associadas aos seguintes aspectos:

- a) Falta de beneficiamento e industrialização do camarão;
- b) Necessidade de um laboratório para se implementar um monitoramento sanitário e fornecer certificação do produto, uma vez que a enfermidade provocada pelo vírus é a grande ameaça ao setor;
- c) Necessidade de treinamento de técnicos e produtores para o gerenciamento de seu empreendimento, principalmente em relação aos custos;
- d) Falta de pós-larvas no ciclo de 2003-2004, o que provocou o lapso de produção em algumas propriedades;
- e) A Resolução do Conama nº 312/2002 obrigou os produtores a uma adaptação em seus tanques de cultivos, além de estabelecer a obrigatoriedade de uma reserva legal. Porém,

muitos produtores não dispõem de espaço físico para fazer tais alterações necessárias, pois seus empreendimentos foram projetados antes da Resolução;

f) Necessidade de desenvolver um esquema conjunto para a negociação e a comercialização com os compradores locais, uma vez que a questão de preços, classificação e acondicionamento do produto representa o gargalo da atividade para o carcinicultor;

g) Alto custo das terras após o início da atividade na região;

h) Não há ciclo de produção no inverno; e

i) A Demanda Bioquímica de Oxigênio é muito elevada (os autores não especificaram se é a DBO produzida pelos efluentes ou se é a da água que entra nos sistema de cultivo).

Nesse estudo, os autores apontaram também os fatores estimuladores e facilitadores para tal atividade em Santa Catarina. São eles:

a) Único estado que possui um Programa Estadual de Carcinicultura;

b) Existência de corpo técnico qualificado, composto por engenheiros agrônomos, veterinários e biólogos trabalhando nessa atividade;

c) A existência de um “vazio sanitário”, pois não se pode cultivar o camarão no inverno devido as baixas temperaturas;

d) Mercado interno no verão aumenta com a chegada de turistas, facilitando o escoamento da produção; e

e) A qualidade do camarão catarinense, em função de ficar mais tempo nos viveiros engordando, é melhor que os demais cultivados no Brasil.

A partir dos fatores limitadores e impulsionadores, Gelinski Neto e Casarotto Filho apontaram alternativas para os problemas encontrados com a produção de camarões em Santa Catarina. Essas alternativas surgiram a partir de um encontro realizado no final de 2003 em Laguna, entre carcinicultores, técnicos e pesquisadores, e estão apontados no quadro 10.

Limitação	Alternativa
Garantia de qualidade da água para o cultivo de camarões.	<ul style="list-style-type: none"> -Monitoramento ambiental através de laboratórios credenciados. - Monitoramento da qualidade da água. - Políticas de saneamento básico para as cidades. - Identificar as fontes poluidoras dos corpos hídricos onde se retira a água (Complexo Lagunar).
Implantação de sistema de controle sanitário (biossegurança).	- Certificado dos produtos de qualidade através da implantação do controle de riscos e pontos críticos.
Garantia de fornecimento de energia.	<ul style="list-style-type: none"> - Compra de gerador com financiamento. - Discussão do problema com o fornecedor de energia para a região.
Divulgação e fortalecimento da imagem do produtor.	- Contratação de uma assessoria de <i>marketing</i> .

Quadro 10 - Síntese das alternativas para solucionar as limitações da carcinicultura catarinense.

Fonte: Gelinski Neto e Casarotto Filho, 2004.

4.4.1 Situação Atual da Carcinicultura Lagunense

Mesmo com medidas mitigadoras adotadas nos últimos dois anos (2005-2006) a produção lagunense vem caindo drasticamente em função da contaminação do vírus da mancha branca.

Os primeiros sintomas da doença causada pelo WSSV no Brasil começaram a surgir em Santa Catarina em novembro de 2004 e houve indícios de que os problemas de qualidade da água e do solo foram determinantes para o aparecimento da enfermidade (Agroinforme CCA-UFSC, 2005). A confirmação do surgimento da doença causada pelo vírus da mancha branca ocorreu em 16 fazendas do município de Laguna, no entorno do Complexo Lagunar, levando o Ministério da Agricultura a decretar barreira sanitária na região (Gazeta Mercantil, janeiro de 2005). Como medida preventiva, foi suspensa a venda para outros estados e exportação de qualquer pescado produzido em cativeiro em Santa Catarina, incluindo ostras, mexilhões e peixes, por tempo indeterminado até que estudos sobre a contaminação fossem concluídos. O Ministério liberou a venda e a comercialização do crustáceo em fevereiro de 2005 (MORAES, 2005).

Em maio de 2005 descobriu-se que o foco do vírus havia chegado a uma fazenda localizada no Ceará, podendo-se espalhar pelo nordeste do país.

O sintoma aparente no camarão infectado encontra-se nas manchas brancas observadas no exoesqueleto e na epiderme, especificamente na parte dorsal do rostrum (figura 17), podendo atacar uma ampla variedade de tecidos, levando à mortalidade em um período de três a quatro dias. Outras manifestações no camarão infectado podem ser detectadas na redução rápida do consumo do alimento, o aumento da atividade crustáceo na periferia do viveiro e a mudança de sua coloração para café avermelhada.



Figura 17 - Sintomas da doença WSSV: manchas brancas na parte do dorsal do rostrum do camarão *Vanamei* .

Fonte: Disponível no site <http://www.cca.ufc.br/O%20V%CDRUS.html>

As principais hipóteses apresentadas por Bucheli e Garcia (2006) sobre a entrada do vírus numa unidade de cultivo são as seguintes:

- a) Importação de animais vivos, reprodutores, náuplios, pós-larvas já contaminados de outros países. Essa causa é a menos provável, pois contraria a Instrução Normativa de 04 de novembro de 1999 adotada pelo governo brasileiro, a qual proíbe a importação de crustáceos em todas as suas formas ;
- b) Entrada de camarão congelado contaminado de outra região;
- c) Vários crustáceos são portadores intermediários do vírus, como o siri e o caranguejo (hospedeiros);

- d) Alimento fresco para os reprodutores contaminados, como: carne de caranguejo ou krill, carne de ostras e moluscos, lula ou poliquetas;
- e) Larvas de camarão e água infectadas nos laboratórios de larvicultura; e
- f) Caixas contaminadas utilizadas na despesca, trazidas por caminhões de beneficiamento.

Porém, outros fatores têm sido identificados como facilitadores na transmissão do vírus WSSV, relacionados mais especificamente às questões ambientais, como a degradação da qualidade das águas, as variações significativas de temperatura da água e do ar (geralmente a diminuição de temperatura), as variações do pH, dureza e salinidade da água. Esses indicadores provocariam estresse no camarão dentro da unidade de cultivo, potencializando a sua mortalidade.

Em Santa Catarina, onde os prejuízos somaram R\$ 6 milhões, dos 1.600 ha de viveiros existentes, apenas 200 não foram afetados pelo vírus da mancha branca. (SEIFFERT et al., 2006). Em função da confirmação da presença desse vírus nos viveiros na região de Laguna, a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC) interditou as fazendas contaminadas e adotou medidas de segurança para controlar a virose. Inicialmente, foi determinado que as fazendas infectadas não poderiam esgotar as águas dos viveiros sem antes aplicar cloro e depois enviar uma amostra da água para análise do cloro residual nas águas do cultivo.

Mesmo as 79 fazendas localizadas na região que não foram infectadas naquele período tiveram que esvaziar seus tanques de cultivo entre 31 de maio a 31 de agosto de 2005 para o chamado “vazio sanitário”. Mas, dada a perda de safra, muitos carcinicultores não povoaram seus tanques de cultivo desde então.

Conforme conversa estabelecida com técnico da CIDASC em Laguna, em novembro de 2006, foram povoadas na região do Complexo Lagunar 20 fazendas, com o total de 20 milhões de larvas. Até o final de janeiro de 2007 oito fazendas tinham sido interditadas devido à detecção da presença do vírus. As demais estão sendo monitoradas, uma vez que elas colocaram suas larvas mais tarde e, talvez, por isso não tenham apresentado os sintomas do vírus da mancha branca .

5. USO DA ÁGUA NA CARCINICULTURA

Segundo Arana (2004) a prática da aquíicultura não é possível sem a existência de água de boa qualidade, pois uma fonte de água poluída, seja ela lacustre, marinha ou fluvial, torna impossível qualquer empreendimento de cultivo de organismos aquáticos. Para o autor, o conhecimento dos parâmetros físicos e químicos da água é importante para aquíicultura no que se refere à seleção da localização dos lugares onde se irão implantar o cultivo, como também, para o monitoramento das águas dos efluentes, pois *“pelo estado de deteriorização ambiental que enfrentamos, é imperativo que o aquícultor aprenda a não converter uma estação de cultivo em mais um agente de poluição”*.

O termo “poluição” provém do verbo latino *polluere*, que significa sujar. Por isso, poluição das águas tem um significado ligado à aparência e à estética, diferenciando-se do termo *contaminação* que se refere à água que possui substâncias tóxicas ou que causa doenças aos seres vivos (BRANCO,1992).

De acordo com Schäfer (1985) apud Arana (2004), os poluentes podem ser classificados segundo o seu estado físico, natureza química e ação sobre os organismos vivos, conforme se verifica no quadro 11.

Classificação	Tipo de poluente
Estado físico	- Material em suspensão (sólidos) - Material em solução (líquidos e gases)
Natureza química	- Matéria orgânica (com carbono) - Matéria mineral (sem carbono)
Ação nos seres vivos	- Biodegradável (que demandam oxigênio, DBO) - Biorresistentes (não podem ser degradados por bactérias) - Tóxicos (que produzem enfermidades ou a morte)

Quadro 11 - Classificação dos poluentes segundo seu estado físico, natureza química e ação sobre os organismos aquáticos.

Fonte: SHÄFER, 1985 apud ARANA, 2004.

A água dos estuários e do mar é a recomendada para o cultivo de camarões, pois contém salinidade adequada ao crescimento desses crustáceos. Conforme Kubitza (2003), o uso de água captada no mar traz vantagens devido ao baixo risco de contaminação por poluentes ou por organismos patogênicos. No entanto, pelo fato dessa fonte apresentar salinidade entre 30 a 36 ppt, em função da evaporação da água dos viveiros e concentração de sais, a salinidade rapidamente chega a valores de 40 ppt. Sob condição elevada de salinidade a produção de plâncton é limitada, diminuindo a disponibilidade de alimento natural (zooplâncton) para a fase juvenil dos camarões. Nessa fase o camarão necessita mais do alimento natural do que a ração. Além disso, a salinidade pode danificar os equipamentos da fazenda, como as bombas.

Já as águas estuarinas estão sujeitas a problemas de poluição urbana e de contaminação por resíduos domésticos e industriais. Em regiões agrícolas, há o risco de contaminação das águas pelos agrotóxicos utilizados nas plantações, além de que, nas épocas de chuvas, a erosão do solo pode aumentar a concentração de material dissolvido e em suspensão nas águas, passando essas a ser então inadequadas para a criação de organismos aquáticos. Outro parâmetro a ser observado é a composição química das águas superficiais, pois, geralmente, as não poluídas (ou não eutrofizadas) apresentam níveis de oxigênio e gás carbônico próximos à saturação, sendo adequadas ao desenvolvimento da biota aquática e, por isso, importantes para a criação dos organismos aquáticos (op. cit.).

A produção de qualquer espécie aquícola requer não somente qualidade da água, mas também quantidade. A carcinicultura, que tem tido grande desenvolvimento nas últimas décadas, é uma atividade altamente consumidora de água e mais uma a competir com outras atividades humanas por este recurso.

Dados comparativos de uso ou consumo de água pela aquíicultura demonstram o grande volume necessário às práticas aquícolas. Na tabela 3 podemos observar a água requerida em diversas atividades de produção.

Tabela 3 - Água requerida por sistemas de produção aquícola, industrial e agropecuário.

Produto	Água requerida (m³)	Valor nominal do produto (US \$)	Valor da água (US \$ m³)
Industrial			
Álcool	125-170	2.000/m ³	12-16
Papel	9-450	300 /TM	0,7-33
Petróleo	21,6-810	500/m ³	0,6-23
Aço	8-250	200/m ³	0,8-25
Agropecuária			
Algodão	90-450	1.000/TM	2,2-11
Criação de gado	42	2.000/TM	48
Criação de suínos	54	2.000/TM	37
Aqüicultura			
Tanques de camarão	11.000-55.000	6.000-12.000/TM	0,1-1,1
Tanques de bagres/ <i>catfish</i>	6.470	1.650/TM	0,25

m³: metro cúbico / TM: tonelada métrica

Fonte: PHILLIPS et al. (1991) apud TIAGO e GIANESELLA (2002).

Têm-se defendido que a aquíicultura não consome a água, mas sim a usa, por essa razão ela seria classificada como uso não consuntivo, distanciando-se das atividades industriais e de agropecuária. Christofidis (2002) apud Tiago e Gianesella (2002) analisa a característica de consumo de água da aquíicultura como consuntivo porque o efluente gerado pelo cultivo não pode ser utilizado diretamente para o abastecimento, no caso de águas continentais, e pode gerar problemas ambientais nas águas marinhas.

A intensidade do uso da água no cultivo de camarões depende da disponibilidade local de água, da área total de viveiros, dos índices de evaporação local, da intensidade de infiltração de água no solo sobre o qual se construiu os viveiros e a frequência de drenagem dos viveiros, que depende da duração dos ciclos de produção. Assim, para Kubitza (2003), conforme o uso da água na carcinicultura pode-se classificar os sistemas de produção como sistemas com água parada ou baixa renovação e com renovação total da água.

O sistema de produção com água parada ou baixa renovação é aquele em que os viveiros são feitos em terrenos de terra, sem revestimento. O uso da água se limita à reposição das perdas por evaporação e infiltração. Raramente há renovação de água, exceto quando esta é provocada pela própria chuva incidente sobre os viveiros. A oxigenação da água dos viveiros é dependente da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. Nos sistemas mais intensivos, com maior densidade de camarão, é necessário o uso de aeradores para promover

aeração mecânica durante os períodos onde ocorre déficit de oxigênio (geralmente durante a noite). Nesse sistema não há necessidade de esvaziar os viveiros para a despesca, por isso é reduzido o lançamento de efluentes (KUBITZA, 2003).

O cultivo de camarões em viveiros sem renovação de água, somente com a reposição das perdas por infiltração e evaporação, é a alternativa encontrada por alguns produtores em países onde ocorrem problemas com doenças virais e bacterianas. Dessa forma, são minimizados os riscos de propagação de doenças através da água de abastecimento, geralmente coletada em estuários ou baías que tanto servem ao suprimento como à descarga dos viveiros de diversas fazendas de cultivo. É possível sustentar uma biomassa entre 3.500 a 6.000kg/camarões/ha/ciclo nesse tipo de sistema (op. cit.).

O sistema com renovação total da água é mais eficiente quando existe disponibilidade de água e o abastecimento pode ser feito por gravidade ou por bombeamento. Além da renovação da água em função da evaporação e infiltração, esse sistema é mantido pela troca contínua ou intermitente de água. Na estratégia de troca contínua, a todo o momento existe água entrando e saindo do viveiro; já no intermitente, a troca de água pode ser efetuada sem prévia drenagem, isto é, no mesmo momento há a entrada e a saída de água, ou através de uma drenagem prévia de parte de água dos viveiros, seguida pela reposição. Geralmente, nesse sistema, a renovação de água varia de 5 a 30% ao dia (KUBITZA, 2003).

A troca de água permite controlar a densidade do fitoplâncton e diluir a concentração de resíduos orgânicos, dos metabolitos tóxicos (como a amônia, gás carbônico, o nitrito, o gás sulfídrico e o metano, entre outros) e dos nutrientes (particulados, o nitrogênio e o fósforo), evitando uma excessiva eutrofização dos viveiros e retardando a deterioração da qualidade da água ao longo do cultivo. Assim, com troca de água é possível aplicar mais ração por área de viveiro, permitindo uma produção entre 10.000 a 30.000 kg/camarões/ciclo (op. cit.).

5.1 Efluentes Gerados pelo Cultivo de Camarões Marinhos

Os efluentes dos viveiros de cultivo de camarões são ricos em nutrientes, material orgânico e sólidos em suspensão, em forma particulada ou dissolvidos na água (figura 18). Os

particulados são constituídos principalmente de detritos orgânicos (fezes de camarões, ração não consumida, fito e zooplâncton vivos ou mortos, fertilizantes não assimilados). Os dissolvidos são subprodutos inorgânicos, nutrientes e metabólicos (GUIMARÃES et al, 2004).

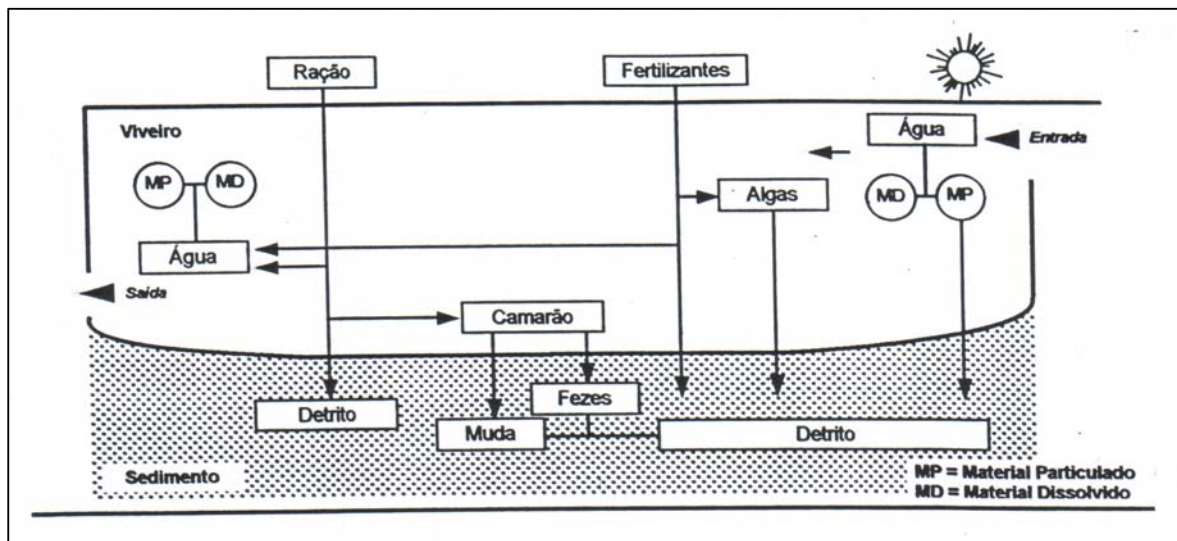


Figura 18 - Principais origens e saídas de nutrientes e matéria orgânica de um viveiro de criação de camarões marinhos.

Fonte: NUNES, A. J. P. 2002 apud GUIMARÃES et al., 2004.

Conforme Assad e Marcel (2000), o maior comprometimento da água, oriundo das atividades aquícolas, se deve ao seu enriquecimento (eutrofização). Porém, quando comparado com os efluentes da agricultura, devido ao escoamento superficial de áreas fertilizadas, ou com esgotos domésticos ou efluentes industriais esse problema se torna de menor intensidade.

Para Boyd e Green (2002), as várias substâncias que saem dos viveiros das fazendas de camarões podem contaminar águas, incluindo os nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), desperdícios metabólicos, antibióticos, ou outras medicações para proteger os camarões, e partículas suspensas provenientes da erosão do solo. Os autores salientam que a água utilizada para a criação de camarões deverá ser saudável e livre de toxinas para proteger seu crescimento e, em contra partida, os efluentes devem estar limpos o bastante para evitar prejudicar os ecossistemas aquáticos.

Estimativas da *World Wildlife Fund Internacional* (WWF), apud Assad e Marcel (2000), indicaram que, entre 1985 e 1995, aproximadamente 150.000 ha de viveiros de camarões foram abandonados em todo o mundo. Mais de 90% dos viveiros na Tailândia, grande parte localizada em manguezais, foram “desertificados” depois de duas safras devido ao excesso de resíduos e dejetos produzidos pela carcinicultura. Esses fatores resultam de elevados níveis de poluição, doenças e decréscimo acentuado de produtividade.

Bardach (1997) apud Tiago (2002) analisa em suas pesquisas os impactos ambientais positivos e negativos da carcinicultura em sistemas intensos. Os impactos positivos estão ligados ao lucro financeiro, geração de empregos e produção exportável; já os negativos estão relacionados à emissão dos efluentes sem tratamento que geram alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e sólidos em suspensão, além de conflitos sociais de uso.

O sucesso da produção aquícola depende de um conjunto de variáveis físicas, químicas, biológicas e tecnológicas que determina a qualidade da água durante o cultivo. Outras variáveis, exógenas, como a pluviosidade e a temperatura, são, na maioria das vezes, independentes, não há como manipulá-las. Entretanto, a maioria das outras variáveis pode ser manejada, principalmente a tecnológica, propiciando uma melhor qualidade das águas dos efluentes gerados pelo cultivo de camarões (ARANA, 2004). Essas variáveis estão dispostas no quadro 12.

Física	Química	Biológico	Tecnologia
Temperatura Salinidade Sólidos em suspensão Cor da água Transparência Luz	pH Alcalinidade Gases dissolvidos Nutrientes Compostos orgânicos Compostos inorgânicos Poluentes	Vírus Bactérias Fungos Protozoários Fitoplâncton Flora e fauna	Densidade (camarões/m ²) Taxa de renovação de água (%) Biomassa (peso vivo/uvs) Carga (massa/fluxo de água) Alimentação

Quadro 12 - Conjunto de variáveis físicas, químicas, biológicas e tecnológicas que determinam a qualidade da água na aquíicultura.

Fonte: ARANA, 2004.

A intensificação da aquíicultura, além de provocar um incremento de nutrientes e matéria orgânica no meio ambiente, promove o aparecimento de outros resíduos que podem chegar a afetar a qualidade da água do corpo receptor, tais como as substâncias químicas e antibióticas, cujas conseqüências podem ser visualizadas no quadro 13.

Poluente	Efeito primário	Efeito secundário
Alimento não consumido	Incremento da carga de nutrientes e redução de oxigênio. Incremento da sedimentação	Câmbios ambientais, redução da capacidade de carga de estanques, poluição de fontes de águas.
Drogas terapêutica e química	Impacto ecotoxicológico	Mortalidade e efeito subcolateral dos organismos, câmbios na qualidade da água, poluição das fontes de água.
Antibióticos	Incremento da resistência ao antibiótico de vários organismos	Problemas no tratamento de enfermidades bacterianas. Resíduos em produtos comercializados.

Quadro 13 - Principais materiais e dejetos produzidos pelo cultivo intensivo e semi-intensivo de camarões maternos.

Fonte: MACINTOSH e PHILLIPS, 1992 apud ARANA, 2004.

No cultivo de camarões em viveiros, a água é o maior receptor dos resíduos dissolvíveis, enquanto grande parte do material insolúvel precipita-se no solo destes viveiros, nos canais de drenagem, nas lagoas de sedimentação (quando existem) e no entorno das fazendas. Durante os ciclos de cultivo os viveiros apresentam uma contínua atividade biológica e reações físico-químicas que atuam na degradação da matéria orgânica.

As bactérias agem como recicladoras desse material orgânico através de processos enzimáticos. Durante as drenagens, os efluentes transportam esses solúveis ou particulados para as lagoas de sedimentação ou outros receptores.

5.1.1 Monitoramento da Qualidade da Água dos Efluentes da Carcinicultura

Os impactos causados pelos efluentes da carcinicultura nos corpos d'água podem reduzir o valor dos ecossistemas litorâneos para outros usos e adversamente afetar a flora e a fauna nativas. Por isso, é importante reduzir o volume e melhorar a qualidade das águas de cultivo de camarões, minimizando a possibilidade de redução de impactos ambientais diversos. Isto é possível com práticas melhores de cultivo, tais como o uso mais eficiente dos fertilizantes e das rações, redução da troca de água de cultivo, controle da erosão, uso químico restrito e instalação de bacias de sedimentação. Enquanto não for possível reduzir a descarga dos viveiros de carcinicultura, os programas de monitoramento dos efluentes das fazendas

serão importantíssimos. Esse monitoramento, se bem utilizado, tende a melhorar a qualidade das águas dos efluentes ao reduzir as cargas poluentes (BOYD e GREEN, 2002).

Os termos *monitoramento* e *avaliação de qualidade de água* são geralmente confundidos e usados como sinônimos. Segundo Gastaldini e Mendonça (2001) a avaliação da água é um estudo das características físicas, químicas e biológicas da água, relativas aos efeitos humanos e usos propostos, particularmente aqueles que afetam a saúde pública e do ecossistema em si; já o termo monitoramento é a coleta de informações em locais fixos que permite o conhecimento das condições atuais e da evolução da qualidade da água.

Além do monitoramento dos efluentes, pode-se, também, indicar se a qualidade da água do corpo hídrico está sendo degradada em consequência dos cultivos de camarões e de outras atividades desenvolvidas na região. Por isso, é desejável começar um programa de monitoramento antes que o empreendimento na região inicie, a fim de determinar os valores de linha de base ausentes antes da implantação da carcinicultura. Caso isso não ocorrer, pode-se encontrar uma área próxima, sem ligação com a carcinicultura para servir de comparação (*ponto de controle*). É preciso entender que o efluente da carcinicultura não é a única fonte que determina a qualidade da água de uma área e, por isso deve ser realizado um programa de monitoramento da qualidade da água para o cultivo de camarão (BOYD e GREEN, 2002).

A mesma preocupação que se tem com a qualidade dos efluentes deve-se ter com a água para cultivo, pois se a fonte de retirada de água estiver degradada, essa água prejudicará a produção dos camarões, provocando um estresse ambiental, podendo ocasionar um menor crescimento do crustáceo, induzir a doenças e, conseqüentemente, elevar a sua taxa de mortalidade.

Segundo Boyd e Green (2002), para se realizar o monitoramento de uma fazenda de criação de camarões em cativeiro é necessário analisar vários parâmetros que podem caracterizar tanto a água de cultivo como os efluentes. Todas as variáveis podem ser incluídas, porém conforme a necessidade é preferível selecionar alguns indicadores mais importantes que devem ser medidos e interpretados com eficiência. É muito difícil, por exemplo, monitorar nos efluentes dos viveiros o cloro, os antibióticos e outras drogas, sendo mais eficiente desenvolver melhores práticas para o uso desses produtos químicos nos viveiros. O mesmo serve para óleos e graxas resultantes dos escapes do combustível ou de lubrificantes no sistema de cultura que, se bem controlados, dispensam monitoramento. Outro

exemplo é a Demanda Química do Oxigênio (DQO) que, por causa do cloreto encontrado nas águas salobras é difícil de medir.

No entanto, existem parâmetros imprescindíveis como o Fósforo Total e o Nitrogênio Total, ideais para se medir a poluição de nutrientes, e a DBO que fornece a informação adequada do potencial dos efluentes enriquecidos com matéria orgânica. Os dados de Sólidos Sedimentáveis e Turbidez podem ser substituídos pelos Sólidos Suspensos Totais (SST) (op. cit.).

É importante que no programa de monitoramento de um empreendimento de criação de camarões marinhos, a metodologia apropriada, ao ser selecionada, seja mantida durante todo o processo, pois métodos diferentes podem determinar resultados diferentes em relação à qualidade da água de entrada e saídas dos viveiros. A troca de metodologia durante o monitoramento pode causar, inclusive, dificuldade de interpretação e comparação entre os dados. Por isso, é necessário estabelecer um plano de amostragem identificando os procedimentos de coleta tais como: quantidade dos pontos de amostragens, frequência e procedimento padrão para a realização das coletas e laboratórios credenciados da região para a análise laboratorial.

O Conselho de Conservação e Meio ambiente da Austrália e Nova Zelândia (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 (SEIFFERT, 2003).

Esses limites, apresentados no quadro 14, não se referem aos padrões dos efluentes, mas sim aos necessários à manutenção da vida aquática após a mistura das águas do corpo receptor e as originárias do cultivo.

Parâmetro	Razão para a medição	Limite desejável para proteger os ecossistemas aquáticos
Temperatura da água	Influencia os processos químicos e biológicos na água.	Mudança menor que 2 °C.
Oxigênio Dissolvido	É essencial para a vida aeróbica na água.	Entre 5,0 e 6,0 mg L ⁻¹
pH	Influencia os processos químicos e biológicos na água.	6,0 a 9,0
Salinidade	Pode causar salinização.	→ É desejável não aumentar acima de 0,5 ppt dentro da água. → Não existe limite recomendado para águas marinhas ou salobras Continua...

Nitrogênio Total (N)	Fonte de nitrogênio inorgânico para as plantas.	As concentrações de 0,1 a 0,75 mgL ⁻¹ em águas litorâneas podem causar floração de plâncton.
Nitrogênio Amoniacal Total (N - NH ₃)	Indicador de poluição, potencial de toxicidade e nutrientes para as plantas.	Não deve exceder a 3,0 mg L ⁻¹ nos efluentes.
Nitrato (N-NO ₃)	Toxina em potencial	Águas costeiras não devem exceder a 0,005 mgL ⁻¹
Fósforo Total (P)	Fonte de fósforo inorgânico para as plantas.	→As concentrações de 0,001 a 0,1 mgL ⁻¹ em águas litorâneas podem causar floração de plâncton. →Não deve exceder 10 mgL ⁻¹ nos efluentes.
Clorofila a	Indicador de fitoplâncton abundante e grau de eutrofização.	Concentrações acima de 1 a 10 µg L ⁻¹ indicam eutrofização em águas litorâneas.
Sólidos Suspensos Totais	É indicador de partículas suspensas do solo ou da matéria orgânica suspensa.	Não deve mudar mais que 10% do período sazonal em águas litorâneas.
Demanda Bioquímica do Oxigênio	Indicador de poluição orgânica.	Ter concentração de oxigênio dissolvido superior a 5,0 mgL ⁻¹ .
Transparência da água (pelo disco de Secchi)	Índice de claridade ou de turbidez da água.	Não deve mudar mais que 10% do meio sazonal em águas litorâneas.

Quadro 14 - Padrões para programas de monitoramento da qualidade de água em ambientes aquáticos costeiros que recebem efluentes da fazenda de carcinicultura.

Fonte: BOYD e GREEN, 2002.

O adequado suprimento de água de boa qualidade é fundamental para o sucesso de explorações aquícolas. As águas dos rios, lagos, açudes, córregos, canais de irrigação, estuários e do mar são exemplos de fontes superficiais de água usada no abastecimento das fazendas de cultivo de camarões.

A qualidade dessas águas pode variar consideravelmente ao longo do ano. Assim, por exemplo, corpos hídricos próximos aos grandes centros urbanos podem apresentar baixas taxas de oxigênio e grande contaminação por resíduos domésticos e industriais, tornando-se inadequados para o cultivo de camarões. Em regiões agrícolas há risco de contaminação da água pelos herbicidas, inseticidas e outros agrotóxicos. Em épocas chuvosas, a erosão dos solos deixa a água com material em suspensão (tanto orgânico como mineral), que além de prejudicar o bem-estar dos camarões, acelera o assoreamento dos viveiros de cultivo. As águas estuarinas também sofrem alterações com as variações da salinidade ao longo das

estações secas e chuvosas, influenciadas também pelas marés e entrada de água pelos rios que chegam ao estuário.

Recomendam-se aquelas mais próximas dos aspectos de potabilidade, dando-se preferência para águas claras, livres de poluição química ou orgânica. Assim, deverá proceder-se à análise da qualidade da água em laboratórios locais, tomando-se como base os principais parâmetros hídricos a serem analisados, bem como os valores recomendados para utilização na aquíicultura.

O cuidado com a qualidade da água não envolve somente a otimização da criação dos camarões. Deve-se pensar também na segurança alimentar daqueles que consomem organismos cultivados, como ostras, peixes e camarões. Estudos realizados nos Estados Unidos mostram que mais de 200 tipos de doenças são transmitidas por alimentos, sendo os “frutos do mar” os de maior participação (27%) já que favorecem o crescimento rápido de microorganismos causadores de doenças. Além das intoxicações causadas por bactérias (90% dos casos) através dos frutos do mar, existem ainda as intoxicações por resíduos químicos (2%), tais como metais pesados e agrotóxicos (CARVALHO, 2005).

Dentre essas pesquisas, destacam-se os estudos realizados pela UFSC (Nemar – Núcleo de Estudos do Mar) e pela UNISUL (Gruperh – Grupo de Estudos de Recursos Hídricos) no âmbito do Projeto PROVIDA/SC, nos anos de 1992 e 1993, com amostragens de água, sedimentos e biota aquática nos rios e no Complexo Lagunar, por constituírem-se, ainda hoje, na maior coletânea de informações de qualidade da água do sistema lagunar.

Mais recentemente, em 1998 - 1999, a UNISUL/Gruperh realizou, para a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente SDM/SC, o estudo “Diagnóstico dos Recursos Hídricos e Organização dos Agentes da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar”. Naquela ocasião foi realizada uma campanha para coleta de água em 95 pontos na bacia do rio Tubarão e dos outros rios que contribuem para o sistema lagunar. Não foram feitas coletas nas lagoas.

A área de estudo tem sido objeto de pesquisas de dissertações de mestrado e teses de doutorado pelas universidades locais, tais como os trabalhos de Marcomin (1996) e Bortuluzzi (2005), que referem-se a diferentes aspectos da contaminação ambiental dos cursos fluviais dessa região.

Ressalta-se que, para o entendimento da situação ambiental atual das lagoas, é importante considerar a bacia em que as mesmas se inserem, os usos dados à água na região, os usos e a ocupação do solo.

Conforme Muñoz (2001), as principais atividades econômicas na região RH 9 são a extração e beneficiamento de carvão, a produção agropecuária (especialmente arroz, batata, fumo, mandioca, suínos e leite) e as atividades de pequenas e médias indústrias, incrementadas, nas últimas duas décadas, por um expressivo crescimento da produção industrial, especialmente cerâmica; e da agricultura, especialmente na lavoura de arroz irrigado. Esse desenvolvimento econômico contribuiu para a poluição dos cursos d'água, gerada principalmente pelo beneficiamento de carvão, efluentes industriais, esgotos domésticos, agrotóxicos, dejetos de suínos e salinização dos rios próximos à foz.

A extração e o beneficiamento de carvão são as principais atividades poluidoras comprometendo seriamente as águas do rio Tubarão em quase toda a sua extensão e qualificando-o entre os três rios mais comprometidos do estado de Santa Catarina. Essa poluição hídrica é decorrente das lavras ou beneficiamento do carvão, que possibilita a oxidação da pirita (sulfeto de ferro) - FeS_2 - que se encontra associada. Exposta ao ar e às chuvas, a pirita oxida-se, gerando ácido sulfúrico e compostos de ferro, que acabam sendo carregados até os cursos de água. As águas ácidas solubilizam a maior parte dos metais tóxicos, tais como cobre, ferro, manganês e zinco (op. cit.).

5.1.2 Sedimentos Provenientes da Aqüicultura

Além do monitoramento dos efluentes da carcinicultura pode-se monitorar os sedimentos de fundo, tanto dos viveiros onde são cultivados os camarões, como do corpo hídrico receptor dos efluentes, pois nesses ambientes acumulam-se substâncias orgânicas e inorgânicas que também são indicadoras da qualidade média das águas.

Os sedimentos representam o destino de muitas substâncias que alcançam o sistema hídrico. A formação de um sedimento pode ser considerada a partir da degradação da chamada rocha mãe que produz os materiais através de meteorismo.

Esses sedimentos são constituídos de partículas de grande variedade de tamanho, formas geométricas e composição, sendo transportados pelos rios, pelas chuvas ou pelo vento do ambiente terrestre e depositados no fundo lagunar. Além dessa origem, os sedimentos depositados contêm material precipitado em grande número de processos químicos e biológicos, sendo que a proporção entre as partículas de origem terrestres (fonte alóctone) e as de origem interna (fonte autóctone) varia muito para diferentes ambientes (MOZETO, 2004). O material sedimentar, inorgânico e orgânico, pode ser um importante meio de avaliação da poluição, uma vez que se predispõe a rápidas trocas de composição com a coluna de água que permanece continuamente em contato. A troca de íons desse sedimento com a coluna de água enriquece o sedimento na fração argila (2 – 4 μ m). Nessa fração, os poluentes se agregam com maior facilidade por existir uma maior área superficial e diferentes grupos de argilominerais com capacidade de trocas iônicas distintas. (BRADY, 1989). Em lagos rasos (profundidade menor que 10 metros) em períodos de grande turbulência, o sedimento pode ser ressuspensão e conseqüentemente enriquecer a coluna d'água (MELACK e FISHER, 1990).

Förstner e Wittmann (1981) apud Bortoluzzi (2003) indicam os sedimentos como o destino dos metais e nutrientes que são introduzidos no meio hídrico, em função dos processos reacionais decorrentes.

O sedimento lacustre tem sido objeto de vários estudos limnológicos por ser um dos compartimentos mais importantes para a ciclagem de nutrientes e do fluxo de energia em ecossistemas aquáticos (MELACK e FISHER, 1990). Além disso, em virtude dos processos de sedimentação, o material depositado através da precipitação nos corpos hídricos, é um registro histórico da contaminação passada.

A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização ambiental apresenta algumas vantagens em relação ao meio hídrico circundante, pois estes são mais estáveis em termos físico e químico do que a água. Por esse motivo, seu estudo pode indicar índices médios em relação à análise ambiental e são, freqüentemente, indicativos da qualidade média das águas. Além disso, em virtude dos processos de sedimentação, os sedimentos são um registro histórico da contaminação passada e atuam como fixadores de elementos e substâncias contaminantes depositadas que podem ser liberadas conforme as modificações das condições físico-químicas ambientais, tais como: pH, potencial redox (Eh), complexos orgânicos, potencial iônico, atuando nesse caso como depósito e fonte de contaminantes (BAISCH et al., 2003).

5.2 Princípios da Legislação Ambiental Brasileira para o Uso da Água na Carcinicultura

O direito ambiental surge no Brasil a partir de uma crise ambiental, espremido entre a urgência de atitudes e a lentidão dos processos de transformação. Nesse contexto, o sistema jurídico brasileiro trouxe à tona uma nova valorização legal, que impõe a adequação do uso da propriedade não apenas ao desejo de seu titular, mas também ao bem comum, visando impedir danos à coletividade e ao meio ambiente natural ou construído (ROCCO, 2005).

A legislação ambiental é a principal fonte do direito ambiental, pois dela demandam os diversos princípios e regras que o compõem. No país, a legislação ambiental ganhou mais força com a promulgação da Lei nº 6.938 em 1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), e com a vigência da Constituição de 1988, quando o direito passa a ter valor de norma constitucional.

Para assegurar a implantação da PNMA foi instituído o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), órgão que reúne entidades federais, estaduais e municipais, que passaram a ser os responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental no país. Entre esses órgãos destaca-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que é o responsável pelo assessoramento, estudos e propostas que visam criar diretrizes de políticas nacionais para o meio ambiente e para os recursos naturais e deliberar, no âmbito de suas competências, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

Com a promulgação da Constituição Federal em 1988, conforme disposição contida no artigo 225, o meio ambiente foi elevado à condição jurídica de “bem de uso comum do povo” e atribuiu à coletividade e ao próprio poder público o dever de zelar pela sua proteção e preservação. Determinou, ainda, que fossem tomadas medidas mínimas para que a tutela ambiental não ficasse em mera declaração de intenções como, por exemplo, o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, através de prévio Estudo de Impacto ambiental (Constituição Federal, 1988, art.225, § 1º, IV).

A criação de camarões em cativeiro, a carcinicultura, é uma atividade comum nas zonas litorâneas de muitos países tropicais e subtropicais. A técnica do cultivo já é amplamente dominada, entretanto, a gestão ambiental desses empreendimentos necessita ser desenvolvida sob forma jurídica elaborada e consolidada de maneira a assegurar a melhor

preservação dos recursos naturais. Para isso, em outubro de 2002, foi deliberado um conjunto de diretrizes e normas técnicas específico para ser seguido pelos empreendimentos de carcinicultura através da Resolução do Conama nº 312.

Essa Resolução ao ser regulamentada, levou em consideração uma série de princípios legais estabelecidos por normas ambientais precedentes. Assim, podemos citar a Lei Federal nº 4.771/1965 (Código Florestal) e a Resolução do Conama nº 303/2002, que restringem determinadas áreas para qualquer uso a partir de uma metragem específica dos cursos d'água, a fim de proteger determinadas áreas vegetais; os instrumentos estabelecido pela PNMA e pela Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC); além de outras resoluções do Conama como a 357/2005 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, no caso dos viveiros de criação de camarões e a nº 237/1997 que regulamenta o licenciamento ambiental.

A figura 19 apresenta fluxograma sobre os instrumentos e as normas seguidas pela Resolução do Conama nº 312/2002 no momento de sua regulamentação.

Figura 19 - Fluxograma das leis ambientais que precederam e instituíram a Resolução do Conama nº 312/2002.

Fonte: Brasil, Resolução do Conama nº 312 (2005).

Segundo Seiffert (2003) a Resolução nº 312/02 foi muito criticada pelos carcinicultores nacionais, pois trata a carcinicultura como altamente poluidora e impactante ao meio ambiente, propondo o maior programa de monitoramento de qualidade de água em fazendas de camarões no mundo, sem se preocupar com a inexistência de dados pretéritos dos ecossistemas que circundam os empreendimentos de carcinicultura.

5.2.1 Resolução do Conama nº 312 de Outubro de 2002

A atividade da carcinicultura teve a regulamentação de seu licenciamento ambiental estabelecida pela Resolução nº 312/02. A partir dessa Resolução, os empreendimentos estabelecidos ao longo da costa brasileira relacionados a essa atividade iniciaram-se no processo de licenciamento, porém, no decorrer desse processo alguns problemas surgiram em grande parte dos estados, a despeito do cumprimento das exigências estabelecidas pela resolução supracitada.

Como dito anteriormente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) em 10 de outubro de 2002, promulgou uma Resolução específica para a carcinicultura no país, a fim de regularizar os empreendimentos da carcinicultura na zona costeira, considerando que:

- a) A zona costeira como patrimônio nacional deve ser utilizada de modo sustentável;
- b) A fragilidade dos ambientes costeiros, em especial o ecossistema do manguezal, que é área de preservação permanente, sendo necessário assim um ordenamento e planejamento de controle para preservá-lo;
- c) Os princípios de precaução, prevenção, usuário-pagador e do poluidor-pagador;
- d) A necessidade de serem editadas normas específicas para o licenciamento ambiental de empreendimento de cultivo de camarões na zona costeira;
- e) Que a atividade de carcinicultura pode ocasionar impactos ambientais no ecossistema costeiro; e
- f) Os dispositivos do Código Florestal (1965), do Decreto Federal 2869 (09/12/1998), do Zoneamento Ecológico-Econômico, dos Planos de Gerenciamento

Costeiro e da Resolução do Conama nº. 303, de 20 de março de 2002 (dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente).

A Resolução Conama nº 312/2002 determina em seus 19 artigos, entre outras coisas, a proibição da carcinicultura nos manguezais; o licenciamento para o funcionamento dos empreendimentos na zona costeira; o EIA/RIMA para empreendimentos acima de 50 ha ou quando houver potencial de degradação ao meio ambiente ou adensamento de fazendas numa região; destinação de 20% da área do empreendimento para preservação integral; na etapa de Licença de Instalação (LI) será exigido o Plano de Controle Ambiental (PCA) e na de Licença de Operação (LO) o Plano de Monitoramento Ambiental (PMA); a critério do licenciador, os projetos de carcinicultura deverão observar, além do tratamento e controle dos efluentes, a bacia de sedimentação como etapa intermediária entre a circulação ou o deságüe das águas servidas. É importante destacar que o efluente da carcinicultura deverá retornar ao corpo hídrico atendendo as condições definidas pela Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005.

O Plano de Controle Ambiental é um documento que caracteriza o empreendimento e aponta, através de um diagnóstico ambiental, os impactos ambientais que podem surgir devido à implantação desse empreendimento na região, bem como propostas de controle e mitigação desses impactos. Esse relatório, como já foi posto, deverá ser entregue ao órgão licenciador no período do requerimento da Licença de Instalação. Ele já deverá prever um estudo detalhado dos aspectos qualitativos e quantitativos da água para a captação e lançamento, as possíveis alterações físico-químicas e biológicas de corpos receptores dos efluentes, indicando detalhadamente as medidas, através de projetos técnicos e atividades que visem à mitigação desses impactos.

O Plano de Monitoramento Ambiental tem por objetivo controlar a qualidade das águas que saem dos cultivos a partir de um projeto de monitoramento dos parâmetros pré-estabelecidos pela Resolução nº. 312/2002. Além de controlar os efluentes, permite também o monitoramento das águas que entram no cultivo.

Esse plano deverá conter os seguintes parâmetros para o monitoramento das águas que entram e saem no cultivo de camarões: material em suspensão, transparência (com disco de Secchi), temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fosfato, silicato, clorofila a e coliformes totais.

Conforme essa Resolução, durante o período de validade da Licença de Operação o responsável técnico pelo empreendimento deverá apresentar, junto ao órgão licenciador, um relatório contendo os resultados das análises dos parâmetros hidrológicos e biológicos no prazo de trinta dias após a coleta, além de um relatório anual com todos os dados analisados e interpretados, constando as principais alterações ambientais decorrentes do empreendimento, comparando esses dados com as análises anteriores.

Essa Resolução não traz os limites e padrões que cada parâmetro deverá seguir. Esses valores estão expressos na Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005.

5.2.2 Resolução Conama n° 357 de Março de 2005

No Brasil, a Resolução do Conama n° 357/05 é o instrumento legal responsável pela definição, quantificação e aplicação de padrões de qualidade dos cursos d'água. Essa Resolução estabelece controle sobre parâmetros indicadores de qualidade e as substâncias potencialmente prejudiciais ao seres vivos, conforme o uso a que é destinada a água. De acordo com os potenciais de uso da água, foram definidas as classes de utilização, levando em consideração a concentração de sais existentes na água, assim dispostos:

- ⇒ Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (0 – 500 mgL⁻¹);
- ⇒ Águas salobras: águas com salinidade variando entre 0,5 a 30 ‰ (500 – 30.000 mgL⁻¹);
- ⇒ Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (> 30.000 mgL⁻¹).

Como as águas da lagoa do Imaruí são consideradas salobras, apresenta-se no quadro 15 apenas as classes de usos para águas salobras e sua respectiva destinação contidas na Resolução do Conama n° 357.

Classe	Uso destinado da água
Especial	<ul style="list-style-type: none"> • Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; • Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Recreação de contato primário, conforme Resolução Conama n°. 274, de 2000; • Proteção das comunidades aquáticas; • Aqüicultura e à atividade de pesca; • Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; • Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pesca amadora; • Recreação de contato secundário.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação; • Harmonia paisagística.

Quadro 15 - Classes e usos para as água salobras conforme Resolução do Conama n°. 357/2005.

Fonte: BRASIL,2005.

Cabe ao órgão estadual de controle ambiental dos estados o enquadramento dos seus corpos hídricos e, este, não deverá estar necessariamente baseado nas características atuais de qualidade das águas, mas nos níveis que deveria possuir para atender às necessidades das comunidades que vivem no entorno. Porto (1992) adverte que existem vantagens no estabelecimento de legislação que defina claramente padrões a serem obedecidos, principalmente quanto à existência de instrumentos legais para o controle, mas deve-se ter cuidado ao se definir a Classe de um corpo d'água e, por conseguinte, o padrão ao qual ele obedecerá, por significar até que ponto pode chegar sua degradação.

O artigo 42 dessa Resolução estabelece que, enquanto não aprovado o respectivo enquadramento dos corpos de águas salobras, essas serão consideradas como Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da Classe mais rigorosa correspondente.

O quadro 16 apresenta alguns padrões estabelecidos para Classe 1 das águas salobras, em conformidade com a Resolução do Conama n°357/05, contidos no Plano de Monitoramento Ambiental da Resolução do Conama n° 312/02.

Parâmetro	Valor máximo
Oxigênio dissolvido	Em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg L ⁻¹ de O ₂
pH	6,5 a 8,5
Coliformes termotolerantes - A bactéria <i>Escherichia coli</i> poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente	<ul style="list-style-type: none"> • Para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução Conama n.º. 274, de 2000; • Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.
Fósforo Total	0,124 mgL ⁻¹ P
Nitrato	0,40 mgL ⁻¹ N
Nitrito	0,07 mgL ⁻¹ N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg ⁻¹ N
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes.

Quadro 16 - Parâmetros de monitoramento das águas da carcinicultura conforme a Resolução do Conama n.º 312/02 e os padrões permitidos para Classe 1 das águas salobras segundo a Resolução do Conama n.º 357 /05.

Fonte: BRASIL (2002) e BRASIL (2005).

Para os parâmetros material em suspensão, transparência, salinidade, clorofila “a” e silicato não existem padrões limitadores nesta legislação. A temperatura possui o valor máximo disposto no capítulo IV (art. 34, §4, inciso II) referente à emissão dos efluentes, que diz “*seja inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura*”.

A Resolução 357/05 determina ainda que nas águas salobras onde ocorra pesca ou cultivo de organismos aquáticos para fins de consumo intensivo, outros parâmetros e padrões estabelecidos na Classe 1 deverão ser observados, relacionados a substâncias orgânicas e inorgânicas.

Além dos padrões de qualidade para o controle dos corpos hídricos, conforme a Classe de uso, existem na Resolução 357/05, no capítulo IV, nos artigos 24 a 34, as seguintes normas indicando as condições e os padrões para o lançamento dos efluentes nos corpos de água:

a) Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostas nesta Resolução e outras normas;

b) O efluente não poderá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Os critérios de toxicidade devem ser baseados em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos e realizados nos efluentes;

c) Excepcionalmente, o órgão ambiental poderá autorizar o lançamento dos efluentes acima das condições e padrões estabelecidos, desde que seja comprovada a relevância para o interesse público; atenda ao enquadramento e às metas intermediárias, progressivas e obrigatórias; seja realizado um Estudo de Impacto Ambiental pelo responsável pelo lançamento; sejam estabelecidos um tratamento e as exigências para este lançamento; e fixado um prazo máximo para este lançamento; e

d) Caso o empreendimento cause significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação da capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

Além dessas exigências fica também estabelecida a condição para o lançamento dos efluentes. No quadro 17 encontram-se os parâmetros e seus limites de concentração permitidos para a sua emissão nos corpos de água.

Parâmetro	Padrão (Valor máximo permitido)
pH	5,0 a 9,0
Temperatura da água	Inferior a 40 °C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C na zona de mistura.
Materiais sedimentáveis	Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes .
Óleo e graxas	<ul style="list-style-type: none"> • Óleo mineral até 20 mgL⁻¹ • Óleo vegetal e gordura animal até 50 mgL⁻¹
Materiais flutuantes	Ausentes
Nitrogênio amoniacal total	20 mgL ⁻¹

Quadro 17 - Os parâmetros e seus respectivos limites de concentração permitidos para emissão de efluentes nos corpos de água, conforme a Resolução do Conama n° 357/05.

Fonte: BRASIL, 2005.

A aplicação das respectivas Resoluções do Conama referentes à carcinicultura e classificação dos corpos d'água na zona litorânea brasileira, através dos Planos de

Monitoramento Ambiental, são fundamentais para o êxito da produção da maricultura. Porém, o simples controle dos padrões de cada parâmetro analisado não garante a preservação dos ambientes aquáticos e terrestres das áreas no entorno dos empreendimentos. Antes de qualquer implantação de um empreendimento aquícola deve-se observar a capacidade de carga ambiental dos corpos hídricos receptores dos efluentes dos cultivos. Segundo Barg (1994) *apud* Seiffert (2004), a capacidade de carga está relacionada 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. Se a capacidade de carga 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.

Para se estabelecer os padrões dos parâmetros indicativos da qualidade das águas a partir da capacidade ambiental de um corpo hídrico costeiro deve-se entender que essas áreas são altamente dinâmicas, pois são afetadas continuamente pelo regime de marés, salinidade, regime de ventos, descargas dos rios, correntes marinhas. Além disso, lagoas costeiras são caracterizadas como ambientes lênticos e de pouca profundidade. Conforme o GESAMP, 1991 *apud* Seiffert, 2004, a capacidade de carga desses ambientes em relação à entrada de efluentes depende muito das seguintes características:

- a) Taxa de dispersão e da diluição dos nutrientes nas águas receptoras;
- b) Degradação dessas substâncias na coluna d'água ou no sedimento;
- c) Adsorção dessas substâncias pelo sedimento; e
- d) Assimilação desses materiais pelas plantas e animais e dos efeitos sobre os diferentes componentes do ecossistema.

Conforme Boyd e Green (2002) nas áreas em que ocorre troca de água entre o usuário e o mar aberto, através da ação das marés e correntes marinhas, o potencial de poluição da água é diminuído significativamente. Mesmo conhecendo-se a carga de poluição das fazendas de camarão, é impossível determinar o efeito dessa carga de poluição no ambiente se não se conhecer a sua capacidade assimilativa em relação aos aportes naturais e de todas as demais atividades poluentes.

Diante disso, estudos relacionados à qualidade das águas devem ser elaborados localmente, definindo-se um nível de base (padrão local) antes da implantação de um

programa de monitoramento ambiental devido à complexidade dos ambientes costeiros e sua relevância para outras atividades que se desenvolvem na região costeira (GESAMP, 1991 apud Seiffert, 2004).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados encontrados a partir dos procedimentos metodológicos seguidos pela pesquisa experimental desse estudo:

6.1 Implantação e Desenvolvimento das Fazendas de Carcinicultura no Entorno do Complexo Lagunar

Das fazendas existentes no entorno do Complexo Lagunar, existem três localizadas no Distrito de Pescaria Brava, no município de Laguna, entre a Ponta da Laranjeira e a Ponta Seca, que refletem situações diferentes de desenvolvimento dos empreendimentos carcinícolas na região. É importante destacar que todas essas fazendas são consideradas, conforme a Resolução nº 312/2002, como de porte médio e possuem licenciamento ambiental junto ao órgão responsável do estado (FATMA). Na figura 21 estão localizadas essas fazendas.

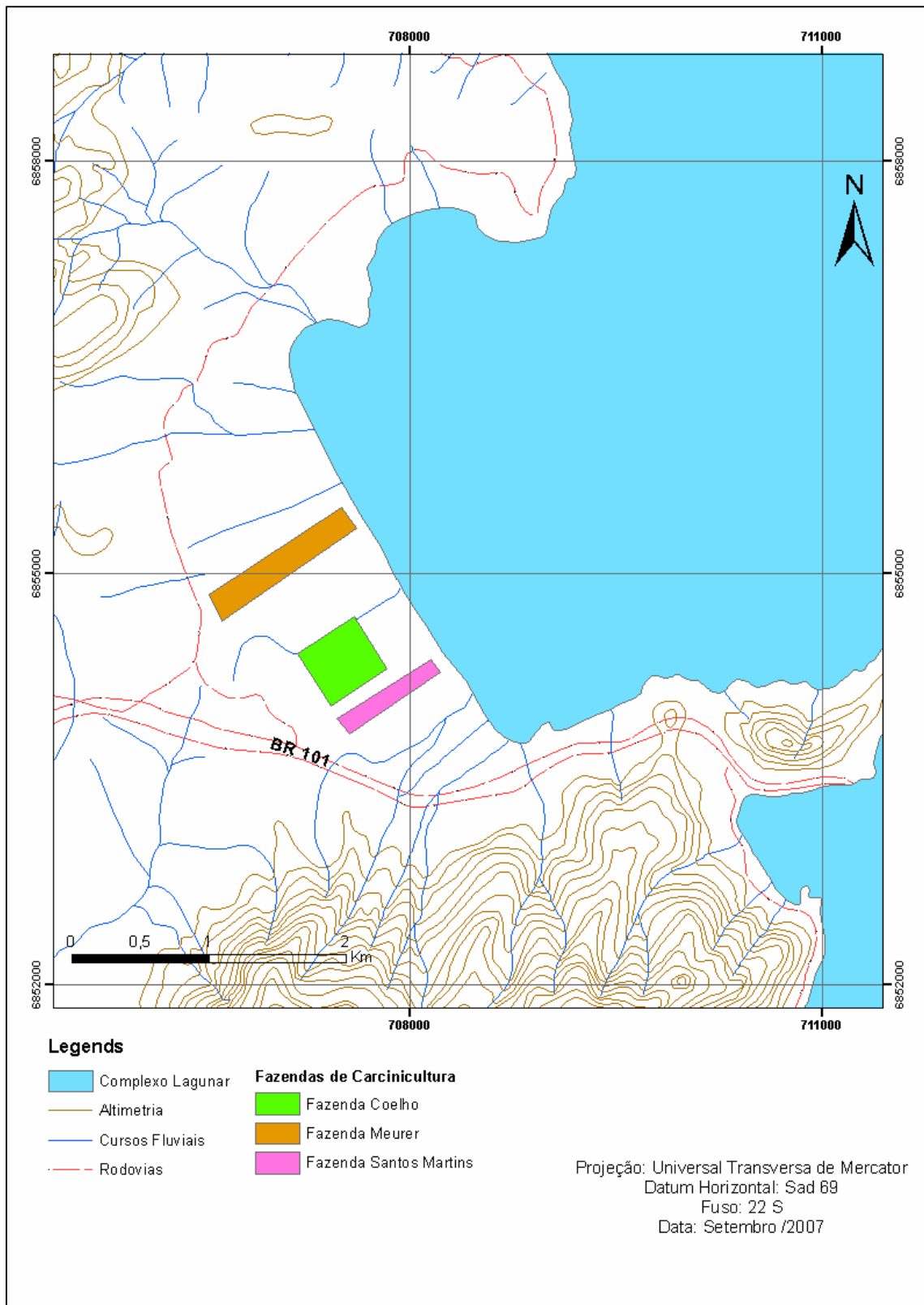


Figura 20 - Mapa de localização das Fazendas Coelho, Meurer e Santos Martins.

A mais antiga desse grupo é a Fazenda Coelho, fundada no ano de 2001, com uma área total de 100 ha, sendo que somente 25 ha são utilizados pelo empreendimento para o cultivo de camarões. Os quatro viveiros de cultivo medem em média 4,5 ha, num total de 18 ha de área cultivada.

Morador há 50 anos na fazenda, até o ano de 2000, utilizava a área para a pecuária leiteira (figura 21), uma vez que o solo, constituído por sedimentos argilosos de coloração cinza, não é propício para a agricultura.



Figura 21 - Galpões para retirada de leite da Fazenda Coelho. Atualmente são utilizados para guardar os insumos para o cultivo de camarão (março de 2005).

Durante esses anos, o proprietário da fazenda transformou a área alagada em pasto, construindo uma contenção para a entrada de água da lagoa do Imaruí. Os canais de entrada de água da lagoa para os viveiros já existiam antes mesmo de ele vir morar na propriedade. Segundo seu depoimento, são canais construídos há mais de um século pelos antigos pescadores (figura 22 e 23).



Figura 22 - Canal de entrada de água da lagoa de Imaruí para os viveiros (janeiro de 2006).



Figura 23 - As canoas dos pescadores encontradas nos canais antigos junto a Fazenda Coelho (janeiro de 2006).

Durante o governo estadual de Esperidião Amim, em 2000, quando o empreendedor era Secretário da Agricultura do município de Laguna, manteve o primeiro contato com a carcinicultura através dos professores da UFSC e dos técnicos da EPAGRI. Durante esses encontros e reuniões de implantação do Plano Estadual de Carcinicultura, começou a pensar na possibilidade de transformar a sua fazenda num empreendimento carcinícola.

Todo o investimento para a implantação do empreendimento constitui-se de recursos próprios, não sendo necessário obter empréstimo ou abrir sociedade. Para fazer toda a estrutura para criação de camarões nos quatro viveiros foi necessário cerca de R\$ 450.000,00. Até então esse empreendedor não conhecia o manejo do cultivo e nem a espécie *L.vanamei*.

A primeira despesca da sua Fazenda ocorreu em março de 2001 e, com a produção de dois viveiros, obteve 18 toneladas de camarão. Nos anos seguintes, com o aumento do número de viveiros para quatro, a produção cresceu consideravelmente. O gráfico 9 apresenta o histórico da produção de camarões na Fazenda Coelho entre os anos de 2001 e 2006.

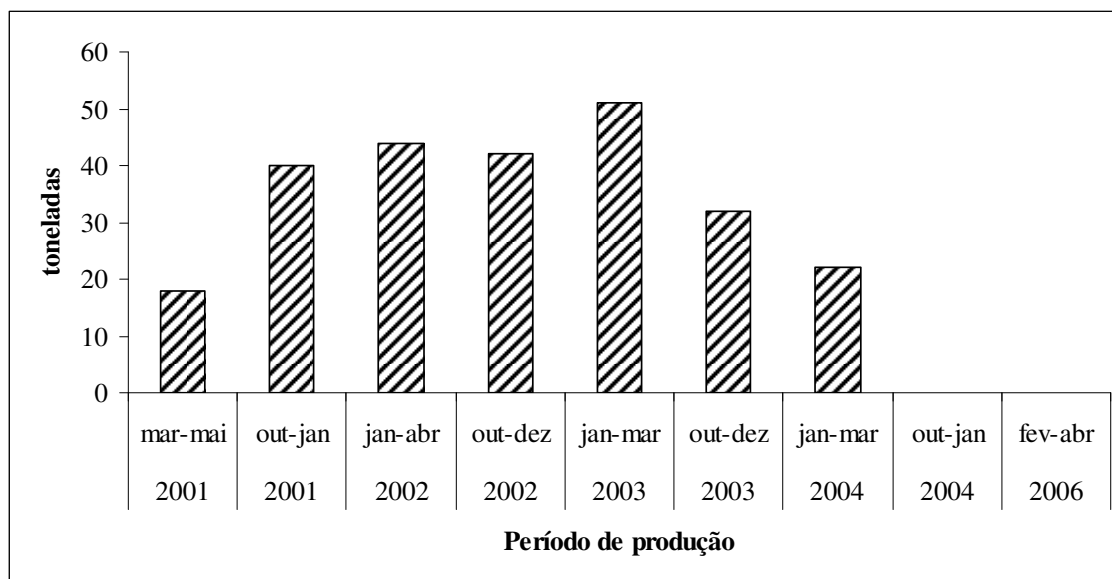


Gráfico 9 - Produção de camarões marinhos da espécie *Vanamei* da Fazenda Coelho (2001-2006).

Através da análise dos dados do gráfico 12 pode-se perceber o aumento considerável nos três primeiros anos do empreendimento. Em 2001, com apenas dois viveiros foi possível despesca 18 t de camarões e no mesmo ano, com quatro viveiros, 40 t. Somente no ano de 2002, em sete meses de cultivo, foram produzidos 86 t. Porém, a maior produção ocorreu de janeiro a março de 2003, com 51 t de camarões (figura 24). Em seguida, a produção começou a declinar, já demonstrando a contaminação pelo vírus da mancha branca. Em 2004 a produção foi tão pequena que o carcinicultor nem a comercializou, o mesmo ocorrendo em 2006, quando camarão foi cultivado em um viveiro, com técnicas mais seguras, mas que não

foram suficientes para impedir a manifestação do vírus. Nesse último cultivo despescou três balaios de camarão (figura 25).



Figura 24 - Despesca dos viveiros de camarão na Fazenda Coelho (março de 2003).



Figura 25 - Produção de um viveiro de cultivo de camarão da Fazenda Coelho (abril de 2006).

Diferente das outras duas fazendas, a Coelho lança parte dos efluentes, através de tubos de pvc e motor, sobre a área vegetada que se encontra entre os viveiros e a lagoa (figura 26).



Figura 26 - Direcionamento dos efluentes sobre a vegetação da área da Fazenda (abril de 2006).

Atualmente o proprietário da Fazenda Coelho investe na pecuária de corte em outra área próxima, mas pretende criar também o gado dentro dos viveiros. Isso porque, na época da construção dos viveiros, a terra não foi cavada mas sim aterrada no entorno.

No final de 2001 foi fundada a Fazenda Meurer com uma área total de 33,8 ha, utilizados totalmente pelo empreendimento. Os três viveiros da propriedade ocupam 19,3 ha, medindo em média 6,4 ha cada um.

Antes disso, o proprietário morava no município de Tubarão e trabalhava com transporte de carga com caminhões. Já havia trabalhado anteriormente com a suinocultura, em Braço do Norte. Foi com o fruto da venda dos caminhões e de sua moradia em Tubarão, e a formação de sociedade com seu irmão que comprou a fazenda, antes utilizada para a pecuária. O maior investimento foi com a compra de terras, para as quais ele pagou R\$ 10.000,00 o ha.

O primeiro contato que o proprietário teve com a carcinicultura foi através de sua filha, estudante da UFSC, que estagiou no laboratório de peixes do Departamento de Aqüicultura. Participou também da primeira reunião com o governador Amim, no início de 2001, na implantação do Programa.

A primeira despesca foi em abril de 2002, quando cultivou camarões nos três viveiros, obtendo 30 t. Já no ano de 2003 a sua produção passou para de 88 t. Porém, no ano seguinte perdeu toda a produção devido ao vírus da mancha branca.

Atualmente, o empreendedor trabalha no comércio no município de Tubarão, num depósito de venda de cimento. Ainda não vendeu a propriedade porque, em virtude do aparecimento do vírus, os preços das terras caíram. Ainda tem esperanças na volta da produção de camarões, *“porém teria que remanejar melhor a água... água é tudo!”*.

Outro empreendimento na área é a Fazenda Santos e Martins, fundada em 2003, através da sociedade de quatro moradores locais, sendo que três entraram com dinheiro e um com o terreno. A área total do empreendimento é de 17 ha, com três viveiros que ocupam 8 ha (média de 2,6 ha). Como as demais fazendas, no local era criado gado para corte.

A motivação do grupo para a criação de camarões veio com a prosperidade vista nos cultivos das fazendas vizinhas.

O primeiro cultivo ocorreu entre fevereiro a junho de 2003, quando produziu 5,4 t de camarões. Em janeiro de 2005 foi despescado dos três viveiros, 18,5 t. Porém, no cultivo seguinte, período entre fevereiro e maio de 2005, a produção declinou para 7 t em função do aparecimento do vírus. No verão de 2007 pretendia-se colocar larvas em apenas um viveiro, porém os técnicos da CIDASC desaconselharam.

Os proprietários da Fazenda Santos e Martins declararam que não obtiveram retorno financeiro com os investimentos e que há, ainda, dívidas a pagar junto ao Banco do Brasil. Somente voltarão a cultivar camarões caso a UFSC dê garantias da não presença do vírus.

Durante o ano de 2005, com a crise propiciada pelo aparecimento do vírus da mancha branca, os carcinicultores da região organizaram-se em 10 comitês, a fim de melhorar as condições sanitárias do cultivo. Cada comitê deveria ter o suporte de um laboratório com técnico químico, o que permitiria o controle permanente da produção através do monitoramento das águas lagunares e de cultivo. As três fazendas fazem parte de um comitê que engloba todas as fazendas daquela região, que captam água da lagoa do Imaruí. O representante desse comitê é o proprietário da Fazenda Coelho e terá como função verificar o andamento da carcinicultura naquela localidade e, junto com outros sete criadores, estudar soluções e discutir questões gerais da atividade.

6.2 Qualidade das Águas do Complexo Lagunar Antes do Surgimento da Carcinicultura

Nas tabelas 4, 5 e 6 encontram-se os resultados das campanhas, através do Projeto PROVIDA-SC, ocorridas em agosto de 1992 e abril de 1993, conforme os pontos das coletas das respectivas lagoas.

Tabela 4 - Resultados das análises de água na lagoa Santo Antônio.

Tabela 5 - Resultados das análises de água na Lagoa do Imaruí.

Tabela 6 - Resultados das análises de água na Lagoa do Mirim.

A análise dos dados que aparecem nas tabelas 4, 5 e 6 permite apontar, para cada parâmetro analisado, algumas considerações em relação à qualidade das águas do Complexo Lagunar, conforme a Resolução do Conama nº 357/05. São elas:

O **Oxigênio Dissolvido (OD)** é um elemento de importância vital para os organismos aquáticos aeróbios e a sua introdução na água pode se dar naturalmente através do ar atmosférico e do fenômeno de fotossíntese. A sua concentração pode indicar as condições de poluição por matéria orgânica nos cursos d'água. Assim, uma água não poluída (por matéria orgânica) deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água. Portanto, as reduções nas concentrações de oxigênio nos corpos d'água são provocadas principalmente por despejos de origem orgânica.

Pode-se observar nas tabelas que nos 21 pontos, onde foram medidas as concentrações de OD nas águas do Complexo Lagunar, os valores variaram de 5,5 a 10,2 mg L⁻¹ O₂, sendo que as coletas realizadas em agosto de 1992 apresentaram a maior média. Entretanto, nos Pontos 12, 14 e 16 ocorreram as maiores concentrações de OD em abril de 1993. Esses pontos estão localizados na lagoa do Imaruí (12 e 14) ou próximos a ela (16).

Esses valores estão associados aos ventos constantes na região que, além de beneficiarem a vida aquática, favorecem a depuração da matéria orgânica lançada no Complexo Lagunar pelos sub-bacias da RH9.

Por isso, em função dos elevados valores de concentração de OD, pode-se classificar o corpo hídrico do Complexo, para esse parâmetro, como Classe 1, conforme a Resolução do Conama nº. 357/05 .

b) A **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** é o parâmetro que indica a quantidade de oxigênio necessária, em um meio aquático à respiração de microrganismos aeróbios, para consumirem a matéria orgânica introduzida na forma de esgotos ou de outros resíduos orgânicos. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do curso d'água.

A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis.

Esse parâmetro está associado, por exemplo, aos dejetos da suinocultura e aos despejos dos esgotos domésticos lançados nos cursos fluviais e até mesmo diretamente nas lagoas.

No estudo realizado pelo Projeto PROVIDA, foram amostrados somente três pontos nas duas campanhas (Pontos 2, 9 e 15), que se referem ao centro do canal da barra (lagoa Santo Antônio), na localidade de Cabeçadas e no ponto de estrangulamento entre as lagoas de Imaruí e Mirim (lagoa do Imaruí), respectivamente. No ponto 21 (próximo à foz do rio d'Una) foi analisada a DBO encontrada naquele ponto somente na campanha de abril de 1993. Nos demais pontos não foram realizadas coletas para análise da DBO.

Na Resolução do Conama n°. 357/05 não está determinado o limite de concentração da DBO para as Classes de uso das águas salobras. Os órgãos ambientais da Espanha determinam que em zonas marinhas, onde ocorra cultivo de organismos aquáticos, a DBO deverá ser inferior a 10 mgL^{-1} . Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos determina que em ecossistemas úmidos o nível de concentração natural da DBO varie entre 1 a 10 mgL^{-1} .

Os valores da DBO apresentados nas tabelas demonstram que somente no Ponto 15, em abril de 1993, os valores da DBO foram inferiores a 10 mgL^{-1} . Nos demais, ultrapassaram a concentração mínima observada pelos órgãos ambientais como o EPA para ambientes protegidos. O Ponto 21 (foz do rio d'Una) é o que apresenta a maior concentração da DBO (160 mg L^{-1}) e que está, provavelmente, relacionado aos despejos *in natura* do esgotamento domiciliar. Seria importante que tivesse sido medido a DBO em outros pontos importantes, como a foz do rio Tubarão e próximo ao centro da cidade de Laguna. Dessa maneira teriam sido ampliados os estudos da qualidade ambiental das águas do Complexo em relação à quantidade de matéria orgânica dirigida para essa área.

d) Os **Coliformes Termotolerantes** são bactérias consideradas como os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias, entre elas a *Escherichia coli*, que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

A presença de coliformes fecais é usada como indicador sanitário, pois, apesar de não serem patogênicos em sua maioria, indicam que o ecossistema foi contaminado com esgoto e assim outros patógenos podem estar presentes causando transmissão de doenças à

comunidade, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera.

A Resolução do Conama nº 357/05 estabelece uma faixa de limite de concentração para coliformes fecais de até 1.000 NMP em 100 ml para a Classe 1, que foram os valores encontrados nos Pontos 2, 9, 15 e 21 na segunda campanha (abril de 1993). No entanto, em agosto de 1992 (primeira campanha) os Pontos 2 e 15 foram classificados como Classe 2, para esse parâmetro, pois apresentaram valores superiores ao da Classe 1.

O Ponto 21, localizado próximo à foz do rio d'Una e à cidade de Imaruí, foi o que apresentou a maior concentração de coliformes fecais (9.500 NMP/100 ml), representando a falta de tratamento dos esgotos domésticos da sub-bacia desse rio.

Em pontos importantes como o 3 (influência direta do rio Tubarão), o 4 (próximo ao centro da cidade de Laguna), e o 7 (próximo a localidade de Cabeçudas) não foram coletadas águas para análise de coliformes fecais, um importante indicador ambiental para a manutenção ecológica do ambiente lacustre.

d) O parâmetro do **Potencial Hidrogeniônico** (pH) é o que defini o caráter ácido, básico ou neutro da água. As maiores alterações desse indicador nos corpos hídricos são provocadas por despejos industriais, principalmente os de mineração.

O pH das águas é influenciado, em parte, pela natureza dos terrenos que a água atravessa e também está relacionado com a composição das rochas existentes na região, devido aos processos de solubilização, hidrólise e outros. Também a atividade biológica ocorrida num corpo hídrico pode influenciar o valor do pH.

As mudanças do pH na água afetam sobretudo os organismos aquáticos (peixes) que estão geralmente adaptados às condições de neutralidade. Por isso, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o seu desaparecimento.

Pela legislação Conama nº 357/05, o pH para as águas salobras no território nacional deve situar-se em uma faixa compreendida entre 6,5 a 8,5. Através dos valores apresentados nas tabelas constata-se que a maioria dos pontos monitorados no Complexo Lagunar apresenta uma média em torno de 6,5 a 7, 5, dentro dos limites de concentração da Classe 1 do Conama, com exceção dos Pontos 13, 14 e 21.

Nos Pontos 13 (lagoa de Imaruí, próximo à Ilha Grande) e 21 (foz do rio d'Una) na primeira campanha, o pH mostrou-se mais ácido. Na segunda campanha do Ponto 14 (próximo à foz do rio Aratingaúba) na lagoa do Imaruí, o pH encontra-se mais básico (8,6). Esses pontos classificam-se nas respectivas campanhas como Classe 2.

e) Os nutrientes encontrados na água são compostos, principalmente, à base de **Nitrogênio (N)** e **Fósforo (P)** que, em determinadas concentrações, possibilitam o aparecimento e a proliferação de organismos aquáticos. Os compostos de N e P ocorrem naturalmente em pequenas concentrações e por isso o aumento da concentração na água deve-se principalmente aos esgotos de origem doméstica. A presença desses elementos nas águas em determinada concentração contribuem para a proliferação de organismos aquáticos, podendo levar conseqüentemente a um estado de eutrofização.

- O **Nitrato** e **Nitrito** fazem parte do ciclo do Nitrogênio Total. Podem ser usados como indicadores da "idade" da carga poluidora (esgoto), dependendo do estágio em que se encontram. Sua origem está relacionada a esgotos domésticos e industriais ou à drenagem de áreas fertilizadas.

Os parâmetros selecionados para o Projeto do PROVIDA são o Nitrogênio Total, o Nitrato e o Nitrito. A Resolução Conama nº 357/05 estabelece um limite de concentração para Nitrogênio Amoniacal, o Nitrato e o Nitrito. Em função disso, foi possível somente fazer a análise do Nitrato e do Nitrito encontrados nas águas das lagoas naquelas campanhas, a fim de identificar a Classe de uso. É importante ressaltar que não foram realizadas as análises desses parâmetros em todos os pontos coletados do Complexo Lagunar, nas duas campanhas.

Analisando-se os dados dispostos nas tabelas, verifica-se que, com exceção do Ponto 1, na primeira campanha (agosto de 1992) o Nitrato não foi determinado. Na segunda (abril de 1993) observou-se que o Nitrito apareceu como elemento traço nesse Ponto e no 21 não foi detectado.

Em todos os pontos em que o Nitrato foi analisado ocorreram concentrações elevadas, variando de 1,2 a 2,7. mgL^{-1} . Como a Resolução estabelece que a concentração máxima permitida é de 0,4 mgL^{-1} para Classe 1 e 0,7 mgL^{-1} para a Classe 2, para esse parâmetro, observa-se que os valores encontraram-se até cinco vezes superiores ao permitido nesses pontos, principalmente os relativos à segunda campanha (abril de 1993).

Já o parâmetro Nitrito apresentou concentrações para a Classe 1 nos Pontos 1, 2 e 9 em abril de 1993 e no Ponto 15 em agosto de 1992. Nas demais campanhas esse parâmetro pode ser classificado como Classe 2.

- O **Fósforo (P)** aparece em ambientes aquáticos devido principalmente às descargas de esgotos sanitários que contém os detergentes superfosfatados, além da própria matéria fecal que é rica em proteínas.

Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam P em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo nos cursos d'água.

Em bacias hidrográficas, onde existe um grande déficit de saneamento domiciliar, a análise do parâmetro P é muito importante para se caracterizar as condições ambientais dos mananciais hídricos, principalmente os utilizados pela população através do contato primário, da pesca e da aquicultura.

A análise do gráfico permite observar que, em todos os 21 pontos onde ocorreram as análises das águas lagunares, os limites de concentração de P não ultrapassaram a Classe 1 das águas salobras, conforme Resolução nº 357/05. As maiores concentrações de P na água ocorreram em abril de 1993, na segunda campanha. Isto se deve, provavelmente, ao acréscimo populacional ocorrido durante o período de veraneio nos primeiros meses de 1993.

f) Os **óleos** e **graxas** compreendem os ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc., ou seja, substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Raramente são encontrados em águas naturais e normalmente são oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água. Dentre os despejos podemos citar os de refinarias, frigoríficos, saboarias, etc.

A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a

DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para esse parâmetro; a recomendação é de que os óleos e as graxas estejam virtualmente ausentes (que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar). Porém para os parâmetros óleos minerais e óleos vegetais são estabelecidos como valores máximos permitidos 20 e 50 mgL⁻¹, respectivamente, no caso de emissão de efluentes.

Dos 21 pontos onde ocorreu coleta de água somente quatro foram analisados, em laboratório, a concentração de Óleos e Graxas contidos na água das lagoas, variando de 0,8 a 24 mgL⁻¹.

g) O **Arsênio (As)** é um constituinte freqüente das águas naturais, ocorrendo com traços inofensivos à saúde. Teores mais elevados ocorrem em zonas ricas em minério ou como contaminação por lavagem superficial de solo onde são aplicados inseticida, herbicida e fungicida à base desse elemento (FLECK, 1998). A Resolução estipula que para águas salobras o limite de concentração para Classe 1. Em locais onde ocorra a aquicultura, deverá se de 0,14 µg/L.

h) O **Sulfeto** é gerado pela decomposição da matéria orgânica (gás sulfídrico) por via anaeróbica, sendo agentes fortemente redutores. Provocam a depressão dos níveis de oxigênio dissolvido nos cursos d'água gerando desequilíbrios ecológicos. Concentrações de 1 a 6 mgL⁻¹ são letais para os peixes e menores que 1 mgL⁻¹ podem causar odor característico (FLECK, 1998).

Como resultado das campanhas pode-se observar que nos pontos analisados não foi detectado Sulfeto, com exceção do Ponto 21 que corresponde à foz do rio d'Una, em abril de 1992. Esse valor pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica lançada por esse rio na lagoa do Mirim.

i) A finalidade de avaliar as concentrações de **Metais** encontrados nas águas do Complexo Lagunar é indicar a influência da mineração do carvão e o seu beneficiamento, das indústrias e dos cultivos agrícolas sobre os corpos lagunares.

Os metais pesados como Pb, Cr, Zn, Cd, Al, Cu, Fe e Mn; bem como a geração de partículas na atmosfera, foram considerados como poluentes dos recursos hídricos prioritários em áreas carboníferas e por isso devem ser monitorados (NASCIMENTO, 2002).

Em áreas rurais, esses metais estão presentes em fungicidas e em outros tipos de agrotóxicos. Porém, em alguns casos, são decorrentes também das características geológicas locais.

- O **Boro (B)**, dos cinco pontos amostrados, só foi possível determinar no Ponto1, que está localizado no exutório da bacia hidrográfica, no canal da Barra de Laguna. O valor encontrado foi de $0,046 \text{ mgL}^{-1}$, abaixo do limite permitido para Classe 1, que é de $0,5 \text{ mgL}^{-1}$.

- O **Cádmio (Cd)** analisado em laboratório nas amostras dos cinco pontos, não foi determinado, a não ser na forma de traço no Ponto 2, na primeira campanha.

- O **Chumbo (Pb)** foi encontrado na amostra do Ponto 2, na segunda campanha, em concentração mínima (traço) e no ponto 9 com $0,01 \text{ mgL}^{-1}$, classificando-o para esse parâmetro como Classe 1.

- O **Zinco (Zn)** apresentou-se em todos os pontos dentro dos padrões para Classe 1 para esse parâmetro.

- O **Cobre (Cu)** foi encontrado em todos os pontos analisados com uma concentração acima da permitida pela Classe 1 e 2 ($0,005 \text{ mgL}^{-1}$) da Resolução. No Ponto 9 (próximo a ponte de Cabeçudas), onde foi encontrado em sua maior concentração, o valor excedeu 11,2 vezes acima do permitido pela legislação.

- A **Prata (Ag)** foi um metal que, assim como o Cobre, apresentou concentrações acima das permitidas para a Classe 3 da legislação, com exceção do Ponto 21 (próximo a foz do rio d'Una) onde não foi possível detectar concentrações desse metal nas duas campanhas realizadas.

- O **Manganês (Mn)** raramente atinge concentrações de $1,0 \text{ mgL}^{-1}$ em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ ou menos. É muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias e na indústria química em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros.

Concentrações acima do permitido para Classe 1 e 2 foram encontradas principalmente na lagoa do Mirim e no Ponto 1 referente ao exutório da bacia hidrográfica (canal da Barra da Laguna) na segunda campanha. A maior concentração foi encontrada no Ponto 21, próximo à foz do rio d'Una, correspondendo a um incremento de 93,3 vezes

superior ao permitido para esse parâmetro na legislação brasileira. Como a sub-bacia do rio d'Una é uma região de rizicultura, provavelmente esses valores estão relacionados aos fertilizantes usados nas lavouras.

- O **Ferro (Fe)**, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis e dureza às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial. O Fe aparece, normalmente, associado com o manganês.

- O **Cromo total (Cr)** é utilizado na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. As concentrações de cromo total encontrados nas amostras de águas do Complexo Lagunar, em 21 pontos de coleta, classificam as águas lagunares como Classe 1 para esse parâmetro.

- O **Alumínio (Al)** é um metal encontrado em abundância nos solos e, por conseguinte, nas águas naturais. Sua presença nos resíduos é abundante, principalmente devido a sua larga utilização em bens de consumo, sobretudo embalagens (FLECK, 1998). Sua origem também está associada às partículas originadas da combustão de carvão.

Nas campanhas realizadas em abril de 1993 os teores de alumínio encontraram-se acima do permitido para Classe 1 e 2 nas três lagoas. Foram encontrados valores cinco vezes ou mais do que o permitido no Ponto 3 (área de influência do rio Tubarão).

j) A análise da distribuição dos **Sólidos Totais** nos corpos hídricos é de extrema importância para a compreensão dos fenômenos da qualidade da água, dado que os sólidos constituem frequentemente elementos de transporte de vários contaminantes, como metais, nutrientes e organismos microbiológicos. São parâmetros importantes para acompanhar a eficiências de técnicas de manejo do solo e redução dos lançamentos de efluentes industriais ou provenientes de criadores agropecuários. O parâmetro Turbidez está relacionado diretamente com a presença de sólidos suspensos que impedem a passagem da luz para a coluna d'água, impedindo a fotossíntese da vegetação submersa e das algas, prejudicando assim a produção primária.

Através das tabelas 4, 5 e 6 pode-se observar que as maiores concentrações de sólidos estão presentes no período da primeira campanha, em abril de 1992. O aumento de sólidos pode estar relacionado a vários fatores naturais e antrópicos, ou seja, aumento da pluviosidade e/ou de despejos industriais, domésticos ou agropecuários. As maiores concentrações estão localizadas nos pontos situados na lagoa Santo Antônio, isto porque essa lagoa recebe as águas do rio Tubarão que drena uma bacia hidrográfica extremamente impactada e que tem seu curso inferior retilinizado, favorecendo os despejos hídricos com maior facilidade.

Não existe limite para esse parâmetro em água salobra na Resolução. Para as águas doces o limite considerado por essa Resolução é para sólidos dissolvidos (500 mgL¹).

Para o melhor entendimento da qualidade das águas do Complexo Lagunar, a partir dos das campanhas de coleta de água realizado pelo Projeto PROVIDA em 1992/1993, na figura 27 apresenta-se um mapa com os pontos onde aparecem os parâmetros que se mantiveram acima da Classe 1 .

Figura 27 - Mapa do Complexo Lagunar com os pontos e os parâmetros que se mantiveram acima da Classe 1.

6.3 Qualidade Atual das Águas do Complexo Lagunar

O resultado do IQA de cada ponto analisado no Complexo Lagunar pode ser observado na tabela 7.

Tabela 7 - Resultados do IQA dos pontos localizados no Complexo Lagunar.

	lagoa do Mirim	lagoa do Imaruí	lagoa do Imaruí	lagoa Santo Antônio	lagoa Santo Antônio
	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Ponto 9
Faixa do IQA	64,30	74,42	72,54	48,03	66,67
Nota	Regular	Boa	Boa	Ruim	Regular

Pelos dados da tabela 7 pode-se verificar que as melhores condições de qualidade de água estão na lagoa do Imaruí, sendo que a do Mirim apresenta-se numa situação de regular. As maiores degradações estão na lagoa Santo Antônio, que recebe as água da bacia hidrográfica do rio Tubarão, maior curso poluente das águas do Complexo Lagunar.

A figura 28 apresenta o mapa do Complexo Lagunar com os pontos de amostragem e a sua respectiva qualidade de água entre os dias 09 e 10 de fevereiro de 2006.

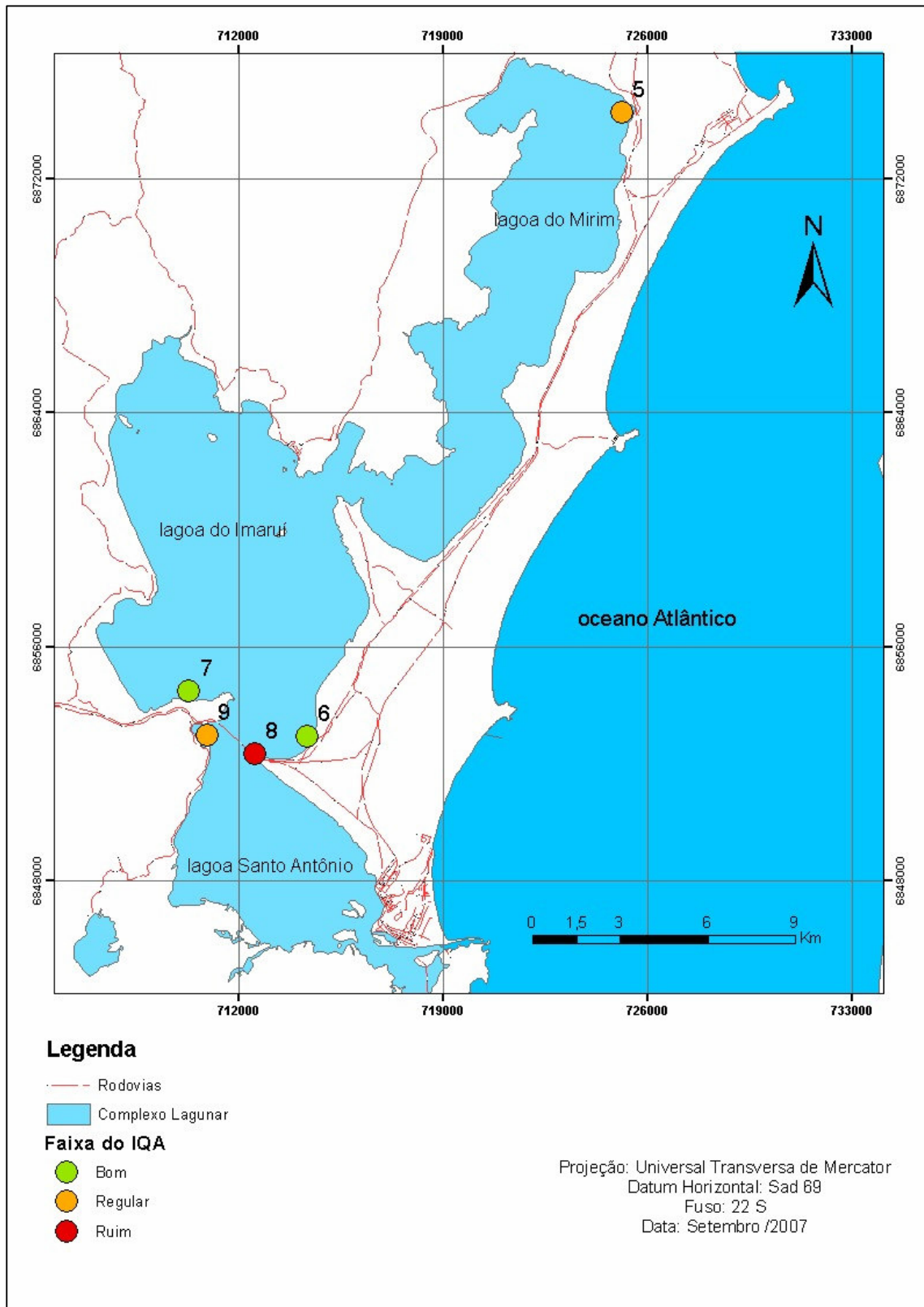


Figura 28 - Mapa de Qualidade das Águas do Complexo Lagunar – Fevereiro de 2006.

6.4 Monitoramento das Águas para o Cultivo e dos Efluentes no Período de 2002 a 2006

A Fazenda Coelho e a Meurer iniciaram suas atividades antes da promulgação da Resolução nº 312/2002, que estabelece o Plano de Monitoramento Ambiental. Mesmo assim, o licenciamento ambiental realizado na época previa o monitoramento dos efluentes gerados pela carcinicultura e lançados no Complexo Lagunar.

Essas fazendas captavam água da lagoa do Imaruí através de um sistema de canais de distribuição das águas e uso de motor para aumentar a vazão de entrada. As maiores preocupações estavam relacionadas à proteção dos viveiros com a entrada de animais e plantas aquáticas. Para proteger os viveiros, colocaram-se redes de filtração na entrada, conforme se observa na figura 29.



Figura 29 - Rede de contenção de animais aquáticos e plantas na entrada dos viveiros (julho de 2005).

Também, procurou-se medir a salinidade sabendo-se que o *Litopenaeus vannamei* se desenvolve melhor entre 15 e 25 ppt (figura 30). Já durante a criação, o parâmetro de oxigênio dissolvido é o mais controlado, utilizando aeradores para manter os níveis de oxigenação na água (figura 31).



Figuras 30 e 31 - Monitoramento do parâmetro de salinidade e uso de aeradores para manter a oxigenação na água, respectivamente (julho de 2005).

Essas unidades de cultivos têm fluxo de água fechado, isto é, capta-se a água da lagoa e essa fica retida pelo período de cultivo, além da água proveniente das chuvas. Durante esse período, diariamente são acrescentadas rações que servem de alimentação aos camarões (figura 32). Outro fator que deve ser levado em consideração é a luminosidade constante e as temperaturas da região no período em que são cultivados os camarões (primavera/verão). Com isso, a água da lagoa do Imaruí que entra para o cultivo não é a mesma que retorna ao sistema.



Figuras 32 - Alimentação dos viveiros de criação de camarão (janeiro de 2004).

Durante o cultivo, o Plano de Monitoramento prevê que as águas dos viveiros sejam analisadas conforme determina a Resolução nº 357/2005. Também, devem ser entregues na véspera da despesca os relatórios semestrais. Todos esses dados de monitoramento dos viveiros devem estar disponíveis quando solicitados.

As três fazendas possuem junto ao órgão ambiental, dados de monitoramento das águas dos viveiros. A Fazenda Coelho realizou campanhas entre outubro de 2004 e janeiro de 2005; a Meurer entre setembro de 2003 a maio de 2004; e a Santos Martins no período de setembro de 2004 e maio de 2005.

Além do monitoramento das águas dos viveiros, o Plano de Monitoramento, prevê campanhas de amostragem das águas captadas da lagoa e dos efluentes da carcinicultura originados a partir da despesca dos viveiros (figura 33).



Figura 33 - Despesca de um viveiro de camarão na Fazenda Coelho (março de 2004).

Os dados apresentados a seguir, nas tabelas 8, 9 e 10 referem-se aos relatórios técnicos apresentados após 30 dias da despesca e anualmente, com os resultados das análises dos parâmetros apontados pela Resolução nº 312/02, durante a validade da Licença de Operação.

Tabela 8 - Monitoramento da águas da Fazenda Coelho entre os anos de 2002 e 2005.

Tabela 9 - Monitoramento das águas da Fazenda Meurer entre os anos de 2002 e 2004.

Tabela 10 - Monitoramento da Fazenda Santos e Martins entre os anos de 2004 e 2006.

Através da análise dos dados das tabelas 8, 9 e 10 pode-se avaliar a qualidade das águas que entraram para o cultivo dos camarões, bem como dos efluentes que foram lançados sobre a lagoa do Imaruí, entre os anos de 2002 e 2006.

Em relação ao período das campanhas pode-se destacar os seguintes resultados:

- Não existe um monitoramento de qualidade de água, pois, em algumas campanhas ou falta a campanha de captação ou da despesca (efluentes). Às vezes analisam-se os três viveiros do empreendimento, outras não se indicam qual o viveiro foi coletado ou o ponto da drenagem.

- Não se segue à norma da Resolução nº 312/2002, que solicita a amostragem em três pontos: no local do bombeamento; no canal de drenagem, a 100m a jusante do ponto de lançamento dos efluentes da drenagem dos viveiros; e a 100m a montante do ponto de lançamento dos efluentes da drenagem dos viveiros.

- Em todas as campanhas procurou-se analisar os parâmetros indicados pela Resolução nº312/02, porém, não são todos os laboratórios que possuem metodologia apropriada para análise. Por exemplo, Clorofila “a” e Sólidos Suspensos Totais não são realizados nos laboratórios próximos, o que dificulta a obtenção desses dados.

Os dados apresentados pelas tabelas podem também ser relacionados com a quantidade de água captada da lagoa e devolvida ao corpo lagunar. Calculando-se pela área e profundidade dos viveiros das (em m³) chega-se a um total de 453.000 m³ de efluentes por cultivo das três fazendas juntas. Assim, somente no mês de abril de 2003, por exemplo, as Fazendas Meurer e Coelho lançaram juntas sobre a lagoa 373.000 m³ de efluentes não tratados.

Em relação às concentrações observadas em cada parâmetro de monitoramento, conforme resoluções específicas (Conama nº 312/02 e 357/05) podem-se destacar os seguintes resultados:

- Na Fazenda Coelho os parâmetros relacionados aos efluentes, que estão acima do uso pretendido pela Classe 1 da Resolução nº 357/05, são: Óleos e Graxas (na maioria das campanhas); OD, em abril de 2003; pH e Sulfetos, em junho de 2004; e Fósforo em fevereiro de 2005. Na coleta relativa à captação realizada em outubro de 2004, os parâmetros comprometidos são Óleo e Graxas e Sulfetos.

- Na Fazenda Meurer os parâmetros relacionados à análise dos efluentes, que estão classificados acima da Classe 1, são: Coliformes Fecais (abril de 2003 e junho de 2004); OD (abril

de 2002); pH (abril e junho de 2004) e o Sulfeto (junho de 2004). Em relação às águas captadas em fevereiro de 2004 que possuem os parâmetros comprometidos são Óleo e Graxas, pH e Sulfetos.

- Na Fazenda Santos Martins, os efluentes analisadas em fevereiro de 2005 apontaram o Fósforo, o Nitrato, O OD, Óleo e Graxas e Sulfeto acima do padrão para Classe 1. Na campanha de maio de 2005, o Sulfeto encontrava-se fora desse padrão. Já para a água captada, o Nitrogênio amoniacal estava acima do estipulado para Classe 1 em setembro de 2004 e outubro de 2005; o OD em setembro de 2004 e o Sulfeto em, abril e outubro de 2005.

- É importante ressaltar que os parâmetros como Nitrato e Nitrito não foram analisados em todas as campanhas, assim como o Sulfeto. O Nitrogênio Total não possui limite de concentração de uso nessa Resolução, assim como a Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO).

- A DBO encontra-se acima de 10 mgL^{-1} em quase todas as campanhas dos efluentes nas três fazendas, em algumas coletas chegou a 25 mgL^{-1} . Mesmo não tendo um limite para as águas salobras (para água doce é de até 3 mgL^{-1} para Classe 1) na Resolução nº 357/05, pesquisadores espanhóis e americanos indicam que as concentrações de DBO num corpo hídrico não podem exceder a 10 mgL^{-1} .

- Outro fator relevante, são as diferentes metodologias empregadas ao analisar as amostras de água, que variaram de análise laboratorial a uso de *kits* prontos. Com isso, os valores encontrados, obtidos a partir da análise de metodologias diferentes, não devem ser comparados.

- Basicamente são entregues ao órgão ambiental os resultados laboratoriais, sem análise profunda dos resultados. A Resolução nº 357/05 estabelece que deverá ser entregue, junto com os resultados laboratoriais, um relatório técnico 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.

- Em alguns momentos do relatório, o órgão ambiental chama atenção para os valores dos parâmetros analisados, solicitando um projeto complementar na Fazenda com o objetivo de melhorar o sistema de tratamento dos efluentes. Em outras situações, solicita junto aos empreendedores as bacias de sedimentação previstas pela Resolução nº 312/02, a fim de melhorar a qualidade das águas dos efluentes da carcinicultura.

6.5 Qualidade da Águas Utilizadas para o Cultivo e dos Efluentes

A tabela 11 apresenta os resultados da primeira campanha de amostragem de água realizada em janeiro de 2006. Esta água foi utilizada para o cultivo dos camarões daquela safra.

Tabela 11 - Resultados da análise de água de entrada para os cultivos do Ponto 1 (1ª Campanha) – 26 de janeiro de 2006.

Parâmetro	Unidade	Ponto 1	Resolução Conama nº357/2005		
			Classe 1	Classe 2	Classe 3
Coliformes Totais	NMP/100 ml	92.000	-	-	-
Coliformes Fecais	NMP/100 ml	490	Até 1.000	Até 2.500	Até 4.0000
pH		7,69	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	5 a 9
DBO	mgL ⁻¹	5,00	-	-	-
Fósforo Total	mgL ⁻¹	0,30	0,124	0,186	-
Sílica	mgL ⁻¹	31,60	-	-	-
Turbidez	UNT	7,40	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mgL ⁻¹	7,80	0,40	0,70	-
Nitrato	mgL ⁻¹	0,19	0,40	0,70	-
Nitrito	mgL ⁻¹	ND	0,07	0,20	-
OD	mgL ⁻¹	6,54	< 5	< 4	< 3
Salinidade	ppt	14	-	-	-
SST	mgL ⁻¹	330	-	-	-
Transparência	cm	20	-	-	-
Temperatura	°C	22,50	-	-	-

Legenda:

ND	Não detectado
	Valor superior ao estabelecidos para Classe 3
	Não existe limite de concentração

Os valores expressos na tabela 12 indicam os seguintes aspectos a serem considerados:

- Não existe limite de concentração para todos os parâmetros indicados pela Resolução nº 312/02 para Classe 1 das águas salobras, conforme a Resolução nº 357/05;

- Dos parâmetros analisados, o Fósforo Total e o Nitrogênio Amoniacal foram os que apresentaram uma concentração acima do padrão mínimo estipulado pela legislação para Classe 2, ou seja não têm padrão aceitável para qualquer classificação. A origem desses valores pode estar relacionada a descargas dos esgotos domésticos e aos fertilizantes utilizados nas lavouras da região. Quando os valores do Nitrogênio amoniacal são elevados na água pode-se dizer também que, no ambiente, tem muita matéria orgânica disponível.

- Mesmo que os coliformes fecais estejam dentro da Classe 1, os valores dos Coliformes Totais são significativos (93.000 NMP/100 ml).

- Os parâmetros pH, OD, Nitrito e Nitrato estão classificados dentro da Classe 1, devido as suas baixas concentrações encontradas na água.

- O valor de DBO encontra-se dentro do aceitável, abaixo de 10 mgL^{-1} , para ambientes aquáticos, assim como a Turbidez (7,4 UNT).

5.4 Análise da Qualidade dos Efluentes da Carcinicultura

6.6 Granulometria, Matéria Orgânica e Nitrogênio dos Sedimentos Encontrados na Área do Entorno às Fazendas de Carcinicultura

A tabela 12 apresenta os resultados da segunda campanha de amostragem de água realizada em abril de 2006.

Tabela 12 - Resultados da análise dos efluentes (2ª Campanha) – 22 de abril de 2006.

Através dos resultados das análises dos efluentes da carcinicultura, dispostos na tabela 12, pode-se apontar os seguintes resultados:

- O Ponto 2, referente à amostra do efluente da carcinicultura, é o que demonstrou ser o mais degradado na qualidade das águas dos pontos analisados. Os parâmetros Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Nitrato ficaram fora de qualquer padrão estabelecido pela Resolução do Conama nº 357, apresentando valores elevados. Mesmo não se tendo cultivado uma grande quantidade de camarões no viveiro de onde se coletou a amostra, o abandono que a produção sofreu nos últimos meses do cultivo, com a limitação de ração e dos aeradores, prejudicou as características físicas e químicas das águas. Decorrente da forma em que se desenvolveu essa produção aumentou os Sedimentos Suspensos, provavelmente em função do incremento do fitoplâncton, e dos Sedimentos Dissolvidos na água dos viveiros. Com isso, o resultado da Turbidez foi de 215 UTN. Nesse ponto, somente o pH está classificado como Classe 1.

- O Ponto 3, localizado no canal de entrada e saída de água da lagoa do Imaruí, foi o que apresentou as menores concentrações nos parâmetros analisados, mesmo que o pH seja classificado como Classe 3 e os Nitrogênio amoniacal e Nitrato estejam com valores acima dos padrões estabelecidos pela Resolução. O Fósforo, o Nitrito e o OD foram classificados como Classe 1; o pH como Classe 3. A Turbidez, a Sílica e os SST tiveram suas concentrações reduzidas consideravelmente, se comparadas ao Ponto 2.

- O Ponto 4 situa-se na lagoa do Imaruí, a jusante da saída dos efluentes. Os parâmetros pH, Fósforo, Nitrito e OD foram classificados dentro da Classe 1. Porém, o Nitrogênio Amoniacal e o Nitrito estão fora do padrão aceito pela Resolução.

- O Ponto 5 está localizado a montante da saída do efluente, a cerca de 700 m. Apresentou concentrações dos parâmetros acima dos valores do Ponto 4 (montante). Apesar de não ter contato direto com a área do despejo, apresentou valores próximos de Nitrogênio amoniacal e Nitrato e valor superior de Fósforo. Isso pode estar ocorrendo devido à qualidade das águas dos rios que desembocam nas lagoas que, em virtude da circulação, comprometeram os parâmetros analisados naquele Ponto na data da coleta.

Pesquisas relacionadas a monitoramento de efluentes realizados por Guimarães et al. (2004) no nordeste do país, onde ocorre a maior produção nacional de camarões *vannamei*, também indicaram a contaminação das águas lançadas sobre os corpos hídricos.

Na bacia hidrográfica do Baixo Jaguaribe (Ceará) foi realizado um estudo entre os meses de fevereiro e julho de 2003 por uma equipe de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Os efluentes que são lançados nos corpos d'água dessa região encontram-se nas mesmas condições das fazendas do Complexo Lagunar, isto é, sem tratamento prévio. Os resultados apontam que os efluentes contínuos da despesca contribuem para uma elevação do pH, Turbidez, Sólidos Suspensos, Condutividade Elétrica, Fósforo Total, Clorofila *a*, DBO₅, Nitrogênio Amoniacal e Alcalinidade no corpo receptor. (FIGUEIREDO, 2005).

No Rio Grande do Norte, em 2004, quando foi realizado o primeiro monitoramento de caracterização biofísicoquímica das águas afluentes e efluentes de fazendas camaroneiras, segundo a análise dos pesquisadores envolvidos nesse projeto de pesquisa, os parâmetros Turbidez, Sólidos Suspensos, DBO, Fósforo Total e Silício, encontravam-se fora dos limites aceitáveis para a sustentabilidade do meio ambiente. A principal causa apontada pelos pesquisadores está relacionada ao aumento da matéria orgânica nos viveiros devido à oferta de rações e fertilizações, com o conseqüente aumento de detritos, plâncton, fezes, fauna microbiana (GUIMARÃES et al., 2004).

Na figura 36 apresenta uma síntese cartográfica com a classificação de uso das águas, conforme Resolução nº 357/2005 e com uma tabela de resultados dos parâmetros que não possuem padrão nessa Resolução, mas que quando comparados podem caracterizar as águas de captação para o cultivo dos camarões e dos efluentes.

Figura 34 - Mapa de classificação do uso das águas da lagoa do Imaruí, conforme Resolução do Conama nº357/2005.

6.6 Granulometria, Matéria Orgânica e Nitrogênio dos Sedimentos Encontrados na Área do Entorno às Fazendas de Carcinicultura

6.6.1 Análise Granulométrica

Os resultados obtidos em relação à análise granulométrica dos sedimentos podem ser analisados através do gráfico 10.

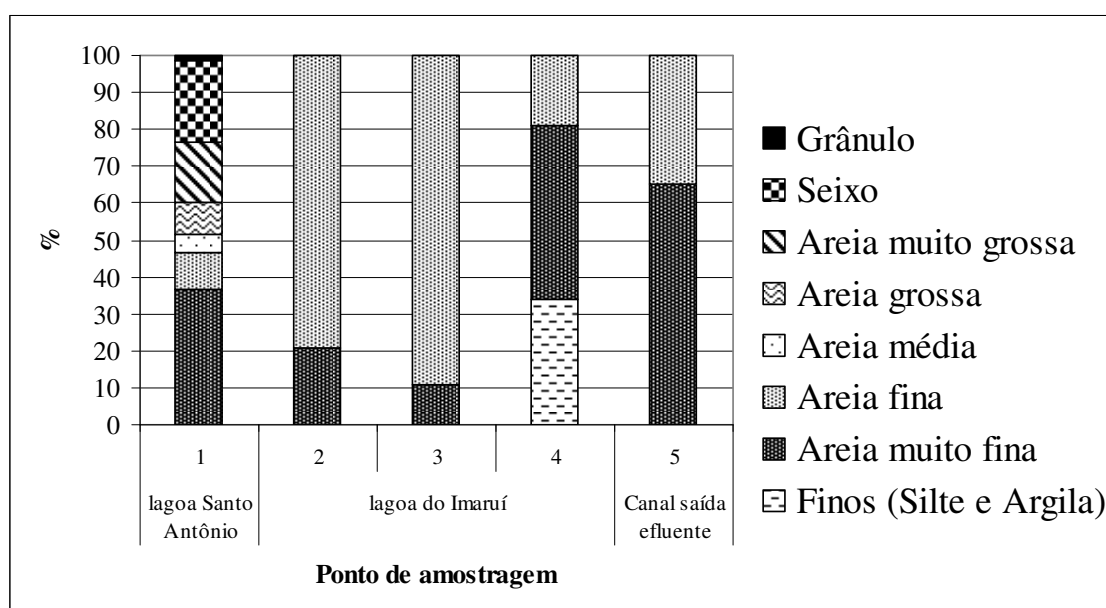


Gráfico 10 - Granulometria dos sedimentos.

A maior diversidade dos tamanhos de grãos corresponde ao Ponto 1 (*ponto de controle*), na lagoa Santo Antônio, onde os sedimentos se apresentam do tamanho 4,0 mm (grânulo) até 0,062 mm (areia muito fina). Nessa área a granulometria é mais heterogênea, devido à sua proximidade com os morros graníticos, a morfologia e com a circulação da lagoa Santo Antônio.

Os Pontos 2 e 3, localizados na lagoa do Imaruí, em frente da Fazenda Coelho, a granulometria variou de areia fina (80% e 90% das amostras, respectivamente) a areia muito fina. Somente no Ponto 4 foi encontrado o tamanho de sedimentos finos (silte e argila) em 34% da amostra, 47% areia muito fina e 19% areia fina. No canal da saída do efluente (Ponto 5) o tamanho

de grão predominante variou de 0,125 a 0,062 mm, ou seja, areia muito fina (65%) e areia fina(35%).

6.6.2 Análise da Matéria Orgânica

Os resultados obtidos em relação à matéria orgânica contida nos sedimentos podem ser analisados através do gráfico 11.

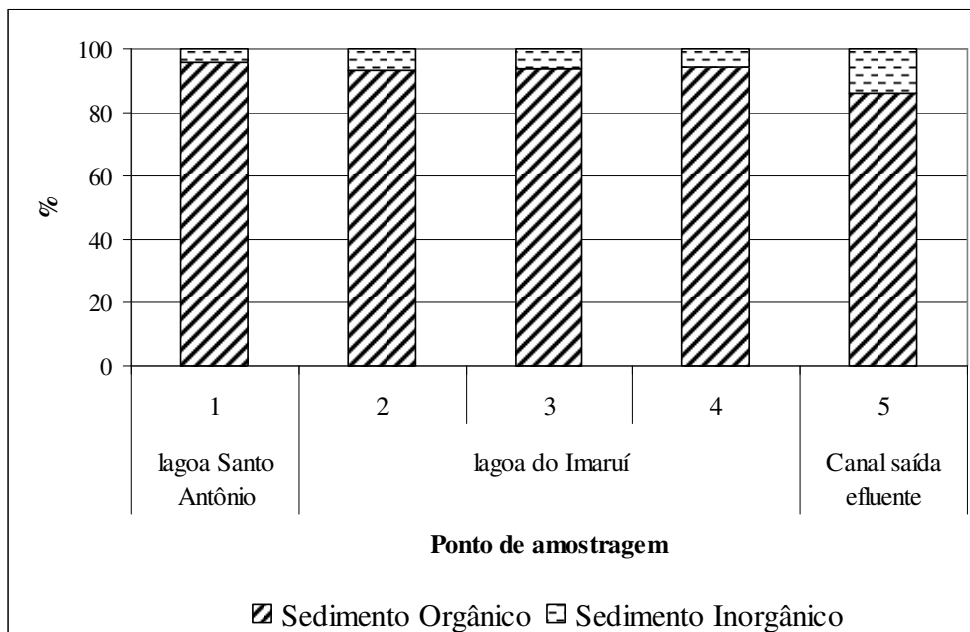


Gráfico 11 - Percentagem de matéria orgânica contida nos sedimentos coletados.

Das amostras dos sedimentos analisados, cerca de 90% em todos os pontos são de matéria orgânica. Comparando-se os pontos de amostragens, verifica-se que o Ponto 1 apresenta a maior percentagem de matéria orgânica (91%), seguido pelo 4 (94,5%) e, conjuntamente o 2 e o 3 (93,5%). O ponto referente à saída direta dos efluentes é o que possui a menor quantidade de matéria orgânica (86,3%) das amostras analisadas.

6.6.3 Determinação de Nitrogênio

Os resultados dos teores de N encontrados nos sedimentos encontrados no ponto de controle, na lagoa do Imaruí e nos canais dos efluentes estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13 - Nitrogênio Total nos sedimentos da lagoa do Imaruí e canais de saídas dos efluentes da carcinicultura - novembro de 2005.

Ponto	Localização	Nitrogênio Total (%)
1	Lagoa Santo Antônio (<i>ponto de controle</i>)	0,20
3	Lagoa de Imaruí - em frente à Fazenda Coelho	0,40
4	Saída do canal de efluente, dentro da lagoa de Imaruí.	0,40
5	Saída do efluente, no canal de acesso a lagoa de Imaruí.	0,76

Observa-se, pelos valores apresentados na tabela 13, que em relação ao N é nítida a influência dos resíduos da criação de camarões em cativeiro sobre o ambiente aquático. O ponto mais afastado, o *ponto de controle* (Ponto 1), apresentou o menor valor. Contudo, nos mais próximos ao empreendimento, houve um acréscimo (Pontos 3 e 4). No Ponto 5, saída direta dos efluentes, foi encontrado o maior valor (0,76).

Portanto, a variação dos valores encontrados indica que naquela área existe uma diferença de Nitrogênio em estoque nos sedimentos e que um dos priváveis fatores para isso seja a saída das águas de cultivo (efluentes) para a lagoa do Imaruí sem tratamento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados proporcionados pelo presente estudo permitiram apontar as seguintes conclusões:

- A sobrepesca no sistema lagunar Santo Antônio-Imaruí-Mirim, o aumento do mercado consumidor regional e nacional, o aprimoramento das técnicas de cultivo tanto dos laboratórios de produção de larvas como dos empreendimentos, a estrutura de comércio já existente, a proximidade com as principais vias de acesso, a economia regional frágil, a estrutura propiciada pela UFSC e EPAGRI foram as principais causas que motivaram a implantação da carcinicultura no entorno do Complexo Lagunar. As facilidades encontradas no início do desenvolvimento carcinícola também incentivaram o aumento da produção, servindo de incentivo para a maioria dos empreendedores locais. Atualmente, a atividade carcinícola, com a contaminação pelo vírus da mancha branca, mantém-se estagnada. Muitos empreendedores estão voltando a exercer a atividade da pecuária, abandonada com o início do cultivo de camarões. Outros, ainda, estão na expectativa que a parada sanitária faça com de que o vírus desapareça na região.

- A falta de tratamento dos esgotos dos 21 municípios do entorno, o descaso com os rejeitos do carvão, feculárias e uso de agrotóxicos legaram às águas do Complexo Lagunar um aporte de poluentes e contaminantes que degradaram as suas águas. O único estudo que analisa conjuntamente as águas das três lagoas foi realizado em 1992 e 1993 pelo projeto PROVIDA. Os dados dessa pesquisa apontaram que os parâmetros mais comprometidos relacionam-se com os metais, principalmente Ferro, Alumínio e Manganês, provavelmente originados do beneficiamento da mineração do carvão e do uso de agrotóxicos. Nos pontos em que o Coliformes Fecais, Nitrato, Nitrito e Sulfeto foram analisados, suas concentrações ficaram fora do padrão estipulado pela Resolução nº 357/05. Segundo essa Resolução, as águas do Complexo Lagunar deveriam ser de Classe 1, ou seja, propícias para a recreação de contato primário, à proteção das comunidades

aquáticas, à aqüicultura e à atividade de pesca. Porém, conforme os resultados dessas campanhas, os parâmetros não se classificam, na maioria, como Classe 1.

- A carcinicultura é uma atividade poluidora que utiliza intensamente os recursos hídricos, sendo uma competidora importante na disputa pela água disponível para a população e para as outras atividades humanas. Não existe um estudo de capacidade de carga das lagoas, nem foi realizado um Estudo de Impacto Ambiental antes da implantação da carcinicultura no Complexo Lagunar. Hoje, poucos são os dados que podem efetivamente avaliar o impacto que a atividade teve sobre o ecossistema aquático. Durante o desenvolvimento da carcinicultura não houve controle efetivo sobre o lançamento dos efluentes. A partir das coletas, realizadas em campo em abril de 2006, pode-se observar que os efluentes contém excesso de nutrientes como Fósforo, Nitrito e Nitrato, todos acima dos padrões estipulados pela Resolução nº 357/05, e de matéria orgânica originários das fezes de camarões, ração não consumida, fito e zooplâncton vivos ou mortos, fertilizantes não assimilados.

- Finalmente, é necessário pensar urgentemente um plano de conservação desse sistema lagunar, responsabilizando todos os que utilizam esse corpo hídrico e chamando-os a contribuir com ações de manutenção desse ecossistema e, principalmente, com o controle mais efetivo pela legislação ambiental. O limite imposto à expansão da carcinicultura deverá ser a própria demanda hídrica do Complexo Lagunar, implicando uma adequação do número de empreendimentos com o controle da qualidade da água. Sugere-se, caso a atividade carcinícola retorne a região, que o órgão ambiental cobre um plano de monitoramento mais adequado. Esse plano deverá levar em consideração os seguintes aspectos: i) os parâmetros devem ser os estipulados pela Resolução nº312/02, com os padrões estabelecidos pela nº 357/05; ii) as campanhas deverão ser acompanhadas pelo órgão, atendendo os períodos de captação das águas lagunares e dos efluentes gerados pela carcinicultura; iii) a metodologia de análise laboratorial deve ter procedimento uniforme para a água salobra; e iv) um estudo sobre a circulação das águas do Complexo Lagunar e o impacto dos efluentes sobre as plantas e animais aquáticos deve ser realizado, concomitante ao monitoramento das águas a fim de assegurar a manutenção da biota. Além disso, alternativas podem ser pensadas para garantir a qualidade ambiental da região e valorizar a venda do camarão, como o selo ecológico. Esse certificado asseguraria que o cultivo daquele camarão segue a legislação ambiental seguindo práticas sustentáveis.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Censo da Carcinicultura Brasileira de 2000 a 2005.** Disponível no site: <http://www.abccam.com.br/TABELAS%20CENSO%20SITE.pdf>). Acessado em 23 de abril de 2006.

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Gestão de Qualidade na Fazenda: Manual do Pequeno Produtor.** 1ª Ed. Janeiro de 2005. Disponível no site: <http://www.abccam.com.br/download/Gest%3odeQualidade-Pequeno.pdf> . Acessado em 26 de julho de 2006.

AGROINFORME. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. **LCM recebe investimentos para pesquisar o vírus da mancha branca.** Revista eletrônica. Nov. - Dez de 2005. Disponível no site www.cca.ufsc.br/boletim/agroinforme-novdez2005.pdf. Acessado em 23 de janeiro de 2006.

ARANA, Luis Vinatea. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 310 p

ARANA, Luis Vinatea. **Fundamentos de aqüicultura.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004a. 348p

ARANA, Luis Vinatea. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura:** uma revisão para peixes e camarões. 2ª Ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004b. 231p.

ASSAD, Luís Tadeu e BURSTYN, Marcel. **Aqüicultura sustentável.** *In* Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília. 2000. 399 p.

BAISCH, Paulo; MIRLEAN, Nicolai e LIMA, Guilherme. **Protocolos de Coleta e Análise dos Sedimentos e Material em Suspensão**. Projeto Millenium. FURG: Laboratório de Oceanografia Geológica. Rio Grande. Disponível no site: [www.oceanografia.ufba.br/ftp/Sedimentologia/Protocolos Coleta Analise Sed Baish etal Millenium 2003.pdf](http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Sedimentologia/Protocolos_Coleta_Analise_Sed_Baish_etal_Millenium_2003.pdf) . Acessado em 21 de maio de 2005.

BALBANI, Aracy Pereira Silveira e BUTUGAN , Ossamu . **Contaminação biológica de alimentos**. 2001. Disponível no site <http://www.pediatriasaopaulo.usp.br/upload/pdf/541.pdf> . Acessado em 23 de maio de 2005.

BELTRAME, Elpídio e BONETTI, Jarbas. **Seleção de Sítios para o Cultivo de Camarões Marinhos em Santa Catarina com Apoio de um Sistema de Informação Geográfica**. Disponível no site www.dern.ufes.br/recos/Capítulo%2013.pdf . Acessado em 22 de agosto de 2006.

BELTRAME, Elpidio. Universidade Federal de Santa Catarina. **Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias**. Florianópolis, 2003. 196 f.Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

BORTOLUZZI, Ismael Pedro. **Estudos sobre as interações entre a água e o material em suspensão, na bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar-SC/Brasil**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) - Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compo.

BOYD, C. E 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 Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 29 p. 2002.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do Solo**. São Paulo: Livraria Freitas Bastos. 1989.898 p.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água: origem, uso e preservação**. 3^a. ed. São Paulo: Moderna, [1992?] 71 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente/Conama. Brasília/DF. 2005. **Resolução 357/05**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/pot/conama/res357>. Acessado em 22 de novembro de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília/DF. 2002. **Resolução 312/02**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/pot/conama/res312>. Acessado em 22 de novembro de 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatórios Estatísticos**. Censo demográfico. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado 28 de novembro de 2006.

BRDE. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Agência de Florianópolis. Gerência de Planejamento. **Cultivo do camarão em Santa Catarina: panorama geral, reprodução e larvicultura**. Florianópolis: BRDE, 2004.101 p.

BUHELLI, Patrício; GARCIA, Fernando. **O Vírus da síndrome da mancha branca**. Disponível em <http://www.cca.ufc.br/O%20V%20V%20CDRUS.html>. Acessado em 25 de abril de 2007.

COELHO, Christianne Coelho de Souza Reinisch. **A Questão Ambiental Dentro das Indústrias de Santa Catarina: Uma Abordagem para o Segmento Industrial Têxtil**. Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de mestre em engenharia de produção. Florianópolis, agosto de 1996. Disponível no site www.eps.ufsc.br/disserta96/coelho/index/index.htm - 37kml. Acessado em 25 de agosto de 2007.

BURGER, Maria Inês. **Situação e Ações Prioritárias para a Conservação de Banhados e Áreas Úmidas da Zona Costeira**. Disponível em www.unisinos.br/nupe/arquivos/banhados.pdf. Acessado em 10 de janeiro de 2007.

CARUSO, Francisco Junior. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Sudeste de Santa Catarina. Texto explicativo e mapa - Brasília: DNPM, 1995.52 p.

CARVALHO, Rodrigo. **Camarões Marinhos Gestão de Qualidade e Rastreabilidade na Fazenda**. Relatório da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC). 1ª Ed. janeiro de 2005. Disponível no site <http://www.abccam.com.br/download/Get%E3odeQualidade-Grande.pdf>. Acessado em 26 de julho de 2006.

WINCKLER Costa, Sérgio. **Enfermidade da Mancha Branca**. V Seminário Internacional de Aves e Suínos –. II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca. Florianópolis – SC, abril de 2005.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (DMAE). **Avaliação da qualidade da água do Lago Guaíba - Subsídios para a gestão da bacia hidrográfica**. *Revista Ecos – Pesquisa*, nº. 7, ano 4, Porto Alegre, DMAE, 2003. 34 p.

FIGUEIREDO, Maria Cléa Brito de et al. **Impactos Ambientais do Lançamento de Efluentes da Carcinicultura em Águas Interiores**. Revista de Engenharia Ambiental. 2005. Vol.10 - Nº. 2 - abr. - jun., 167-174.

CASAROTTO FILHO, Nelson e GELINSKI NETO, Francisco. **Fatores Críticos e Favoráveis na Carcinicultura Catarinense**. Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 2004. Disponível em [ht,tp://www.convibra.com.br/pdf/139.pdf](http://www.convibra.com.br/pdf/139.pdf). Acessado em 02 de fevereiro de 2007.

FREITAS, Rodrigo Randow de. **Análise de cadeia produtiva da carcinicultura marinha em Laguna, SC**. Florianópolis, 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura

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**, 2001. Disponível no site <ftp://ftp.fao.org/fi/document/gesamp/y1818e00.pdf>. Acessado em 3 de março de 2007.

GIANNINI, Paulo César Fonseca. **Complexo Lagunar Centro-Sul Catarinense: Valioso patrimônio sedimentológico, arqueológico e histórico**. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) - Brasília 2002; 554 p; ilustr. p. 213-222.

GIORDANO, Fabio. **Investigando o mar: uma abordagem ecológica**. São Paulo: [S. N., 198_?] 86 p.

GUIMARÃES, Iveraldo et al. **Caracterização Biofísicoquímica dos Efluentes e Afluentes das Fazendas de Cultivo de Camarões do Rio Grande do Norte**. 2004. Disponível no site <http://www.idema.rn.gov.br/arquivos/7/Produto%20Final/Sum%C3%A1rioRelat%C3%B3rio.doc>. Acessado em 25 de agosto de 2007.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de Peixes e Camarões**. Jundiaí: F. Fubitza. 2003.229 p.

LEITE, Pedro Furtado. **Contribuição ao Conhecimento Fitoecológico do Sul do Brasil**. Revista Ciência & Ambiente nº24. Universidade Federal de Santa Maria. 2002. p 51-73

MELACK, C.F e FISHER, T. R. **Comparative limnology of tropical floodplain lakes with an emphasis on the Central Amazon**. Acta Limnológica, nº3. 1990. p 1- 48.

MILIOLI, Geraldo. **Abordagem Ecológica para a Mineração: uma Perspectiva Comparativa para Brasil e Canadá.** Tese. Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis. 1999

MONTAIGNE, Fen. **Águas Paradas.** Revista National Geographic. Editora Abril. São Paulo-SP. Abril de 2007.p 44-71.

MONTEIRO, Rogério **Um Brasil Diferente.** Revista Mares do Sul, n.º1, 39 e 40, Santa Catarina: Editora Mares do Sul., abril/maio de 2000.

MORAES. Fabiano. **Só venda de camarão está proibida.** Jornal Diário Catarinense de 17 de fevereiro de 2005. p 4.

MOZETO, Antônio A. **Sedimentos e Particulados Lacustres: amostragens e Análises Biogeoquímicas.** Amostragem em Limnologia. São Carlos: Editora RIMA. 2004.

MUEDAS Walter et al. **Manual do primeiro curso de extensão sobre cultivo de camarões marinhos.** Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis. 1997. 41p

MUÑOZ Espinosa, Héctor Raúl. **Impactos e conflitos na gestão de recursos hídricos do Sul de Santa Catarina, Brasil** In: Gobierno de Chile; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile, IICA, oct. 2001. p.1-12, Ilus

PORTO, Mônica F. A. **Estabelecimento de Parâmetros de Controle da Poluição.** In: Rubem La Laina Porto. (Org.). **HIDROLOGIA AMBIENTAL.** São Paulo: EDUSP/ABRH, 1992. p. 377-390.

ROCCO, Rogério. **Legislação Brasileira do Meio Ambiente.** Rio de Janeiro:DP&A, 2ª edição.560 p.

SAMPAIO, Márcia Sérgio Winckler da Costa. **Os camarões de cultivo proporcionam maior segurança para a saúde.** Março de 2006. Disponível no site: http://www.fundacentro.sc.gov.br/acquaforum/principal/ver_noticias.php?not=956. Acessado em 25 de abril de 2006.

SANTA CATARINA. **Produção da Maricultura (camarão, mexilhões e ostras) em 2005 no Estado de Santa Catarina.** Disponível no site www.epagri.rct-sc.br. Acessado em dezembro de 2006.

SANTA CATARINA. SDM – DIMA – GEHID. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar**. Tubarão/SC. 2002.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Florianópolis. 2007

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Diagnóstico dos Recursos Hídricos e Organização dos Agentes da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar**. Florianópolis, 1998. Disponível no site: <http://www.comitetubarao.unisul.br/gruperh/meio-ambiente.html>. Acessado em 05 de janeiro de 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnostico geral**. Florianópolis, 1997. Disponível no site <http://www.comitetubarao.unisul.br/gruperh/voll/voll1a.htm>. acessado em 24 de março de 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Estatísticas. Resumo Socioeconômico Regional. Disponível no site www.spg.sc.gov.br/menu/estatistica/regionais/laguna.pdf. Acessado em 24 de março de 2007.

SCHÄFER, Alois Eduard. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1985. 532p.

SEIFFERT, Walter Quadros et al. **Enfermidades: uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos**. Revista Panorama da Aqüicultura. Vol. 16. set/out, 2006. p 32 a 38

SEIFFERT, Walter Quadros. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. **Modelo de planejamento para a gestão territorial da carcinicultura marinha**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

SEIFFERT, Walter. Quadros; et al. **O Cultivo de Camarões Marinhos no Estado de Santa Catarina: Resultados e Perspectivas**. 1998. Disponível em <http://www.lcm.ufsc.br/trabalho/index.htm>. Acessado em 21 de fevereiro de 2005.

SOUZA FILHO, José et al. **Custo de produção do camarão marinho**. Cadernos de Indicadores Agrícolas. Florianópolis: Instituto CEPA/SC/EPAGRI, 2003. 24p.

SOUZA, Maria Salete de. **Meio Ambiente Urbano e Saneamento Básico**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002. Disponível em <http://www.mercator.ufc.br/revista%20mercator%201%20em%20pdf/mercator1artigo4.pdf>.

acessado em 25 de agosto de 2007.

TASSARA, Helena e RIBEIRO, Ronaldo. **A longa costa tropical**. Revista National Geographic. Editora Abril. São Paulo-SP. Abril de 2007.p 92-97

TIAGO, Gláucio Gonçalves e GIANESELLA, Sônia Maria Flores. **Recursos Hídricos para a Aquicultura: Reflexões Temáticas**. I Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 2002. Indaiatuba - SP. Disponível em http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/recursos_hidricos/Thiago%20-%20Gianesella.pdf . acessado em 21 de abril de 2007.

TIAGO, Gláucio Gonçalves. **Aqüicultura, Meio Ambiente e Legislação**. São Paulo, Editora Annablume. 2002 162p.

UFSC. Universidade :Federal de Santa CatarinaRevista da FAPEU. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária: Relatório de Atividades, 2002. V. 1, nº 1. UFSC. Florianópolis. 2003

UNISUL. **Avaliação Físico-Química do Sistema Lagunar Sul Catarinense**. Relatório Conclusivo. Projeto PROVIDA/SC. Convênio INPH/UNISUL. Tubarão, Maio 1994,174 p.

UNIVILLE. Universidade da Região de Joinvile. Projeto de Ampliação da Capacidade Rodoviária das Ligações com Países do Mercosul. Br-101 Florianópolis (SC) – Osório (RS). Programa de monitoramento dos Corpos Hídricos. **Relatório da 3ª Campanha**. Abril de 2006.

VARGAS, B. M. **Estudo da Circulação da Água e de Dispersão de Poluentes no Complexo Lagunar Sul de Santa Catarina**. XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Aracaju-SE. 2001.

WINCKLER, Sérgio. C. **Informações Técnicas Sobre o Cultivo de Camarões Marinhos em Santa Catarina**. EPAGRI, SC. Disponível em: <http://www.lcm.ufsc.br/>. Acessado em: 20/10/2006

WURMANN, Carlos e MADRID, Raúl Malvino. **O Desenvolvimento da Salmonicultura no Chile**. Revista Panorama da Aqüicultura. Vol. 16, nº93. Janeiro/Fevereiro. 2006. p 14-23

ANEXOS

ANEXO 1 - Entrevistas com os Carcicultores.

1 - Nome do Carcicultor:

- Local de nascimento: _____ Ano: _____
- Sócios: () não () sim
- Quantos?
- Origem:

2 - Nome do empreendimento:

- Data da Fundação:
- Localização:
- Coordenada geográfica (UTM):
- Número de viveiros:
- Área dos viveiros:

3 - Em relação as terras do empreendimento:

- () já havia adquirido antes - ano: _____ O que era produzido nas terras?
- () Comprou para a produção - valor por ha _____ valor total: _____ ano: _____
- () arrendamento - forma de pagamento: _____ valor: _____

4 - Através de quais fontes teve o conhecimento para iniciar a criação de camarões?

5 - Qual o conhecimento que você tinha sobre a espécie de camarões *vanamei* antes do início do primeiro cultivo em sua fazenda?

6 - Durante o funcionamento do empreendimento ocorreu algum aperfeiçoamento sobre o cultivo dos camarões?

a () não - Quais os motivos

b () sim (tema – local – promoção)

7 - Investimento no empreendimento:

a () Próprio b () Financiamento. Qual? ...

Valor gasto para iniciar a produção:

8 - Venda da produção:

a () direta ao consumidor através

b () indireta através

9 - Produção por safra:

Período	Nº de viveiros	Área (ha)	Produção por viveiro	Densidade m ²	Preço por quilo

10 - Origem das larvas para a produção:

a () UFSC b () outro laboratório

11 - Situação atual do empreendimento:

12 - Licenciamento ambiental:

a () responsável técnico b () relatório técnico c () licenciamento operacional

13 - Plano de monitoramento:

a () coleta de água para análise em laboratório

b () outro. Qual?