

Planos Locais de  
Desenvolvimento  
da Maricultura

**PARANÁ**



maricultura sustentável

# Volume 03

Bases Conceituais e Metodológicas, Zoneamento,  
Planos de Monitoramento e de Controle



Ministério da  
Pesca e Aquicultura



**Volume 03.**

**Bases Conceituais e Metodológicas, Zoneamento, Planos  
de Monitoramento e de Controle**

**FICHA CATALOGráfICA**

**IGIA, 2010 - PLANOS LOCAIS DE DESENVOLVIMENTO DA  
MARICULTURA: PARANÁ.**

**VOLUME I.** APRESENTAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO REGIONAL  
E LEGISLAÇÃO. VERSÃO IMPRESSA + CD

**VOLUME II.** MARICULTURA. VERSÃO IMPRESSA + CD

**VOLUME III.** BASES CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS,  
ZONEAMENTO, PLANOS DE MONITORAMENTO  
E DE CONTROLE. VERSÃO IMPRESSA + CD

**VOLUME IV.** MAPAS: VERSÃO IMPRESSA + CD

**VOLUME V.** PRODUTOS GERADOS DURANTE A  
MODELAGEM E SIG: DVD

1. PLDM. 2. ZONEAMENTO AQUÍCOLA. 3. LITORAL  
PARANAENSE. 4. DESENVOLVIMENTO

**EXECUÇÃO**  
**INSTITUTO GIA**  
FONE: (41) 3353-3861  
WWW.PLDM.ORG.BR  
WWW.GIA.ORG.BR

**REALIZAÇÃO**  
**MINISTÉRIO DA PESCA  
E AQUICULTURA**  
FONE: (61) 3218-3800  
WWW.MPA.GOV.BR

**LUIS INÁCIO LULA DA SILVA**  
PRESIDENTE DA REPÚBLICA

**JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA**  
VICE PRESIDENTE DA REPÚBLICA

**ALTEMIR GREGOLIN**  
MINISTRO DA PESCA E AQUICULTURA

**CLEBERSON CARNEIRO ZAVASKI**  
SECRETÁRIO EXECUTIVO

**VALTECI RIBEIRO**  
CHEFE DE GABINETE

**SHEILA OLIVEIRA**  
ASSESSORA DE COMUNICAÇÃO

**FELIPE MATIAS**  
SECRETÁRIO DE PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO DA AQUICULTURA

**MARCELO BARBOSA SAMPAIO**  
DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA EM ÁGUAS DA UNIÃO

**RAFAEL PASIN CORRENTE RANGEL ROMA**  
COORDENADOR GERAL DE PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO DA AQUICULTURA  
EM ÁGUAS DA UNIÃO MARINHAS

**JOSÉ WIGINESKI**  
SUPERINTENDENTE FEDERAL DE PESCA E AQUICULTURA DO PARANÁ

**Ministério da  
Pesca e Aquicultura**



**EQUIPE EXECUTORA**

<b>Atribuição</b>	<b>Nome</b>	<b>Formação</b>
Coordenação Geral	<b>Antonio Ostrensky Neto</b>	Oceanólogo, doutor em Zoologia
Maricultura	<b>Walter A. Pereira Boeger</b>	Oceanólogo, PhD em Zoologia
	<b>Marcelo Acácio Chammas</b>	Engenheiro de Pesca
	<b>José Roberto Borghetti</b>	Biólogo, mestre em Nutrição de Peixes
	<b>Alexandre Guilherme Becker</b>	Biólogo, mestre em Ciências Veterinárias
Processamento e análise de dados e informações	<b>Gisela Geraldine Castilho-Westphal</b>	Médica Veterinária, doutoranda em Zoologia
	<b>Francis Mara Vieira Schuster Pinto</b>	Oceanógrafa
	<b>Giorgi Dal Pont</b>	Zootecnista
	<b>Marcus Vinícius Giroto</b>	Zootecnista, mestre em Ciências Veterinárias
Diagnóstico Socioeconômico	<b>Leandro Ângelo Pereira</b>	Biólogo, mestre em Ciências Veterinárias
	<b>Larissa Lopes Mellinger</b>	Bióloga, mestre em Ecologia e Conservação
	<b>Manuela Dreyer da Silva</b>	Bióloga, mestre em Ecologia e Conservação
	<b>Fabiano Cecílio da Silva</b>	Administrador de Empresas, especialista em Gestão ambiental
	<b>Débora Pestana da Silva</b>	Bióloga, doutora Conservação da Natureza
Diagnóstico Ambiental	<b>Ubiratã Assis Teixeira da Silva</b>	Médico Veterinário, doutor em Zoologia
	<b>Karin Cristina Escobar Yamashiro</b>	Zootecnista, especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento
	<b>Thayzi de Oliveira Zeni</b>	Bióloga
	<b>Humberto Zontini Malheiros</b>	Biólogo, mestre em Sistemas Oceânicos e Costeiros
Diagnóstico das formas de ocupação da região costeira	<b>Guilherme Augusto Caldeira</b>	Oceanógrafo
	<b>Tiago Vernize Mafra</b>	Oceanógrafo
	<b>Helder Rafael Nocko</b>	Engenheiro Ambiental, Esp.
Sistemas de Informações Geográficas e Modelagem	<b>André Luciano Malheiros</b>	Engenheiro Civil, MSc. Engenharia
	<b>Eduardo Felga Gobbi</b>	Engenheiro Civil, Dr. em Engenharia Oceânica
	<b>Eduardo Vedor de Paula</b>	Geógrafo, Dr. em Geografia
	<b>Karoline Astrid Koop Seiffert</b>	Engenheira Cartógrafa
	<b>Rafael Cabral Gonçalves</b>	Engenheiro Ambiental, MSc. Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
	<b>José Eduardo Gonçalves</b>	Físico, Dr. em Oceanografia
	<b>Giacomo Wosniacki</b>	Engenheiro Ambiental
	<b>Camila Victoria Nascimento</b>	Tecnóloga em Química Ambiental
	Equipe de campo (obtenção de dados e interface com as comunidades)	<b>Adriano Hauer</b>
<b>Lineu de Brito</b>		Biólogo, mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos
<b>Diogo Barbalho Hungria</b>		Biólogo
<b>Diego Rafael Wojcik Gomes</b>		Zootecnista
Suporte e logística	<b>Cristiane Ivankiu</b>	Zootecnista, especialista em Segurança Alimentar
	<b>Robert Willian Pilchowski</b>	Engenheiro agrônomo, mestre em Ciências Veterinárias
	<b>Gabriel Corrêa Wandembruck</b>	Acadêmico de Biologia
Formatação e layout de produtos	<b>Leonardo de Aguiar</b>	Designer
Colaboradores	<b>Ariel Scheffer da Silva</b>	Biólogo, doutor em Zoologia
	<b>Cláudio Dybas da Natividade</b>	Biólogo, mestre em Ecologia da Conservação

# Conteúdo

---

Conteúdo .....	I
Lista de Figuras .....	V
Lista de Tabelas .....	VIII
Apresentação do Volume 03 .....	XI
<b>1 ESTUDOS E PLANEJAMENTOS PRÉVIOS.....</b>	<b>1</b>
1.1 Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla.....	1
1.1.1 Projeto Orla – Município de Guaratuba .....	1
1.1.2 Projeto Orla – Município de Matinhos.....	6
1.1.3 Projeto Orla – Município de Pontal do Paraná: .....	12
1.2 Zoneamento Ecológico- Econômico do estado do Paraná (ZEE-PR): .....	22
1.2.1 Paraná – Mar e Costa .....	22
1.3 Plano Diretor do Município de Guaratuba:.....	30
1.3.1 Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo.....	35
1.3.2 Lei do Sistema Viário .....	41
1.3.3 Lei de Drenagem.....	43
1.3.4 Código Ambiental .....	43
1.4 Plano Diretor do Município de Matinhos.....	47
1.5 Plano Diretor do Município de Pontal do Paraná .....	56
1.6 Plano Diretor do Município de Paranaguá .....	62
1.7 Plano de Conservação e Gestão da Baía de Guaratuba, PR: CAP (Conservation Action Plan) – Baía de Guaratuba. ....	64
1.8 Projeto para Estabelecimento de Sistemas de Monitoramento e Utilização Contínua de Recursos Vivos na Região Costeira do Paraná (JICA/CEM, 2010).....	69
<b>2 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS MAIS ADEQUADAS PARA A DEMARCAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS MARINHOS.....</b>	<b>70</b>
2.1 Introdução .....	70
2.2 Métodos e critérios de análise ambiental.....	73
2.3 Lógica conceitual e métodos aplicados na identificação de áreas mais favoráveis à aquicultura .....	79
2.4 Metodologia utilizada no presente estudo .....	81
2.4.1 Modelagem matemática .....	81



3	ÁREAS TÉCNICAMENTE MAIS ADEQUADAS PARA INSTALAÇÃO DOS PARQUES AQUÍCOLAS DO LITORAL PARANAENSE .....	142
3.1	Localização dos polígonos dos parques aquícolas .....	142
3.2	Desafios a serem superados para a efetiva instalação dos parques aquícolas estuarinos e marinhos do Paraná .....	168
4	PLANOS DE GERENCIAMENTO E CONTROLE (PGC) .....	170
4.1	Procedimentos recomendados para todos os grupos cultivados .....	173
4.1.1	Elaboração de Guias de Boas Práticas de Cultivo.....	173
4.1.2	Elaboração de um Guia de Boas Práticas de Beneficiamento da Produção 174	
4.1.3	Elaboração de Normas de Segurança.....	175
4.1.4	Elaboração de um Programa de Rastreabilidade.....	176
4.1.5	Elaboração de um Programa de Certificação da Produção.....	176
4.1.6	Elaboração de Programas de Capacitação dos Maricultores.....	177
4.1.7	Elaboração de um Programa Contínuo de Assistência Técnica e Extensão Aquícola	178
4.1.8	Regras, padronização, ordenação e organização dos empreendimentos	178
4.2	Peixes Marinhos .....	180
4.2.1	O porquê da escolha da espécie .....	180
4.2.2	Localização dos cultivos .....	181
4.2.3	Sistemas de cultivo.....	182
4.2.4	Público a que se destinam.....	182
4.2.5	Síntese dos sistemas analisados.....	183
4.2.6	Plano de controle e qualidade .....	187
4.2.7	Rações e alimentação dos peixes.....	191
4.2.8	Bioincrustações .....	195
4.2.9	Gerenciamento do bem-estar animal .....	196
4.2.10	Predadores .....	197
4.2.11	Estratégias de minimização de impactos ambientais .....	199
4.2.12	Monitoramento ambiental.....	203
4.2.13	Segurança da fazenda marinha .....	203
4.2.14	Qualificação e valorização da mão-de-obra.....	204
4.3	Moluscos bivalves .....	205
4.3.1	O porquê da escolha das espécies .....	205

4.3.2	Localização dos cultivos .....	207
4.3.3	Sistemas de cultivo.....	208
4.3.4	Síntese dos sistemas analisados.....	211
4.3.5	Público a que se destinam.....	226
4.3.6	Escolha dos locais para demarcação dos parques aquícolas e necessidade de realização de estudos complementares.....	226
4.3.7	Programa de Controle e Qualidade.....	227
4.3.8	Programa de monitoramento ambiental .....	238
4.3.9	Estratégias de minimização de impactos ambientais .....	238
4.3.10	Controle de qualidade dos moluscos bivalves produzidos .....	243
4.3.11	Qualificação e valorização da mão-de-obra.....	244
4.3.12	Segurança da fazenda marinha .....	244
4.4	Macroalgas .....	245
4.4.1	O porquê da escolha da espécie .....	245
4.4.2	Localização dos cultivos .....	247
4.4.3	Estudos complementares.....	248
4.4.4	Público a que se destinam.....	248
4.4.5	Sistema de cultivo .....	249
4.4.6	Síntese dos sistemas analisados.....	251
4.4.7	Programa de controle e qualidade.....	255
4.4.8	Minimização de impactos.....	260
4.4.9	Qualificação da mão-de-obra.....	261
4.4.10	Segurança da fazenda marinha .....	261
5	PLANOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL (PMA) .....	262
5.1	Bases conceituais .....	262
5.2	Procedimentos em comum a serem apresentados pelos PMA .....	264
5.2.1	Parâmetros a serem analisados nos PMA's .....	265
5.2.2	Treinamento e capacitação dos técnicos de campo .....	277
5.2.3	Exigências para os laboratórios de análises .....	277
5.2.4	Avaliação dos parques aquícolas, das práticas adotadas e dos resultados obtidos	277
5.3	Peixes.....	279
5.3.1	Parâmetros a serem analisados nos PMA's .....	283
5.3.2	Metodologia de monitoramento .....	286



maricultura sustentável

5.3.3	Plano amostral mínimo .....	288
5.4	Moluscos .....	290
5.4.1	Levantamento sanitário: controle e monitoramento de moluscos bivalves na etapa de cultivo ou extrativismo.....	290
5.4.2	Parâmetros a serem analisados nos PMA's .....	295
5.4.3	Plano amostral mínimo .....	300
5.4.4	Amostragem e transporte das amostras.....	301
5.4.5	Classificação das áreas de cultivo ou extração de moluscos .....	302
5.5	Macroalgas .....	305
5.5.1	Parâmetros a serem analisados nos PMA's .....	309
5.5.2	Plano amostral.....	312
5.5.3	Estações de coleta e metodologia amostral .....	313
5.5.4	Pontos e frequência amostral mínima .....	314
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	316

## Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa esquemático do município de Guaratuba com as subdivisões das quatro unidades.....	2
Figura 2 - Desenho esquemático da orla de Matinhos com as subdivisões das Unidades em trechos. ....	7
Figura 3 - Desenho esquemático da orla de Pontal do Paraná e seus trechos. ....	14
Figura 4 - Mapa da proposta de zoneamento apresentado pelo Projeto Paraná – Mar e Costa. ....	28
Figura 5 - Visão geral dos loteamentos apresentados no Plano Diretor de Guaratuba. ....	31
Figura 6. Desenho esquemático do zoneamento do município de Guaratuba, elaborado pelo Plano Diretor.....	40
Figura 7 - Fotografia da cidade com a determinação do sistema viário. ....	42
Figura 8 - Zoneamento, Ocupação e Uso do Solo de acordo com o Decreto 2722/84.....	48
Figura 9 - Mapa esquemático do macrozoneamento do município. ....	49
Figura 10 - Sistema viário existente no município em 2006. ....	50
Figura 11 - Mapa do Zoneamento Ambiental Municipal de Matinhos.....	51
Figura 12 - Mapa esquemático do zoneamento de uso e ocupação do solo urbano de Matinhos. ....	53
Figura 13 - Desenho esquemático do zoneamento urbano do município.....	59
Figura 14 - Desenho esquemático da malha urbana do município de Matinhos. ....	60
Figura 15 - Mapa do zoneamento ambiental da área rural. ....	61
Figura 16 - Mapa do Macrozoneamento Municipal de Paranaguá, com a área urbana, em cinza e a área rural, em verde.....	62
Figura 17 - Mapa com a localização dos alvos de conservação. ....	65
Figura 18 - Mapa descritivo do uso e ocupação da Baía de Guaratuba, bem como as ameaças observadas. ....	65
Figura 19 - Mapa da proposta de zoneamento apresentado pelo CAP. ....	68
Figura 20. Grades numéricas aninhadas sobre o CEP. ....	87
Figura 21. Grade numérica principal sobre o CEP.....	87
Figura 22. Batimetria aplicada às grades aninhadas do CEP.....	89
Figura 23. Batimetria aplicada à grade numérica da baía de Guaratuba.....	90
Figura 24. Batimetria aplicada à grade da parte costeira do litoral paranaense. ....	90
Figura 25. Comparação entre nível da água previsto (constantes harmônicas - azul) e simulado (MOHID – vermelho) para Paranaguá (Porto de Paranaguá) e Ponta da Galheta (desembocadura do CEP).....	95
Figura 26. Campo de velocidades em maré vazante para o CEP. ....	95
Figura 27. Campo de velocidades em maré enchente para o CEP.....	96
Figura 28. Campo de velocidades em maré vazante para a baía de Guaratuba.....	97
Figura 29. Campo de velocidades em maré enchente para a baía de Guaratuba. ....	97
Figura 30. Campo de velocidades em maré vazantes para o litoral paranaense como um todo, com foca na parte costeira. ....	98
Figura 31. Campo de temperaturas mínimas para o CEP. ....	99

Figura 32. Campo de temperaturas máximas para o CEP.....	99
Figura 33. Campo de temperaturas mínimas para a baía de Guaratuba.....	100
Figura 34. Campo de temperaturas máximas para a baía de Guaratuba. ....	100
Figura 35. Campo de temperaturas mínimas para a área costeira.....	101
Figura 36. Campo de temperaturas máximas para a área costeira. ....	102
Figura 37. Campo de salinidades mínimas para o CEP.....	103
Figura 38. Campo de salinidades máximas para o CEP.....	103
Figura 39. Campo de salinidades mínimas para a baía de Guaratuba. ....	104
Figura 40. Campo de salinidades máximas para a baía de Guaratuba. ....	104
Figura 41. Campo de salinidades mínimas para a área marinha. ....	105
Figura 42. Campo de salinidades máximas para a área marinha.....	106
Figura 43. Representação esquemática do processo metodológico utilizado para demarcação dos parques aquícolas.....	109
Figura 44. Visão geral das áreas excluídas (em verde e em marrom), para fins de demarcação de parques aquícolas. ....	113
Figura 45 - Fluxograma demonstrativo das etapas do processo de identificação e classificação do grau de favorabilidade ambiental das áreas disponíveis para a instalação dos diferentes sistemas de produção aquícolas.....	115
Figura 46 - Fluxograma demonstrativo das etapas do processo de identificação e classificação do grau de favorabilidade ambiental das áreas disponíveis para o cultivo de espécies aquáticas de interesse comercial.....	123
Figura 47. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques na baía de Guaratuba. ....	146
Figura 48. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques aquícolas na baía de Paranaguá.....	147
Figura 49. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques aquícolas na área marinha do litoral paranaense.....	148
Figura 50 - Diagrama ilustrativo mostrando o complexo sistema de ancoragem de um módulo de tanques-rede flutuantes. ....	189
Figura 51. Malha sem nó que pode ser utilizada para conter o acesso de aves marinhas às estruturas de cultivo. ....	199
Figura 52 - Cultivo automatizado de mexilhões.....	209
Figura 53 - Retirada de organismos incrustantes da concha de uma vieira. ....	232
Figura 54 - Sinais de predação em sementes de mexilhões <i>Perna perna</i> . ....	233
Figura 55. Polidiariose em ostras <i>Crassostrea gigas</i> (A) e <i>Crassostrea rhizophorae</i> (B), mostrando tubos (seta fina) e furo (seta larga) devido ao poliqueta <i>Polydora</i> sp.; bolhas de lodo em <i>Crassostrea rhizophorae</i> (C) e em <i>Crassostrea gigas</i> (D). Barra= 2cm. ....	234
Figura 56 - Produtos a base de concha de ostras. A) Carbonato de cálcio e B) Ração para aves. ....	242
Figura 57 - Modelo de dispersão de material particulado em uma região com gaiolas para o cultivo de peixes marinhos. Os eixos representam distâncias, em metros, as unidades de contorno são apresentadas em g de Carbono.....	284
Figura 58 - Exemplo de layout amostral para determinação das estações de coleta de dados em uma unidade de cultivo de peixes em gaiola de grande volume. Os pontos amostrais são	

posicionados a determinadas distâncias da gaiola, em função do fluxo principal de corrente. ....	287
Figura 59 - Exemplo esquemático de uma unidade de cultivo de macroalgas em balsas flutuantes (vista superior) com a distribuição dos pontos de monitoramento ambiental. ....	313

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Síntese da caracterização da orla do Município de Guaratuba.....	3
Tabela 2. Principais impactos decorrentes do uso da orla observados pelo projeto. ....	3
Tabela 3. Classificação (zoneamento) da orla.....	4
Tabela 4. Cenários da maricultura no município de Guaratuba – PR. ....	5
Tabela 5. Principais impactos na orla, subdivido em trechos. ....	8
Tabela 6. Principais características observadas nos diferentes trechos da orla e sua classificação. ....	9
Tabela 7. Conflitos e problemas observados em cada trecho com possíveis soluções. ....	10
Tabela 8. Trechos classificados de acordo com as suas características, problemas e potenciais. .....	15
Tabela 9. Principais impactos em cada trecho da Unidade. ....	17
Tabela 10. Classificação apresentada para cada trecho. ....	18
Tabela 11. Cenários da maricultura no município de Pontal do Paraná – PR.....	20
Tabela 12. Classificação das ameaças aos alvos de conservação na Baía de Guaratuba, apresentados pelo projeto.....	67
Tabela 13. Escala de Valores AHP para Comparação Pareada.....	75
Tabela 14. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica do CEP. ....	91
Tabela 15. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica da baía de Guaratuba. ....	92
Tabela 16. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica da baía de Guaratuba. ....	93
Tabela 17. Constantes harmônicas de maré utilizadas na fronteira aberta do CEP.....	93
Tabela 18. Constantes harmônicas de maré utilizadas na fronteira aberta da baía de Guaratuba .....	94
Tabela 19. Critérios utilizados na determinação de áreas de exclusão. ....	112
Tabela 20. Síntese das áreas excluídas a priori para efeitos de demarcação de parques aquícolas marinhos no litoral paranaense.....	114
Tabela 21. Principais sistemas de cultivo empregados na maricultura e suas características básicas.....	118
Tabela 22. Síntese dos requerimentos ambientais, status tecnológicos das espécies com potencial para cultivo para áreas estuarinas e marinhas no Paraná e principais fatores limitantes ao cultivo comercial da espécie.....	129
Tabela 23. Síntese dos requerimentos ambientais, status tecnológicos das espécies emergentes para serem empregadas em cultivo em áreas estuarinas e/ou marinhas no Paraná.....	132
Tabela 24. Síntese das áreas identificadas como mais propícias ao estabelecimento de parques aquícolas no litoral paranaense.....	143
Tabela 25. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-01.....	149
Tabela 26. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-02.....	149
Tabela 27. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-03.....	150
Tabela 28. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-04.....	150

Tabela 29. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-05.....	151
Tabela 30. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-06.....	151
Tabela 31. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-01. ....	152
Tabela 32. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-02. ....	152
Tabela 33. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-03. ....	153
Tabela 34. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-04. ....	153
Tabela 35. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-01. ....	154
Tabela 36. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-02. ....	154
Tabela 37. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-03. ....	155
Tabela 38. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-04. ....	155
Tabela 39. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-05. ....	156
Tabela 40. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-GU-01. ....	156
Tabela 41. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PO-01.....	157
Tabela 42. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-01. ....	157
Tabela 43. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-02. ....	158
Tabela 44. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-03. ....	158
Tabela 45. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-04. ....	159
Tabela 46. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-06. ....	159
Tabela 47. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-N-01. ....	160
Tabela 48. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-01. ....	160
Tabela 49. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-02. ....	161
Tabela 50. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-03. ....	161
Tabela 51. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-04. ....	162
Tabela 52. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-05. ....	162
Tabela 53. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-06. ....	163
Tabela 54. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-07. ....	163
Tabela 55. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-08. ....	163
Tabela 56. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-09. ....	164
Tabela 57. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-10. ....	165
Tabela 58. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-11. ....	165
Tabela 59. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-12. ....	166
Tabela 60. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-13. ....	166
Tabela 61. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-14. ....	167
Tabela 62. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-15. ....	167
Tabela 63. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de bijupirá ( <i>Rachycentron canadum</i> ) em tanques-rede flutuantes no litoral paranaense. ....	183
Tabela 64. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras ( <i>Crassostrea brasiliana</i> ) em long-lines. ....	211
Tabela 65. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras ( <i>Crassostrea brasiliana</i> ) em mesas e travesseiros. ....	214
Tabela 66. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de vieiras ( <i>Nodipecten nodosus</i> ) em long-lines. ....	217
Tabela 67. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de mexilhões ( <i>Perna perna</i> ) em long-lines. ....	220

Tabela 68. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) em long-lines. ....	223
Tabela 69. Medicamentos a base de cálcio de ostras. Fonte: Sant'Anna (2007).....	241
Tabela 70. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de kappaphycus ( <i>Kappaphycus alvarezii</i> ) em balsas flutuantes e redes tubulares no litoral paranaense.....	251
Tabela 71. Padrões de qualidade das águas salinas quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos, como disposto na Resolução CONAMA N° 357/2005. ....	270
Tabela 72. Padrões de qualidade das águas salinas quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos em situações de pesca ou cultivo de organismos, como disposto na Resolução CONAMA N° 357/2005.....	272
Tabela 73. Padrões de qualidade das águas salobras quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos, como disposto na Resolução CONAMA N° 357/2005. ....	273
Tabela 74. Padrões de qualidade das águas salobras quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos em situações de pesca ou cultivo de organismos, como disposto na Resolução CONAMA N° 357/2005.....	274
Tabela 75. Parâmetros físicos, químicos e biológicos mais importantes e cujo monitoramento é recomendado na área dos parques aquícolas marinhos do estado do Paraná. Os valores de referência indicam os limites geralmente reportados para o litoral paranaense. ....	276
Tabela 76. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de piscicultura marinha do Paraná. ....	280
Tabela 77. Padrões microbiológicos de pescado e produtos da pesca, regulamentados pela Resolução RDC-n°12 de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA. ....	286
Tabela 78. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de malacocultura do Paraná. ....	291
Tabela 79. Padrões microbiológicos de pescado e produtos da pesca, regulamentados pela Resolução RDC-n°12 de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA. ....	296
Tabela 80. Biotoxinas cuja ocorrência deverá ser alvo de monitoramento nos parques aquícolas de cultivo de moluscos bivalves e critérios adotados para definir uma área de cultivo ou extração como fechada.....	297
Tabela 81. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de cultivos de macroalgas do Paraná. ....	306

## Apresentação do Volume 03

---

No Volume 01 do presente trabalho, voltado à identificação e demarcação das áreas mais adequadas para a maricultura em áreas públicas do litoral paranaense, foram apresentados as mais diversas e abrangentes informações sobre a região de estudo, incluindo aspectos ambientais, sociais e legais. Essas são informações fundamentais para a fase de licenciamento ambiental dos parques aquícolas.

No Volume 02 foi feita a apresentação de todos os critérios utilizados para se chegar às espécies marinhas mais promissoras para o desenvolvimento da maricultura paranaense, bem como os sistemas de cultivo passíveis de serem empregados nos empreendimentos que vierem a ser instalados. Ainda no Volume 02 foi feita uma análise descritiva dos principais aspectos envolvidos na cadeia produtiva da maricultura paranaense.

O Volume 03, por sua vez, apresenta as bases conceituais e metodológicas utilizadas no cruzamento dos dados e informações levantados ao longo do trabalho e que subsidiaram a identificação e classificação de áreas de interesse para a aquicultura e o próprio processo de delimitação física dos parques aquícolas.

Em seguida são apresentados os estudos, planos e documentos gerados previamente e relacionados ao zoneamento costeiro do estado do Paraná. Tais instrumentos de ordenamento também foram considerados na elaboração dos produtos finais aqui apresentados, pois, sempre que possível, procurou-se compatibilizar as diretrizes e recomendações neles contidas para a composição dos produtos finais do presente trabalho.

Este volume também apresenta os Planos de Gerenciamento e Controle (PGC) sugeridos para cada grupo de organismos aquáticos envolvidos no PLDM (peixes marinhos, moluscos bivalves e macroalgas), com procedimentos de gestão e princípios operacionais que deverão ser respeitados para que os empreendimentos aquícolas sejam econômica e ambientalmente sustentáveis. Por fim, são apresentados Planos de Monitoramento Ambiental (PMA), também específicos para os organismos a serem cultivados no litoral paranaense.

Ressalta-se que, como os mapas elaborados neste trabalho foram estruturados originalmente para impressão em tamanhos maiores (A3 ou A0), sua impressão em A4 além de gerar uma perda de qualidade das informações, torna a leitura das legendas impraticável. Para corrigir esse problema, todos principais os mapas elaborados como parte dos temas discutidos e apresentados neste, bem como nos volumes anteriores, são apresentados em seu formato original no Volume 04. Os mapas também foram disponibilizados ao MPA na forma de arquivos shape files e em formato mxd.

# **1 ESTUDOS E PLANEJAMENTOS PRÉVIOS**

---

## **1.1 PROJETO DE GESTÃO INTEGRADA DA ORLA MARÍTIMA - PROJETO ORLA.**

O Projeto Orla (Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima) foi desenvolvido pela Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), juntamente com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, através da sua Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MPOG). Essa união teve como objetivo principal ordenar os espaços litorâneos de domínio da União, através de uma ampla articulação entre os governos Federais, Estaduais e Municipais e a sociedade, visando o fortalecimento entre essas entidades e a valorização de ações inovadoras voltadas para o uso sustentável dos recursos naturais, bem como a ocupação dos espaços litorâneos.

Desta forma, o IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal) integrou-se a este projeto, contribuindo assim, com o MMA para o repasse e aplicação prática da metodologia do Projeto, para a capacitação de gestores locais e para o acompanhamento dos Planos de Intervenção elaborados em cada município por um grupo gestor local.

No estado do Paraná os municípios litorâneos atendidos pelo projeto foram: Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná. Esses municípios foram convidados para participar das oficinas de capacitação para a elaboração dos projetos entre os meses de março e abril de 2004. Os resumos desses três trabalhos realizados no litoral do Paraná encontram-se abaixo.

### **1.1.1 Projeto Orla – Município de Guaratuba**

O Plano de Intervenção elaborado foi desenvolvido por técnicos da prefeitura e contou também com o apoio de técnicos de órgãos da esfera federal e estadual. O documento final elaborado apresenta uma definição e descrição da orla do município, suas subdivisões e seu diagnóstico e classificação das áreas a partir de suas características físicas e socioeconômicas. Em seguida, são descritos os cenários para cada trecho da orla, com os seus respectivos conflitos e problemas e resolução dos mesmos.

Esse plano tem como objetivo geral ordenar e readequar a ocupação urbana da orla, estabelecendo critérios e normas para futuras ocupações, promovendo o turismo no município, assim como a sustentabilidade ecológica e social. Tendo como os principais objetivos específicos articular parcerias e disciplinar atividades econômicas existentes na orla.

A área estabelecida como faixa da orla municipal tem como limite, na parte terrestre, a linha de fundo dos primeiros lotes voltados para a praia ou para a via litorânea. Na porção marinha, o limite é definido pela isóbata de 10 m de profundidade.

A orla desse município possui cerca de 25 km de extensão, sendo 15 km de praias voltadas para o oceano e cerca de 10 km situados no estuário da Baía de Guaratuba. Desta forma sua orla foi subdividida em quatro compartimentos denominados Unidades de Paisagem (Figura 1, Tabela 1):

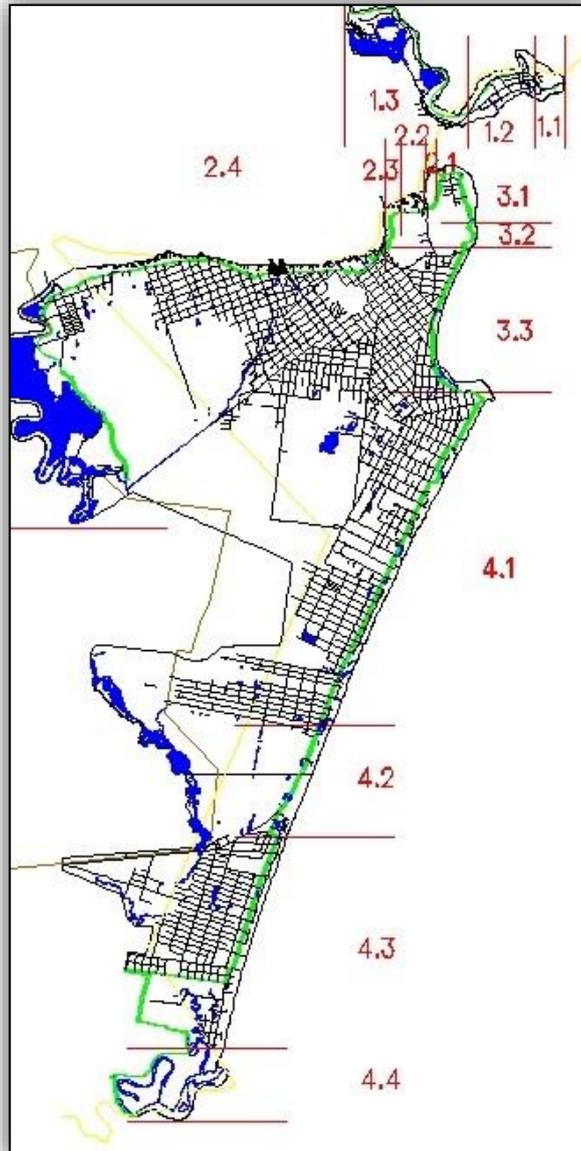


Figura 1 - Mapa esquemático do município de Guaratuba com as subdivisões das quatro unidades.

- Unidade 1: Engloba a Prainha (divisa do município de Matinhos) até a comunidade do Cabaraquara (subdividida em três trechos);
- Unidade 2: Piçarras, do limite do costão da boca da barra até o bairro Mirim (subdividida em quatro setores);
- Unidade 3: Praia Central, da Praia de Caieiras até o Morro do Cristo (dividida em três trechos);

- Unidade 4: Praia Brava, do Morro do Cristo até a Barra do Saí (subdividida em quatro setores).

**Tabela 1. Síntese da caracterização da orla do Município de Guaratuba.**

	<b>Configuração local / tipos de uso</b>	<b>Problemas/ conflito</b>	<b>Potencial</b>
<b>Unidade 1 – Prainha</b>	Orla exposta, semi-exposta e abrigada (boca da barra). Praias e manguezal entremeados por costões rochosos. Ocupação urbana horizontal, em processo de urbanização.	Desmatamento e construções irregulares sobre os costões rochosos e praias. Deficiência na coleta de lixo. Inexistência de rede coletora de esgoto. Falta de acessos e estacionamentos.	Ecoturismo. Maricultura. Pesca artesanal. Esportes náuticos.
<b>Unidade 2 – Piçarras</b>	Orla (estuarina), abrigada – costões rochosos, manguezal, loteamentos e marinas à beira d’água. Ocupação urbana horizontal (2ª residência com atracadouros), ocupação tradicional (pescadores).	Privatização da área de uso comum. Contaminação da água por efluentes. Dificuldade de acessos pela baía. Especulação imobiliária.	Indústria pesqueira de beneficiamento. Pesca artesanal. Esportes náuticos. Portos e marinas.
<b>Unidade 3 - Praia Central</b>	Orla semi-abrigada costões rochosos e praia arenosa em arco. Ocupação urbana mista (pouco verticalizada). Uso turístico e de veraneio.	Existência de ligações de esgoto à rede pluvial. Destinação inadequada de lixo doméstico (alta temporada).	Infra-estrutura turística instalada (hotéis, bares e restaurantes). Porto pesqueiro. Esportes náuticos.
<b>Unidade 4 - Praia Brava</b>	Orla exposta, linear, areia grossa. Ocupação urbana mista (pouco verticalizada). 2ª residência.	Existência de ligações de esgoto à rede pluvial. Ocupação sobre dunas.	Qualidade da água. Restinga preservada. Pesca. Veraneio.

O principal problema ambiental observado no município é decorrente do lançamento de esgoto *in natura* nos estuários e na orla, devido às ligações clandestinas na rede pluvial, comprometendo assim, a balneabilidade das águas litorâneas e, em última análise, a saúde pública e o desenvolvimento do turismo no município. Outro impacto significativo se refere à ocupação irregular e a circulação de veículos na orla, degradando o ecossistema de dunas e restingas. Os demais impactos observados sobre a orla são apresentados na Tabela 2:

**Tabela 2. Principais impactos decorrentes do uso da orla observados pelo projeto.**

<b>Trecho</b>	<b>Impacto observado</b>
1.1	Drenagem inadequada da rodovia sobre o costão rochoso
1.2	Contaminação da água devido à falta de saneamento, supressão da duna frontal em parte do trecho

Trecho	Impacto observado
1.3	Construções irregulares de marina (late Clube Caiobá) sobre o manguezal (APP)
2.1	Impacto sobre os ecossistemas do costão rochoso por óleo do Ferry-Boat
2.2	Contaminação da água por óleo do Ferry-Boat e demais atividades da baía
2.3	Ocupação irregular (residências de alta classe) sobre o costão rochoso
2.4	Emissão de efluentes (marinas, indústria pesqueira, residências, etc.)
	Erosão dos terrenos na margem do estuário (causados por aterros inadequados, enrocamentos, etc)
	Impacto visual (perda da beleza cênica, impedimento da vista do estuário)
	Comprometimento da balneabilidade
3.1	Atividades comerciais e estacionamentos sobre a faixa de praia
	Degradação da duna e da restinga
	Contaminação da água por falta de saneamento
	Ocupação residencial irregular sobre as dunas
3.3	Contaminação da água e da areia por coliformes fecais
4.1	Degradação da restinga e das dunas devido ao trânsito e estacionamento de veículos na praia
	Ocupação residencial irregular sobre as dunas
4.3	Degradação da restinga e das dunas devido ao trânsito e estacionamento de veículos na praia
	Ocupações irregulares sobre as dunas e restinga
4.4	Contaminação dos corpos hídricos por disposição inadequada de efluentes

O projeto classificou a orla a partir de características físicas e das formas de uso e ocupação (Tabela 3), de acordo com os trechos descritos acima, levando em consideração os seguintes parâmetros:

- Classe A: Usos compatíveis com a preservação e manutenção das características e funções naturais;
- Classe B: Usos compatíveis com a manutenção da qualidade ambiental e baixo potencial de impacto;
- Classe C: Usos pouco exigentes quanto aos padrões de qualidade ambiental, onde se observa alto potencial impactante.

**Tabela 3. Classificação (zoneamento) da orla.**

Trecho	Delimitação	Características	Classe
1.1	Da divisa do município com Matinhos ao início da Prainha	Costão rochoso sem ocupação	A
1.2	Prainha	Praia abrigada, ocupação horizontal	B
1.3	Da prainha ao Cabaraquara	Morro / manguezal - APP, poucas ocupações (rústicas)	A

Trecho	Delimitação	Características	Classe
2.1	A ponta da Caieiras ao “ferryboat”	Costão rochoso c/ ocupação rarefeita	A
2.2	Embarque do “ferryboat” (delimitado pelos Costões – à direita e à esquerda)	Porto de embarque – Orla estuarina, abrigada c/ ocupação linear e horizontal	B
2.3	Do “ferryboat” até o antigo mercado municipal	Costão rochoso c/ ocupação rarefeita	A
2.4	Do mercado antigo até o Mirim	Orla linear, abrigada, estuarina, c/ ocupação horizontal	C
3.1	Da Boca da Barra até o Costão de Fora (Caieiras)	Orla semi-exposta (Boca da Barra), c/ ocupação horizontal consolidada	C
3.2	Da praia das Caieiras até a praia Central	Costão rochoso sem ocupação	A
3.3	Do Costão de fora ao morro do Cristo	Praia em arco, exposta, c/ ocupação horizontal (mista) consolidada	C
4.1	Do morro do Cristo até o final do Bal. Nereidas	Praia linear exposta, c/ ocupação horizontal	B/C
4.2	Do final do Bal. Nereidas até o Bal. Coroados	Praia linear exposta, s/ ocupação	A
4.3	Do Bal. Coroados até a Comunidade Barra do Saí	Praia linear exposta c/ ocupação horizontal	B
4.4	Da Comunidade Barra do Saí até o estuário da Foz do Rio Saí	Orla abrigada (Barra do Saí) s/ ocupação	A

Além dessa caracterização, foram formulados cenários de uso para as seguintes situações: atual, tendência e possível/ desejada para todos os trechos das quatro unidades. Na Tabela 4 são apresentados os cenários específicos da atividade de maricultura.

De acordo com os problemas e conflitos expostos foram definidas estratégias de ação para minimizar cada um dos problemas apresentados ao longo da orla do município de Guaratuba, bem como os responsáveis pela implementação das mesmas. Desta forma, para um melhor acompanhamento das ações foi proposto a criação de um Comitê Gestor, composto por representantes da administração municipal e entidades da sociedade civil. Além disso, o plano deveria ser revisado anualmente a fim de avaliar a necessidade de alteração ou exclusão das ações, modificação dos prazos e viabilização de novos recursos e parcerias.

**Tabela 4. Cenários da maricultura no município de Guaratuba – PR.**

UNIDADE 1	Trecho 1.1			Trecho 1.2			Trecho 1.3			
	Atual	Tendên- cia	Possível	Atual	Tendên- cia	Possível	Atual	Tendên- cia	Possível	
PARÂMETROS AMBIENTAIS										
Aptidão para Maricultura	A	B	A	A	B	A	A	B	A	
ECONÔMICOS										
Uso para Maricultura	-	-	-	-	-	-	A	A	A	
UNIDADE 2	Trecho 2.1			Trecho 2.2			Trecho 2.3			Trecho 2.4

PARÂMETROS AMBIENTAIS	Atual	Tendência	Possível									
Aptidão para Maricultura	B	C	A	B	C	A	B	C	A	C	C	A
ECONÔMICOS	Atual	Tendência	Possível									
Uso para Maricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C	C
UNIDADE 3	Trecho 3.1			Trecho 3.2			Trecho 3.3					
PARÂMETROS AMBIENTAIS	Atual	Tendência	Possível	Atual	Tendência	Possível	Atual	Tendência	Possível			
Aptidão para Maricultura	B	C	A	A	B	A	B	C	A			
ECONÔMICOS	Atual	Tendência	Possível	Atual	Tendência	Possível	Atual	Tendência	Possível			
Uso para Maricultura	A	B	A	-	-	-	-	-	-			
UNIDADE 4	Trecho 4.1			Trecho 4.2			Trecho 4.3			Trecho 4.4		
PARÂMETROS AMBIENTAIS	Atual	Tendência	Possível									
Aptidão para Maricultura	A	B	A	A	B	A	A	B	A	B	C	A
ECONÔMICOS	Atual	Tendência	Possível									
Uso para Maricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 1.1.2 Projeto Orla – Município de Matinhos

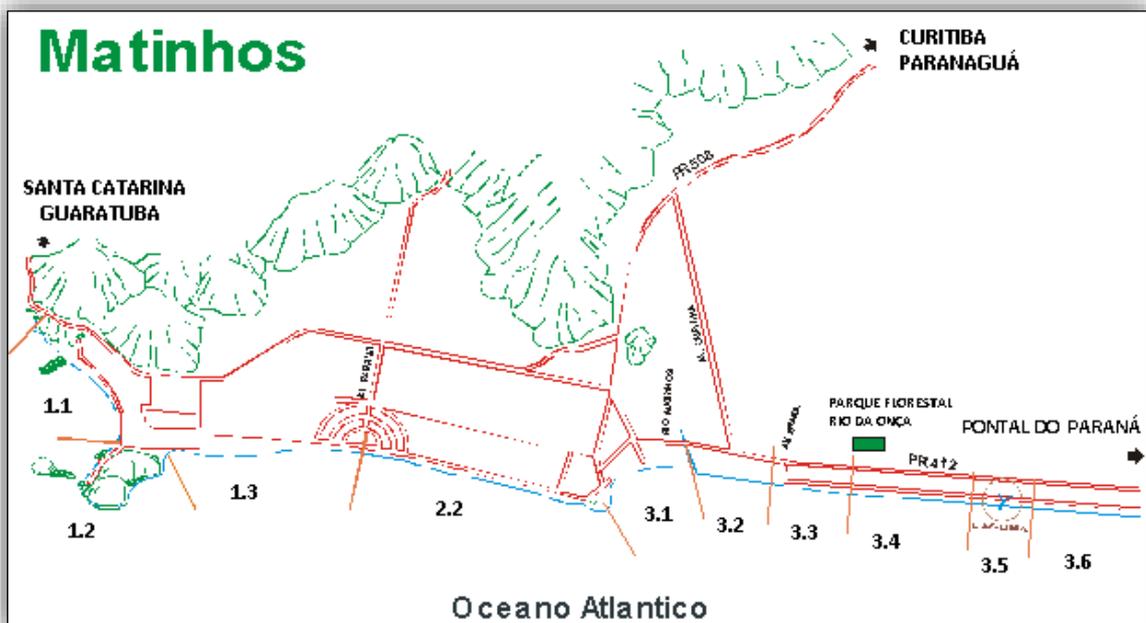
O Plano de Intervenção na Orla marítima de Matinhos foi desenvolvido por uma equipe interdisciplinar, formada por técnicos da Prefeitura, representantes de órgãos estaduais, federais e sociedade civil organizada. Sua estruturação, assim como os demais planos, foi elaborada de acordo com o roteiro proposto pelo Manual de Gestão do Projeto Orla.

O objetivo geral é estabelecer diretrizes, medidas e ações para promover o desenvolvimento integrado e sustentável da orla de Matinhos, levando em consideração diversos aspectos. Seus objetivos específicos são:

- Fortalecer a capacidade de atuação e articulação dos setores público e privado, na gestão integrada da orla;
- Dar subsídios ao aperfeiçoamento dos instrumentos legais para o ordenamento do uso e ocupação do espaço litorâneo;
- Identificar mecanismos institucionais de mobilização social para a implementação das medidas e ações propostas;

- Estimular atividades socioeconômicas compatíveis com o desenvolvimento sustentável da orla;
- Instrumentalizar o município para celebrar convênio com a Secretaria do Patrimônio da União/ MPOG, para promover a gestão compartilhada dos terrenos e acrescidos de Marinha.

O Plano de Intervenção da orla do município de Matinhos foi dividido em três grandes áreas - Unidades de Paisagem -, que foram subdivididas em nove trechos (Figura 2):



**Figura 2 - Desenho esquemático da orla de Matinhos com as subdivisões das Unidades em trechos.**

- Unidade 1: Dividida em dois trechos - compreende a porção sul do município, desde a divisa com o município de Guaratuba, incluindo toda a extensão da Praia Mansa de Caiobá contorna o costão do Morro do Boi e termina na Praia Brava. Possui uma extensão de aproximadamente 1,5 km.
- Unidade 2: Dividida em dois trechos – possui uma extensão de aproximadamente 3 km, iniciando-se no Morro do Boi, passando pela Praia Brava de Caiobá, até o Mirante das Pedras, junto ao memorial dos surfistas.
- Unidade 3: Dividida em seis trechos – Inicia-se no Mirante das Pedras na Praia Central, passando pela foz do rio Matinhos e termina no balneário de



Monções, onde se localiza a divisa com o município de Pontal do Paraná. Possui aproximadamente 13 km de extensão.

Assim como no município de Guaratuba, a área de intervenção do projeto, definida como faixa da orla, tem como limite relativo à porção marinha, a isóбата de 10m e na faixa terrestre, foi estabelecido como limite, a linha de fundo dos lotes voltados para a orla.

Sua orla é caracterizada por ser linear e exposta com ocorrência predominantemente de praias arenosas, com dunas de pouca elevação e cerca de 5% da faixa litorânea composta por costões rochosos. Apresenta mancha urbana em forma de corredor, sendo cerca de 30% bairros (balneários) com ocupação consolidada (Praia Mansa, Praia Brava e Praia Central) e os demais em estágio de consolidação, com inúmeros terrenos próximos ao mar ainda não ocupados.

Ao longo da orla marítima encontram-se 29 balneários: Jardim Monções, Arco-Íris, Céu Azul, Corais, Jussara, Gaivotas, Iracema, Lajes, Caravela, Costa Azul, Guaciara, Albatroz, Porto Fino, Currais, Jamail, Pereque, Ipacarai, Betarras, Solimar, Marajó, Inajá, Ferroviários, Saint-Etienne, Florida, Praia Grande, Riviera I, Riviera II, Flamingo e Caiobá.

Os principais impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação da orla encontram-se na Tabela 5:

**Tabela 5. Principais impactos na orla, subdivido em trechos.**

<b>Trecho</b>	<b>Principais impactos</b>
1.1	Contaminação do lençol freático por deficiência no sistema de esgoto. Comércio à beira-mar desordenado causando acúmulo de resíduos sólidos na praia.
1.2	Privatização do acesso público à praia e construções indevidas em área de interesse especial (encosta do Morro do Boi).
2.1	Ocupações antigas invadindo a linha costeira, impedindo a interligação entre os trechos da orla.
2.2	Erosão marinha importante (faixa de areia obtida por aterro), destruição de trecho da Av. Atlântica, devido aos aterros, contenções inadequadas e construções invadindo a linha costeira.
3.1	Baixa balneabilidade da praia, devido a disposição inadequada aos resíduos do mercado de peixes, óleos das embarcações e da desembocadura da foz do Canal do DNOS.
3.2	Ocupações irregulares (moradores locais) na área de Uso Comum, supressão das dunas e da vegetação de restinga. Baixa balneabilidade devido à disposição inadequada de esgotos e resíduos sólidos direto na praia.
3.3	Erosão marinha devido aos aterros, contenções inadequadas e construções invadindo a linha costeira.
3.4	Destruição do calçadão e da Av. Beira-mar devido à erosão marinha. Construções de segundas residências na faixa de domínio da União.
3.5	Ocupações irregulares em área de manguezal (APP). Degradação do ecossistema e contaminação dos cursos d'água, devido à disposição inadequada de esgotos e resíduos sólidos.
3.6	Degradação das dunas e supressão da vegetação de restinga devido à construções indevidas (barracas, pavimentação de acessos, quadras, etc) e introdução de vegetação exótica.

A classificação dos trechos da orla (Tabela 6) foi estabelecida a partir de características físicas e tipo de uso e ocupação e segue os mesmos parâmetros apresentados para o projeto orla do município de Guaratuba (classe A, classe B e classe C).

**Tabela 6. Principais características observadas nos diferentes trechos da orla e sua classificação.**

Trecho	Delimitação	Principais características	Classe
1.1	Praia Mansa - da divisa do município até a Praia Mansa	Orla semi-exposta, matriz de cobertura vegetal (Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange). Ocupação consolidada, com malha urbana formal.	C
1.2	Morro do Boi - do término da praia Mansa, contornando o Morro do Boi, até o início da Praia Brava de Caiobá	Configuração paisagística rústica, orla semi-exposta com costão rochoso, presença de área de interesse especial - Área de Proteção Permanente (APP). Malha urbana formal com predomínio de ocupação horizontal e de segundas residências.	B
2.1	Praia Brava I - do Morro do Boi, até o canal da Av. Parati	Orla semi-exposta, com praia de areia fina, dunas e vegetação de restinga. Área com ocupação consolidada, verticalizada e malha urbana formal com a predominância de segundas residências. Possui uma área destinada para eventos esportivos e culturais.	C
2.2	Praia Brava II - do canal na Av. Parati até a foz do Rio Matinhos	Orla linear exposta, faixa de areia obtida por aterro e contenção com rochas, devido ao constante processo de erosão marinha. Ocupação consolidada, malha urbana formal com o predomínio de segundas residências e acesso direto à orla.	C
3.1	Praia Central - do Pico das Pedras até a foz do Rio Matinhos	Orla exposta, em arco, com trecho de costão rochoso, apresentando intensa erosão marinha, tráfego aquanático intenso, baixa balneabilidade, malha urbana formal com ocupação mista avançada na área de domínio público, uso residencial/comercial, porto de barcos de pesca e mercado de pescados.	C
3.2	Av. Brasil - do Pico das Pedras até a foz do Rio Matinhos	Orla linear exposta, erosão marinha, tráfego aquanático intenso, canal navegável, baixa balneabilidade, malha urbana formal e parte informal devido à presença de assentamento irregular na faixa de areia, ocupação horizontal, área para eventos e canchas poliesportivas.	C
3.3	Da av. Brasil até o Bal. Praia Grande, da foz do rio Matinhos até o Balneário de Praia Grande, na altura do Parque Florestal Rio da Onça	Orla linear exposta, faixa de areia estreitada pela erosão marinha, contenção com rochas, malha urbana formal com ocupação horizontal e predomínio de condomínios de segunda residência. Acesso direto à orla.	B
3.4	Do Balneário de Praia Grande até o Bal. De Laguna	Orla linear exposta, faixa de areia estreitada pela erosão marinha, contenção com rochas, malha urbana formal com acesso direto à orla, ocupação horizontal com predomínio de segundas residências.	B
3.5	Laguna - Trecho frontal à Laguna	Orla linear exposta, presença de dunas com vegetação de restinga, fragmento de mangue, área de interesse especial sujeita à degradação devido ao processo de	A

Trecho	Delimitação	Principais características	Classe
		ocupação irregular.	
3.6	Balneário de Monções - Da Laguna até a divisa com Pontal do Paraná	Orla linear exposta, presença de dunas com fragmentos de restinga com malha urbana formal, com acesso direto à orla, ocupação em expansão com predomínio de segundas residências.	A/B

Para cada uma das Unidades de Paisagem foram apresentados desenhos esquemáticos da situação atual, tendências futuras e desejada. A Tabela 7 apresenta os conflitos existentes em cada trecho, os efeitos e impactos associados a esses conflitos e linhas de ação para solucioná-los.

**Tabela 7. Conflitos e problemas observados em cada trecho com possíveis soluções.**

Trechos	Conflitos existentes	Problemas	Efeitos e impactos associados	Linhas de ação para equacionar
1.1 2.1 2.2 3.1 3.2	Esportes náuticos (banana-boot, jet-ski, lanchas, surf) e pesca X Recreação e segurança dos banhistas	Tráfego intenso desordenado. Despejo de resíduos graxos no mar. Obstrução da área de uso comum (praia). Ancoragem desordenada das embarcações.	Acidentes. Comprometimento da balneabilidade. Contaminação da areia. Perda da qualidade paisagística. Evasão turística.	Ordenamento e disciplinamento das diferentes atividades.
1.1 2.1	Comércio ambulante na orla X Uso público da praia e conservação do ambiente natural	Incômodo aos frequentadores pelo excesso de vendedores ambulantes. Disposição inadequada dos resíduos líquidos e sólidos na água e areia.	Contaminação da areia e do mar. Perda da qualidade paisagística.	Regulamentação e disciplinamento do comércio ambulante na orla.
1.2	Ocupações na encosta do Morro do Boi X Acesso público à praia e ao costão	Bloqueio do acesso público à praia e dos Namorados e à ponta do Morro do Boi.	Privatização do espaço público (praia particular). Efeito multiplicador do descumprimento da lei.	Garantir o uso público da área.
3.2	Ocupação na faixa de areia X Uso público da praia e conservação do ambiente natural	Ocupação irregular da área de uso comum (praia, dunas). Bloqueio da circulação e do lazer no trecho da praia. Lançamento de esgoto <i>in natura</i> no mar. Disposição inadequada dos resíduos sólidos.	Perda da qualidade paisagística e da atratividade turística. Poluição do lençol freático. Contaminação da areia. Comprometimento da balneabilidade.	Realocação das ocupações irregulares. Recuperação do ambiente natural.

Trechos	Conflitos existentes	Problemas	Efeitos e impactos associados	Linhas de ação para equacionar
2.2 3.3	Ocupação indevida e obras de contenção do avanço do mar X Processo erosivo da praia	Destruição da infraestrutura instalada (calçadas, ruas). Construção de contenções de forma indevida.	Desperdício dos recursos públicos (manutenção). Comprometimento da qualidade paisagística.	Contenção do processo erosivo. Realocação da infraestrutura e construções.
3.4 3.6	Conservação das dunas e da vegetação de restinga X Estruturas físicas inadequadas p/ a demarcação dos acessos à praia	Construções indevidas nas dunas (acessos, calçadas, quadras, quiosques). Supressão da vegetação nativa. Introdução de espécies exóticas.	Aumento do potencial erosivo. Comprometimento do ecossistema. Perda da qualidade paisagística.	Recuperação do ambiente natural e padronização e ordenamento dos acessos à praia.
3.5	Ocupação na laguna X Conservação do ecossistema	Construções irregulares no manguezal (APP). Disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos.	Degradação do ecossistema. Contaminação dos cursos d'água. Extinção das espécies. Perda da qualidade paisagística.	Preservação ambiental da área. Realocação das ocupações.

Para que o Plano de Intervenção fosse iniciado foi proposto a criação de um Comitê Gestor, composto por representantes de órgãos públicos e de instituições da sociedade civil, sendo que suas atribuições são:

- Elaborar o seu estatuto e normas de funcionamento;
- Divulgar e legitimar o Plano junto às comunidades afetadas pelas intervenções;
- Monitorar a implantação das ações do Projeto Orla;
- Revisar periodicamente o Plano, incorporando os ajustes e reformulações;
- Articular os órgãos federais, estaduais e municipais envolvidos no Projeto Orla;
- Promover o intercambio com outras cidades envolvidas;
- Acompanhar e participar da elaboração do Plano Diretor do Município de Matinhos;
- Garantir que as proposições do Plano sejam incorporadas pelo Plano Diretor de Matinhos;
- Manter a sociedade informada de todos os trabalhos que se referem ao Projeto Orla e Plano Diretor;
- Publicar boletim informativo para a divulgação das propostas do Projeto Orla e no Plano Diretor.

Cada trecho da Área de Intervenção foi composto por um coordenador que ordenaria atividades e apresentaria relatórios sobre a situação e evolução dos trabalhos. Para cada ação executada foram indicados responsáveis auxiliados pelo do Comitê Gestor. Além disso, o plano deveria ser revisado um ano após o seu funcionamento, juntamente com os Comitês Gestores



dos três municípios envolvidos no Projeto Orla, ou seja, Matinhos, Guaratuba e Pontal do Paraná.

### **1.1.3 Projeto Orla – Município de Pontal do Paraná:**

Pontal do Paraná foi selecionado para este projeto com o comprometimento em elaborar junto ao documento da Agenda 21, o Plano de Intervenção da Orla, com o intuito de desenvolvimento do município. Esse município é caracterizado por atividades de veraneio e uma restinga ainda bem preservada que vem sofrendo degradação por urbanizações indevidas e arborização com espécies exóticas. Com a intenção de minimizar essa ocupação desordenada a prefeitura vem desenvolvendo a criação de dois parques municipais: o Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê e o Parque Natural Municipal da Restinga.

Assim, este Plano define inicialmente a área de intervenção, seguido pelo diagnóstico com as principais características físicas e socioeconômicas. Posteriormente são apresentados os cenários ideais para cada trecho da orla e as propostas de ação a partir dos conflitos identificados. E no fim do documento são definidas as estratégias para execução, acompanhamento, avaliação e revisão do Plano.

O projeto tem como objetivo geral promover a integração de políticas públicas (ambientais, urbanísticas e patrimoniais) de modo a democratizar o uso da orla marítima, solidificando a cooperação entre a sociedade civil organizada e o poder público, além de estimular o fomento de parcerias. Seus objetivos específicos são: aperfeiçoar o arcabouço normativo para o ordenamento do uso e ocupação da orla, particularmente nos terrenos de marinha e seus acrescidos; desenvolver mecanismos institucionais de mobilização social para a gestão integrada da orla marítima com estímulo às atividades socioeconômicas sustentáveis e subsidiar a elaboração de convênio entre a Prefeitura Municipal de Pontal do Paraná e a Secretaria do Patrimônio da União, visando também a gestão integrada da orla marítima.

O município de Pontal do Paraná tem vocação predominantemente turística, com 48 balneários subdivididos em 22 quilômetros de praias. Assim como os outros projetos elaborados nos outros municípios, o Plano de Intervenção dividiu a orla em três segmentos (Unidades de Paisagem), de acordo com características físicas e tipo de exposição da costa, levando em consideração os mesmos limites definidos nos outros projetos (Figura 3).

- Unidade 1: voltada para a Baía de Paranaguá, onde preponderam processos estuarinos (corretes de maré) designado como Ponta do Poço. Possui um setor exclusivamente residencial (Pontal II) caracterizado pela erosão (reco da linha de costa) e outro industrial já abandonado, também evidenciado por processos erosivos. Tanto a área residencial como a industrial é margeada por Mata Atlântica ainda bem preservada, importante como beleza cênica para atividades relacionadas ao turismo que venham a ser desenvolvidas na região.



- Unidade 2: situada na desembocadura sul da Baía de Paranaguá, onde ocorre a interação entre a dinâmica de processos oceânicos e estuarinos. Essa unidade é bastante similar à Unidade 3, diferindo desta pela presença de uma larga faixa de restinga, constituindo um importante habitat para espécies de aves (migratórias ou não), sendo que esta área foi transformada em um Parque Municipal.

- Unidade 3: voltada para o Oceano Atlântico, com características oceânicas, marcada por cordões litorâneos paralelos à linha de costa, cujas altitudes decrescem do interior em direção ao mar, designados como Balneários. Formada por uma extensa e contínua praia em arco, de areias finas a médias. Presença de dunas embrionárias frontais, importantes para rota de bandos de aves migratórias.

A área definida como área de intervenção de Pontal do Paraná possui aproximadamente 33 km de extensão, coberta por vegetação de restinga em corredor ao longo da faixa de orla. Já a sua malha urbana compreende desde fragmentos de instalações industriais/ portuárias, corredor de urbanização convencional normal e informal com loteamentos de segunda residência com fragmentos de Mata Atlântica.

A fim de saber a realidade de toda orla, apresentam-se abaixo tabela com as principais características físicas, tipos de uso, problemas e potenciais identificados para cada unidade da orla e seus respectivos trechos (Tabela 8):



Figura 3 - Desenho esquemático da orla de Pontal do Paraná e seus trechos.

**Tabela 8. Trechos classificados de acordo com as suas características, problemas e potenciais.**

	<b>Configuração local / tipos de uso</b>	<b>Problemas - conflito</b>	<b>Potencial</b>
UNIDADE 01 PONTA DO POÇO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área industrial/ portuária;</li> <li>- Semi-rústica;</li> <li>- Estuarina;</li> <li>- Fragmento de floresta;</li> <li>- Área erodida (praia);</li> <li>- Movimento de embarcações;</li> <li>- Entrepasto de pesca industrial;</li> <li>- Comunidade tradicional;</li> <li>- Pesca artesanal;</li> <li>- APP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especulação imobiliária (vazios urbanos supervalorizados);</li> <li>- Fundiários (titularidade);</li> <li>- Conflitos sociais (exclusão da população nativa, zona de prostituição);</li> <li>- Urbanização precária (Acesso, transporte);</li> <li>- Restrição do acesso à praia;</li> <li>- Erosão acentuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existência de área de mata nativa;</li> <li>- Área destinada à atividade industrial/portuária;</li> <li>- Presença de comunidade nativa (pescadores).</li> </ul>
Trecho 1.1 PONTA DO MACIEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rústico;</li> <li>- Área Preservação Permanente;</li> <li>- Estuarina;</li> <li>- Cultura de subsistência;</li> <li>- Comunidade tradicional;</li> <li>- Pesca artesanal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pressão imobiliária;</li> <li>- Acesso restrito à comunidade;</li> <li>- Erosão acentuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aquicultura;</li> <li>- Pesca artesanal;</li> <li>- Ervas medicinais.</li> </ul>
Trecho 1.2 PONTA DO POÇO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área industrial/ portuária;</li> <li>- Fragmento de floresta;</li> <li>- Área em erosão;</li> <li>- Semi-rústica;</li> <li>- Entrepasto pesqueiro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especulação imobiliária;</li> <li>- Pressão para desmatamento de áreas ainda preservadas;</li> <li>- Restrição do acesso à praia;</li> <li>- Conflitos fundiários;</li> <li>- Conflitos sociais (População nativa);</li> <li>- Urbanização precária.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área destinada à atividade industrial/portuária.</li> </ul>
Trecho 1.3 PONTAL II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semi-rústico estuarina;</li> <li>- Área de Preservação Permanente;</li> <li>- Fragmento de floresta;</li> <li>- Recreio;</li> <li>- Uso náutico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invasão de áreas de uso comum;</li> <li>- Áreas em erosão;</li> <li>- Erosão marinha;</li> <li>- Desmatamento da Mata Atlântica (para construção);</li> <li>- Restrição de acesso à praia;</li> <li>- Conflitos fundiários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existência de área de mata nativa;</li> <li>- Pescadores;</li> <li>- Bairro Jardim;</li> <li>- Recreio e uso náutico.</li> </ul>
UNIDADE 02 PONTAL DO SUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malha urbana formal horizontal;</li> <li>- Lagoa e faixa de restinga no acrescido de marinha (entre praia e área urbanizada);</li> <li>- Urbanização semi-rústica;</li> <li>- Orla semi-abrigada;</li> <li>- Presença de Unidade de Conservação (UC);</li> <li>- Restinga baixa;</li> <li>- Presença de atividade de pesca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Invasão em área de uso comum (marinha);</li> <li>- Presença de veículos na praia;</li> <li>- Lotes no mangue;</li> <li>- Questão fundiária;</li> <li>- Ocupação das margens do canal DNOS e do Rio Perequê com marinas não regularizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atrativo turístico (presença de pousada e marinas);</li> <li>- Terminal de Embarque para Ilha do mel (atividade econômica, recolhimento de impostos);</li> <li>- Presença da UFPR (Campus do CEM);</li> <li>- Parque Natural Municipal da Restinga;</li> </ul>

	<b>Configuração local / tipos de uso</b>	<b>Problemas - conflito</b>	<b>Potencial</b>
			- Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê.
Trecho 2.1 CANAL DAS MARINAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semi-rústico;</li> <li>- Movimento intenso de embarcações;</li> <li>- Erosão acentuada nas margens não fixadas (foto);</li> <li>- Canal artificial com interferência das marés;</li> <li>- Ocupação de áreas de uso comum;</li> <li>- Concentração de marinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocupação de áreas de uso comum (ruas) pelas marinas;</li> <li>- Poluição do canal (má destinação de resíduos);</li> <li>- Ocupação das margens do Canal do DNOS com marinas;</li> <li>- Restrição dos acessos ao curso d'água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de pousadas e marinas;</li> <li>- Atrativo turístico (Terminal de Embarque).</li> </ul>
Trecho 2.2 EMBARQUE ANTIGO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semi-rústico;</li> <li>- Estuarina;</li> <li>- Comércio informal;</li> <li>- Presença de atividades de pesca e de atividades de lazer;</li> <li>- Presença de camping, lanchonete e estacionamento cercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conflito fundiário/titularidade;</li> <li>- Invasão de área de uso comum;</li> <li>- Perda da beleza cênica e atrativo turístico;</li> <li>- Restrição dos acessos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividade turística;</li> <li>- Área de lazer, recreio e uso náutico.</li> </ul>
Trecho 2.3 PRAIA DE PONTAL DO SUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malha urbana formal horizontal;</li> <li>- Lagoa e faixa de restinga entre mar (praia) e área urbanizada;</li> <li>- Urbanização semi-rústica;</li> <li>- Acrescido de marinha;</li> <li>- Presença de Unidade de Conservação (UC);</li> <li>- Acesso direto;</li> <li>- Presença de atividade de pesca e de atividades de lazer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de veículos na praia;</li> <li>- Questão fundiária (lotes particulares inseridos na área do Parque do Manguezal);</li> <li>- Invasão de áreas de uso comum (trailer na praia).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença da UFPR (Campus do CEM);</li> <li>- Parque Natural Municipal da Restinga;</li> <li>- Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê.</li> </ul>
UNIDADE 03 BALNEÁRIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praia arenosa;</li> <li>- Orla exposta;</li> <li>- Restinga arbustiva;</li> <li>- Corredor urbano horizontal;</li> <li>- Fragmentos de ocupação Informal (invasão da restinga);</li> <li>- Presença de duas ZPA's;</li> <li>- Fragmentos de áreas rústicas;</li> <li>- Presença de atividade de pesca artesanal;</li> <li>- Atividades de lazer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de ocupações na restinga (comércio, imóveis para locação, templo religioso);</li> <li>- Intervenção dos moradores sobre a restinga, sem planejamento e consulta aos órgãos competentes;</li> <li>- Degradação da restinga;</li> <li>- Presença de veículos na praia;</li> <li>- Falta de destino adequado aos resíduos de pescados;</li> <li>- Conflitos fundiários;</li> <li>- Dunas móveis (embrionárias) em Ipanema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregação de valor ao pescado (processamento);</li> <li>- Artesanato (pescado);</li> <li>- Calçadão, ciclovia, Quiosques de artesanato;</li> <li>- Prática de esportes, eventos de pequeno e médio porte;</li> <li>- Eixo de animação (previsto no Plano Diretor para as ruas perpendiculares à orla).</li> </ul>
Trecho 3.1 ATAMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanização e manutenção realizadas pelos moradores;</li> <li>- Atividades de lazer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acesso restrito à orla;</li> <li>- Manutenção não compatível com as características de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lazer e recreação.</li> </ul>

	Configuração local / tipos de uso	Problemas - conflito	Potencial
		restinga.	
Trecho 3.2 BARRANCOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona de Proteção Ambiental;</li> <li>- Presença de comunidade tradicional pesqueira;</li> <li>- Desembocadura do Rio Barrancos no mar;</li> <li>- Fragmento de ocupação rústica;</li> <li>- Atividades de lazer.</li> </ul>	- Presença de veículos na praia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregação de valor ao pescado;</li> <li>- Valores culturais nativos.</li> </ul>
TRECHOS 3.3 e 3.5 CORREDORES DE ÁREA URBANIZADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentos de ocupação informal (praia, restinga);</li> <li>- Dunas móveis (Ipanema);</li> <li>- Desembocadura do canal do DNOS/ Rio Olho D'Água;</li> <li>- Intervenção dos moradores sobre a restinga sem planejamento;</li> <li>- Atividades de lazer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dunas avançando em áreas urbanizadas;</li> <li>- Balneabilidade comprometida;</li> <li>- Presença de construções na restinga;</li> <li>- Degradação da restinga;</li> <li>- Presença de veículos na praia;</li> <li>- Falta de destino adequado aos resíduos de pescados;</li> <li>- Conflitos fundiários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregação de valor ao pescado;</li> <li>- Artesanato;</li> <li>- Calçadão, ciclovias, quiosques de artesanato, prática de esportes;</li> <li>- Eixo de animação (previsto no Plano Diretor para as ruas perpendiculares à orla).</li> </ul>
Trecho 3.4 MOITINHA	- Zona de Proteção Ambiental.	- Presença de veículos na praia.	- Lazer e recreação.

Os impactos observados se caracterizam pela ocupação da orla litorânea, através da construção de residências próximas ao mar. Já a atividade turística sem planejamento implica em várias situações de conflitos socioeconômicos e ambientais, verificando-se a saturação e contaminação do lençol freático por esgotos domésticos e lançamento de resíduos nos cursos d'água, devido à deficiência de infraestrutura. Cada trecho das Unidades possui situações particulares de impactos, as quais estão descritas Tabela 9:

**Tabela 9. Principais impactos em cada trecho da Unidade.**

	Trecho	Impacto
<b>UNIDADE 1</b>	1.1 - Maciel	Má disposição de lixo na baía; derrames acidentais de produtos em função da atividade portuária.
	1.2 - Ponta do Poço	Resíduos industriais das plataformas, quando em atividades; derrames acidentais de produtos, retirada de vegetação nativa.
	1.3 - Pontal II	Retirada da vegetação nativa; aporte de lixo da baía, condições de lazer comprometidas por intervenções não autorizadas na orla.
<b>UNIDADE 2</b>	2.1 - Canal das Marinas	Assoreamento do leito do canal; erosão das margens; degradação da paisagem; supressão de vegetação; poluição por resíduos de óleo e produtos químicos de lavagem de barcos; restrição do acesso; ocupação de áreas de uso comum.

UNIDADE 1	Trecho	Impacto
	2.2 - Embarque Antigo	Degradação da paisagem; privatização da área de uso comum; restrição do acesso, má disposição de resíduos de pescados, circulação de veículos.
	2.3 - Praia de Pontal do Sul	Queimada da restinga; circulação de veículos; má disposição de resíduos de poda e entulhos de construção; excesso de animais domésticos.
UNIDADE 3	3.1 - Atami	Alteração e supressão da vegetação de restinga pelas intervenções não autorizadas.
	3.2 - Barrancos	Resíduos de embarcações e apetrechos de pesca.
	3.3 - Ipanema; Shangri-lá	Má disposição de resíduos domésticos, comerciais, de poda, entulhos de construção; supressão da vegetação nativa; privatização de áreas de uso comum; restrição do acesso; circulação de veículos; degradação da paisagem; intervenções não autorizadas na orla.
	3.4 - Moitinha	Má disposição de resíduos vegetais e entulhos de construção; circulação de veículos na orla.
	3.5 - Monções - Guarapari	Má disposição de resíduos de poda e entulhos; intervenções não autorizadas na orla; substituição da vegetação nativa com introdução de espécies exóticas.

Assim como nos outros Planos de Intervenção elaborados pelos outros municípios (Matinhos e Guaratuba) esse plano também qualificou os trechos em classes, em que a classe A é representada pelo uso compatível com a preservação ambiental, a classe B é caracterizada pelo uso compatível com a manutenção da qualidade ambiental e baixo potencial de impacto, ao passo que a classe C é determinada por usos pouco exigentes, com um alto potencial impactante (Tabela 10).

**Tabela 10. Classificação apresentada para cada trecho.**

Trecho	Delimitação	Características	Classe
1.1 – Ponta do Maciel	Ponta do Maciel	Orla abrigada em processo de urbanização convencional informal, rústica, com acesso direto à orla, apresentando fragmento de urbanização em estágio horizontal, de praias estuarinas e de florestas.	A
1.2 – Ponta do Poço	Rio Maciel – Rio Penedo	Orla semi-abrigada, em processo de urbanização industrial/portuária, semi-rústica, com restrição de acesso à orla, apresentando fragmento de urbanização em estágio horizontal, de praias, de manguezal às margens do Rio Penedo e de florestas.	B
1.3 – Pontal II	Rio Penedo – Alameda Dos Canaviais	Orla semi-abrigada, em processo de urbanização convencional formal e informal, semi-rústica, com restrição de acesso à praia, apresentando fragmento de praia de areia fina e início de corredor de urbanização em estágio	B

Trecho	Delimitação	Características	Classe
		horizontal, com fragmentos de floresta.	
2.1 – Marinas	Alameda Dos Canaviais – Rio Perequê	Canal artificial com alta densidade de marinas, e alto fluxo de embarcações, no início de um corredor de urbanização formal e informal, em estágio horizontal, com restrição de acesso ao curso d'água, sem arborização.	B/C
2.2 – Embarque Antigo	Rio Perequê – Alameda das Encantadas	Orla semi-abrigada, em processo de urbanização informal, semi-rústica, com restrição de acesso à praia, apresentando início de corredor de praia com vegetação de restinga e acrescido de marinha e corredor de urbanização em estágio horizontal.	B
2.3 – Praia Pontal do Sul	Alameda Das Encantadas - divisa Atami	Orla semi-abrigada, em processo de urbanização convencional formal, semi-rústica, com acesso direto à praia, apresentando corredor de praia com larga faixa de vegetação de restinga e acrescido de marinha, e, corredor de urbanização horizontal, com predominância de segunda residência.	B
3.1 – Atami	Atami	Início da orla exposta, em processo de urbanização convencional formal, semi-rústica, com inibição de acesso à praia, apresentando corredor de praia vegetação de restinga manejada, acrescido de marinha, e, corredor de urbanização horizontal, com predominância de segunda residência.	B
3.2 – Barrancos	Divisa Atami – Guapê	Orla exposta, em processo de urbanização informal, rústica, com acesso direto à praia, apresentando corredor de praia com larga faixa de vegetação de restinga, fragmento de urbanização horizontal, com característica de comunidade tradicional.	A/ B
3.3 – Ipanema - Shangri-lá	Guapê – Av. Floresta Negra	Orla exposta, em processo de urbanização convencional formal e informal, semi-rústica, com fragmentos de restrição de acesso à praia, apresentando corredor de praia com faixa de vegetação de restinga, e fragmentos de vegetação introduzida, corredor de urbanização horizontal a mista, com predominância de segunda residência.	B
3.4 – Moitinha	Av. Floresta Negra – Rua Aracajú	Orla exposta, em início de urbanização informal, rústica, com acesso direto à praia, apresentando corredor de praia com vegetação de restinga e fragmento de urbanização horizontal, com presença de moradores fixos, ZPA.	A
3.5 – Monções - Guarapari	Rua Aracajú – divisa do município	Orla exposta, em processo de urbanização convencional formal e informal, semi-rústica, com fragmentos de restrição de acesso à praia, apresentando corredor de praia com faixa de vegetação de restinga, e fragmentos de vegetação introduzida, corredor de urbanização horizontal a mista, com predominância de segunda residência.	B

Assim como no Plano de Intervenção do município de Guaratuba também foram formulados cenários de uso para as situações: atual (A), tendência (T) e desejado (D). A tabela a seguir demonstra esses cenários específicos para a atividade de maricultura (Tabela 11).

**Tabela 11. Cenários da maricultura no município de Pontal do Paraná – PR.**

<b>UNIDADE 1</b>	<b>Trecho 1.1</b>			<b>Trecho 1.2</b>			<b>Trecho 1.3</b>								
<b>PARÂMETROS AMBIENTAIS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Aptidão para Maricultura	A	A	A	A	B	A	B	C	B						
<b>ECONÔMICOS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Uso para Maricultura	A	A	A	A	-	-	A	A	A						
<b>UNIDADE 2</b>	<b>Trecho 2.1</b>			<b>Trecho 2.2</b>			<b>Trecho 2.3</b>								
<b>PARÂMETROS AMBIENTAIS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Aptidão para Maricultura	-	-	A	A	C	A	-	-	-						
<b>ECONÔMICOS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Uso para Maricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
<b>UNIDADE 3</b>	<b>Trecho 3.1</b>			<b>Trecho 3.2</b>			<b>Trecho 3.3</b>			<b>Trecho 3.4</b>			<b>Trecho 3.5</b>		
<b>PARÂMETROS AMBIENTAIS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Aptidão para Maricultura	-	B	B	-	B	B	B	B	B						
<b>ECONÔMICOS</b>	A	T	D	A	T	D	A	T	D						
Uso para Maricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

O Plano de Ação para Intervenção na Orla do município de Pontal do Paraná, assim como qualquer outro instrumento de planejamento, necessita de um suporte técnico e político para a sua efetiva implantação. Assim como nos demais Planos de Intervenção da Orla dos outros municípios, a principal estratégia para garantir a implantação e monitoramento do plano foi a formação do Comitê Gestor da Orla. Sendo que as suas principais atribuições estão elencadas abaixo:

- Monitoramento, revisão das ações e apresentação de propostas;
- Divulgação e legitimação do Plano de Intervenção junto aos diversos segmentos da sociedade;
- Elaboração, avaliação e orientação de projetos;
- Promoção de debates sobre questões pertinentes a Orla para diversos setores da sociedade;
- Articulação interinstitucional;
- Captação de recursos e busca de parcerias;
- Criação e proposição de câmaras técnicas;



- Vincular as ações no Comitê Gestor da Orla com as atribuições do Conselho Gestor do Parque Natural Municipal da Restinga.

Como os demais planos elaborados a revisão do Plano de Ação aconteceria após 18 meses da legitimação do plano, devendo ser baseada nos relatórios de acompanhamento periódicos.

## 1.2 ZONEAMENTO ECOLÓGICO- ECONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ

### (ZEE-PR):

O programa estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), objetiva orientar a distribuição espacial das atividades econômicas, levando em consideração a importância ecológica do meio, bem como as limitações e potencialidades dos ecossistemas. Trata-se, portanto, de um instrumento para subsidiar as políticas públicas do Estado do Paraná, coordenado pela SEMA (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) e pelo ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências), sendo elaborado com ampla participação da sociedade civil e do poder público. Porém, atualmente o projeto se encontra em sua fase de planejamento (ITCG, 2007).

#### 1.2.1 Paraná – Mar e Costa

Subsídios ao ordenamento das áreas estuarina e costeira do Paraná. Projeto Gestão Integrada da Zona Costeira do Paraná com Ênfase na Área Marinha (SEMA, 2006).

O projeto Mar e Costa, concluído em 2006, foi elaborado pelo Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA II), através de um acordo internacional entre o Bird e o Ministério do Meio Ambiente, em parceria com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e suas instituições vinculadas.

Esse trabalho teve como objetivo principal sugerir o desenvolvimento de técnicas e modelos simplificados de ordenamento das áreas estuarina e costeira do estado do Paraná. Essa proposta de ordenamento teve o envolvimento de vários atores, entre eles: Marinha do Brasil (Capitania dos Portos), Secretaria do Patrimônio da União (SPU), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), antiga Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca/PR (SEAP/PR), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), Instituto Ambiental do Paraná (IAP), além de outras instituições de âmbito local, o que exigiu a complementação de informações com novos estudos.

A elaboração desse projeto foi executada em quatro fases:

- Primeira fase: realização de reuniões técnicas com especialistas envolvidos, para desenvolvimento da metodologia, critérios para o mapeamento e dos índices de potencialidades e vulnerabilidades.
- Segunda fase: obtenção de informações adicionais através de levantamento em campo e produção de estudos necessários ao diagnóstico ambiental e sobre o da região para atualizar as informações pré-existentes. Ainda nessa fase, foi realizada a elaboração de cartas temáticas específicas para cada tema com interpolação de dados oceanográficos e socioeconômicos.



- Terceira fase: foi caracterizada pela consolidação do Plano de Ordenamento e Gestão, através da formalização de articulações institucionais, para internalizar as práticas cotidianas de gestão ambientais das atividades ligadas ao turismo, à maricultura, pesca e ao setor portuário.
- Quarta fase: se baseou na estruturação do Plano de Monitoramento, que abrangeu os seguintes campos: usos e ocupações, características ambientais, físicas e biológicas da região costeira, levando em consideração informações nas áreas temáticas de oceanografia, maricultura, pesca, poluição marinha e atividades portuárias e de recreio. Além de reuniões para consultar os diversos setores da sociedade.

Todas as informações obtidas foram agrupadas em um banco de dados para construção de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para assim, subsidiar a proposta de ordenamento do litoral paranaense. Através do SIG foram gerados mapas de temas variados, como: pesca, maricultura, poluição marinha, atividades hidroviárias e características físicas, químicas e biológicas.

O ordenamento das águas estuarinas e marinhas proposto, teve como alcance espacial o limite superior da preamar de sizígia até a linha de 12 milhas da costa, englobando todos os ecossistemas presentes nessa delimitação. Desta forma, foram criadas 10 categorias divididas de acordo com critérios de enquadramento. As categorias criadas, bem como os seus respectivos usos preferencias, com destaque para as atividades de maricultura, são explanadas abaixo:

**1) Zona estuarina de uso geral:** conserva o funcionamento dos ecossistemas primitivos, capaz de manter uma comunidade de organismos, podendo ocorrer atividades humanas de baixo efeito impactante, onde diferentes usos não conflitantes, podem ocorrer sem afetar a qualidade ambiental natural.

**Crítérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento íntegro; qualidade das águas e balneabilidade nas classes muito boa e excelente; ausência de atividades industriais impactantes ou fontes de contaminação de terra, capazes de impactar grandes áreas marinhas; assentamentos humanos e uso da orla não descaracterizando mais do que 8% da linha de costa; *presença de áreas com potencial para desenvolvimento da maricultura (extensiva, semi-intensiva e intensiva)*; presença de atividades de pesca artesanal de subsistência e comercial.

**Usos preferencias:** preservação/conservação; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; ecoturismo marinho; pesca artesanal e esportiva; atividades náuticas; navegação comercial; estruturas de apoio náutico 1, 2, 3 e 4; *maricultura extensiva e semi-intensiva* e projetos comunitários demonstrativos.

**2) Zona estuarina de conservação:** apresenta ecossistemas primitivos íntegros, sem perda de funções e capaz de manter uma comunidade de organismos com uma diversidade



representativa, com atividades humanas não destrutivas, extrativas e atividades sustentáveis orientadas.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento íntegro; concentração e representatividade de ecossistemas marinhos e costeiros; diversidade e representatividade de habitats marinhos; qualidade das águas e balneabilidade nas classes muito boa e excelente; grande concentração de bacias comunitárias; diversidade de artes de pesca; ausência de atividades industriais e fontes de contaminação de terra, capazes de impactar as áreas marinhas; assentamentos humanos e uso da orla não descaracterizando mais do que 5% da linha de costa; presença de unidades de conservação; *presença de áreas com potencial para desenvolvimento da maricultura extensiva, com prioridade para filtradores ou cultivos de camarão para iscas vivas*; presença de atividades diversificadas de pesca artesanal.

**Usos preferencias:** preservação e conservação ambiental; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; ecoturismo marinho orientado; atividades náuticas; pesca artesanal ou de pequena escala; pesca esportiva; *maricultura extensiva*; estruturas de apoio náutico 1 e 2; projetos comunitários demonstrativos.

**3) Zona estuarina de intervenção:** ecossistemas parcialmente modificados, afetados por atividades ou outras fontes de contaminação, sob o risco de comprometer os sistemas biológicos.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento parcialmente alterado; balneabilidade ligeiramente comprometida, com ocorrências de enquadramento de águas marinhas e estuarinas nas classes muito boa e satisfatória, necessitando intervenções e integrações com planos diretores municipais; ausência de atividades industriais impactantes ou fontes de contaminação de terra, capazes de impactar grandes áreas marinhas assentamentos humanos e uso da orla não descaracterizando mais do que 5% das margens costeiras; *presença de áreas com relativo potencial para desenvolvimento da maricultura*, presença de atividades de pesca artesanal de subsistência e comercial área com boa circulação de correntes e tempo médio de residência da água.

**Usos preferencias:** preservação/conservação; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato secundário; ecoturismo marinho; atividades náuticas; pesca artesanal; pesca esportiva; navegação comercial; atividades de mitigação; *maricultura extensiva e semi-intensiva*; estruturas apoio náutico 1, 2,3 e 4.

**4) Zona estuarina de recuperação:** maior parte dos ecossistemas aquáticos degradados devido a fontes originárias em terra, com a produtividade biológica e biodiversidade comprometidas.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema funcionalmente modificado; qualidade das águas e balneabilidade na classe imprópria, necessitando intervenções emergenciais; presença de atividades industriais e agropecuárias impactantes, fontes de contaminação de terra,



capazes de impactar grandes áreas marinhas; assentamentos humanos e uso da orla não descaracterizando mais do que 15% das margens costeiras; *área com baixo potencial para maricultura*; área com baixa circulação de correntes e longo tempo de residência da água.

**Usos preferencias:** pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; manufatura primária; pesca artesanal; pesca esportiva; mineração/dragagens baseadas em plano diretor; atividades de ecoturismo; estruturas de apoio náutico 1 e 2.

**5) Zona estuarina de uso intensivo:** área com componentes dos ecossistemas aquáticos degradados ou suprimidos, devido ao desenvolvimento de atividades de relevante interesse socioeconômico, como atividades portuárias, navegação, atividades industriais e impactos de grandes centros urbanos.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo modificado; existência de atividades industriais; existência de atividades portuárias; existência de grandes áreas aquáticas com restrição ao uso (bacias de evolução, canais de navegação); baixa concentração de bacias comunitárias; áreas com grandes riscos ambientais; área com boa circulação de correntes e tempo médio de residência da água.

**Usos preferencias:** atividades portuárias; atividades industriais perigosas; navegação; estrutura de saneamento; pesca artesanal; pesca esportiva; terminais e indústria petroquímica; pesquisa científica; educação ambiental e estruturas de apoio náutico 1, 2,3 e 4.

**6) Zona estuarina de uso semi-intensivo:** área que mantém o funcionamento dos ecossistemas primitivos, com poucas alterações, capaz de manter de forma sustentada, uma comunidade de organismos, integrada e adaptada, podendo ocorrer atividades exploratórias de baixo e médio impactos, onde diferentes usos harmônicos entre si, podem ocorrer sem afetar a qualidade ambiental natural.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo moderadamente modificado; existência de atividades industriais; existência de atividades portuárias; média concentração de bacias comunitárias; áreas com riscos ambientais moderados; área com pequena circulação e tempo alto de residência da água.

**Usos preferencias:** atividades portuárias; atividades industriais; navegação; estrutura de saneamento; pesca artesanal; pesca esportiva; pesquisa científica; educação ambiental; estruturas apoio náutico 1, 2,3 e 4; *maricultura extensiva* e projetos demonstrativos.

**7) Zona marinha de uso geral:** zona da plataforma rasa que mantém o pleno funcionamento dos ecossistemas, ocorrendo uma diversificada composição funcional capaz de manter, de forma sustentada, uma comunidade de organismos, integrada e adaptada, podendo ocorrer atividades exploratórias de baixo impacto, onde diferentes usos harmônicos entre si, podem ocorrer sem afetar a qualidade ambiental natural.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento íntegro; qualidade das águas e balneabilidade nas classes muito boa e excelente; ausência de

atividades industriais impactantes ou fontes de contaminação de terra, capazes de impactar grandes áreas marinhas; ocorrência de vários tipos de pescarias; ocorrência de conflitos entre a pesca artesanal e industrial com necessidade de intervenção; *presença de áreas com potencial para o desenvolvimento da maricultura*; área com boa circulação de correntes e tempo curto de residência da água.

**Usos preferencias:** conservação; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; ecoturismo marinho; pesca artesanal; pesca esportiva; *maricultura de mar aberto*; navegação comercial e recreativa; estruturas apoio náutico tipo 1 e 2; todas as modalidades de mergulho; estruturas anti-arrasto; recifes artificiais de recreação, conservação e recrutamento; recifes artificiais de pesca com plano de manejo e projetos demonstrativos.

**8) Zona marinha de uso especial:** Zona da plataforma rasa que apresenta ecossistemas primitivos íntegros, em equilíbrio, capaz de manter uma comunidade de organismos com diversidade representativa, ocorrendo atividades humanas conflitantes e usos inovadores dos recursos naturais.

**Crítérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento íntegro; qualidade das águas e balneabilidade nas classes muito boa e excelente; diversidade e representatividade de habitats marinhos; presença de habitats importantes para espécies ameaçadas e áreas prioritárias para a conservação; ausência de atividades industriais e fontes de contaminação de terra, capazes de impactar as áreas marinhas; ocorrência de vários tipos de pescarias e atividades inovadoras na pesca; *presença de atividades aquícolas*; presença de conflitos significativos entre classes pesqueiras; presença de ações inovadoras na conservação de recursos marinhos; presença de unidades de conservação; área com boa circulação de correntes e tempo médio de residência da água.

**Usos preferencias:** preservação e conservação ambiental; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; ecoturismo marinho orientado; atividades náuticas; pesca artesanal e esportiva; todas as modalidades de mergulho; recifes artificiais de recreação; recifes artificiais de recrutamento; *maricultura de mar aberto*; recifes artificiais de conservação; estruturas anti-arrasto e projetos demonstrativos.

**9) Zona costeira de intervenção:** Zona da plataforma rasa adjacente ao estuário de Guaratuba, que apresenta parte dos ecossistemas aquáticos degradados, com a produtividade biológica e biodiversidade comprometidas.

**Crítérios de enquadramento:** presença de atividades impactantes ou fontes de contaminação de terra, capazes de impactar grandes áreas marinhas; qualidade das águas e balneabilidade nas classes satisfatória e imprópria; assentamentos humanos e uso da orla não descaracterizando mais do que 40% da linha de costa; presença de áreas de risco e instabilidade na orla (erosão costeira).



**Usos preferencias:** preservação e conservação ambiental; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato secundário; atividades náuticas; pesca artesanal ou de pequena escala; pesca esportiva e sistemas anti-arrasto.

**10) Zona oceânica:** Zona da plataforma continental rasa fora do limite de 12 milhas, com ecossistemas primitivos íntegros, sem perda de funções, capaz de manter uma comunidade de organismos com diversidade representativa, ocorrendo atividades humanas extrativas e atividades sustentáveis orientadas.

**Critérios de enquadramento:** ecossistema primitivo com funcionamento íntegro; qualidade das águas e balneabilidade nas classes muito boa e excelente; *presença de áreas com potencial para desenvolvimento da maricultura de mar aberto em sub-superfície*; presença de atividades de pesca artesanal e industrial ou de grande porte; presença de atividades de pesca esportiva e mergulho recreativo; presença de sítios arqueológicos subaquáticos; presença de atividades pesqueiras artesanais e industriais tradicionais.

**Usos preferencias:** preservação e conservação ambiental; pesquisa científica; educação ambiental; recreação de contato primário; ecoturismo marinho orientado; atividades náuticas; pesca artesanal ou de pequena escala; pesca esportiva; mergulho recreativo; recifes artificiais; *maricultura de mar aberto*; recifes artificiais de biodiversidade e sistemas anti-arrasto. O zoneamento proposto pode ser visualizado no mapa abaixo (Figura 4).

	1 - Zona estuarina de uso geral		5 - Zona estuarina de uso intensivo
	2 - Zona estuarina de conservação - Baía de Pinheiros		6 - Zona estuarina de uso semi-intensivo
	3 - Zona estuarina de conservação - Baía de Laranjeiras		7 - Zona costeira de uso geral
	3 - Zona estuarina de intervenção - Baía de Paranaguá		8 - Zona costeira de uso especial
	3 - Zona estuarina de intervenção - Baía de Guaratuba		9 - Zona costeira de intervenção
	4 - Zona estuarina de recuperação		10 - Zona oceânica

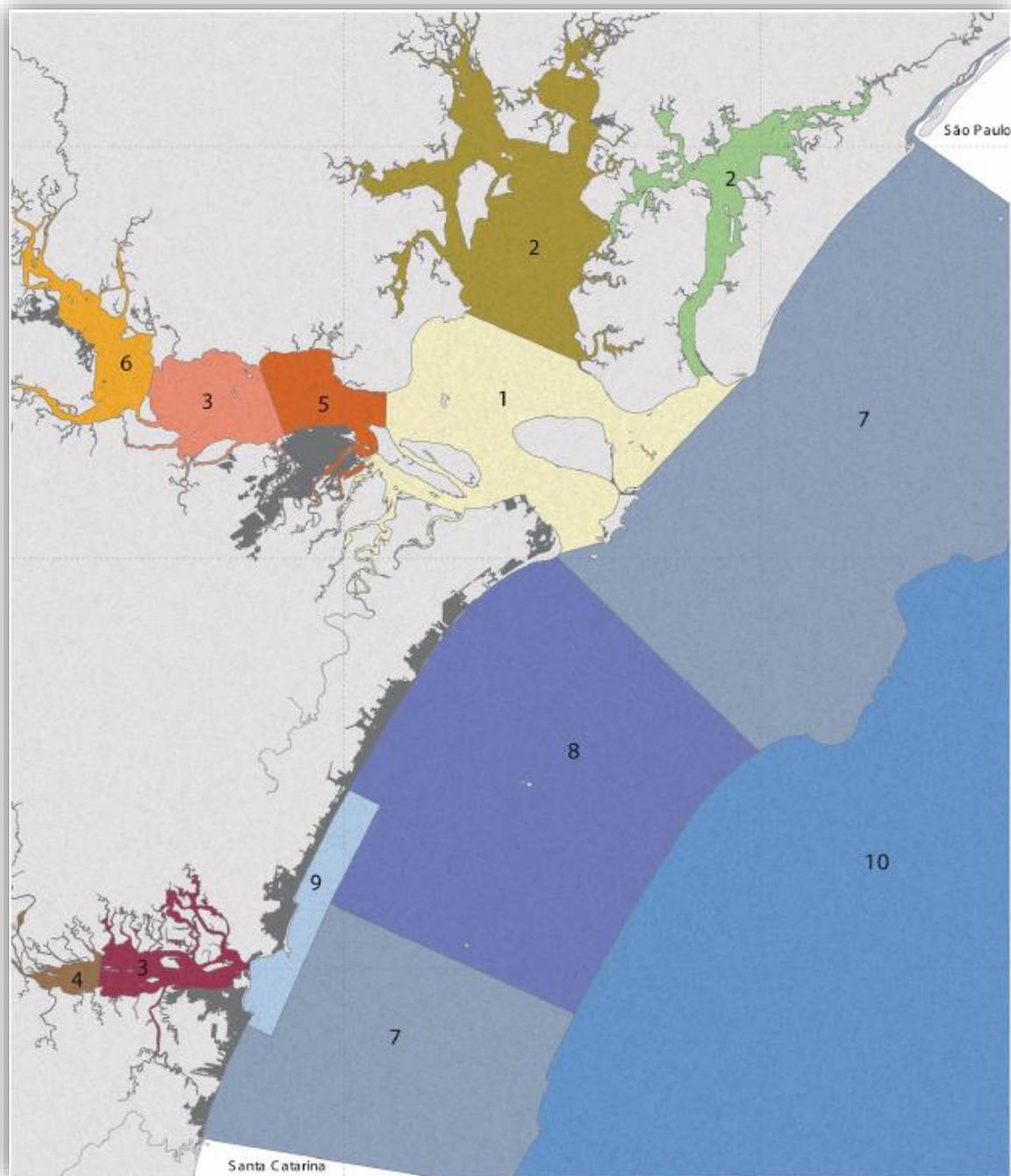


Figura 4 - Mapa da proposta de zoneamento apresentado pelo Projeto Paraná – Mar e Costa.

Fonte: SEMA - PR



Desta forma o resultado final apresentado subsidiou elementos para atualizar o ordenamento dos usos e ocupação de áreas estuarinas e marinhas, fazendo com que cada instituição adotasse e elaborasse instrumentos normativos específicos para cada área.

### 1.3 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE GUARATUBA:

O Plano Diretor de um Município é o instrumento básico da política de expansão urbana e desenvolvimento municipal. Sua finalidade é aperfeiçoar a legislação de uso e ocupação dos solos, visando ordenar as funções sociais do município, garantindo assim, a qualidade de vida da população, levando em consideração os aspectos sociais, administrativos e ambientais.

O Plano Diretor do Município de Guaratuba foi dividido em 3 documentos, conforme citado abaixo:

- 1) Levantamento das condicionantes;
- 2) Proposta: códigos e leis ordinárias;
- 3) Proposta: Plano Diretor.

O primeiro documento é caracterizado por identificar e analisar as principais deficiências e potencialidades, relacionadas aos aspectos físicos, sociais, econômicos, ambientais e interinstitucionais do município de Guaratuba. Ele foi embasado no diagnóstico elaborado pelo COLIT (Conselho do Litoral) e reuniões com os vereadores do Município de Guaratuba, construtores, incorporadores e imobiliárias que atuam em Guaratuba, além de discussões técnicas com instituições federais, estaduais e municipais. Sendo que as condicionantes apontadas foram:

a) Área Rural, Área de Proteção Ambiental de Guaratuba (APA Estadual). Área caracterizada pelos cultivos de banana e de arroz irrigado, pois é necessário o desenvolvimento tanto da área urbana como à rural, proporcionando assim, a integração entre as essas duas áreas.

b) Centro Histórico e critérios de preservação. O município apresenta dois edifícios tombados pelo Patrimônio Histórico, sendo estes a Igreja Nossa Senhora do Bom Sucesso e a Casa Muller. Os limites definidos para o Centro Histórico estão compreendidos nas ruas: Rua Manoel Leocádio, Rua Doutor João Cândido, Rua Coronel Carlos Mafra e Rua Capitão João Pedro.

c) Loteamentos. Foram identificados os loteamentos regulares (aprovados pela Prefeitura e registrados em cartório), sendo 11 loteamentos implantados e cinco não implantados; loteamentos irregulares (aprovados pela Prefeitura e sem registro em cartório), sendo 24 loteamentos implantados e 17 não implantados e loteamentos clandestinos (não aprovados pela prefeitura), com aproximadamente 16 loteamentos (Figura 5).

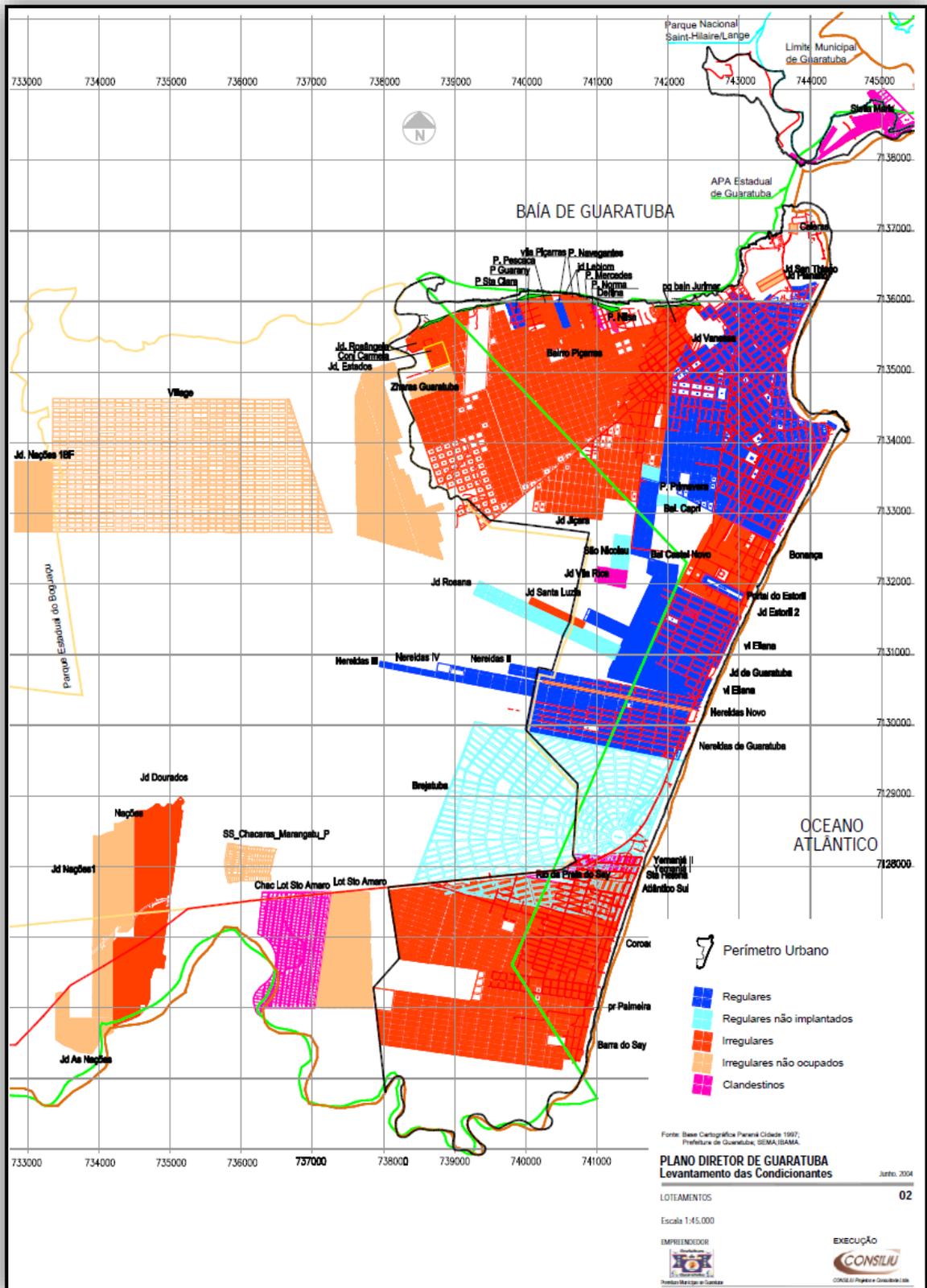


Figura 5 - Visão geral dos loteamentos apresentados no Plano Diretor de Guaratuba.

d) Conflitos Fundiários. Os principais conflitos fundiários que ocorrem no município são: sobreposição de loteamentos; ocupações em áreas de litígio, áreas devolutas e alodiais; áreas com ocupações irregulares; áreas públicas ocupadas irregularmente; ocupações em áreas de preservação permanente; ocupações em áreas de risco; loteamentos implantados irregularmente; loteamentos implantados sem anuência da Prefeitura.

e) Conflitos, ocupações em áreas de risco e conflitos na Baía de Guaratuba. Os principais conflitos observados são o fluxo intenso de caminhões de carga e a poluição visual. Já as áreas de risco são caracterizadas por casas que foram construídas sobre o antigo lixão da cidade e em áreas de riscos geológicos, como deslizamentos e avalanches. E os conflitos observados na Baía de Guaratuba são decorrentes do grande número de trapiches e acessos particulares para barcos, despejo direto de esgoto, além da presença de marinas, estaleiros e postos de abastecimento.

f) Vegetação. Grande parte do território do município de Guaratuba possui uma cobertura vegetal conservada, destacando-se as formações de: Floresta Ombrófila Densa (Sub-Montana e Montana); Floresta Ombrófila Densa Aluvial; Formações Pioneiras com Influência Marinha e Fluviomarina (arbórea e herbácea/arbustiva); Formações Pioneiras com Influência Fluvial (arbórea e herbácea/arbustiva). A preservação da vegetação é uma grande condicionante, pois há restrições quanto a sua ocupação, como é o caso de mangues, áreas ao longo de rios, etc.

g) Sistema Viário. A principal via de acesso ao município de Guaratuba é a PR-412. As principais vias do município foram analisadas e conclui-se que alguns cruzamentos são pontos importantes de conflitos, devido à concentração de várias vias importantes de fluxo intenso, principalmente no verão. Já nas áreas rurais as infra-estruturas presentes são as estradas vicinais de leito natural, com pouca ou nenhuma sinalização, dificultando o deslocamento entre as diversas localidades do município.

h) Número de pavimentos nas edificações. Constatou-se que na Região Central da cidade e ao longo da Avenida Atlântica, concentram-se edifícios com um maior número de pavimentos, chegando a 13 pavimentos. Ao longo das avenidas: Av. Vicente Machado, Avenida 29 de Abril e Avenida Curitiba, os edifícios variam de 04 a 11 pavimentos, tendo alturas maiores à medida que se aproximam do centro. Nas regiões mais afastadas da parte central da cidade e no entorno da Praça Central, os edifícios apresentam cerca de 03 a 04 pavimentos, principalmente ao longo das vias: Avenida Ponta Grossa e Avenida 29 de Abril. Entretanto, nas regiões do bairro Eliana a predominância é de edificações mais baixas com 01 ou 02 pavimentos. Nas áreas onde já existem concentrações de edifícios a tendência é a permissão da construção de novos edifícios, principalmente por serem áreas atendidas pelo saneamento básico, sendo o número de pavimentos determinado pelo zoneamento, o qual dará tais parâmetros.

Assim, há quatro situações principais que foram consideradas como primordiais para a elaboração do Plano Diretor no município de Guaratuba, são elas:



- **Quantidade e qualidade da cobertura vegetal:** grande parte do município é coberto por vegetação protegida por Lei, por ser Floresta Ombrófila Densa devido ao seu estágio de sucessão, e principalmente as áreas de mangue, consideradas como áreas de preservação permanente;

- **Efluentes sanitários:** (especialmente dos loteamentos), representando um dos maiores contribuintes para deterioração dos corpos d'água, por meio do despejo de grande carga de matéria orgânica, normalmente sem tratamento, nos corpos hídricos ou em fossas, contaminando o lençol freático;

- **Vocação ao turismo:** devido à qualidade das paisagens e de algumas propriedades voltadas a esta atividade, constatando-se a demanda por chácaras e atividades de lazer, além de roteiros na área da baía e a prática de esporte náutico;

- **Conflitos fundiários:** um dos grandes problemas do município. É necessário controlar a expansão urbana gerada pela invasão de propriedades.

No segundo documento do Plano Diretor foi elaborada uma proposta de diretrizes de desenvolvimento, incluindo o zoneamento e definição de parâmetros de uso e ocupação do solo, que fazem parte da Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo.

Esse documento relata os princípios e diretrizes do Plano que tem como ideia básica o desenvolvimento sustentável do município e não apenas o seu crescimento. Sendo que o seu objetivo principal consiste em disciplinar o desenvolvimento municipal, garantindo a qualidade de vida à população, bem como a preservação e conservação dos recursos naturais locais.

Uma das funções que deverá ser garantida pelo município diz respeito à maricultura e está elucidada abaixo.

- VIII: Incentivo e desenvolvimento de práticas de maricultura, devido as características e ao potencial da baía de Guaratuba para cultivo de organismos marinhos.

O projeto possui também vários objetivos específicos que contribuem para o bom desenvolvimento da cidade, além de das seguintes políticas públicas discutidas abaixo.

1) Políticas Públicas de Desenvolvimento Institucional:

a) Reforma Administrativa. Esta ação objetiva alterar e complementar a Lei Municipal Nº 770, de 13 de maio de 1997, que diz respeito ao Sistema Organizacional do Poder Executivo do Município de Guaratuba.

2) Políticas Públicas de Desenvolvimento Econômico:

a) Turismo.

b) Maricultura. Como esse é um assunto de grande interesse, o texto referente está reproduzido abaixo.



A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, por intermédio do Instituto Ambiental de Guaratuba, e em conjunto com o Conselho Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente, darão prioridade ao desenvolvimento da maricultura como fator estratégico e alternativo de desenvolvimento econômico e social do Município, de acordo com as seguintes diretrizes:

I. Buscar parcerias para investimentos em equipamentos e novas técnicas de cultivo dos organismos marinhos, visando o aumento da produtividade;

II. Determinar metas de trabalhos a serem desenvolvidos no CPPOM (Centro de Pesquisas e Produção de Organismos Marinhos), por meio do Instituto Ambiental de Guaratuba;

III. Incentivar e investir na implementação de estruturas de cultivo de organismos marinhos e no processo de organização, capacitação e acompanhamento das comunidades pesqueiras para consolidação desta atividade como fonte de complementação de renda familiar e de contribuição para o restabelecimento dos recursos pesqueiros do complexo estuarino de Guaratuba, podendo ser utilizada a estrutura existente do CPPOM;

IV. Punir e desenvolver educação ambiental para que sejam evitadas pescas predatórias e respeitados os períodos de reprodução;

V. Restringir a pesca para pequenas embarcações ou àquelas devidamente cadastradas nos órgãos competentes;

VI. Emitir licenças e autorizações para práticas da maricultura, como forma de controle desta atividade pelo Município;

VII. Determinar parâmetros e normas para a pesca profissional para o seu devido respeito às áreas destinadas aos pescadores artesanais;

VIII. Promover políticas econômicas de incentivo à exportação para outros estados ou mesmo outros países;

IX. Dotar de infra-estrutura adequada no Município para que possa constituir um centro de recepção e escoamento do pescado, mariscos, ostras etc.;

X. Determinar locais específicos e adequados para a comercialização dos pescados, mariscos, ostras, camarões e outros pescados, dentro de adequados padrões de higiene.

c) Desenvolvimento Rural.

d) Trabalho e Emprego.

e) Marinas.

3) Políticas Públicas de Desenvolvimento Social:

- a) Saúde.
- b) Educação.
- c) Cultura.
- d) Esporte.
- e) Recreação.
- f) Ação Social.
- g) Tributos.
- h) Segurança Pública.

4) Políticas Públicas de Desenvolvimento Físico-Ambiental:

- a) Meio Ambiente.
- b) Recursos Hídricos, abastecimento de água e drenagem.
- c) Esgotamento Sanitário.
- d) Coleta e tratamento de resíduos sólidos.
- g) Iluminação pública e privada.
- h) Sistema Viário.
- i) Transporte coletivo.
- j) Ordenação do uso e ocupação do solo urbano.
- l) Regularização fundiária.
- m) Delimitação do perímetro urbano.

Já o terceiro documento elaborado, de forma a complementar a presente Lei do Plano Diretor, apresenta os códigos e leis ordinárias do município de Guaratuba, destacando-se:

- Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo;
- Lei do Sistema Viário;
- Lei do Perímetro Urbano;
- Lei de Parcelamento do Solo;
- Lei de Drenagem;
- Lei do Fundo de Desenvolvimento;
- Código de Obras e Posturas;
- Código Sanitário;
- Código Ambiental;
- Lei de Outorga Onerosa do Direito de Construir;
- Lei do Estudo de Impacto de Vizinhança;
- Lei de Transferência do Direito de Construir.

### **1.3.1 Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo**

A Lei de Zoneamento definiu as seguintes Zonas e Setores para o Município de Guaratuba (Figura 6):



**a) Zona Balneária (ZB)** – corresponde às porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações unifamiliares e transitórias 1 e 2, sendo permitido apenas comércio vicinal e de bairro e comunitário 4, com densidades demográficas e construtivas baixas, número de pavimentos restritos, níveis de ruído compatíveis com o uso e com vias de tráfego leve e de ligação aos balneários.

**b) Zona de Proteção Ambiental (ZPA)** – corresponde às porções do território de elevado interesse ecológico destinadas exclusivamente ao uso turístico (ordenado) e pesquisa. São áreas geralmente já protegidas por Lei.

**c) Zona de Preservação Histórico-Cultural** – corresponde às áreas urbanas sobre as quais devem ser executados projetos de resgate do seu caráter histórico, mediante a restauração de sua morfologia e volumetria tradicionais e a fixação da população residente, bem como atividades compatíveis.

**d) Zona Residencial 1 (ZR1)** – corresponde às porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações unifamiliares, sendo permitido apenas comércio e serviço vicinal, com densidades demográfica e construtiva baixas, tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.

**e) Zona Residencial 2 (ZR2)** – corresponde às porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações unifamiliares e institucionais, sendo permitido comércio e serviço vicinal, comunitário 1 e indústria tipo 1, com densidades demográfica e construtiva baixas, tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.

**f) Zona Residencial 3 (ZR3)** – corresponde às porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações unifamiliares, coletivas e institucionais, sendo permitido comércio e serviço vicinal, comunitário 1 e 2 e indústria tipo 1, com densidades demográfica e construtiva médias, tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.

**g) Zona Residencial 4 (ZR4)** – corresponde a porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações coletivas, transitórias e institucionais, sendo permitido comércio e serviço vicinal, comunitário 1 e 2 e indústria tipo 1, com densidades demográfica e construtiva altas, tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.

**h) Zona Residencial 5 (ZR5)** – corresponde a porções do território destinadas preferencialmente ao uso residencial de habitações coletivas, transitórias e institucionais, sendo permitido comércio e serviço vicinal e de bairro, comunitário 1 e indústria tipo 1, com densidades demográfica e construtiva altas, tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial, e com vias de tráfego leve e local.



**i) Setor Especial de Comércio 1 (SEC1)** – corresponde a setores urbanos onde o comércio vicinal, de bairro e setorial já estão consolidados, portanto serão mantidos os parâmetros de uso e ocupação dessas áreas. Esses setores acompanham as vias principais e coletoras que possuem maior infra-estrutura para suportar tais atividades.

**j) Setor Especial de Comércio 2 (SEC2)** – corresponde a setores urbanos onde serão estimulados os usos de comércio vicinal, de bairro e setorial. Esses setores acompanham as vias principais e coletoras que possuem maior infra-estrutura para suportar tais atividades.

**k) Setor Especial de Serviços (SES)** – neste setor urbano será permitido os usos industriais tipo 1, 2 e 3, além de comércio em geral, sendo permissível habitação transitória 3. Esse setor acompanha a via arterial, que possuem maior infra-estrutura para suportar tais atividades.

**l) Zona Especial de Interesse Social (ZEIS)** – corresponde a áreas de ocupações irregulares, geralmente povoadas com população de baixa renda, que deverão ser objeto de programas sociais de regularização fundiária.

**m) Zona Especial - Pedra Branca do Araraquara** – corresponde à área com ocupação de característica urbana consolidada na localidade de Pedra Branca do Araraquara ao longo da BR 376, nesta zona serão tolerados os parâmetros de uso e ocupação existentes, para os novos parcelamentos o lote mínimo será de 1.000 m<sup>2</sup>, sendo permitido habitações unifamiliares, habitação transitória 1 e 2, atividades e turismo, lazer e recreação.

**n) Zonas de Transição (ZT)** – corresponde a áreas do Município destinadas a fazer a transição entre as zonas urbanas e o Parque Estadual do Boguaçu. Essas zonas caracterizam-se por permitirem parcelamentos mínimos com lotes de 2.500 m<sup>2</sup>, com baixos índices construtivos.

**o) Zona Rural** - corresponde toda área fora do Perímetro Urbano será considerada com Zona Rural. Atualmente toda área rural de Guaratuba está inserida na APA de Guaratuba. Também, o Parque Estadual do Boguaçu e Parque Nacional Saint Hilaire/Lange atingem em sua grande maioria das áreas consideradas rurais.

Para um melhor entendimento foram resumidos os dispositivos referentes ao uso do solo, conforme relacionados abaixo:

- **Uso Habitacional:** edificações destinadas à habitação permanente ou transitória. Subclassificada em: a) Habitação Unifamiliar – edificação isolada destinada a servir de moradia à uma só família; b) Habitação Coletiva – edificação que comporta mais de 02 (duas) unidades residenciais autônomas, agrupadas verticalmente com áreas de circulação interna comuns à edificação e acesso ao logradouro público; c) Habitação Unifamiliar em Série – mais de 03 (três) unidades autônomas de residências agrupadas horizontalmente, paralelas ou transversais ao alinhamento predial; d) Habitação Institucional – edificação destinada à



assistência social, onde se abrigam estudantes, crianças, idosos e necessitados, tais como: albergue, alojamento estudantil, casa do estudante, asilo, internato, orfanato.

- **Habitação Transitória:** edificação com unidades habitacionais destinadas ao uso transitório, onde se recebem hóspedes mediante remuneração, subclassificam-se em: a) Habitação Transitória 1 - apart-hotel, pensão; b) Habitação Transitória 2 - hotel, pousada.

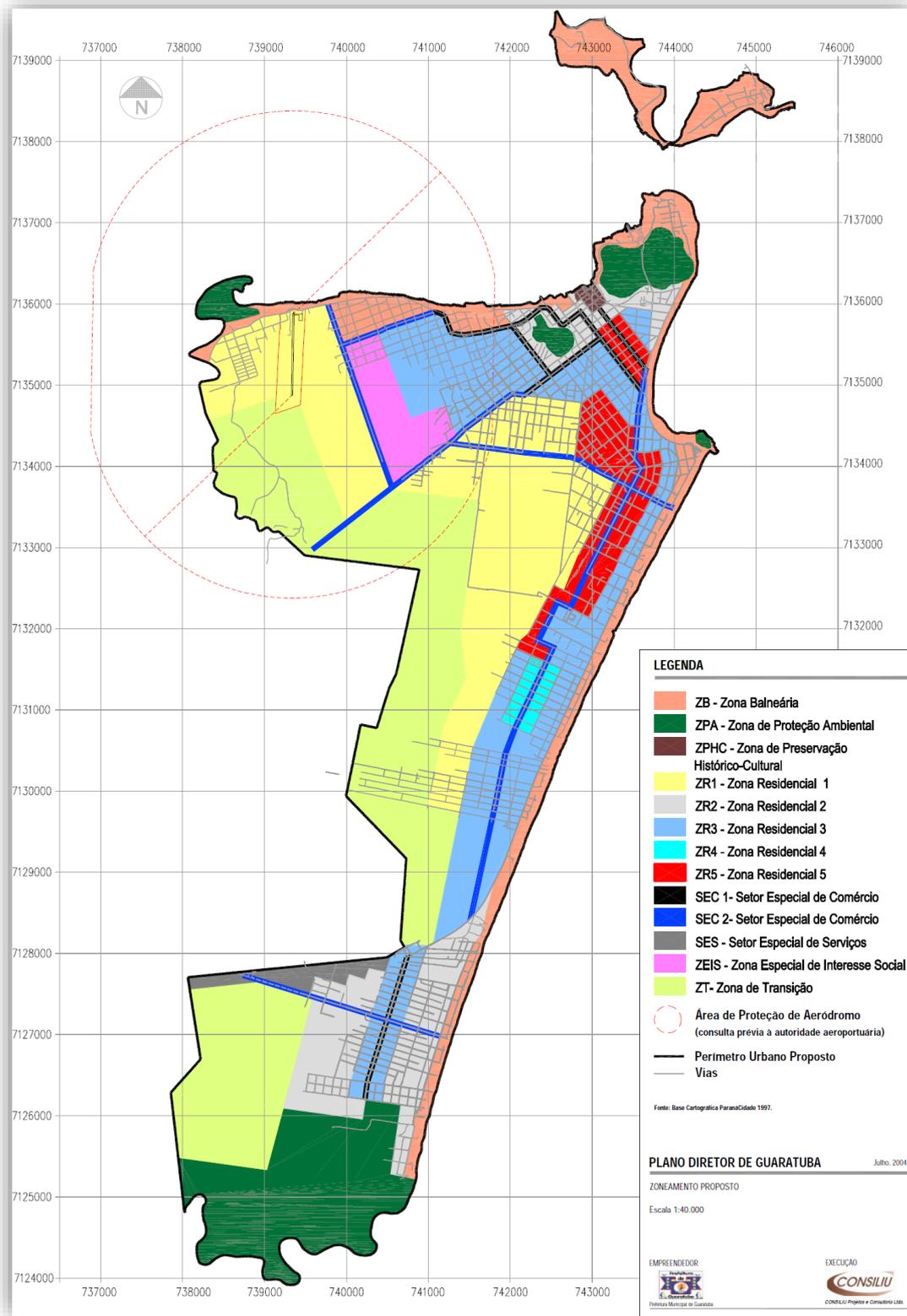
- **Usos Comunitários:** espaços, estabelecimentos ou instalações destinadas à educação e lazer, cultura, saúde, assistência social, cultos religiosos, com parâmetros de ocupação específicos, subclassificam-se em: a) Uso Comunitário 1 – atividades de atendimento direto, funcional ou especial ao uso residencial, tais como: ambulatórios assistência social, berçário, creche, ensino maternal, pré-escola, jardim de infância, biblioteca; b) Uso Comunitário 2 – atividades que impliquem em concentração de pessoas ou veículos, níveis altos de ruídos e padrões viários especiais, tais como: auditório, boliche, cancha de futebol, centro de recreação, museu, sede cultural, esportiva e recreativa, colônia de férias, estabelecimentos de ensino de 1º e 2º graus, hospital, casa de culto, templo religioso; c) Uso Comunitário 3 – atividades de grande porte, que impliquem em concentração de pessoas ou veículos, não adequadas ao uso residencial sujeitas a controle específico, tais como: kartódromo, circo, parque de diversões, estádio, estabelecimento de ensino de 3º grau, campus universitário; d) Uso Comunitário 4 – atividades de médio e grande porte que impliquem em concentração de pessoas, barcos e veículos, sujeitas a controle específico, tais como: trapiches, marinas.

- **Usos Comerciais e de Serviços:** atividades pelas quais fica definida uma relação de troca visando o lucro e estabelecendo-se a circulação de mercadorias, ou atividades pelas quais fica caracterizado o préstimo de mão de obra ou assistência de ordem intelectual ou espiritual. Caracterizado como: a) Comércio e Serviço Vicinal – atividade comercial varejista de pequeno porte, disseminada no interior das zonas, de atualização imediata e cotidiana, entendida como um prolongamento do uso residencial, tais como: açougue, armarinhos, casa lotérica, drogaria, farmácia, floricultura, papelaria, revistaria, profissionais autônomos; b) Comércio e Serviço de Bairro – atividades comerciais varejistas e de prestação de serviços de médio porte destinadas a atendimento de determinado bairro ou zona, tais como: academias, agência bancária, borracharia, oficina mecânica de veículos, restaurante, comércio de material de construção, comércio de veículos e acessórios, escritórios administrativos, estabelecimentos de ensino de cursos livres, estabelecimento comercial, joalheria, laboratórios, lavanderia, etc; c) Comércio e Serviço Setorial – atividades comerciais varejistas e de prestação de serviços, destinadas a um atendimento de maior abrangência, tais como: buffet com salão de festas, centros comerciais, clínicas, entidades financeiras, imobiliárias, lojas de departamentos, serviços de lavagem de veículos, supermercados; d) Comércio e Serviço Geral – atividades comerciais varejistas e atacadistas ou de prestação de serviços destinados a atender à população em geral, que por seu porte ou natureza, exijam confinamento em área própria, tais como: agenciamento de cargas, canil, comércio atacadista, comércio varejista de grandes equipamentos, depósitos, armazéns, serviços de coleta de lixo, transportadora; e) Comércio e Serviço Específico – atividade peculiar cuja adequação à



vizinhança e ao sistema viário depende de análise especial, tais como: marinas, postos de gasolina, cemitério, capelas mortuárias e ossuários.

- **Uso Industrial:** atividade pela qual resulta produção de bens pela transformação de insumos, subclassificando-se em: a) Indústria Tipo 1 – atividades industriais compatíveis com o uso residencial, não incômodas ao entorno, tais como: confecções, malharias, fabricações de artefatos em geral; b) Indústria Tipo 2 – atividades industriais compatíveis ao seu entorno e aos parâmetros construtivos da zona, não geradoras de intenso fluxo de pessoas e veículos, tais como: cozinha industrial, fiação, funilaria, indústria de panificação, indústria gráfica, serralheria, fabricação de: acabamentos para móveis, acessórios para panificação, agulhas, alfinetes, anzóis, aparelhos fotográficos, aparelhos ortopédicos, artefatos de cartão, cartolina, papel e papelão, artefatos de lona, junco e vime, artigos de carpintaria, artigos de esportes e jogos recreativos, artigos têxteis, embalagens, luminosos, produtos veterinários, tapetes, tecelagem, varais, vassouras; c) Indústria Tipo 3 – beneficiamento de pescados e produtos regionais (banana, palmito, gengibre entre outros).



**Figura 6. Desenho esquemático do zoneamento do município de Guaratuba, elaborado pelo Plano Diretor.**

### 1.3.2 Lei do Sistema Viário

Considerou-se como sistema viário do município de Guaratuba o conjunto de vias que, de forma hierarquizada e articulada com as vias locais, viabilizam a circulação de pessoas, veículos e cargas. As vias do Sistema Viário foram classificadas, segundo a natureza da sua circulação, como segue (Figura 7):

**1) Vias de Estruturação Regional:** são as que no interior do município estruturam o sistema de orientação dos principais fluxos de interesse regional (BR-376 e PR-412).

**2) Vias Arteriais:** são vias que estabelecem a ligação entre o sistema rodoviário interurbano e o sistema viário urbano. Além disso, elas têm a finalidade de canalizar o tráfego de um ponto a outro do município ligando distritos ou bairros. Elas caracterizam-se por priorizarem o rápido deslocamento dos veículos, com objetivo de diminuir o tempo de deslocamento entre esses locais, sendo desestimuladas, portanto, atividades comerciais ou industriais que demandem locais para estacionamento e/ou manobra de veículos. Nestas vias também deverá haver espaço suficiente no acostamento para a parada de transporte coletivo, de modo que este veículo não atrapalhe a circulação dos demais veículos nos pontos de parada. Tais vias alimentam e coletam o tráfego das vias Coletoras e Principais. As Vias Arteriais estão divididas em duas formas: a da Avenida Paraná e ao do Sistema Binário.

**3) Vias Principais:** são vias que tem a finalidade de interligação entre bairros. Em geral elas são de mão dupla e estão estruturando o Setor Especial de Comércio, sendo portando vias de tráfego mais lento, com espaços para estacionamento e manobras de veículos.

**4) Vias Coletoras:** são as vias de mão dupla que tem a finalidade de ligação dos bairros com a orla, coletando o tráfego das vias locais tanto no sentido balneário quanto sentido bairro. Hierarquicamente elas possuem preferência apenas sobre as vias locais.

**5) Vias Especiais:** caracterizadas como um eixo viário turístico, as vias especiais são vias de mão dupla que limitam as zonas especiais balneárias. São vias que tem por finalidade a interligação entre balneários, e, sendo as vias contínuas mais próximas do balneário, deverão ter um projeto urbano paisagístico específico, objetivando estimular seu interesse turístico, contemplando: implantação de ciclovia, iluminação, arborização e mobiliário urbano.

**6) Vias comerciais especiais:** são vias de mão dupla localizadas no centro urbano onde a atividade comercial encontra-se consolidada. São vias de tráfego lento com espaços para estacionamento e manobras de veículos.

**7) Vias Locais:** são vias de mão dupla e de baixa velocidade que promovem a distribuição do tráfego local.

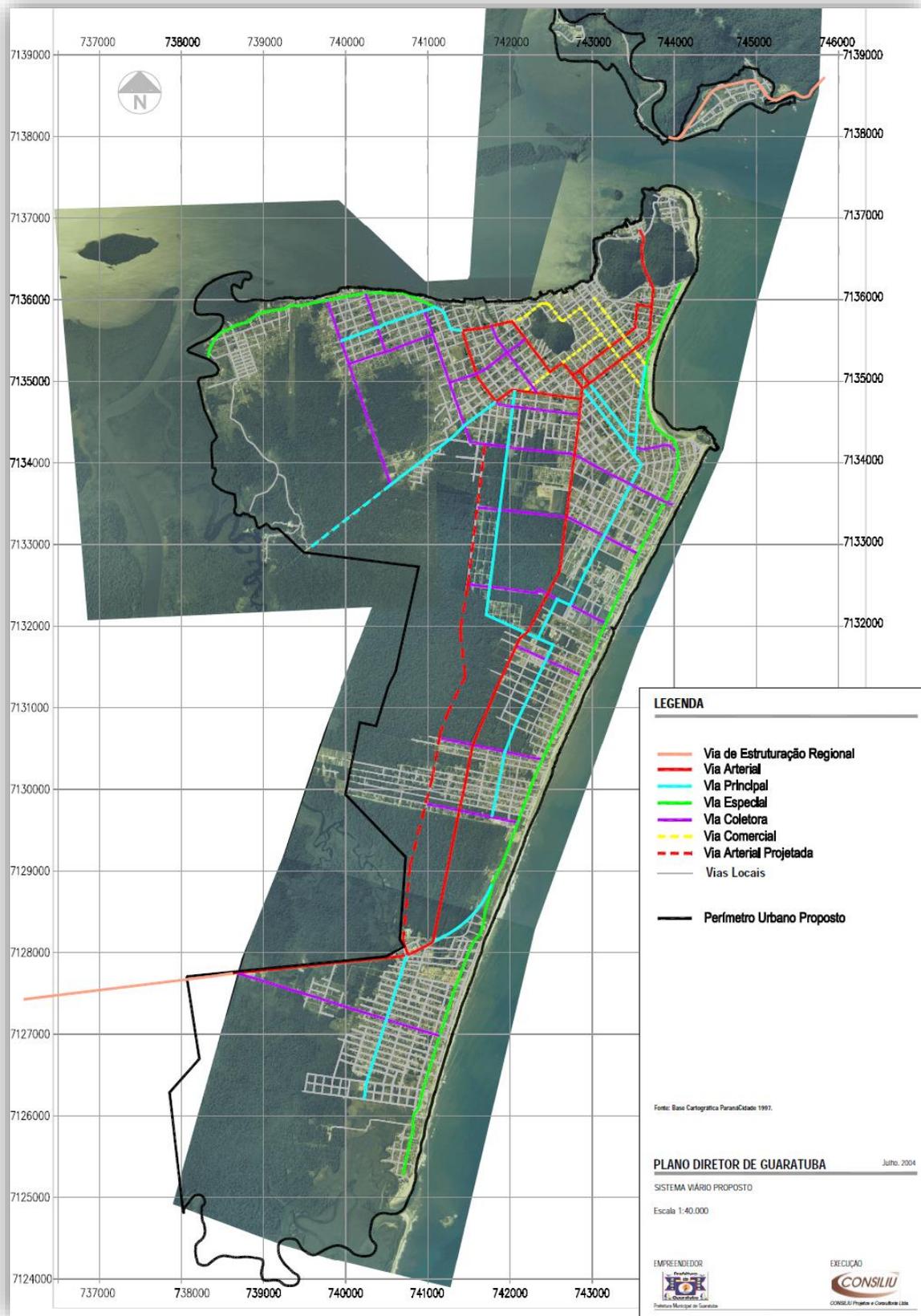


Figura 7 - Fotografia da cidade com a determinação do sistema viário.

### **1.3.3 Lei de Drenagem**

Em quase toda a cidade verificam-se problemas relacionados à microdrenagem, pois as obras não contemplam em seus estudos as características da bacia contribuinte e a expansão urbana. Outro fator observado é que a maioria dos moradores não se preocupam com a manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem o que tornam cada vez mais freqüentes as enchentes e inundações.

Além disso, em muitos locais existem ligações de esgoto clandestinas na rede de drenagem, causando poluição nos mananciais destinados ao abastecimento público. Desta forma a educação ambiental é configurada como um instrumento importante para demonstrar a articulação entre os processos de uso e ocupação do solo e a urbanização com os problemas de enchentes e erosão, tanto para a sociedade de forma geral como para os tomadores de decisões governamentais.

### **1.3.4 Código Ambiental**

Para proclamar um Código Ambiental como o que será exposto a seguir, é preciso alterar a Lei Orgânica Municipal, ou então, instituir uma fiscalização ambiental eficiente. Portanto, o código aqui apresentado é uma versão preliminar que poderá dar um novo impulso ao movimento para alteração das leis municipais.

Desta forma compete ao município de Guaratuba mobilizar e coordenar suas ações e recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos, bem como a participação da população, na consecução dos objetivos e interesses estabelecidos neste Código, devendo então:

I - Planejar e desenvolver ações de promoção, proteção, conservação, preservação, recuperação, restauração, reparação, vigilância e melhoria da qualidade ambiental;

II - Definir e controlar a ocupação e uso dos espaços territoriais, em conformidade com a legislação pertinente;

III - Elaborar e implementar os planos que visem à melhoria da qualidade ambiental do Município;

IV - Exercer o controle da poluição e da degradação ambiental;

V - Definir áreas prioritárias de ação governamental, relativas ao meio ambiente, visando à proteção ambiental e ao equilíbrio ecológico;



VI - Identificar, criar e administrar espaços territoriais que visem à proteção de ecossistemas naturais, flora e fauna, recursos genéticos e outros bens e interesses ecológicos, estabelecendo normas de sua competência a serem observadas nestas áreas;

VII - Estabelecer diretrizes específicas para a proteção dos recursos hídricos, por meio de planos de uso e ocupação das áreas de drenagem de bacias hidrográficas;

VIII - Estabelecer normas e padrões complementares de qualidade ambiental, aferição e monitoramento dos níveis de poluição do solo, atmosférica, hídrica, sonora e visual, dentre outros;

IX - Estabelecer normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;

X - Fixar normas de auto-monitoramento, padrões de emissão e condições de disposição final ou lançamento de resíduos e efluentes de qualquer natureza no ambiente;

XI - Conceder licenças, autorizações e fixar limitações administrativas relativas ao meio ambiente;

XII - Implantar sistema de cadastro e informações sobre o meio ambiente;

XIII - Promover a sensibilização pública para a proteção do meio ambiente e a educação ambiental como processo permanente, integrado e multidisciplinar, em todos os níveis e formas de ensino;

XIV - Fomentar e incentivar a criação, absorção e difusão de tecnologias e o desenvolvimento, a produção e instalação de equipamentos compatíveis com a sustentabilidade ecológica, social, cultural e econômica;

XV - Implantar e operar o sistema de monitoramento ambiental;

XVI - Implantar sistemas de controle e fiscalização, no âmbito municipal, das atividades capazes de interferir sobre a qualidade ambiental, orientando, exigindo e cobrando obrigações do poluidor e/ou degradador conforme legislação vigente;

XVII – Garantir a participação social e comunitária no planejamento, execução e vigilância das atividades que visem à proteção, recuperação ou melhoria da qualidade ambiental;

XVIII - Regulamentar e controlar, observadas a legislação federal e estadual, a utilização e o transporte de produtos químicos, em qualquer atividade, no âmbito do Município;

XIX - Incentivar, colaborar e participar de planos e ações de interesse ambiental nos âmbitos federal, regional e estadual, por meio de ações compartilhadas, acordos, parcerias, consórcios e convênios;



XX - Executar outras medidas consideradas essenciais à conquista e manutenção de melhores níveis de qualidade ambiental;

XXI - Garantir aos cidadãos o livre acesso às informações e dados sobre as questões ambientais do Município;

XXII - Firmar convênio com órgãos públicos ou privados, visando à cooperação técnica, científica e administrativa nas atividades de proteção ao meio ambiente.

O município será amparado pelo Conselho Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo, órgão colegiado autônomo de caráter consultivo e deliberativo do Sistema Municipal de Meio Ambiente – SIMMA. O órgão ambiental local é a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, que é responsável pela formulação, coordenação, execução, controle e avaliação da Política Municipal de Meio Ambiente.

A Política Municipal do Meio Ambiente, respeitadas as competências da União e do Estado, tem por objetivo manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de promover sua proteção, preservação, controle, conservação, defesa, recuperação e melhoria para as presentes e futuras gerações.

O décimo sexto objetivo dessa Política Municipal diz respeito à maricultura e está explanada a seguir: XXVI - Incentivar estudos e pesquisas, objetivando a solução de problemas ambientais, o uso adequado dos recursos naturais e o desenvolvimento de produtos, processos, modelos e sistemas de significativo interesse ecológico, principalmente nas questões referentes à maricultura.

São considerados instrumentos da Política Municipal de Meio Ambiente:

#### **A) Planejamento e Gestão Ambiental**

O Planejamento Ambiental é o instrumento da Política Municipal de Meio Ambiente que estabelece as diretrizes que orientam o desenvolvimento sustentável e considerando as seguintes variáveis: a legislação vigente, tecnologias existentes, viabilidades sócio-ambientais, características e tendências, necessidades da população, ordenação racional e criteriosa dos espaços, além de, fixar diretrizes para orientar os processos de intervenção sobre o meio ambiente, recomendar ações, definir as metas plurianuais, entre outros.

#### **B) Avaliação de Impacto Ambiental, Análise de Risco e do Estudo de Impacto de Vizinhança**

#### **C) Licenciamento e Autorizações Ambientais**



O Licenciamento Ambiental Municipal é um conjunto de procedimentos técnicos/administrativos pelo qual o órgão ambiental local licencia a execução de planos, programas, projetos, a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, de qualquer forma, possam causar degradação ambiental, de iniciativa privada ou pública, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas para cada caso.

#### **D) Normas, critérios, parâmetros e padrões de qualidade ambiental**

Os padrões de qualidade ambiental são os valores de concentrações máximas toleráveis no ambiente para cada poluente, de modo a resguardar a saúde humana, a fauna, a flora, as atividades econômicas e o meio ambiente em geral.

#### **E) Monitoramento**

O monitoramento ambiental consiste no acompanhamento da qualidade e disponibilidade dos recursos ambientais.

#### **F) Fiscalização ambiental e das penalidades disciplinares e compensatórias**

#### **G) Espaços Territoriais Especialmente Protegidos**

#### **H) Sistema Municipal de Informações e Cadastros Ambientais**

#### **I) Educação Ambiental e dos Núcleos de Meio Ambiente**



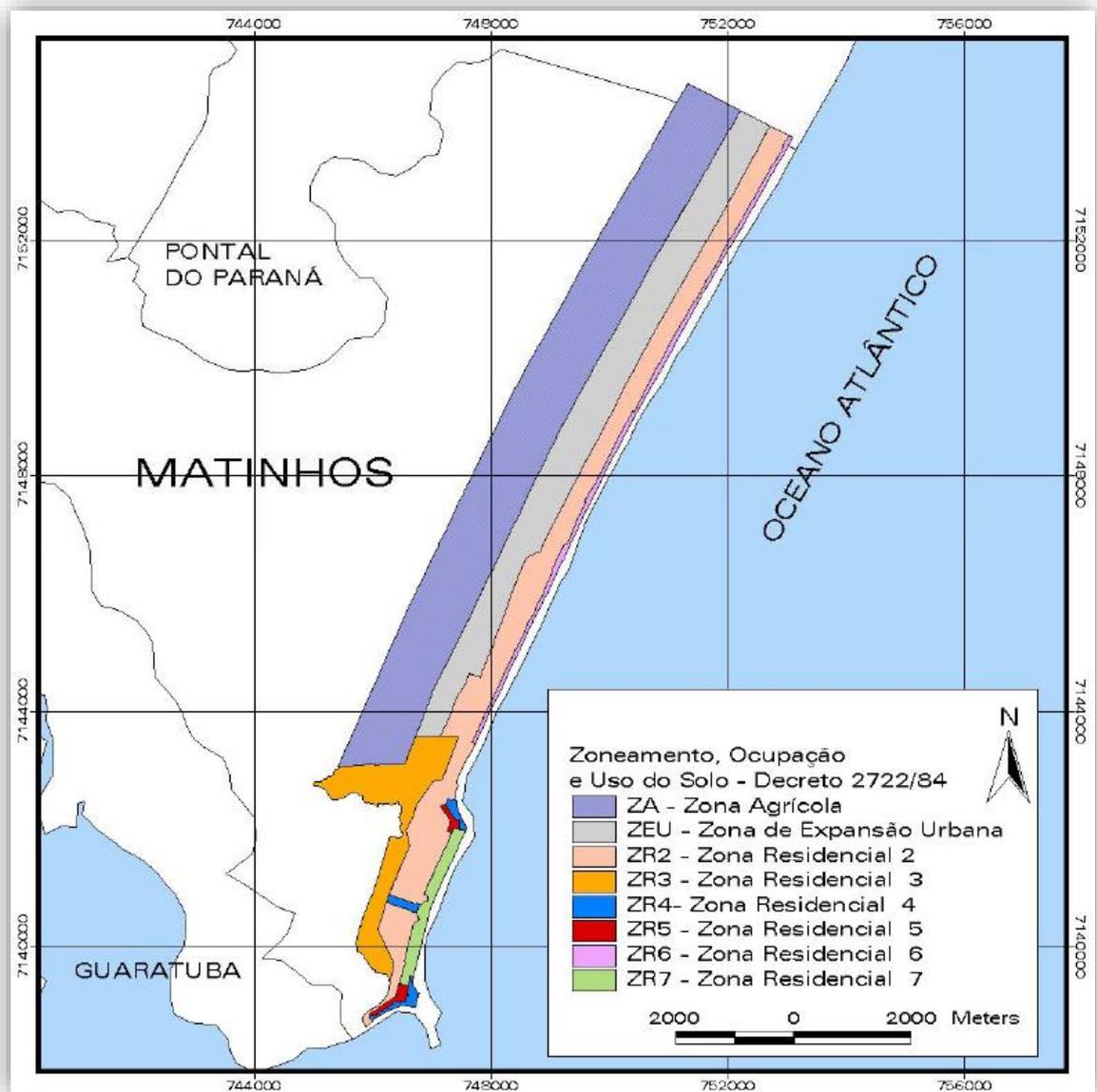
## 1.4 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE MATINHOS

O documento final do Plano Diretor do Município de Matinhos é composto pelos seguintes documentos: Diagnósticos 01 e 02 (socioeconômico, físico-territorial e parcelamento do solo urbano); Gestão Ambiental Urbana – Propostas; Consulta Pública e Participação Popular; Gestão Ambiental Urbana – Legislação e Mapeamento.

O primeiro caderno do diagnóstico apresenta aspectos relevantes sobre o município abordando suas potencialidades, seus condicionantes e deficiências. Sendo que o seu objetivo se fundamenta na consolidação da participação interinstitucional para o planejamento de um território geográfico, cujos interesses para o uso e a ocupação requerem esforços diferenciados para intervenção no meio físico, e cujas atribuições de comando e controle devem ser amplamente discutidos.

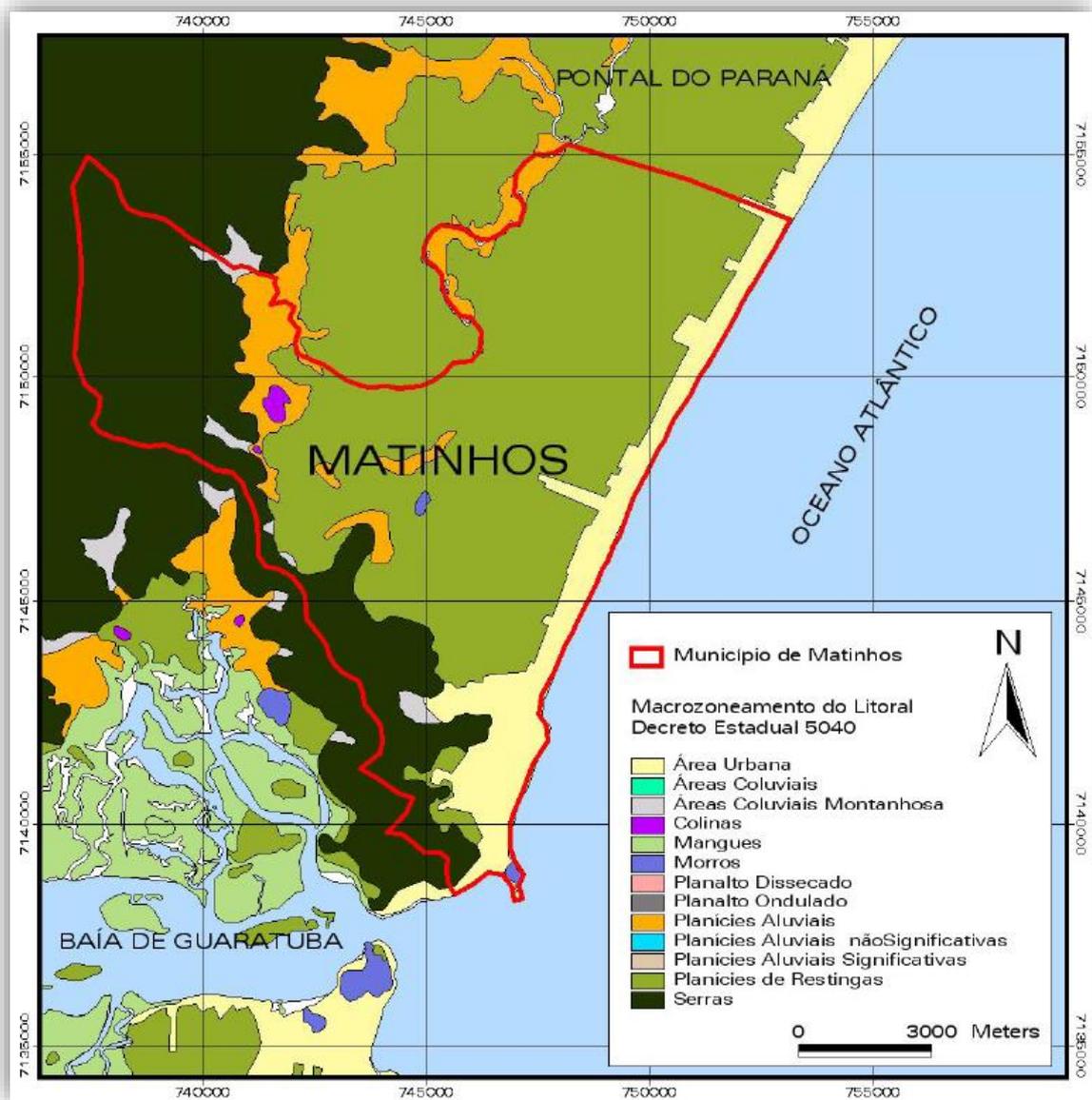
Desta forma foi estruturado um banco de dados do sistema fundiário do município, com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas (SIG). O contexto que norteou o presente trabalho foi o documento de cunho nacional intitulado “Cidades Sustentáveis” que se baseia no desenvolvimento sustentável das cidades e diminuição dos impactos ambientais, sociais e econômicos indesejáveis no espaço urbano.

Como marco no processo de uso e ocupação do solo do município em 1984 foi instituído o Decreto Estadual nº 2722, que especifica e define condições para o aproveitamento de áreas e locais considerados de interesse turístico. Cabe ressaltar que até 2006 este zoneamento ainda era aplicado (Figura 8)



**Figura 8 - Zoneamento, Ocupação e Uso do Solo de acordo com o Decreto 2722/84.**

Além desse zoneamento, o IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social) realizou estudos e elaborou outro macrozoneamento da região que foi analisado e deliberado pelo Conselho do Litoral através do Decreto Estadual 5040/89 (Figura 9), que ao contrário do Decreto de 1984, estabelece as Unidades Ambientais Naturais.

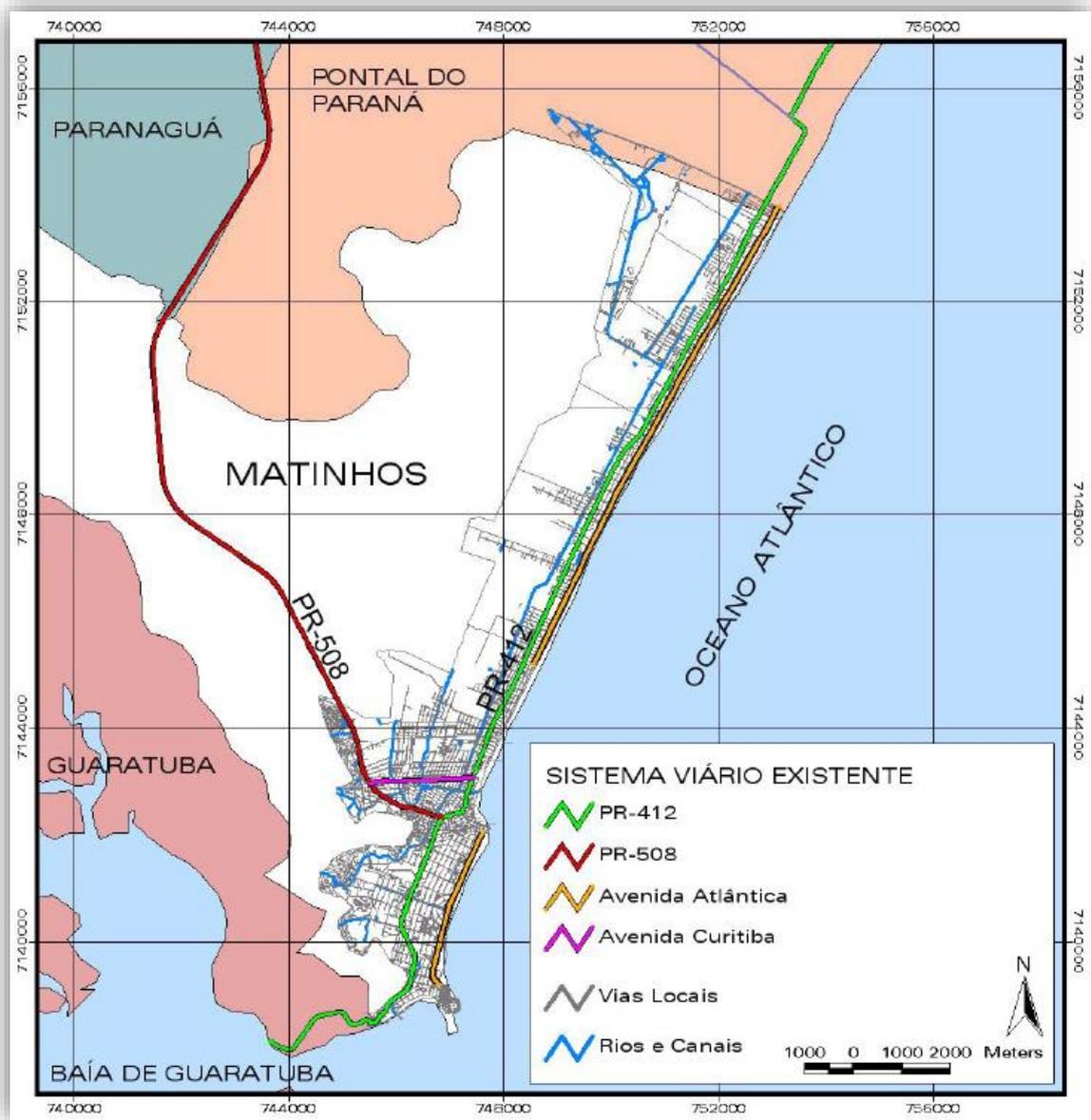


**Figura 9 - Mapa esquemático do macrozoneamento do município.**

Em relação ao ordenamento territorial do litoral, vem sendo elaborado desde 1984 pelo Conselho do Litoral, mas as atividades diretamente relacionadas aos recursos marinhos, como maricultura e pesca, e as atividades relacionadas aos esportes náuticos, não foram objeto de disciplinamento até 2006. Porém no ano de 2006 o ordenamento marinho foi concluído pelo projeto Mar e Costa – Gestão Integrada da Zona Costeira, com ênfase no ambiente marinho do Governo do Estado e o seu resumo se encontra nesse documento.

Além disso, o Plano Diretor explana que algumas tentativas frustradas de delimitação de áreas para maricultura indicaram a falta de metodologias adequadas para área aquática, sendo que as maiores dificuldades são observadas na integração com propostas de zoneamento terrestre.

Em relação ao sistema viário da cidade não há uma hierarquia definida no sistema viário, destacando-se as rodovias estaduais de acesso PR – 412 e PR – 508, além da descontinuidade existente do sistema (Figura 10).



**Figura 10 - Sistema viário existente no município em 2006.**

O segundo caderno do diagnóstico foi caracterizado pelo mapeamento do solo urbano do município de Matinhos. Os loteamentos foram caracterizados e classificados como regulares, irregulares e clandestinos. Dos 144 loteamentos existentes, 65 foram classificados como regulares, 53 como irregulares, 6 como clandestinos e 20 parcelamentos não classificados.

O terceiro documento é baseado nas propostas técnicas elaboradas em forma de mapas e textos. Sendo que a primeira proposta refere-se ao erro de demarcação do município

realizada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos que efetuou a demarcação das divisas geopolíticas através de marcos físicos, resultando em área de conflito de território entre Matinhos e Pontal do Paraná.

O zoneamento ambiental apresentado subdivide o município em três áreas: área rural (destinadas ao desenvolvimento de atividades agrícolas); área urbana (destinadas à ocupação urbana) e área de uso especial (áreas de unidades de conservação, unidade de proteção às áreas de mananciais e de gestão biotecnológica). Esse zoneamento foi realizado a fim de contemplar os seguintes objetivos: (i) o desenvolvimento pleno das atividades urbanas; (ii) o desenvolvimento de atividades rurais aliadas ao conceito de proteção do ecossistema Floresta Ombrófila Densa; (iii) implantação e sustentabilidade de áreas de uso especial (Figura 11).



Figura 11 - Mapa do Zoneamento Ambiental Municipal de Matinhos.

Já o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano apresenta as seguintes definições (Figura 12):

- Setor Especial Industrial (SEI): caracterizado pelo espaço urbano reservado às indústrias não poluentes.

- Zona Residencial 1 (ZR1): caracterizada como zona de uso habitacional com edificações até 3 (três) pavimentos, permitindo-se a edificação de unidades geminadas com, no máximo, 5 (cinco) unidades por lote.

- Zona Residencial 2 (ZR2): caracterizada como zona de uso habitacional, permitidas edificações com até 4 (quatro) pavimentos.

- Zona Residencial 3 (ZR3): caracterizada como zona de uso habitacional, permitidas edificações com até 6 (seis) pavimentos.

- Zona Central (ZC): caracterizada como zona destinada à instalação do comércio local, permitidas edificações com até 03 (três) pavimentos.

- Zona Balneária 1 (ZB1): zona de uso habitacional com caráter de veraneio, incluindo os estabelecimentos de hospedagens e serviços vicinais, com construções com até 3 (três) pavimentos, não sendo admitidas edificações geminadas.

- Zona Balneária 2 (ZB2): caracterizada como zona de uso habitacional com caráter de veraneio, pousadas e complexos hoteleiros, permitindo construções com até 10 (dez) pavimentos.

- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS): zona de uso habitacional destinada à regularização fundiária de habitações consolidadas e implantação de moradias de interesse social, permitindo-se construções com até 4 (quatro) pavimentos.

- Zona de Conservação Ambiental 1 (ZCA1): zona destinada prioritariamente à conservação ambiental, nas quais o potencial construtivo será aplicado a 60% (sessenta por cento) do total do imóvel.

- Zona de Conservação Ambiental 2 (ZCA2): caracterizada como zona destinada prioritariamente à conservação ambiental, nas quais o potencial construtivo será aplicado a 30% (trinta por cento) do total do imóvel.

- Zona de Uso Restrito (ZUR): caracterizada como zona destinada prioritariamente à proteção ambiental, sendo que o potencial construtivo será aplicado a 80% (oitenta por cento) do total do imóvel .

- Zona de Restrição Máxima (ZRM): caracterizada como zona destinada prioritariamente à proteção, onde não será permitido nenhum tipo de ocupação.



- a. Lei do Plano Diretor;
- b. Perímetro Urbano Municipal;
- c. Zoneamento Ambiental, Uso e Ocupação do Solo Rural;
- d. Sistema Viário;
- e. Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano;
- f. Parcelamento do Solo Urbano;
- g. Fundo Municipal de Desenvolvimento;
- h. Outorga Onerosa do Direito de Construir;
- i. Código de Obras;
- j. Código de Posturas;
- k. Passeios Urbanos.

A Lei de Zoneamento Ambiental, Uso e Ocupação do Solo Rural na sua seção IV dispõe as medidas proibitivas em relação à aquicultura no município. Segue abaixo os artigos 11 e 12 da seção.

Art. 11 - Não será permitido o desenvolvimento da atividade de aquicultura, nos seguintes casos:

I. Nas áreas e sítios de importância de associações vegetais relevantes;

II. Nas áreas e sítios de importância para a reprodução e sobrevivência de espécies animais ameaçadas de extinção;

III. Nas áreas e locais de ocorrência de conjuntos de importância histórica, artística, etnológica, paisagística e sítios arqueológicos, incluindo seus entornos imediatos, cujas dimensões e características serão estabelecidas caso a caso;

IV. Na Área de Proteção ao Manancial.

Art. 12 - Nas demais áreas as atividades de aquicultura poderão ser desenvolvidas mediante observância dos seguintes princípios gerais:

I. As obras civis, cortes e aterros, viveiros, barragens e outras instalações necessárias deverão ser executadas levando em conta critérios e estruturas que garantam sua estabilidade por período compatível com o risco ambiental derivado de seu eventual rompimento;

II. O período de risco a ser considerado não poderá ser inferior a 15 (quinze) anos, quando as atividades de aquicultura compreendam espécies exóticas;

III. Deverão ser mantidas as condições de escoamento e estabilidade dos corpos e cursos d' água;

IV. Os "bota-fora", locais de disposição final de estéreis e rejeitos, não poderão obstruir ou contaminar cursos e corpos d' água;



V. As áreas de empréstimos deverão ser recompostas floristicamente, mediante emprego diversificado de essências nativas adequadas pertencentes à Floresta original;

VI. As áreas de “bota-fora” deverão ser reflorestadas com espécimes autóctones adequados;

VII. Quando as áreas de empréstimos e de “bota-fora” se localizarem em áreas que permitam atividades florestais, agropecuárias e outras, poderão ser utilizadas com esses fins, de acordo com as normas estabelecidas para as Áreas, Unidades ou Zonas onde se localizem;

VIII. O desmatamento e os movimentos de terra só serão permitidos nas áreas previstas nos projetos de implantação e ampliação;

IX. O cultivo de espécies nativas só será permitido quando se dominar o ciclo biológico completo das espécies cultivadas, não podendo ser utilizadas como insumo para a atividade produtiva, espécimes retirados do meio natural em nenhum estágio de desenvolvimento;

X. O cultivo de espécies exóticas deverá contar com sistemas de segurança nos canais de escoamento ou outros locais, a fim de impedir sua fuga para o meio ambiente.

## 1.5 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ

O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do município de Pontal do Paraná é formado por Cadernos e o Mapeamento. Os Cadernos contêm um diagnóstico e o conjunto de leis, nos quais estão incluídos as Propostas de Desenvolvimento para o Município, ao passo que o mapeamento é uma forma complementar às leis. A seguir são citados os 6 cadernos elaborados com seus respectivos temas

1º Caderno: NOSSA TERRA / Inventário do Suporte Natural e da Cultura (descreve a origem e o território do município);

2º Caderno: NOSSA GENTE / Inventário Social, Econômico e Institucional (descreve e quantifica as instituições do povo);

3º Caderno: PERSPECTIVAS / Os Cenários Locais e as Diretrizes Comunitárias (analisa a situação e projeta mudanças de rumo);

4º Caderno: LEGISLAÇÃO / Leis Fundamentais de Urbanidade e Desenvolvimento (instrumentos legais que regem as transformações);

5º Caderno: NOSSO PLANO / Regulamentos, Programas e Projetos Municipais (ações e regras para consolidar as mudanças);

6º Caderno: CATÁLOGO / Índice do documento (material de consulta).

O primeiro caderno aborda questões históricas e naturais do município, já o segundo caderno faz um panorama geral em relação aos aspectos sociais, econômicos e institucionais. Cabe ressaltar nesse 2º caderno, os aspectos legais que regem o município, em que a legislação estadual pertinente as áreas e locais de interesse turístico, definidas como áreas a serem preservadas e valorizadas para o desenvolvimento turístico, autoriza o exercício da atividade de maricultura desde que cada caso seja avaliado quanto ao seu impacto ambiental.

O terceiro caderno apresenta um diagnóstico sintético com as linhas de planejamento para cada setor de ação do município: como cultura, físico-territoriais, bio-territorial, infraestrutura urbana e serviços e serviços públicos. Além de propostas de intervenção de curto a longo prazos.

O caderno de número 4 apresenta as seguintes legislações:

- Lei de diretrizes do Plano Diretor;
- Lei do Perímetro Urbano;
- Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do solo;
- Lei de Parcelamento do Solo;
- Lei do Sistema Viário;
- Lei do Código de Posturas;
- Lei do Código de Obras.



A lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do solo subdivide a área urbana em zonas (Figura 13), conforme descrições a seguir.

**I. Zona Residencial (ZR):** caracterizada como zona de uso habitacional, independente de densidade populacional, permitido a verticalização de edificações proporcionalmente ao tamanho dos lotes.

**II. Zona de Parques Municipais (ZPM):** uso e ocupação dos Parques Municipais serão estabelecidos de acordo com os planos de gestão e manejo destas áreas.

**III. Zona de Proteção Permanente (ZPP):** corresponde a áreas caracterizadas por ocorrência de elementos relevantes ao suporte natural e à qualidade de vida no município, as quais são regulamentadas como Parques Municipais, incluindo-se nessa zona as áreas protegidas, por legislação federal e estadual, estabelecidas pela Resolução 303 do CONAMA.

**IV. Zona de Expansão Urbana (ZEU):** é a porção de reserva territorial da cidade, para permitir sua expansão horizontal, situada dentro dos limites do Perímetro Urbano, cuja ocupação, uso e regulamentação se condicionarão à orientação de órgãos competentes no âmbito do Estado e da União, visando a proteção e conservação das mesmas.

**V. Zona de Indústria e Produção (ZIP):** corresponde a Distritos Empresariais, para implantação de áreas industriais, complexos portuários, de produção, armazenagem e comércio atacadista. **VI. Eixo Comercial e de Serviços (ECS):** corresponde a Jardins Empresariais, sob a forma de eixos viários ou conjunto de lotes contíguos com predominância de usos não habitacionais, entremeados na malha urbana de outras Zonas, sobre as quais deverão respeitar os parâmetros ali estabelecidos e a qualidade ambiental do espaço em que se inserem, atendendo também aos usos permitidos, permissíveis e proibidos.

**VII. Setor Especial de Usos Múltiplos (SEUM):** são áreas situadas em compartimentos previstos como de Expansão Urbana na Lei de Perímetro Urbano, fora ou dentro de sua poligonal, geralmente destinadas a grandes empreendimentos como parques temáticos e complexos de lazer e hotelaria entre outros, cujos parâmetros serão definidos caso a caso pelo órgão competente estadual, em função da natureza, localização e porte do empreendimento, o qual passará, de imediato, a atender à legislação urbanística e tributária municipal, como parte do Zoneamento e do espaço urbano.

**VIII. Setor Especial de Habitação de Interesse Social (SEHIS):** correspondem a áreas destinadas exclusivamente à implantação de programas habitacionais de interesse social, sob as formas de loteamentos populares, assentamento de moradias, vilas rurais, assentamentos agrários, mutirões populares e outros projetos fundiários destinados a populações de menor renda. As áreas serão demarcadas de acordo com a necessidade do Município.

**IX. Setor Especial de Recuperação Urbana (SERU):** corresponde a áreas que foram submetidas a impactos e usos indevidos, tais como terrenos cortados por canais de drenagem executados posteriormente às ocupações previstas legalmente, como glebas onde estão previstas aberturas de vias, ocupações e posses irregulares em áreas e faixas de proteção



ambiental e demais situações que exigem a regularização ou intervenção fundiária por iniciativa do Poder Público, casos em que serão incentivados: a) a desocupação total e b) a implantação de usos compatíveis; mediante incentivos fiscais e mecanismos compensatórios, obrigatórios, previstos em lei.

**X. Zona Rural (ZRU):-** Toda área situada fora do perímetro urbano.

**XI. Zona de Interesse Portuário (ZIPO):-** corresponde a áreas destinadas à implantação de equipamentos necessários ao atendimento das necessidades do futuro Porto de Pontal do Paraná e atividades industriais de pequeno, médio e grande porte da indústria naval e de construção de plataformas de prospecção de petróleo, além de atividades estratégicas, como o aeroporto.

**XII. Zona Especial de Marinas (ZEM):-** corresponde a (ZEM) mapeada e as áreas ocupadas atualmente por garagens de barcos e pousadas, as quais serão oportunamente regularizadas, obedecida a legislação vigente (Lei Federal nº 6513) e os parâmetros estabelecidos pelos Órgãos Ambientais.

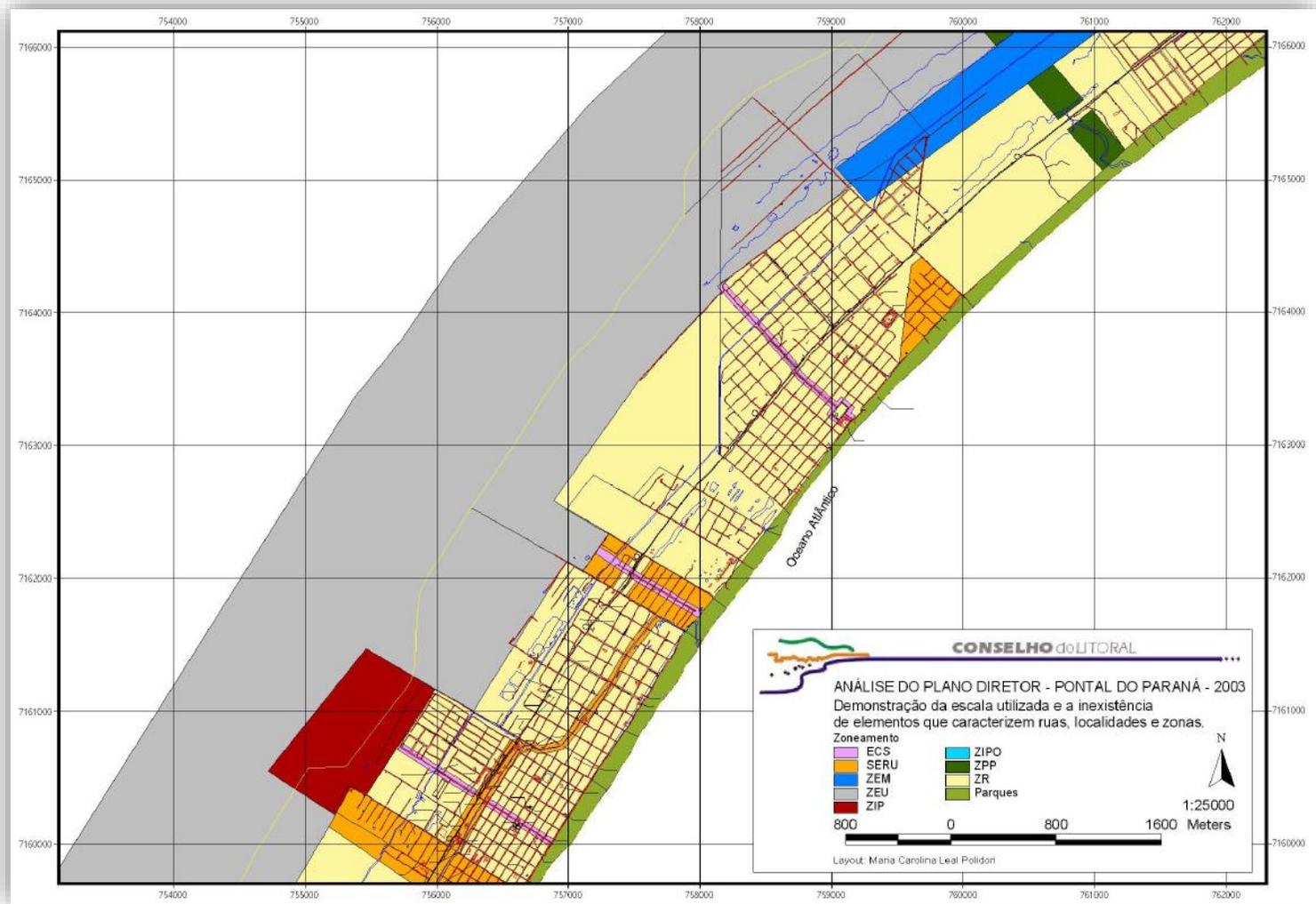
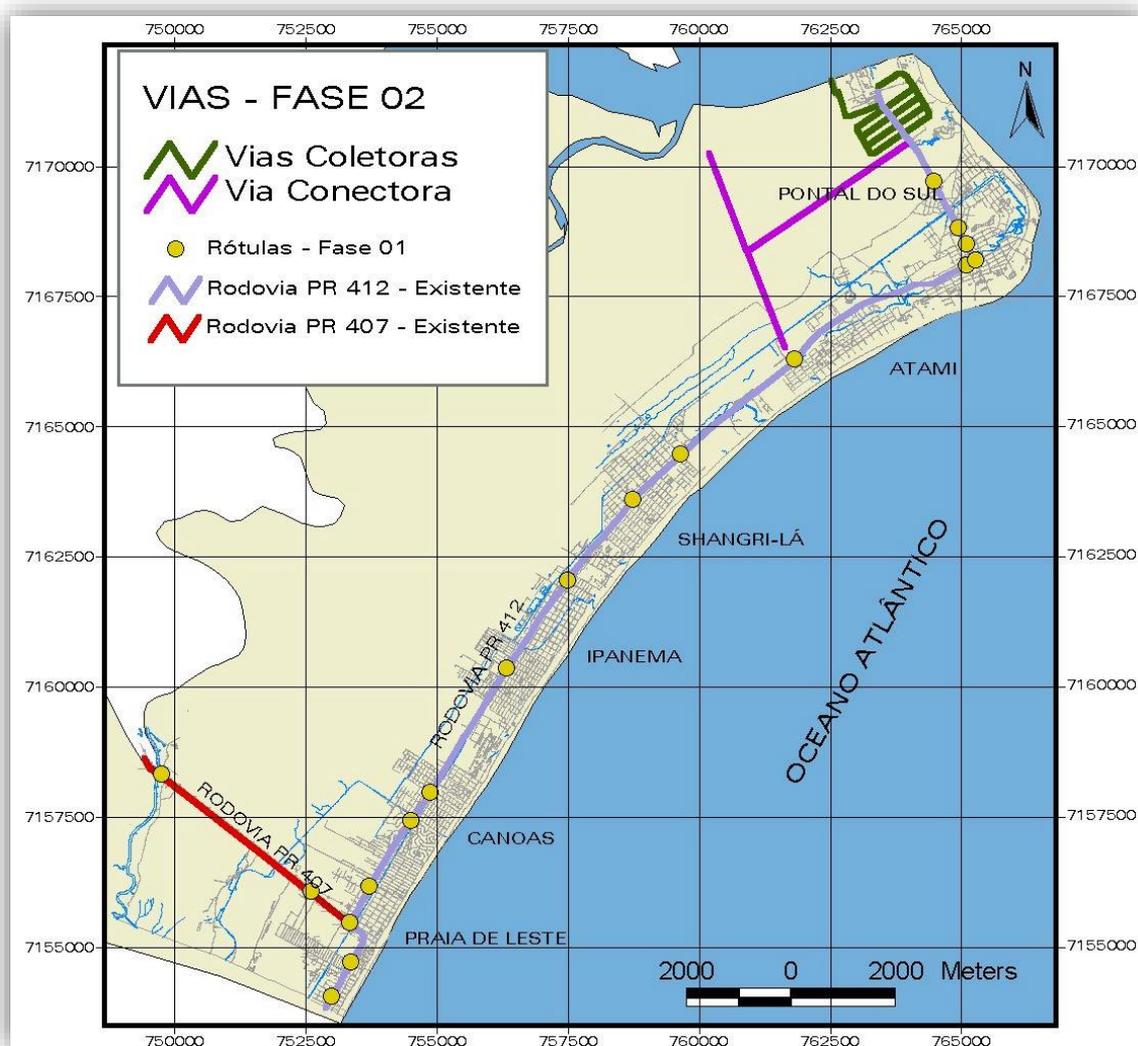


Figura 13 - Desenho esquemático do zoneamento urbano do município.

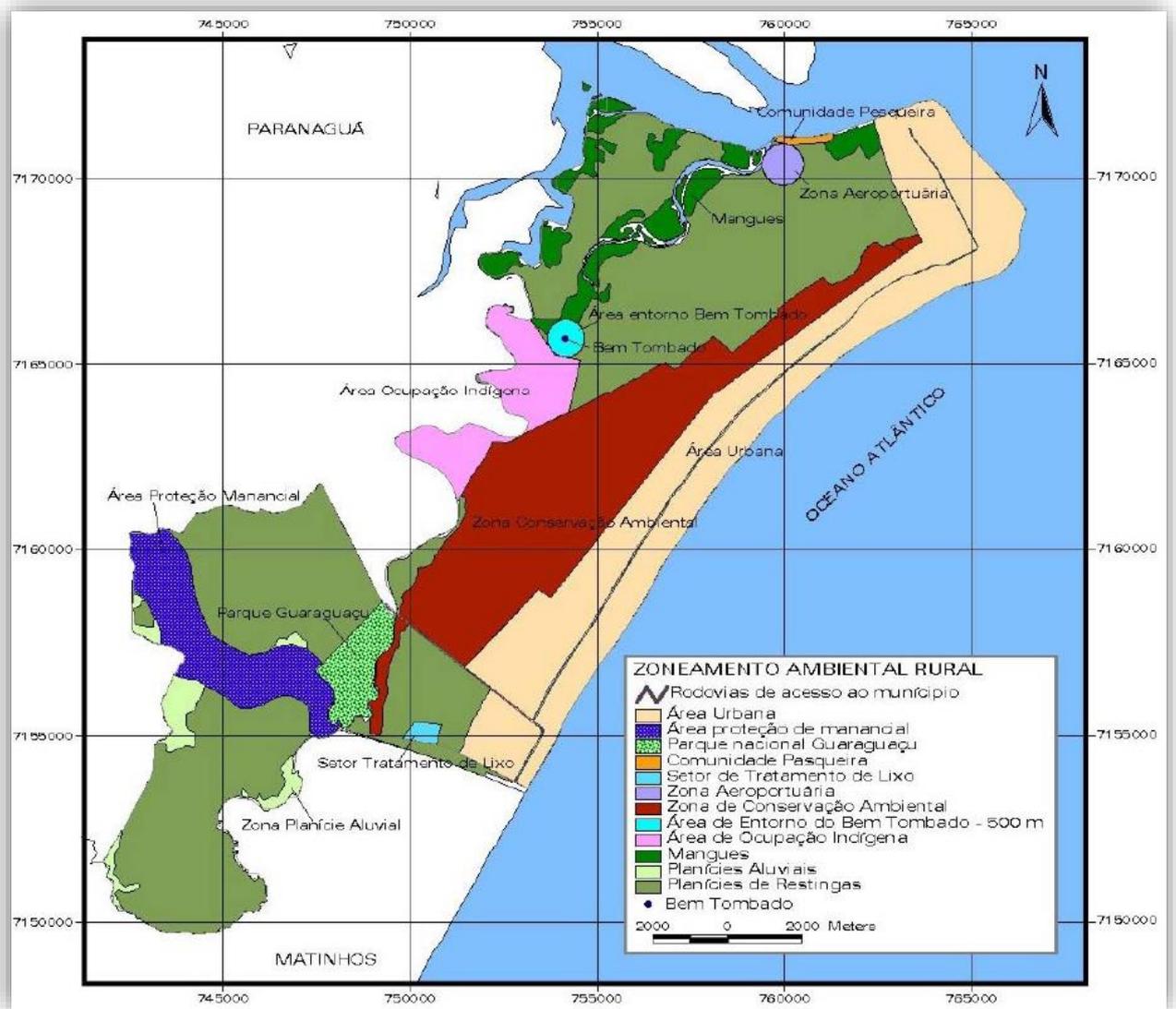
O quinto caderno apresenta anexos referentes aos regulamentos do município e o sexto caderno um índice dos capítulos do documento. Com base nesses diagnósticos apresentados foram elaboradas propostas de desenvolvimento do município. O primeiro ponto levantado que merece destaque é o conflito existente na demarcação dos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná, que já foi citado anteriormente no resumo do Plano Diretor de Matinhos.

O sistema viário do município é caracterizado pela ausência de hierarquia e funções. A principal rodovia é a PR-412 que liga todos os balneários do município, sendo que foram propostas as seguintes vias coletoras e conectoras (Figura 14).



**Figura 14 - Desenho esquemático da malha urbana do município de Matinhos.**

O zoneamento ambiental da área rural está representado na Figura 15, com destaque para as áreas de ocupação indígena (cor rosa) e as áreas de conservação ambiental (cor vermelha).



**Figura 15 - Mapa do zoneamento ambiental da área rural.**

O Plano Diretor do município de Pontal do Paraná não possui legislação específica para a prática da maricultura, apenas relembra que a implementação de atividades de maricultura deve ser precedida de uma avaliação de impacto ambiental.

## 1.6 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ

O Projeto do Plano Diretor do Município de Paranaguá diferentemente dos outros planos apresenta apenas legislações, sem um diagnóstico prévio elaborado ou então, não disponibilizado. As leis apresentadas no plano foram citadas abaixo:

- I – Lei do Plano Diretor;
- II - Lei do Perímetro Urbano;
- III - Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo;
- IV - Lei de Parcelamento do Solo Urbano;
- V - Lei do Sistema Viário;
- VI - Código de Obras e Edificações;
- VII - Código de Posturas;
- VIII - Zoneamento Ecológico-Econômico Municipal.

A única lei que faz menção à maricultura é a lei do Plano Diretor, mais especificamente em seu artigo 37. Essa lei divide o território do município de Paranaguá em duas Macrozonas complementares, delimitadas no Mapa de Macrozoneamento Municipal (Figura 16):

I - Macrozona Urbana (MU) - corresponde à porção já urbanizada e/ou passível de urbanização do território;

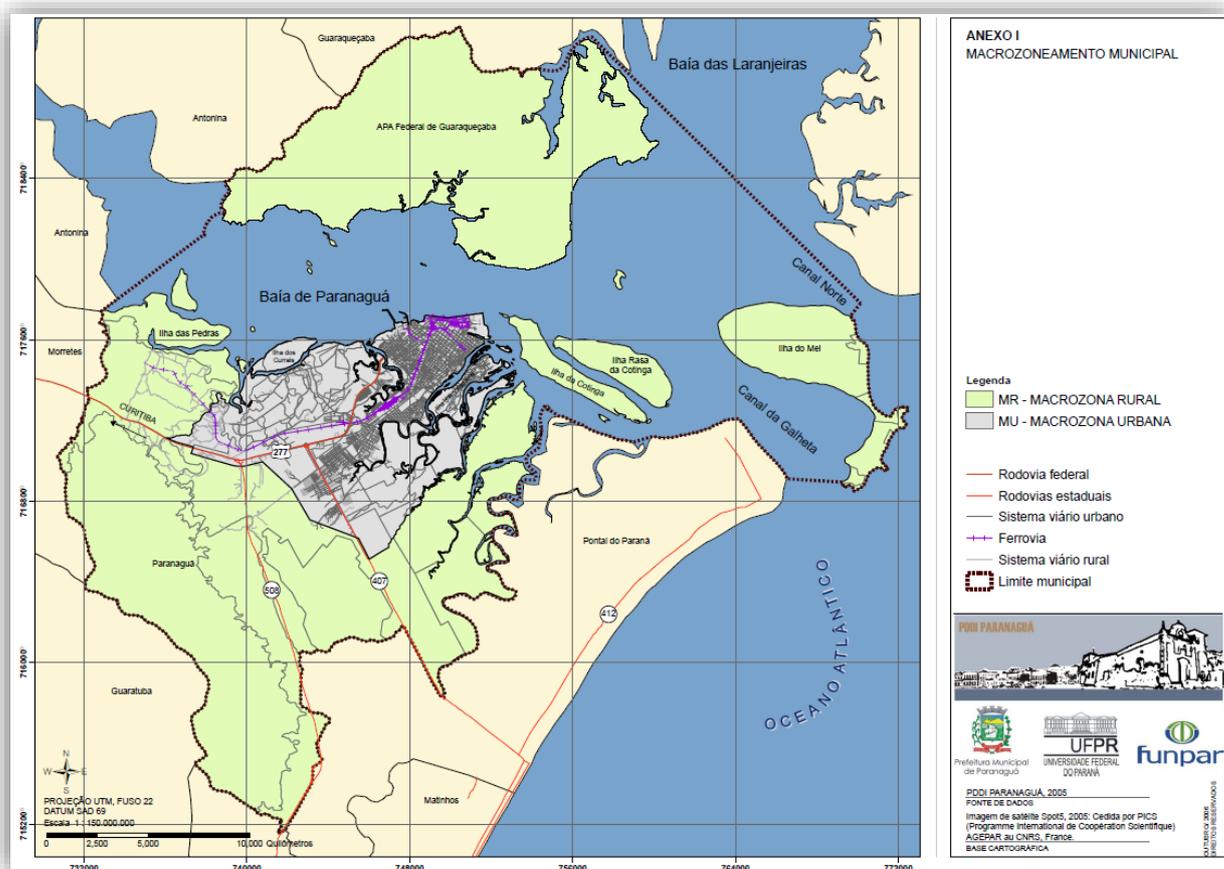


Figura 16 - Mapa do Macrozoneamento Municipal de Paranaguá, com a área urbana, em cinza e a área rural, em verde.



II - Macrozona Rural (MR) - corresponde às áreas de proteção do ambiente natural e de uso rural, em que deverão ser incentivadas e ordenadas as atividades de cultivo (maricultura) e exploração (pesca) permitindo a implementação de um desenvolvimento econômico sustentável.

## 1.7 PLANO DE CONSERVAÇÃO E GESTÃO DA BAÍA DE GUARATUBA, PR: CAP (CONSERVATION ACTION PLAN) – BAÍA DE GUARATUBA<sup>1</sup>.

O Plano de Conservação e Gestão da Baía de Guaratuba foi concluído em agosto de 2008, sendo elaborado através de uma parceria entre: The Nature Conservancy (TNC), Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA) e Cinco Reinos – Pesquisas e Serviços Ambientais Ltda. Realizado através de uma metodologia padrão desenvolvida pela TNC, o CAP (Conservation Action Plan) tem como objetivo identificar prioridades de conservação em áreas importantes para a biodiversidade.

O trabalho foi baseado em reuniões (gestão participativa) com diferentes atores, sendo que o documento final foi dividido em: 1) descrição da metodologia, identificando os alvos de conservação, atributos, ameaças e estratégias; 2) descrição dos resultados; 3) análise socioambiental; 4) proposta de gestão e 5) sistematização dos dados em uma planilha Excel anexada.

As principais fontes de informação do projeto foram obtidas através de dados já existentes e complementadas através de reuniões com as comunidades locais, instituições governamentais, especialistas e a sociedade civil. Com o intuito de obter dados a respeito de alvos de conservação local e suas principais ameaças, os atores sociais envolvidos, bem como propostas de estratégias de gestão e manejo da Baía de Guaratuba.

A conservação compreendeu, então, sete alvos, sendo seis naturais (peixes, camarão, manguezal, bocas de rios, áreas de brejo e águas estuarinas) e um alvo cultural – pescador (a) artesanal (Figura 17). Sendo que as principais ameaças observadas a esses alvos foram a sobrepesca ou extração elevada, as práticas ilegais, a falta de ordenamento pesqueiro, a perda de características culturais e a falta de organização dos pescadores e moradores das comunidades ribeirinhas (Figura 18).

---

<sup>1</sup> Baseado no trabalho de Pereira et al. (2008).

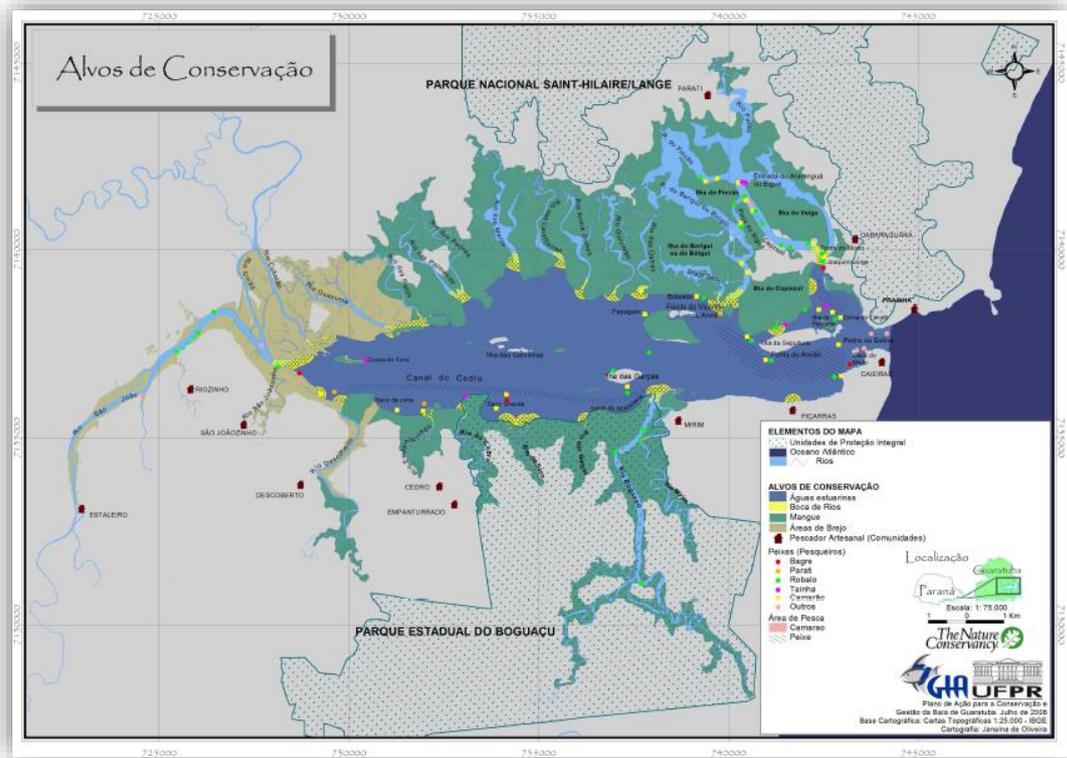


Figura 17 - Mapa com a localização dos alvos de conservação.

Fonte: CAP – Baía de Guaratuba

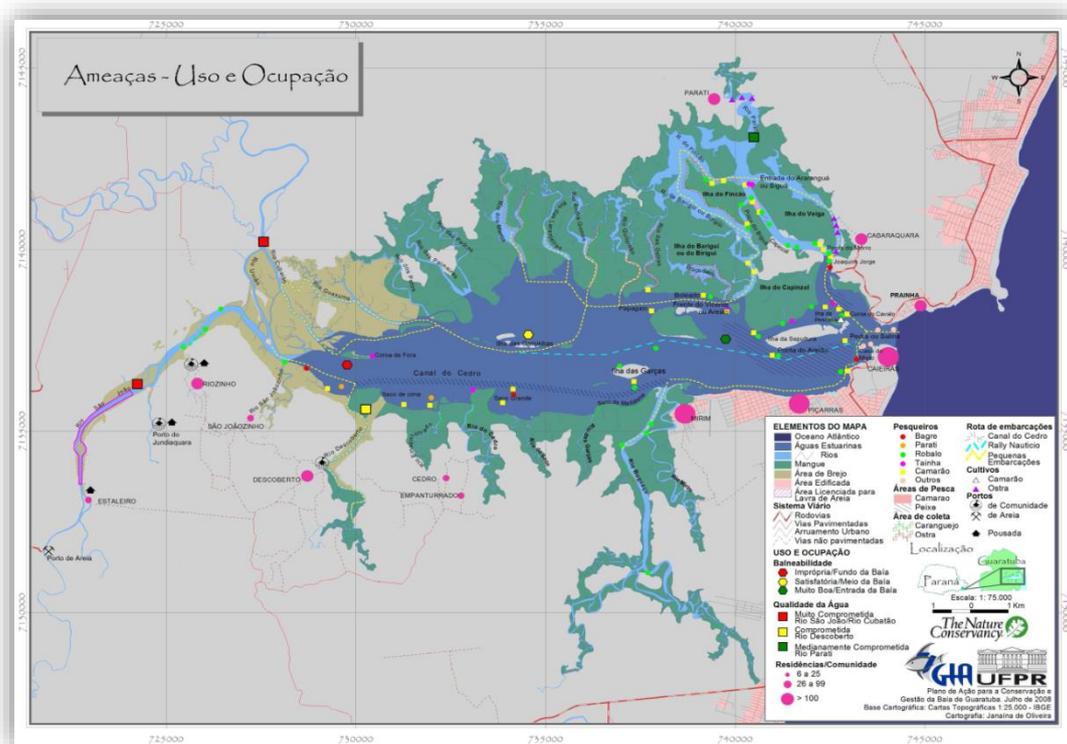


Figura 18 - Mapa descritivo do uso e ocupação da Baía de Guaratuba, bem como as ameaças observadas.



Fonte: CAP – Baía de Guaratuba

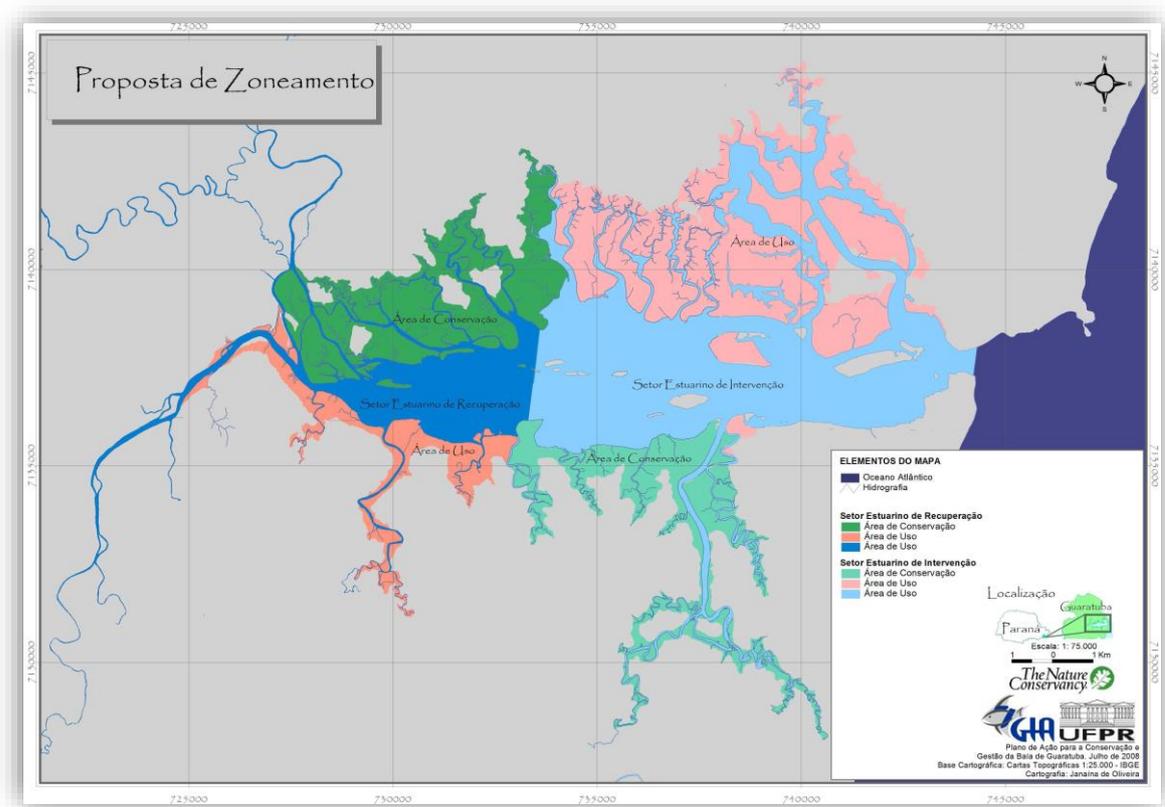
Apesar da Baía de Guaratuba ser considerada um ambiente bem preservado em relação a outras baías no Brasil, a situação geral das ameaças para o local no estudo desenvolvido foi definida como “muito alta”, conforme pode ser observada na Tabela 12.

**Tabela 12. Classificação das ameaças aos alvos de conservação na Baía de Guaratuba, apresentados pelo projeto.**

Ameaças de todos os Alvos		Peixes	Pescador (a) Artesanal	Manguezal	Camarão	Boca dos Rios	Águas Estuarinas	Áreas de Brejos	Classificação Total da Ameaça
Ameaças específicas ao projeto		1	2	3	4	5	6	7	
1	Sobrepesca/ Muita Extração	Muito Alta		Alta	Muito Alta				Muito Alta
2	Práticas Ilegais	Muito Alta		Média	Muito Alta	Média			Muito Alta
3	Falta de Ordenamento Pesqueiro	Muito Alta			Alta				Alta
4	Falta de organização		Muito Alta						Alta
5	Perda de Características Culturais		Muito Alta						Alta
6	Poluição: esgoto, lixo, óleo, resíduos de pesca		Alta	Média			Média	Baixa	Média
7	Turismo Desordenado	Alta	Média						Média
8	Conflito entre a pesca de dentro e fora da Baía				Alta				Média
9	Conflito pesca artesanal x leis de mercado		Alta						Média
10	Descrença na atividade da pesca artesanal		Alta						Média
11	Falta de atenção aos direitos trabalhistas do pescador artesanal		Alta						Média
12	Degradação do mangue	Média		Média					Média
13	Dragagem (no Rio São João)					Média		Média	Média
14	Uso e Ocupação			Média				Média	Baixa
15	Espécies vegetais exóticas estabelecidas							Média	Baixa
16	Período do defeso errado na visão dos pescadores artesanais				Média				Baixa
17	Agrotóxicos					Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Situação de Ameaça para Alvos e Projeto		Muito Alta	Muito Alta	Média	Muito Alta	Média	Baixa	Média	Muito Alta

Assim, a proposta final de zoneamento apresentado pelo CAP, tendo como base os dados do Ordenamento Costeiro da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA – PR), foi dividir a “Zona Baía de Guaratuba” em 2 setores (Figura 19):

- 1 – Setor Estuarino de Intervenção (ocupando o meio e a entrada da Baía);
- 2 – Setor Estuarino de Recuperação (fundo da Baía).



**Figura 19 - Mapa da proposta de zoneamento apresentado pelo CAP.**

Fonte: CAP – Baía de Guaratuba

Desta forma, para conter as ameaças observadas para a região, foram delineadas estratégias de gestão e conservação, tendo como base cinco objetivos gerais: 1) promover o ordenamento do uso dos recursos naturais na Baía de Guaratuba por meio da gestão participativa; 2) identificar e apoiar as linhas de pesquisa prioritárias com vista a subsidiar o processo de ordenamento; 3) incentivar e ordenar o turismo local; 4) ampliar e melhorar o sistema de saneamento básico e 5) otimizar o Sistema de Fiscalização.



## **1.8 PROJETO PARA ESTABELECIMENTO DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO E UTILIZAÇÃO CONTÍNUA DE RECURSOS VIVOS NA REGIÃO COSTEIRA DO PARANÁ (JICA/CEM, 2010).**

Esse projeto foi desenvolvido em parceria por diversas instituições. São elas: JICA (Japan International Cooperation Agency) - Agência de Cooperação Internacional do Japão; HEAA (Hyogo Environmental Advancement Association) - Associação de Avanços Ambientais de Hyogo; KURCIS (Kobe University – Research Center for Inland Seas) - Universidade de Kobe / Centro de Pesquisas para Mares Internos; Hyogo Prefectural Institute of Fishery Technology - Centro Tecnológico de Pesca do Governo de Hyogo; CEM/UFPR (Centro de Estudos do Mar – Universidade Federal do Paraná); IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos); IAP (Instituto Ambiental do Paraná); PUC-PR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná).

Com duração de 4 anos, de 2006 a 2009, o principal objetivo do projeto foi fortalecer a parceria entre as instituições brasileiras e também as japonesas, com o intuito de estabelecer um protocolo conjunto, obtendo assim, um sistema de monitoramento eficiente que vise à preservação do ambiente da região costeira do Paraná. Além, é claro, de desenvolver pesquisas de tecnologias para a manutenção dos recursos pesqueiros e a preservação ambiental desse ecossistema.

Porém até a elaboração desse resumo o manual de monitoramento tanto da qualidade da água, dos recursos pesqueiros e dos ecossistemas da região, ainda não haviam sido concluídos.

## 2 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS MAIS ADEQUADAS PARA A DEMARCAÇÃO DE PARQUES AQUÍCOLAS MARINHOS

---

### 2.1 INTRODUÇÃO

Antes do advento da expansão da espécie humana os ambientes naturais mostravam-se em um estado de equilíbrio dinâmico. Contudo, as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais e de forma mais intensa na apropriação dos recursos naturais, causando significativas alterações na paisagem em um ritmo mais intenso que o determinado pela natureza (Moura, 2007).

Os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características "genéticas". Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (componente biótico, relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos), resulta no comprometimento da funcionalidade do próprio sistema, podendo levar à quebra do seu estado de equilíbrio dinâmico. Diante disto é imprescindível que se façam inserções antrópicas totalmente compatíveis com a potencialidade dos recursos, de um lado, e com a fragilidade dos ambientes naturais, de outro, o que torna cada vez mais necessário o planejamento físico territorial não só com a perspectiva econômica-social, mas também ambiental.

O planejamento é um instrumento para racionalizar a ocupação, sempre se levando em conta as limitações e fragilidades dos ecossistemas - principalmente no caso dos ambientes aquáticos - e para redirecionar as atividades econômicas, servindo de subsídio às estratégias e ações de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável. Assim, o planejamento do uso de espaços públicos para fins da aquicultura deve otimizar tanto o uso do espaço quanto a aplicação das políticas públicas setoriais.

Neste sentido os estudos necessários para identificação das áreas mais propícias à implantação dos parques aquícolas são de significativa importância para o planejamento ambiental. Em última análise, são estes estudos que possibilitarão a definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão dos ambientes aquáticos.

Fica evidente que a ocupação desordenada desses ambientes (tanto costeiros quanto continentais) compromete a sustentabilidade dos sistemas e a quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Neste contexto, esse padrão de ocupação, caso não seja planejado e ordenado, pode resultar em sérios problemas para a própria aquicultura, além de comprometer o manejo dos recursos hídricos afetando, desta forma, os demais usuários dos ambientes e dos recursos hídricos. Ou seja, uma ocupação inadequada dos espaços em

ambientes aquáticos pode originar não apenas problemas de ordem técnica, mas também sociais e econômicos.

Qualquer sistema ambiental é naturalmente muito complexo, o que exige o uso de técnicas adequadas de análise e de tomada de decisão. Para que o mapeamento de áreas adequadas seja aplicado em grandes áreas territoriais é necessário se utilizar de modelos. Estes modelos são uma representação simplificada da realidade para facilitar a descrição, a compreensão do funcionamento atual e do comportamento futuro das questões relacionadas às potencialidades e fragilidades.

Os modelos científicos são como cenários que permitem aos pesquisadores considerarem elementos de um sistema ambiental como se realmente funcionassem da maneira descrita, não testando as hipóteses, mas permitindo o exame dos possíveis resultados, caso as hipóteses fossem verdadeiras (FEEMA, 1997). Os cenários são definidos como construções teóricas ou experimentais que simulam eventos ou situações reais, de modo a estudar seu desenvolvimento e consequências, especular sobre suas possibilidades e avaliar os impactos. O cenário é uma situação com limites e condições estabelecidas.

Assim, modelos hidrodinâmicos, por exemplo, propõe-se a revelar o funcionamento de um ambiente. Eles dependem de dados medidos, podem ser calibrados e validados. Há que se diferenciar esse tipo de modelo de soluções matemáticas subjetivas, que se propõe a dar respostas - geralmente subjetivas - sobre eventuais interações ambientais, econômicas, logísticas e até técnicas. Nesse segundo caso, podem ser gerados mapas de aptidão, favorabilidade ou qualquer outro critério classificatório. Porém, neste caso, o "modelo" não pode ser nem calibrado e, na maioria das vezes, sequer validado, o que compromete a confiabilidade das decisões tomadas com base nos eventuais resultados gerados a partir da sua aplicação.

A confiabilidade de qualquer modelo é uma característica fundamental, pois ela significa a probabilidade de sucesso durante sua operação. Em outras palavras, a confiabilidade é probabilidade de um modelo funcionar quando submetido a uma determinada condição de operação. Se a confiabilidade é baixa, significa que o modelo apresenta muitas falhas.

No caso da seleção de áreas apropriadas para o desenvolvimento da aquicultura, essas falhas podem acarretar em dificuldades técnicas ou biológicas para a viabilização comercial dos empreendimentos instalados, originar impactos ambientais significativos e/ou conflitos das mais diversas ordens com outros usuários dos ambientes aquáticos. Assim, a avaliação correta desses três componentes (técnico/biológico, ambiental e social) é fundamental para o sucesso do trabalho de zoneamento e demarcação dos parques aquícolas.

Antes de se decidir definitivamente por um determinado modelo a ser empregado é necessário se fazer uma pré-análise dos dados obtidos para se conhecer a sua tendência. Só depois se deve decidir por um modelo que seja capaz de retratar o comportamento observado. Desta forma, embora seja possível. Porém, cada conjunto de dados apresenta níveis de confiabilidade diferente e embora existam vários modelos analíticos disponíveis, nenhum destes consegue ter um bom desempenho em bases de projetos com características diferentes

das suposições consideradas por cada um. Em outras palavras, as suposições, pressupostos, pesos e forçantes consideradas para aplicação de cada modelo são determinantes para a definição dos resultados a serem obtidos. Por este motivo, a diminuição dos níveis de subjetividade nas análises realizadas pode ser o fator de definição da linha que irá separar a possibilidade de sucesso ou a certeza do fracasso dos parques aquícolas que vierem a ser instalados.

Qual é a melhor forma de se identificarem as áreas mais propícias à demarcação de parques aquícolas ou de se avaliar a vulnerabilidade ambiental? Como definir quais os parâmetros, critérios e pesos mais adequados a serem aplicados para cada uma das variáveis utilizadas para avaliação dessas áreas? Os resultados apresentados por estes modelos de análise da fragilidade ambiental são confiáveis?

O objetivo deste trabalho não foi avaliar, testar ou validar os diferentes métodos disponíveis para avaliação e classificação de áreas, uma vez que não haveria nem tempo e nem condições para isto. Mas, como ainda não há uma padronização metodológica por parte das empresas e instituições que têm trabalhado na demarcação de parques aquícolas através de contratos e convênios com o MPA, é importante esclarecer que vários métodos e critérios foram avaliados e, a decisão de não utilizá-los foi baseada nas circunstâncias envolvidas no presente trabalho, na disponibilidade de dados secundários e séries históricas e, acima de tudo, nos objetivos almejados. Assim, antes da descrição da metodologia efetivamente adotada, é importante se fazer uma rápida apresentação dos demais métodos avaliados.

## 2.2 MÉTODOS E CRITÉRIOS DE ANÁLISE AMBIENTAL

A pesquisa ambiental parte dos seguintes pressupostos: todo fenômeno é passível de ser localizado; todo fenômeno tem sua extensão determinável; todo fenômeno está em constante alteração; todo fenômeno apresenta relacionamentos, não sendo registrável qualquer fenômeno totalmente isolado; segundo o postulado da causalidade, é possível revelar relações causais entre as correlações associadas aos fenômenos, com margens de erro, o que leva a uma validade relativa (Xavier da Silva, 1999).

Assim, ao realizar uma análise espacial baseada na conjugação de uma coleção de variáveis, é importante ter claro que os resultados obtidos cabem em um contexto no tempo e no espaço, em uma situação específica. Cada nova análise irá exigir nova escolha de conjunto de variáveis e o peso que cada uma delas terá no resultado final está relacionado ao contexto da análise (Moura, 2007).

Ruhoff et al. (2005) apontam que atualmente existem várias técnicas de suporte a decisão envolvendo a inferência espacial para a integração de dados de natureza geográfica, dentre os quais podem ser destacados os modelos Booleano, Média Ponderada, Processo Analítico Hierárquico, Bayesiano e Redes Neurais Artificiais (RNAs).

A Análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente utilizado em análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisões ou como Análise Hierárquica de Pesos. O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que utilizam a lógica Fuzzy<sup>2</sup> para atribuir os pesos e notas (Moura, 2007).

O emprego da Média Ponderada cria um espaço classificatório, ordinal, que pode ser também entendido como uma escala de intervalo. Esse processo pode também ser utilizado em escala nominal, desde que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor. A ponderação deve ser feita por "knowledge driven evaluation", ou seja, por conhecedores dos fenômenos e das variáveis da situação avaliada, ou por "datadriven

---

<sup>2</sup> A lógica difusa ou lógica fuzzy é uma extensão da lógica booleana que admite valores lógicos intermediários entre o FALSO (0) e o VERDADEIRO (1); por exemplo o valor médio 'TALVEZ' (0,5). Isto significa que um valor lógico difuso é um valor qualquer no intervalo de valores entre 0 e 1. Este tipo de lógica engloba de certa forma conceitos estatísticos principalmente na área de Inferência. Na lógica proposicional, a cada proposição  $p$  é associado apenas um entre dois valores possíveis: verdadeiro ou falso. É comum que sejam escolhidos valores numéricos como 1 para representar o verdadeiro e 0 para representar o falso. Um modelo fuzzy simples é construído associando-se um valor  $\mu(p)$  a uma proposição  $p$ , indicando o grau de veracidade dessa proposição, sendo que  $\mu(x)$  é uma função (arbitrária) cujo conjunto imagem está entre 0 e 1 (ou 0% e 100%). Se exige pouco dessa funcional: caso  $p$  seja verdade, deve estar associado ao valor 100%, caso  $p$  seja falso deve ser associado ao valor 0%. Dessa forma, a lógica estende a lógica booleana, pois ao invés de permitir só dois valores (1 e 0) permite uma gama infinita de valores. Da mesma forma que são estendidos os valores possíveis das proposições, também devem ser estendidos os operadores, como NÃO, E e OU. Porém, ao estender esses operadores, deve-se manter certas propriedades, entre elas a compatibilidade com a versão booleana da lógica. Assim, um operador NÃO-fuzzy, ao ser aplicado sobre o valor de uma proposição fuzzy que seja 0 ou 1, deve devolver o mesmo valor que um operador NÃO retornaria na lógica booleana (Wikipedia).

evaluation" que se refere ao conhecimento prévio de situações semelhantes. Nesse processo, a possibilidade de se ponderar de modo inadequado uma situação é o inverso do número de ponderações atribuídas. Para construir uma função de pertinência indica-se a aplicação do método Delphi ou a consulta direta a especialistas (Moura, 2007).

O método Delphi parte da escolha de um grupo multidisciplinar de especialistas, que devem conhecer bem o fenômeno a ser estudado e, preferencialmente, conhecer bem a realidade espacial onde ele se localiza. Vichas (1982) recomenda que entre 15 e 30 especialistas sejam consultados. A esses especialistas é solicitado que hierarquizem ou coloquem as variáveis (ou planos de informação) em ordem de importância para a manifestação ou ocorrência de fenômeno estudado. Exemplo: para a geração do mapa de favorabilidade de áreas para a aquicultura, qual é a ordem de importância das variáveis escolhidas?

Segundo o IEA (2004), "a evolução em direção a um consenso obtida no processo representa uma consolidação do julgamento intuitivo de um grupo de peritos sobre eventos futuros e tendências. A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência, e da criatividade de um painel de especialistas, no pressuposto que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo, ou mesmo de alguns indivíduos desprovidos de uma ampla variedade de conhecimentos especializados"

O ideal seria que os especialistas fossem consultados antes da própria fase de definição da coleção de variáveis de mapeamento. Uma vez recebidas respostas do grupo, realiza-se a seleção da média e a indicação do predomínio nas manifestações. O especialista então recebe o resultado da consulta e é solicitado a rever suas posições – caso ele tenha firmeza das suas escolhas, mantém suas respostas, mas caso ele decida ajustar suas avaliações diante da resposta do grupo, ele manifesta nova opinião. Assim é feito por duas a até três rodadas.

Há, entretanto, algumas recomendações para que o processo possa funcionar, dentre elas, que os especialistas envolvidos na aplicação do Delphi sejam mantidos em anonimato, pois informações sobre a composição da formação do grupo e suas especialidades poderiam conduzir na avaliação de um indivíduo (Moura, 2007). Caso um participante saiba, por exemplo, que nomes respeitados na área de aquicultura fazem parte do grupo, a informação poderia interferir nas suas avaliações sobre o tema.

Da mesma forma que os especialistas opinam sobre a hierarquia das variáveis, eles opinam também sobre o grau de pertinência, de 0 a 10, de cada componente de legenda, como apresentado na Tabela 13, destacando com valores maiores os elementos de maior risco.

**Tabela 13. Escala de Valores AHP para Comparação Pareada**

Intensidade de importância	Definição e Explicação
1	Importância igual os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: DPI, Instituto de Pesquisas Espaciais ([www.dpi.inpe.br/spring](http://www.dpi.inpe.br/spring)).

É importante destacar que deve ser pensado cada item de modo isolado, pois a relação entre uma característica e outra será obtida pela aplicação do modelo, que necessariamente deve cruzar todos os componentes.

Quando há diferentes fatores que contribuem para a decisão, como fazer para determinar a contribuição relativa de cada um, ou seja, como definir seus pesos?

Existem procedimentos aplicativos, como é o caso do AHP (Análise Hierárquica de Pesos) (Saaty, 1978), que auxiliam na atribuição dos pesos dos planos de informação, para determinar a contribuição relativa de cada um. Eastman et al. (1995) consideram a técnica como sendo a mais promissora no contexto do processo de tomada de decisão.

Trata-se de uma técnica com bases matemáticas que permite organizar e avaliar a importância relativa entre os critérios e medir a consistência dos julgamentos. É um método de escolha baseada na lógica da comparação pareada. Neste procedimento diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores.

Segundo Câmara et al. (2001) através da comparação pareada é possível organizar e avaliar a importância relativa entre as variáveis ambientais e medir a consistência dos julgamentos. Esta metodologia caracteriza-se por ser um processo interativo e intuitivo que permite avaliações, sejam elas objetivas e/ou subjetivas, além de possuir como principal característica uma estrutura hierárquica que subdivide o problema em níveis do mais complexo ao mais simples, permitindo uma visão mais clara e ampla, objetivando a avaliação de diversas linhas de ação, com o intuito de ordená-las ao final, em função do objetivo global estabelecido. Mas, ainda assim, o especialista ainda deve definir a hierarquia entre as variáveis e os pesos de cada componente de legenda das variáveis.

Outra forma de atribuição de pesos é a construção de análises baseadas por estatística, de modo a identificar as situações nas quais exista baixa correlação entre as variáveis e alta correlação com o fenômeno ou ocorrência a ser explicado. Uma vez que seja alta a correlação entre as variáveis, ambas estariam contribuindo da mesma forma para a explicação do fenômeno (é como se uma substituísse a outra na análise, e a incorporação de ambas não fizesse diferença).

Contudo, é importante observar que embora existam métodos e técnicas para tirar do especialista a responsabilidade de atribuir todos os valores numéricos da análise, representados pelos pesos e notas dos planos de informação e de seus respectivos componentes de legenda, sempre haverá um elevado nível de subjetividade. Sempre haverá a necessidade de indicar uma hierarquia entre variáveis (que se somam em 100%) ou os pesos de suas subdivisões (que recebem grau de pertinência de 0 a 10).

O uso de Redes Neurais Artificiais (RNAs) deriva do conceito da Inteligência Artificial (IA), que pode ser entendida como um conjunto de modelos, algoritmos, técnicas, ferramentas e aplicações, em um sistema computadorizado, que emula algumas das habilidades cognitivas do homem (Spörs, 2007). Com o desenvolvimento da IA surgiu a ideia de representar por meio de determinados programas computacionais o funcionamento do processo de aprendizagem do cérebro humano, dando origem às RNAs (Braga et al., 2000).

Ao contrário dos sistemas especialistas utilizados na Inteligência Artificial convencional, onde o conhecimento está representado na forma de regras e algoritmos, as Redes Neurais Artificiais (Rumelhart et al. 1986) aprendem através de exemplos. Neste caso, o problema é modelado através da apresentação exaustiva de casos típicos. A partir desta apresentação, as redes tendem a generalizar o seu conhecimento e passam a responder a casos novos, desde que parecidos com os exemplos aprendidos. Assim, mesmo diante de entradas incompletas ou inesperadas, a rede tende a fornecer uma saída razoavelmente correta.

Outra característica interessante das redes neurais artificiais é que, uma vez construídas, elas não dependem mais da base de dados de origem, ou seja, o conhecimento adquirido está nas conexões (pesos) entre os neurônios. Desta forma, o estabelecimento desses pesos é fundamental para a consistência e representatividade dos resultados.

Aliás, o treinamento de uma rede neural consiste justamente na determinação dos seus pesos ótimos através da utilização de um algoritmo que procura minimizar uma função objetivo, em geral a função objetivo utilizada é o erro médio quadrático. Portanto, a cada iteração, o algoritmo determina o novo valor da função objetivo, compara o valor atual com o valor passado e segue na direção de busca por um menor valor da função objetivo. O processo continua até que um valor mínimo satisfatório da função objetivo seja encontrado. A função erro é a função que será minimizada durante o treinamento (Valença & Ludermir, 2007).

Ou seja, a solução de problemas a partir do uso das RNAs passa inicialmente por uma fase de aprendizagem, onde um conjunto de exemplos é apresentado à rede, que extrai automaticamente as informações necessárias para representar as informações recebidas. Essas características são utilizadas posteriormente para gerar respostas para o problema (Carvalho et al., 1998).

A capacidade de generalização das RNAs advém não só da habilidade de aprendizado das redes, mas também da memória da rede estar distribuída, ou seja, o conhecimento estar espalhado pelos diversos neurônios na forma de pesos. Matematicamente falando, a rede achará, para o universo em que foi treinada, uma função ou conjunto de funções, de

comportamento linear ou não linear, que melhor se ajusta ao fenômeno. Sua aplicabilidade poderá ser avaliada utilizando-se um conjunto de testes significativo (Ruffier & Lisboa, 1998) .

Segundo Spörs (2007), a aplicação de redes neurais contempla diversas áreas de conhecimento. De diagnósticos médicos até em detecção de falhas em estruturas. Na administração pode ser utilizada em finanças, marketing, vendas ou compras e até mesmo em recursos humanos. Na área de recursos humanos, pode-se utilizar RNA para verificar se o perfil de um candidato é condizente com determinada vaga de emprego. Na área de marketing, utiliza-se para simular o comportamento do consumidor face a novos produtos, simular as vendas para um próximo período em função do resultado obtido em período anterior ou ainda sugerir produtos mais adaptados ao perfil de cada cliente. Na área financeira, pode-se utilizar para avaliações de crédito, de riscos de inadimplência de empresas, de riscos de seguros, riscos de hipotecas, ou mesmo avaliação de riscos de papéis financeiros.

Segundo Sarmiento (1996) as RNAs podem ser utilizadas na modelagem de fenômenos naturais nos casos para os quais não se dispõem de uma formulação matemática explícita, capaz de reproduzir as relações entre as diversas variáveis envolvidas. Openshaw & Openshaw (1997) constatam que as redes neurais podem ser importantes ferramentas na modelagem, simulação, reconhecimento de padrões e séries temporais.

O uso de RNAs no estudo de padrões espaciais se intensificou a partir dos anos 90 (Openshaw e Openshaw, 1997). Desde então, a técnica têm sido utilizada em temas como: classificação de imagens de sensores remotos (Ji, 2000; Villmann et al., 2003); predição dos níveis de pluviosidade (Lee et al., 1998); previsão de cheia (Openshaw et al. 1998); relação chuva-vazão (Sarmiento, 1996); determinação dos índices de vulnerabilidade à erosão (Medeiros, 1999); produção de mapas potenciais para diversos bens minerais (Nobrega, 2001); na solução de problemas geotécnicos (Santos Jr, 2006); para avaliação de erosão em áreas agrícolas (Rosa et al., 1999). As redes neurais artificiais estão sendo cada vez mais utilizadas para previsão e classificação na área de recursos hídricos e ciências ambientais (Valença et al., 2007; Valença & Ludermir, 2007).

Ainda que represente um grande potencial para uso em análises ambientais, o uso de RNAs ainda apresenta problemas e sua aplicação não é unânime. Uma das críticas que pode ser feita aos sistemas neuronais diz justamente respeito à definição de seus parâmetros. A seleção dos parâmetros de treinamento dos algoritmos é ainda um processo pouco conhecido, muitas vezes chamado de "caixa preta". Pequenas diferenças nestes parâmetros podem levar a grandes divergências tanto no tempo de treinamento como na generalização obtida (Spörs, 2007). Além disso, a seleção dos critérios, bem como a definição dos pesos, são questões arbitrárias e quase sempre subjetivas (Penedo et al., 2011), podendo levar a erros significativos no processo de tomada de decisão.

Essa subjetividade na aplicação de modelos e, conseqüentemente, nos resultados expressos nos mapas sínteses resultantes da sua aplicação, como citado nos trabalhos de Rodrigues (1998) e de Nakashima (2001), costumam fazer com que os resultados dos modelos diverjam das respostas identificadas na natureza.



Segundo Moura (2007), este tipo de divergência pode ocorrer devido aos seguintes fatores: a) falha na aplicação da metodologia. Estas falhas podem ocorrer devido a dados incorretos, erro na tabulação de dados, ou aplicação errônea do modelo. b) Pouca “aderência” entre o modelo e o conhecimento científico-tecnológico. Isto significa que o conhecimento científico não está refletido no modelo. Desta forma, o modelo não consegue traduzir exatamente estes conhecimentos, há um descompasso entre o modelo e o conhecimento. Portanto, deve-se avaliar até que ponto é válida a sua aplicação.

## 2.3 LÓGICA CONCEITUAL E MÉTODOS APLICADOS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS MAIS FAVORÁVEIS À AQUICULTURA

A lógica conceitual utilizada neste trabalho para classificação de áreas passíveis para a demarcação de parques aquícolas envolveu, desde o início dos trabalhos, alguns pressupostos básicos:

- 1) Na convicção de que demarcar áreas para instalação de parques aquícolas é a face mais simples de um processo que deve, obrigatoriamente, ter continuidade na viabilização técnica e econômica dos empreendimentos que vierem a ser demarcados a partir deste trabalho e na manutenção do equilíbrio ambiental das zonas adjacentes aos parques aquícolas.
- 2) No entendimento, baseado em Bertrand (1971), de que paisagem não é a simples adição de elementos disparatados, mas sim o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, em uma determinada porção do espaço, de elementos físicos, biológicos e humanos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Ou seja, a metodologia aqui empregada é baseada no reconhecimento da complexidade implícita nos estudos ambientais e nas inter-relações dinâmicas envolvidas nos sistemas ambientais, biológicos, econômicos e sociais e, conseqüentemente, na inadequação de se tentar estabelecer um índice único, uma espécie de fórmula mágica ou "Santo Graal", que agrupe em si todos os sistemas listados acima.
- 3) No reconhecimento dos vastos conhecimentos e na experiência dos especialistas que têm elaborado os modelos aplicados na demarcação de áreas de outros parques aquícolas. No entanto, também no reconhecimento das dificuldades e na complexidade em se construir modelos, principalmente quando está em questão a dinâmica do sistema ambiental, um assunto que está muito longe de ser consenso entre os próprios especialistas.
- 4) Na necessidade de se evitar, tanto o quanto possível, a subjetividade do processo de classificação da favorabilidade de áreas para o cultivo de organismos aquáticos. Isso implicou, por exemplo, na não utilização de Análises de Multicritério, no método Delphi ou no uso de sistemas de classificação baseados na opinião, hierarquia e pesos atribuídos eventualmente por especialistas às questões abordadas. Todos esses fatores certamente seriam afetados pelas expertises ou ideologias dos pesquisadores/técnicos consultados, com reflexos diretos nos resultados finais. Além disso, segundo Vichas (1982) para validação de tal metodologia seriam necessários entre 15 e 30 especialistas de cada área envolvida, o que acrescentaria uma dose extra de complexidade ao trabalho. Assim, procurou-se trilhar um caminho contrário, o da simplicidade e da valorização de critérios técnicos relacionados aos sistemas de cultivo e às espécies cultivadas.

- 5) Na necessidade de se evitar, tanto o quanto possível, o uso de "caixas-pretas", sistemas e modelos ainda não validados em estudos de demarcação de parques aquícolas. A proposta foi que, a partir dos parâmetros apresentados e da descrição dos passos metodológicos adotados, os resultados obtidos pudessem ser replicados e reaplicados.
- 6) No reconhecimento da necessidade de que a metodologia adotada permita ao MPA incorporar suas demandas políticas à definição dos parques aquícolas a serem instalados, sem prejuízos técnicos ou ambientais, tanto em uma escala local quanto regional. Ou seja, que os estudos aqui realizados são de caráter orientativo para tomada de decisões e não determinativos, pois apresentam as informações necessárias para que os planejadores possam identificar as melhores ações a serem implementadas.
- 7) Na sugestão expressa ao MPA para que os parques aquícolas **sejam instalados de forma gradativa e concomitantemente à adoção de programas continuados de monitoramento ambiental**. Essa, no entendimento da equipe técnica envolvida no presente trabalho, é a forma mais eficiente e segura de se implantarem parques aquícolas. Se assim for feito, serão os resultados do monitoramento ambiental que permitirão a instalação de novos parques em uma mesma microrregião geográfica ou que indicarão a necessidade de adoção de medidas direcionadas de manejo e de correção de problemas para minimização dos eventuais impactos ambientais tão logo eles sejam identificados. Nenhum outro método será tão efetivo quanto gerenciar a expansão do número de parques ou de empreendimentos instalados em cada parque a partir do monitoramento ambiental e do acompanhamento técnico dos empreendimentos instalados.

## 2.4 METODOLOGIA UTILIZADA NO PRESENTE ESTUDO

### 2.4.1 Modelagem matemática

A modelagem matemática da hidrodinâmica das baías de Paranaguá e Guaratuba e da área costeira do estado do Paraná (plataforma continental interna), bem como a modelagem matemática da salinidade e da temperatura da água das duas baías foram as principais ferramentas utilizadas para a geração de dados que propiciaram uma decisão técnica objetiva sobre a capacidade que determinada área tem para ser (ou não) considerada ideal para a implantação de parques aquícolas.

No presente estudo as modelagens matemáticas da hidrodinâmica e da salinidade e temperatura foram realizados com a utilização do modelo MOHID<sup>3</sup>, um modelo bastante completo, gratuito, em pleno desenvolvimento e que já vem sendo utilizado com sucesso em vários países, inclusive no Brasil.

Foram idealizados dois cenários de modelagem para as baías: um primeiro com salinidade e temperaturas altas e um segundo com temperatura e salinidade baixas. Ambos os cenários tiveram seus dados de entrada (dados nos contornos, na fronteira aberta e nos rios) baseados em dados medidos, seja em estações hidrológicas e de qualidade da água, seja em séries históricas medidas no estuário e na área costeira.

Para a modelagem hidrodinâmica da parte costeira foram simulados dois cenários: vento de até 15 km/h e ventos de até 50 km/h, já que o objetivo maior era obter um cenário crítico hidrodinâmico.

A seguir segue uma descrição desse modelo. Depois, a seguir, serão apresentados os dados necessários à modelagem, a sequência de implementação do modelo e os resultados propriamente ditos.

#### 2.4.1.1 Modelo mohid

MOHID é a abreviatura de Modelo Hidrodinâmico, que foi o propósito original da sua criação em 1985 pelo MARETC (*Marine and Environmental Technology Research Center*) do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. O sistema de modelagem MOHID foi desenvolvido em linguagem FORTRAN 95 com uma filosofia de programação orientada a objetos, permitindo a modelagem integrada de diversos modelos numéricos, com diferentes processos e em diferentes escalas e sistemas, suportando interfaces gráficas que gerenciam todo o pré e o pós-processamento. A integração das diferentes ferramentas do MOHID (*MOHID Water, MOHID Land, e MOHID Soil*) pode ser usada para estudar o ciclo da água em uma abordagem integrada.

---

<sup>3</sup> [www.mohid.com](http://www.mohid.com)

O MOHID *Water* consiste em um modelo numérico tridimensional para simular corpos de água com superfície livre, como rios, reservatórios, estuários, áreas costeiras ou o oceano, sendo constituído por uma série de módulos responsáveis por calcular os processos físicos e bioquímicos.

A seguir serão explicados de forma simplificada os dois principais módulos do MOHID utilizados no presente estudo - *Hydrodynamic* e *Water Properties*.

## Modelo Hidrodinâmico

O modelo, em seu módulo *Hydrodynamic*, resolve as equações da quantidade de movimento em três dimensões, assumindo o equilíbrio hidrostático, assim com as aproximações de Boussinesq e de Reynolds. As equações da continuidade para velocidades médias na horizontal, na forma Cartesiana, são:

$$\begin{aligned} \partial_t u = & -\partial_x(uu) - \partial_y(uv) - \partial_z(uw) + fv - \frac{1}{\rho_0} \partial_x p \\ & + \partial_x((v_H + v)\partial_x u) + \partial_y((v_H + v)\partial_y u) + \partial_z((v_t + v)\partial_z u) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \partial_t v = & -\partial_x(vu) - \partial_y(vv) - \partial_z(vw) + fu - \frac{1}{\rho_0} \partial_y p \\ & + \partial_x((v_H + v)\partial_x v) + \partial_y((v_H + v)\partial_y v) + \partial_z((v_t + v)\partial_z v) \end{aligned} \quad (2)$$

Onde  $u, v$  e  $w$  são os componentes do vetor de velocidades nas direções  $x, y$  e  $z$ , respectivamente;  $f$  é o parâmetro de Coriolis;  $v_H$  e  $v_t$  são as viscosidades turbulentas nas direções horizontal e vertical;  $\nu$  é a viscosidade cinemática molecular; e  $p$  é a pressão. A evolução temporal de velocidades (termo do lado esquerdo) é o balanço entre o transporte advectivo (primeiros três termos do lado direito), da força de Coriolis (quarto termo), do gradiente de pressão (quinto termo) e da difusão turbulenta (últimos três termos).

A velocidade vertical é calculada através da equação da continuidade, que representa a imposição da condição de escoamento incompressível:

$$\partial_x u + \partial_y v + \partial_z w = 0 \quad (3)$$

Integrando entre o fundo e a profundidade  $z$  onde é para  $w$  ser calculada:

$$w(z) = \partial_x \int_{-h}^z u dx + \partial_y \int_{-h}^z v dy \quad (4)$$

A equação da superfície livre é obtida através da integração da equação da continuidade em toda a coluna de água (entre a elevação da superfície livre  $\eta$  e o fundo  $-h$ ):

$$\partial_t \eta = -\partial_x \int_{-h}^{\eta} u dz - \partial_y \int_{-h}^{\eta} v dz \quad (5)$$

A aproximação hidrostática é assumida através da equação:

$$\partial_z p + g\rho = 0 \quad (6)$$

Onde  $g$  é a gravidade e  $\rho$  a densidade. Se a pressão atmosférica  $p_{atm}$  for subtraída de  $p$ , e a densidade  $\rho$  for dividida em uma densidade de referência constante  $\rho_0$  e um desvio desta densidade  $\rho'$ , após a integração da superfície livre até a profundidade  $z$ , onde a pressão é calculada, se chega a:

$$p(z) = p_{atm} + g\rho_0(\eta - z) + g \int_z^{\eta} \rho' dz \quad (7)$$

Utilizando esta expressão e a aproximação de Boussinesq, o gradiente de pressão horizontal na direção  $x_i$  pode ser dividido em três fatores:

$$\partial_{x_i} p = \partial_{x_i} p_{atm} - g\rho_0 \partial_{x_i} \eta - g \int_z^{\eta} \eta \partial_{x_i} \rho' dz \quad (8)$$

O gradiente de pressão total é a soma dos gradientes de pressão atmosférica, da elevação superficial do corpo de água (gradiente de pressão barotrópico) e da distribuição de densidade (gradiente de pressão baroclínico). A densidade é obtida da salinidade e da temperatura, que são transportadas pelo módulo *WaterProperties*, que será descrito em seguida.

Basicamente, o módulo *hydrodynamic* se destina a calcular a evolução das velocidades e do volume das células. A velocidade horizontal resulta do cálculo da aceleração local que é uma soma das seguintes forças:

- Inércia (variação do volume, advecção, difusão e coriolis);
- Pressão (atmosférica, barotrópica e baroclínica);
- Forças Astronômicas (potencial de maré);
- Atrito na superfície e no fundo (fronteiras verticais);
- Fontes e sumidouros impostos de momento (por exemplo, descarga de rios).

As forças de pressão barotrópica, de atrito no fundo e de inércia, associadas ao transporte vertical, tem limites de estabilidade bem restritivos, por isso são calculadas explicitamente. O usuário pode desabilitar todas as forças com exceção da aceleração local (a variável desconhecida) e a pressão barotrópica.

Fronteiras abertas surgem da necessidade de confinar o domínio na região em estudo. Os valores das variáveis devem ser especificados na fronteira aberta de forma a garantir que a informação sobre o que está ocorrendo fora do domínio seja considerada sem que a solução dentro do domínio seja corrompida. Além disso, as ondas geradas dentro do domínio devem

ser capazes de sair. Não existem condições de fronteira aberta perfeitas, e a mais adequada dependerá do domínio e do fenômeno a ser modelado.

O fluxo de massa através da fronteira de terra é nulo, e por padrão os fluxos de momento também são nulos, sendo representados pelas equações:

$$\frac{\partial \dot{V}_H}{\partial \eta} = 0 \quad (9)$$

$$\dot{V} \cdot \dot{n} = 0 \quad (10)$$

Todos os fluxos advectivos através da superfície são assumidos como sendo nulos. Esta condição é imposta ao assumir que o fluxo vertical de  $W$  na superfície é nulo:

$$W_{flux}|_{surface} = 0 \quad (11)$$

O fluxo difusivo de momento é imposto explicitamente por meio de uma tensão do vento na superfície,  $\dot{\tau}_w$  :

$$v \frac{\partial \dot{V}_H}{\partial z} |_{surface} = \dot{\tau}_w \quad (12)$$

A tensão do vento é calculada de acordo com a lei de fricção quadrática:

$$\dot{\tau}_w = C_D \rho_a \dot{W} | \dot{W} | \quad (13)$$

Onde  $C_D$  é o coeficiente de arrasto que é função da velocidade do vento,  $\rho_a$  é a densidade do ar e  $W$  é a velocidade do vento a 10 metros da superfície.

Também no fundo os fluxos advectivos são impostos como nulos, e o fluxo difusivo de momento é estimado por meio da tensão no fundo que é calculada por um método *non-slip* com uma lei quadrática que depende da velocidade próxima ao fundo. Assim, o termo difusivo próximo ao fundo é representado por:

$$v \frac{\partial \dot{V}_H}{\partial z} |_{bottom} = C_D \dot{V}_H | \dot{V}_H | \quad (14)$$

Onde  $C_D$  é o coeficiente de arrasto no fundo que é calculado pela expressão:

$$C_D = \left( \frac{\kappa}{\log \left( \frac{z + z_0^b}{z_0^b} \right)} \right)^2 \quad (15)$$

Onde  $\kappa$  é a constante de Von Karman e  $z_0^b$  é o comprimento de rugosidade do fundo. Nenhum fluxo de salinidade e temperatura é considerado no fundo.

## Modelo de Temperatura e Salinidade

O MOHID, em seu módulo *water properties* é capaz de calcular a salinidade e temperatura de um corpo hídrico. O módulo WaterProperties coordena a evolução das propriedades da água na coluna de água, usando uma abordagem euleriana. Esta coordenação inclui o transporte devido aos fluxos advectivos e difusivos, descargas de água de rios ou de fontes antropogênicas, trocas com o fundo (fluxos do sedimento) e com a superfície (fluxos de calor e de oxigênio), sedimentação de matéria particulada e as fontes e sumidouros internos.

O transporte devido aos fluxos advectivos e difusivos de uma dada propriedade é resolvido através da equação:

$$\begin{aligned} \partial_t A = & -\partial_x(uA) - \partial_y(vA) - \partial_z(wA) \\ & + \partial_x(v'_H \partial_x A) + \partial_y(v'_H \partial_y A) + \partial_z((v'_t + v'_A) \partial_z A) \end{aligned} \quad (16)$$

Onde  $u$ ,  $v$  e  $w$  são as velocidades nas direções  $x$ ,  $y$  e  $z$ ,  $v'_H$  e  $v'_t$  são as difusividades turbulentas na horizontal e na vertical, respectivamente, e  $v'_A$  é a difusividade molecular. A evolução temporal da propriedade simulada é o balanço do transporte advectivo e da mistura turbulenta, e as possíveis fontes e sumidouros. A densidade é calculada como uma função da temperatura e da salinidade pela equação de estado simplificada:

$$\begin{aligned} \rho = & (5890 + 38T - 0,375T^2 + 3S) / \\ & ((1779,5 + 11,25T - 0,0745T^2) - (3,8 + 0,01T)S + \\ & 0,698(5890 + 38T - 0,375T^2 + 3S)) \end{aligned} \quad (17)$$

Esta é uma equação aproximada para corpos de água rasos.

### 2.4.1.2 Dados necessários

A simulação numérica da hidrodinâmica de um determinado corpo hídrico exige o conhecimento detalhado das características morfológicas da área de estudo bem como o conhecimento das principais forçantes que governam a circulação das massas de água desse ambiente.

Nas áreas simuladas, as principais forçantes que governam a hidrodinâmica são: (a) maré; (b) descarga de água doce e (c) vento. A forma geométrica do estuário (seu contorno) e a forma do fundo submarino (batimetria) também são fatores importantes na definição das características hidrodinâmicas, mas, diferentemente das anteriores, essas forçantes não variam para os intervalos de tempo de interesse e são mantidas constantes ao longo do tempo.

A descrição do tratamento dado a cada uma dessas forçantes é feita a seguir, juntamente com a metodologia de implementação do modelo.

## Contorno

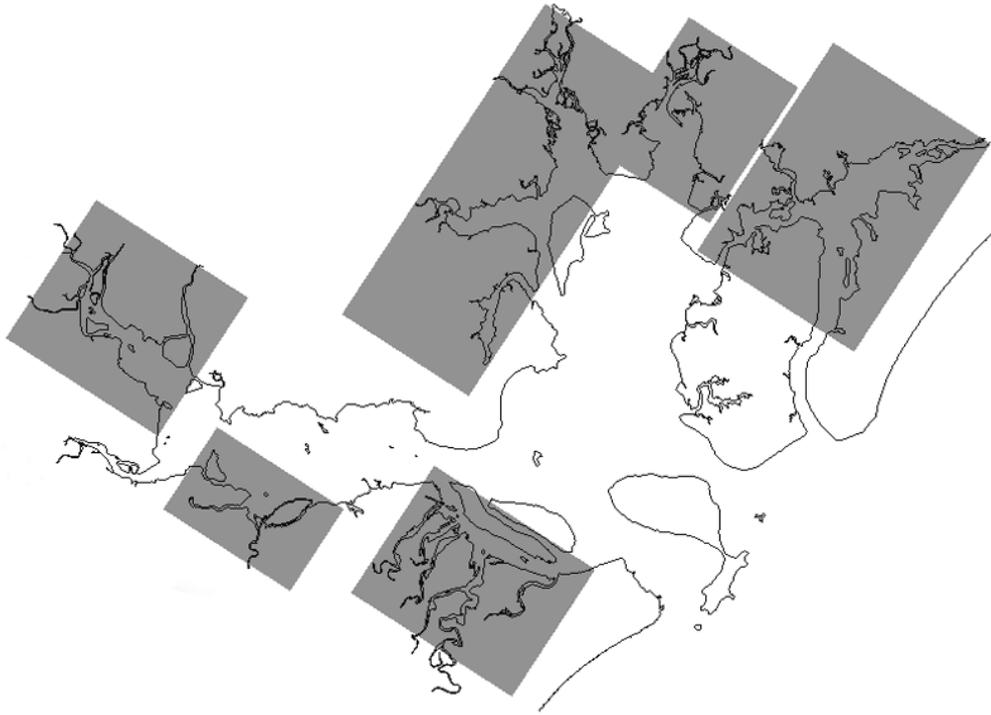
Para simular a circulação no interior das baías, da forma mais realista possível, é necessária a geração do contorno do estuário com o maior nível de detalhe possível. O formato de cada rio que deságua na área de interesse e o contorno de cada uma das ilhas encontradas devem ser representados da melhor forma possível.

Nesse trabalho, o contorno de geral das baías e o contorno de cada uma de suas ilhas, bem como o contorno da linha de costa foram gerados a partir de imagens de satélite. Com esse procedimento foi possível obter contornos de alta resolução, com a representação de todos os rios, inclusive os mais estreitos, que desembocam nos dois estuários e também diretamente nas praias.

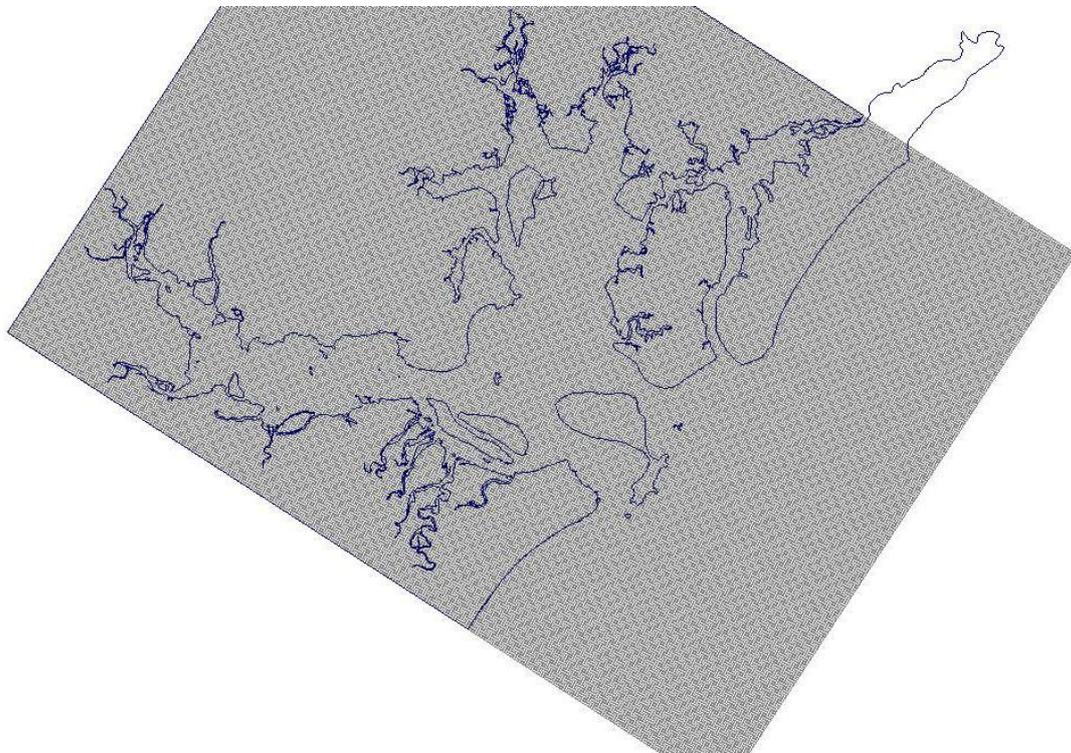
## Grades Numéricas

A partir da obtenção dos dados de contorno torna-se possível o começo da implementação do modelo matemático. O primeiro passo é a produção da grade numérica, que denota o domínio no qual o modelo será implementado, bem como a resolução desejada.

Para simular toda a região do CEP (Complexo Estuarino de Paranaguá) com o detalhamento necessário, a técnica de aninhamento, que consiste na implementação de sub-grades de maior resolução em áreas onde se deseja realizar simulações com maiores detalhes, foi utilizada. A Figura 20 mostra o contorno do CEP com seis grades aninhadas. Nas áreas de aninhamento, as simulações foram realizadas com elementos de grade com resolução da ordem de 30 a 40 metros. O modelo numérico MOHID, utilizado nesse projeto, permite efetuar as simulações de forma simultânea, ou seja, o modelo principal simula a hidrodinâmica com base na grade de menor resolução e consecutivamente as informações, na fronteira de cada uma das grades aninhadas são usadas como condições de contorno para as simulações de alta resolução. A Figura 21 mostra a grade numérica principal sobre o CEP. Essa grade ortogonal possui um espaçamento fixo de 200 metros.



**Figura 20. Grades numéricas aninhadas sobre o CEP.**



**Figura 21. Grade numérica principal sobre o CEP.**

Para o caso da baía de Guaratuba, como as proporções eram menores, apenas uma grade numérica foi utilizada. O espaçamento dessa grade ortogonal foi de 50 metros.

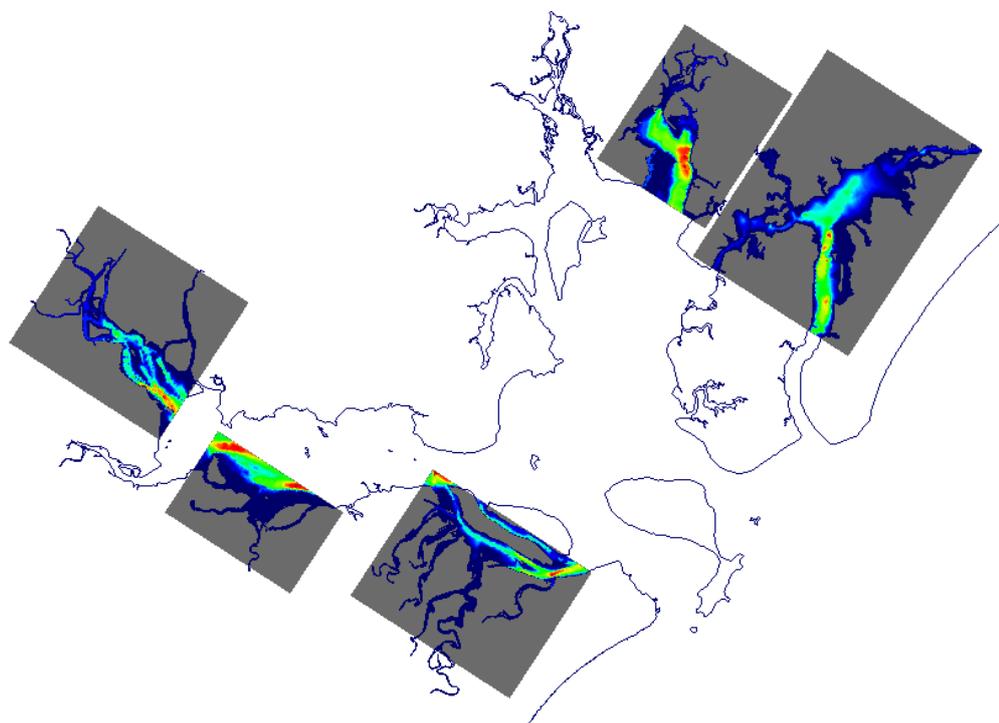
Para a região marinha foi feita uma única grade para toda a faixa litorânea. Essa grade teve espaçamento de aproximadamente 300 metros e incorporou os dois estuários, CEP e Guaratuba. Isso foi feito para que os fluxos de maré, intensificados pela geometria das duas baías, pudessem ser representados. As figuras dessas grades serão mostradas juntamente com os dados de batimetria na próxima seção.

## Dados Batimétricos

Os dados batimétricos necessários para a implementação do modelo foram obtidos a partir: da digitalização de cartas náuticas do litoral paranaense; dados de projetos; dissertações e teses do Centro de Estudos do Mar; dados fornecidos pela empresa EnvEx Engenharia e Consultoria Ambiental e dados obtidos diretamente em campo pela equipe do Instituto GIA.

Em simulações numéricas é usual que se estendam os limites da área modelada além da área de maior interesse. Isso é feito para que eventuais problemas nas condições de contorno não influenciem os resultados no interior do domínio. Com esse procedimento se faz necessário, por exemplo, para os estuários a obtenção de dados batimétricos no interior dos mesmos (região de maior interesse) e das áreas exteriores. Para a plataforma continental todos os dados disponíveis em carta náutica foram digitalizados, ainda que a região de interesse seja bem mais restrita. Com esse procedimento foi possível obter informações detalhadas em grande parte das áreas de implementação do modelo.

A Figura 22 mostra a aplicação da batimetria do CEP sobre as seis grades numéricas aninhadas. É possível observar feições conhecidas importantes como: o canal de acesso ao porto de Paranaguá com profundidades da ordem de 15 m, locais com profundidades inferiores a 1,0 m nas partes mais interiores das baías de Antonina, Laranjeiras, Guaraqueçaba e nas laterais da própria baía de Paranaguá, além de bancos de areia localizados próximos na desembocadura do estuário e formados pela deposição de sedimento nesses locais.



**Figura 22. Batimetria aplicada às grades aninhadas do CEP.**

Parte do modelo digital do fundo submarino da baía de Guaratuba é apresentado na Figura 23. Da mesma forma que no exemplo anterior, o modelo digital gerado é capaz de representar em detalhes as principais feições de interesse, todos os canais, onde a circulação é dominada pela maré (canis de maré) são modelados. Nessa área externa ao estuário, a profundidade varia entre 7 e 12 metros, com pontos mais profundos, superiores a 13 m.

A batimetria da parte costeira do litoral paranaense é mostrada na Figura 24Figura 23. Observam-se profundidades máximas da ordem de 30 m localizadas na fronteira oeste do domínio e profundidades da ordem de 10 m nas proximidades da orla marítima.

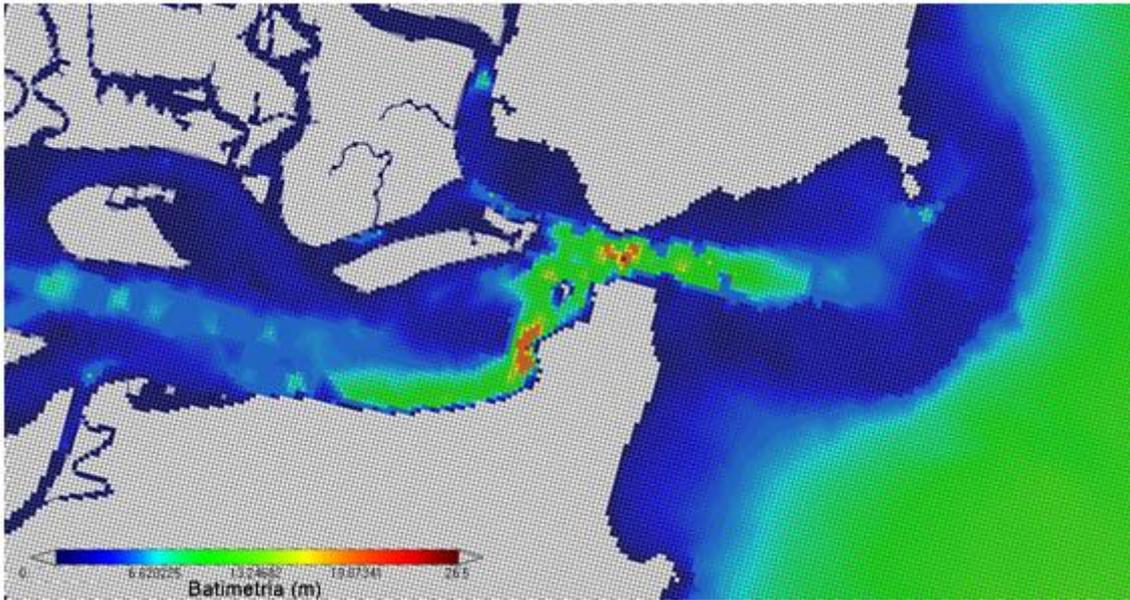


Figura 23. Batimetria aplicada à grade numérica da baía de Guaratuba.

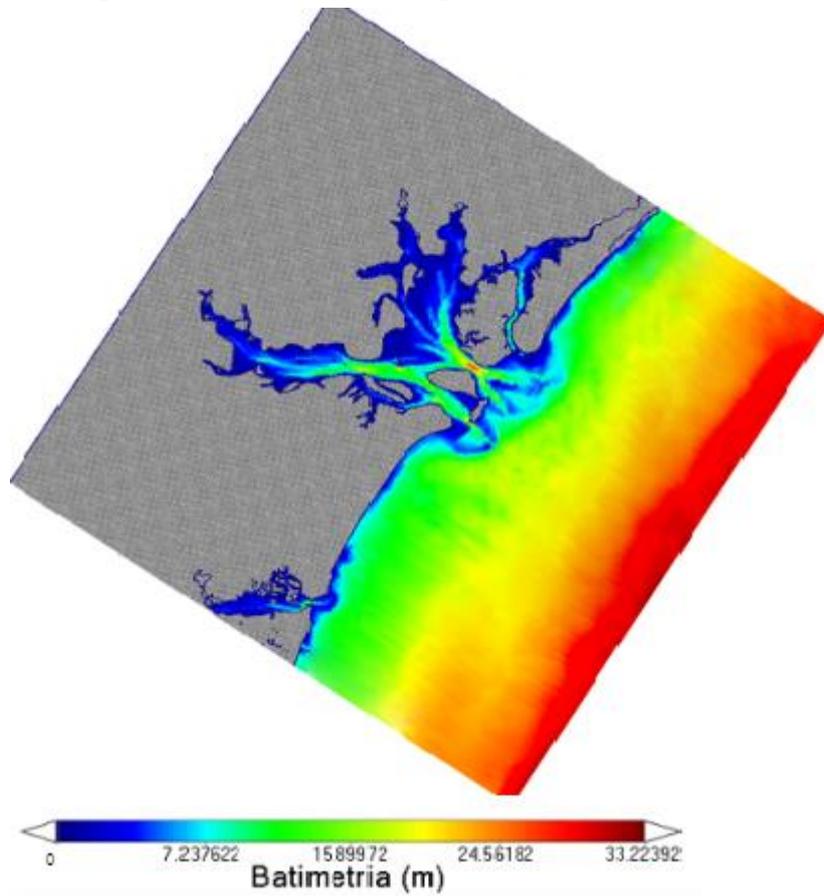


Figura 24. Batimetria aplicada à grade da parte costeira do litoral paranaense.

## Vazões dos Rios Afluentes

Dentro dos estuários, as vazões afluentes pelos rios que descem pela Serra do Mar, além daqueles da própria planície litorânea, são muito importantes para a dinâmica da água e para os processos que envolvem temperatura e salinidade. Nas baías há o encontro das águas mais frias e com salinidade zero advindas dos rios com as águas com alta salinidade vinda do oceano.

Para a modelagem das baías de Paranaguá e Guaratuba foram utilizados dados das estações hidrológicas do litoral paranaense. Tais estações são comentadas neste trabalho no capítulo referente aos estudos hidrológicos e qualidade da água.

Dessa forma, vários rios da região apresentam dados monitorados de vazão, enquanto a grande maioria não apresenta esses dados medidos. Como esses dados são muito importantes para o modelo, optou-se por se fazer uma regionalização de vazões, utilizando o método das vazões específica por unidade de área. Isso fez com que fossem obtidas séries de vazões para todas as principais bacias hidrográficas que afluem aos estuários, sendo que inclusive as bacias hidrográficas foram todas determinadas dentro do presente estudo.

As vazões utilizadas para cada um dos rios afluentes aos estuários tanto para o cenário de inverno quanto para o cenário de verão são mostrados na Tabela 14 para Paranaguá. Já para Guaratuba, os dados estão na Tabela 15.

**Tabela 14. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica do CEP.**

Rio	Vazões (m <sup>3</sup> /s)	
	Inverno	Verão
Rio Cacatu	3.356	5.0340
Rio Cachoeira	12.304	18.4560
Rio da Caçada	0.216	0.3240
Rio das Canoas	0.405	0.6095
Rio do Cedro	0.411	0.6165
Rio do Costa	0.425	0.6375
Rio do Retiro	0.141	0.2115
Rio do Valentim	0.168	0.2520
Rio dos Almeidas	0.295	0.4425
Rio dos Correias	0.306	0.4590
Rio dos Medeiros	0.407	0.6105
Rio dos Patos	0.418	0.6270
Rio Emboguacu	0.366	0.5490
Rio Faisqueira	2.469	3.7020
Rio Guaraguaçu	8.642	12.9625
Rio Guaraqueçaba	4.076	6.1140
Rio Ipanema do Norte	0.221	0.3315
Rio Itaquí	1.604	2.4060
Rio Itiberê	0.611	0.9165
Rio Itimirim	0.303	0.4545

Rio	Vazões (m <sup>3</sup> /s)	
	Inverno	Verão
Rio Itingucu	0.483	0.7245
Rio Jacareí	1.023	1.5345
Rio Maciel	0.389	0.5830
Rio Nhundiaquara	19.864	29.7960
Rio Perequê e Canal DNOS	1.468	2.2020
Rio Poruquara	0.689	1.0335
Rio Ribeirão	1.873	2.8095
Rio Riozinho	0.152	0.2280
Rio Saquarema	0.299	0.4485
Rio Sebui	0.476	0.7140
Rio Serra Negra	11.176	16.7640
Rio Tagaçaba	8.266	12.3990
Rio Xaxim	1.684	2.5260

Tabela 15. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica da baía de Guaratuba.

Rio	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	
	Inverno	Verão
Rio André Gomes	0.048	0.072
Rio Cubatão	7.600	20.000
Rio das Laranjeiras	0.060	0.090
Rio das Palmeiras	0.216	0.324
Rio dos Meros	0.198	0.297
Rio dos Paus	0.196	0.285
Rio Fundo	0.150	0.285
Rio Guaxuma	0.136	0.204
Rio Mirim	1.215	2.025
Rio Parati	0.150	0.285
Rio Quilombo	0.044	0.066
Rio São João	8.000	12.000
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 01*	0.055	0.090
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 02*	0.050	0.075
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 03*	0.082	0.123
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 04*	0.123	0.184
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 05*	0.260	0.704
Rio ao Sul da Baía de Guaratuba 06*	0.170	0.255

\*Rios sem nomenclatura em Cartas Topográficas - DSG/Pró Atlântica (1:25.000)

## Salinidade e Temperatura

Para a simulação dos dados de temperatura e salinidade no interior dos estuários é necessário o conhecimento dos valores de entrada desses parâmetros, tanto pelos rios afluentes quando pela entrada principal do estuário. A definição desses parâmetros para as

modelagens dos dois cenários simulados partiu da observação de dados de temperatura das estações hidrológicas dos rios afluentes (para definição de suas temperaturas em inverno e verão) e também da observação de dados medidos na parte externas dos estuários (área costeira próxima). Os dados utilizados, tanto para os rios afluentes quanto na fronteira aberta são mostrados na Tabela 16.

**Tabela 16. Dados de vazão sendo utilizados para a modelagem hidrodinâmica da baía de Guaratuba.**

Entradas do Modelo	Temperatura (°C)		Salinidade (UPS)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Rios Afluentes	15	25	0	0
Desembocadura do Estuário	20	34	31	34

## Maré

A principal forçante, tanto dentro quanto fora dos estuários, para a hidrodinâmica utilizada para o presente estudo foi a maré. Ela foi incorporada no modelo por meio de utilização de constantes harmônicas de maré, a partir das quais é possível reproduzir uma série de marés. As constantes harmônicas necessárias para implementação do modelo hidrodinâmico foram obtidas de Camargo (1998). Neste trabalho, as constantes harmônicas são geradas pela aplicação do modelo hidrodinâmico POM implementado para a plataforma sudeste da costa brasileira, sendo forçado com constantes harmônicas apresentadas em Harary & Camargo (1994). Segundo essa metodologia as principais componentes que dominam a plataforma sudeste e a baía de Paranaguá, são as diurnas Q1, O1, P1 e K1; as semidiurnas N2, M2, S2 e K2; a ter-diurna M3, a quarto-diurna M4, além das componentes de pequeno fundo, a MN4 e a MS4 que foram geradas para todo o domínio de interesse.

**Além dos dados de Camargo (1998), as constantes harmônicas para Guaratuba e algumas complementares para Paranaguá foram cedidas pelos professores Maurício Noernberg e Eduardo Marone, do CEM (UFPR). Os dados de maré utilizados para Paranaguá seguem na**

Tabela 17 e os de Guaratuba na Tabela 18.

**Tabela 17. Constantes harmônicas de maré utilizadas na fronteira aberta do CEP**

Constante Harmônica	Amplitude	Fase
Q1	0.0245	91.2700
O1	0.1106	114.5
P1	0.027	174.589996
K1	0.0814	179.460007
2N2	0.0072	293.070007
MU2	0.0347	271.429993
N2	0.0549	226.770004
NU2	0.0104	217.880005
M2	0.3278	160.470001
L2	0.0189	170.520004
T2	0.015	161.470001

Constante Harmônica	Amplitude	Fase
S2	0.2537	161.509995
K2	0.069	161.600006

**Tabela 18. Constantes harmônicas de maré utilizadas na fronteira aberta da baía de Guaratuba**

Constante Harmônica	Amplitude	Fase
Q1	0.0242	92.3300
O1	0.1105	116.49
K1	0.0825	181.54
2N2	0.0075	299.35
N2	0.0565	230.93
M2	0.34	162.51
K2	0.0723	164.64
S2	0.2657	164.48
P1	0.0273	176.66
NU2	0.0107	221.76
MU2	0.0003539	27.3183
L2	0.0197	172.68
T2	0.0157	164.4

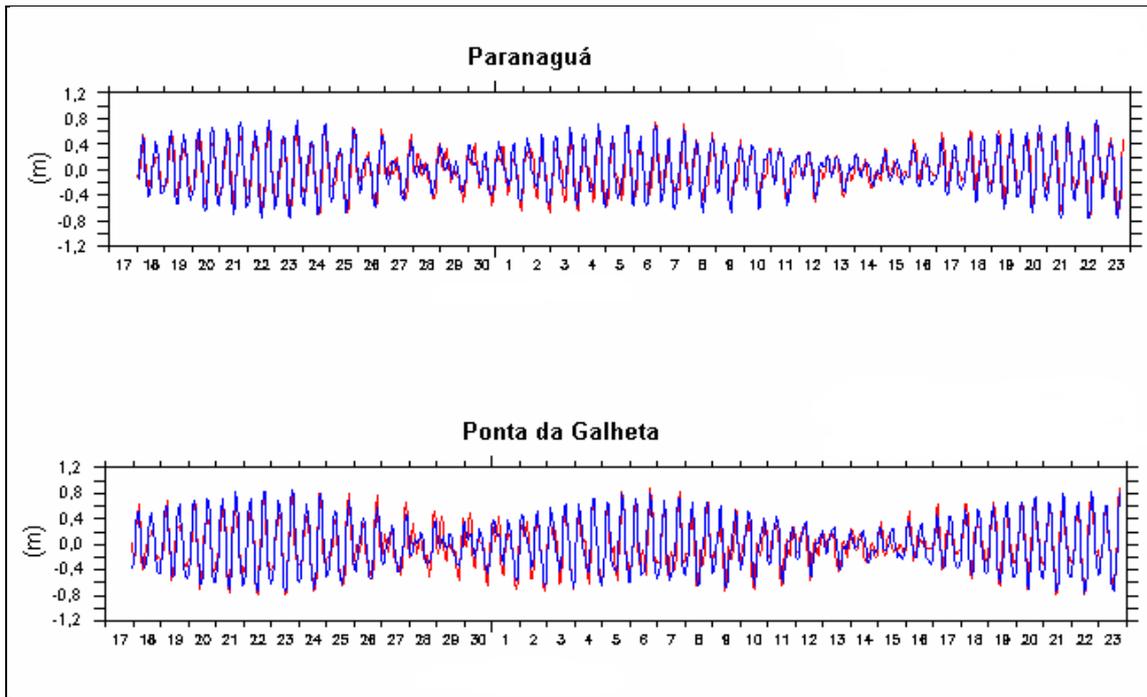
### 2.4.1.3 Resultados da modelagem numérica

#### Hidrodinâmica

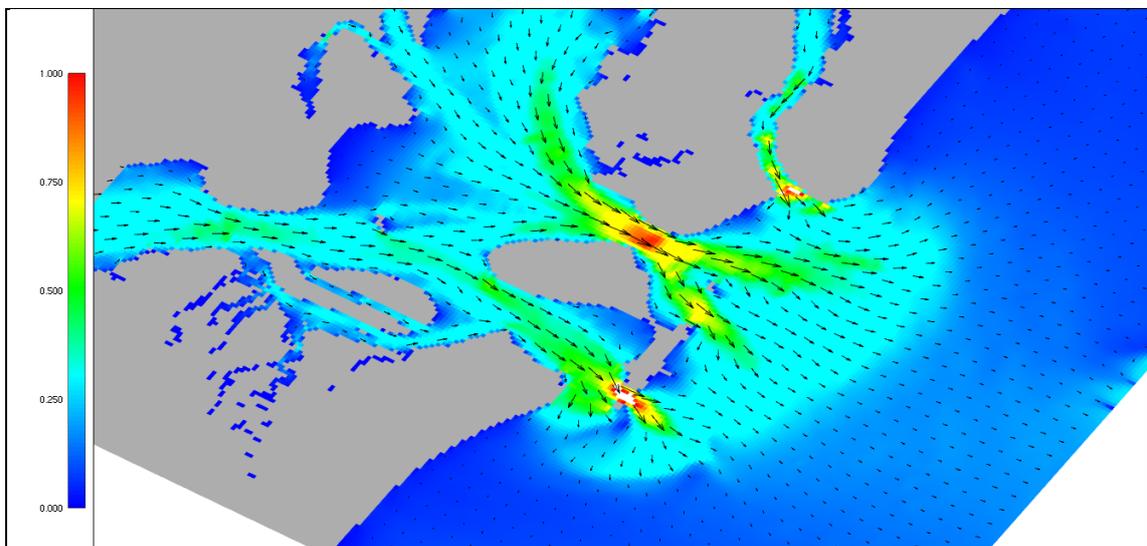
A Figura 25 mostra a comparação entre a elevação da superfície mar, prevista (azul) e simulada (vermelho) para o porto de Paranaguá e para o canal da Galheta. Observa-se uma excelente aderência entre as duas curvas, tanto para o ponto simulado em Paranaguá, quanto para o ponto simulado na Galheta.

O campo de velocidade simulado para o CEP gerou resultados compatíveis com resultados obtidos de medições diretas. Dados de ADCP secundários da baía de Paranaguá mostraram que as maiores velocidades ocorrem na região do canal da Galheta, entre a ilha da Galheta e a Ilha do Mel, na entrada da baía. A Figura 26 mostra o campo de velocidade integrado na vertical para um período de maré vazante onde se observa velocidades superiores a 1,0 m/s nos canais de acesso ao estuário. Já dentro do estuário, as maiores velocidades chegam a 0,5 m/s.

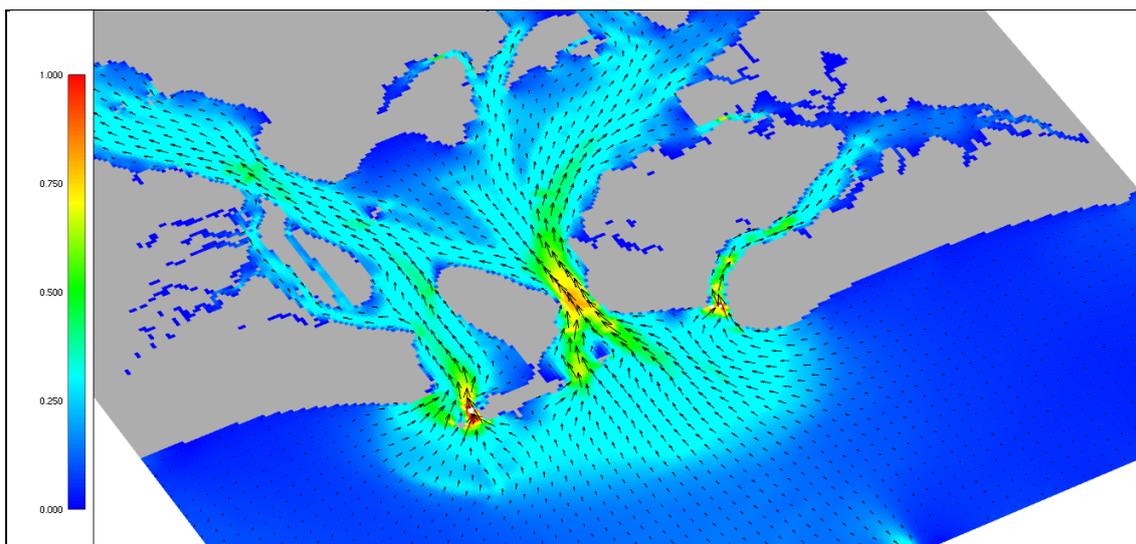
O campo de velocidade durante a maré enchente (Figura 27) apresentou comportamento análogo ao observado durante a vazante, ou seja, as máximas velocidades ocorrem nos canais de entrada ao CEP, sendo que em seu interior observa-se velocidade média um pouco inferior, geralmente abaixo de 0,30 m/s.



**Figura 25. Comparação entre nível da água previsto (constantes harmônicas - azul) e simulado (MOHID – vermelho) para Paranaguá (Porto de Paranaguá) e Ponta da Galheta (desembocadura do CEP).**



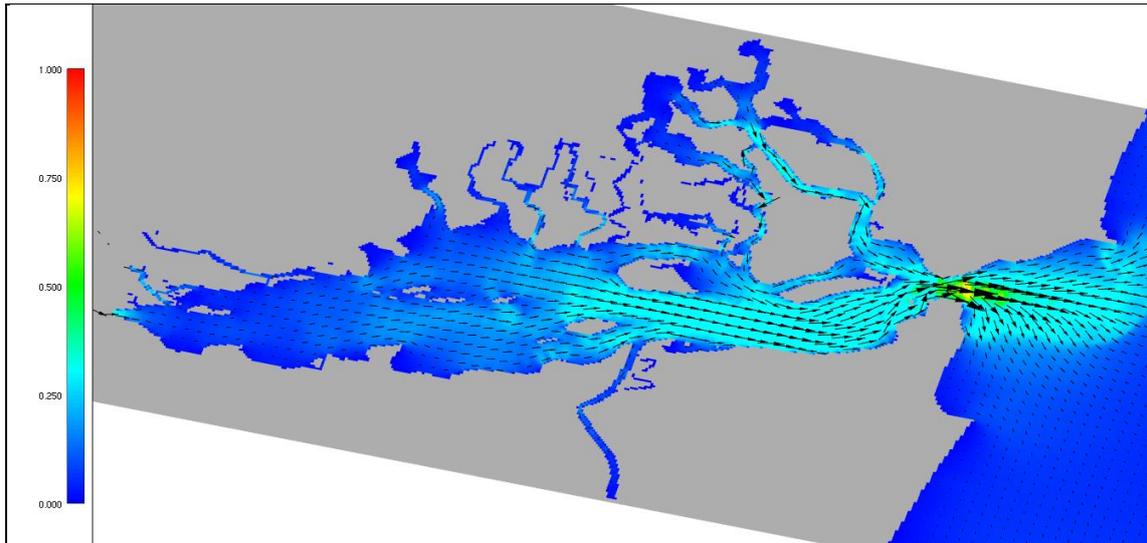
**Figura 26. Campo de velocidades em maré vazante para o CEP.**



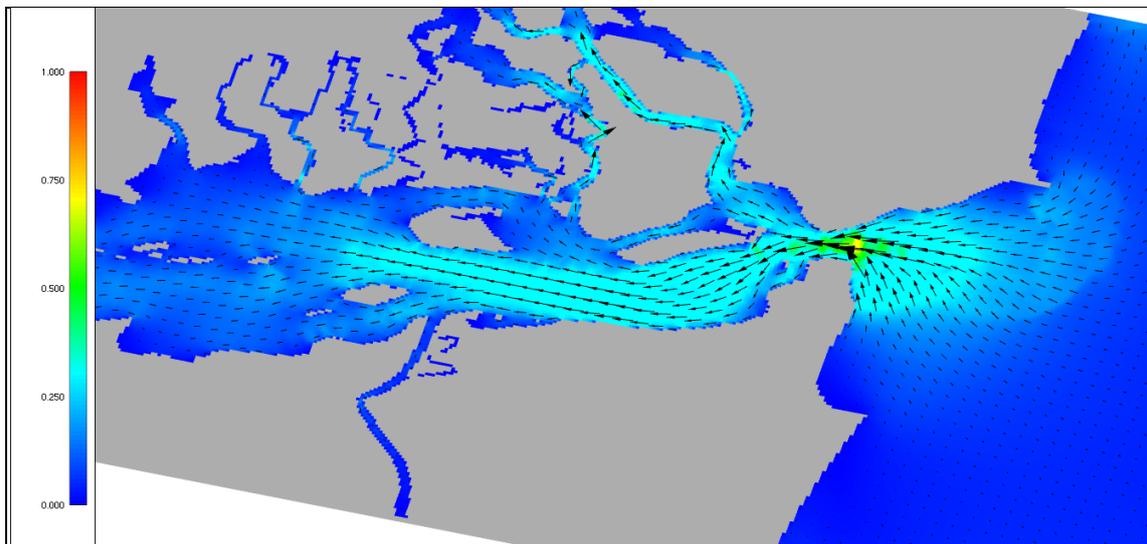
**Figura 27. Campo de velocidades em maré enchente para o CEP.**

A Figura 28 mostra o campo de velocidade em um instante de maré vazante para todo o estuário de Guaratuba. Os vetores indicam a direção do fluxo e as cores indicam a intensidade. Como era de se esperar, a geometria do estuário é um dos fatores dominantes que define o comportamento do fluxo no estuário, ou seja, a intensificação do fluxo observado na desembocadura do estuário é provocada pelo afunilamento do canal de acesso naquela região. Nessa região, as velocidades atingem valores máximos próximos de 0,8 m/s, que decaem para valores da ordem de 0,3 m/s a medida que se afasta em direção à região oceânica. Esse comportamento do campo de velocidade é uma das razões que faz com que bancos de areia se formem na desembocadura da baía de Guaratuba, o sedimento transportado pelo fluxo mais energético vai se depositando ao longo do percurso a medida que as correntes perdem energia.

A Figura 29 mostra o detalhe do campo de velocidade durante um instante de maré enchente. Da mesma forma que no caso anterior, o fluxo mais intenso é observado no canal de entrada da baía e é provocado pelo afunilamento do contorno naquela região. Em comparação com o fluxo vazante, as correntes de maré enchente são menos intensas, atingindo valores máximos da ordem de 0,75 m/s. O padrão de correntes mais intensas durante a vazante é uma característica que também foi observada nas simulações realizadas para a baía de Paranaguá e constitui-se um importante fenômeno, mostrando que os estuários são capazes de expelir para o exterior qualquer tipo de substância lançada em suas águas.

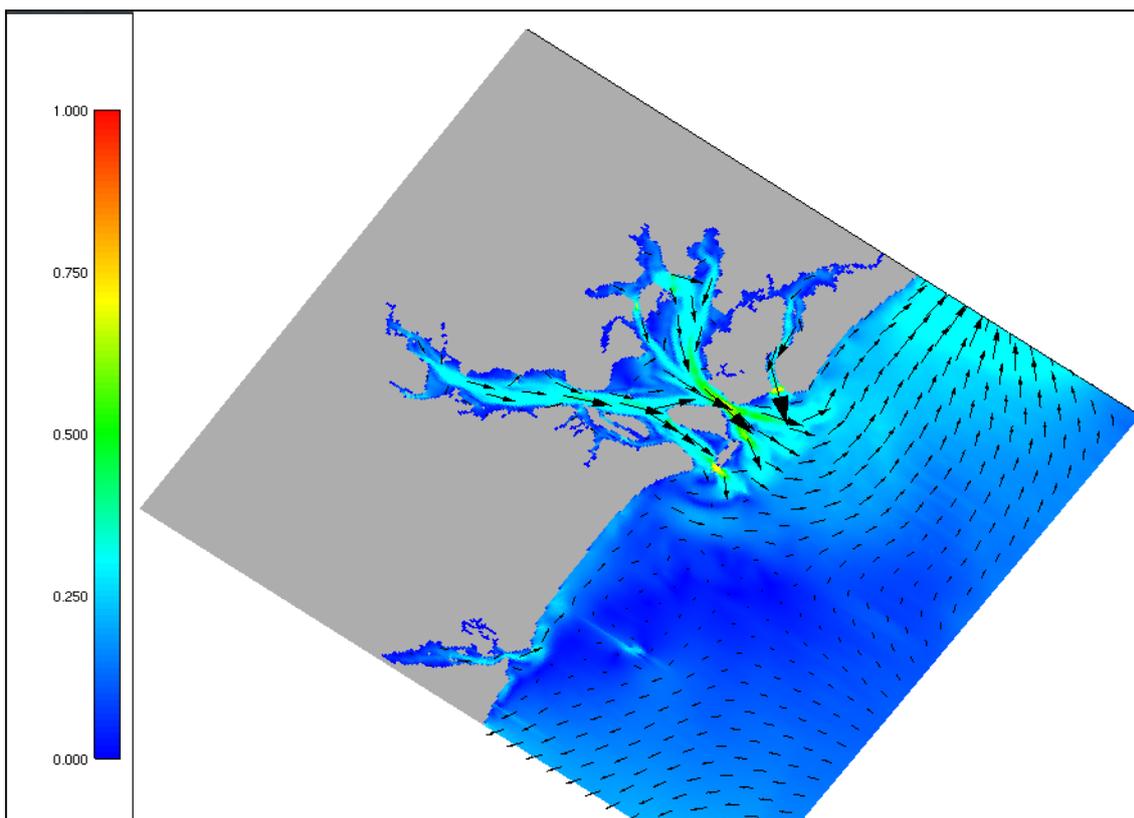


**Figura 28. Campo de velocidades em maré vazante para a baía de Guaratuba.**



**Figura 29. Campo de velocidades em maré enchente para a baía de Guaratuba.**

A Figura 30 mostra o resultado da modelagem hidrodinâmica para a região costeira do litoral paranaense. Percebe-se que as duas baías também entraram no domínio da modelagem, pois as mesmas influenciam a hidrodinâmica da região mais próxima à costa. Percebe-se que há uma certa homogeneidade na distribuição das velocidades. As mais intensas são da ordem de 0,25 m/s. E mais uma vez é possível observar que as velocidades mais altas do litoral são atingidas no canal da Galheta, na entrada do CEP.



**Figura 30. Campo de velocidades em maré vazantes para o litoral paranaense como um todo, com foca na parte costeira.**

As velocidades máximas de corrente, tanto para as áreas estuarinas quanto para a área costeira foram gerados em formato A3 e encontram-se no volume 4, de mapas. Tais velocidades foram usadas para definir os locais mais apropriados para cada sistema de cultivo.

## Temperatura e Salinidade

Os mapas de temperatura e salinidade serão apresentados no Volume 04. No entanto, será feita aqui uma análise desses dados, apresentado figuras ilustrativas dos resultados da modelagem matemática desses parâmetros.

### Temperatura

A Figura 31 e a Figura 32 apresentam os campos de temperaturas máximas e mínimas para todo o CEP. Percebe-se que os rios afluem com uma temperatura mais baixa em relação a água que entra na baía vinda do oceano. Para temperatura mínima, observa-se que a baía das Laranjeiras, eixo Norte-Sul, apresenta temperaturas entre 18 e 19 ° C na sua parte mais aberta, que sofre maior influência da desembocadura do CEP. Nas enseadas mais internas percebe-se uma maior influência dos rios, assim como para a região de Antonina até a altura do porto de Paranaguá onde as temperaturas aumentam até a saída do estuário

Em relação às temperaturas máximas, observa-se que estas se situam ao redor dos 28 °C próximo da saída da baía. No interior das baías essa água está um pouco mais fria – em torno de 26°C.

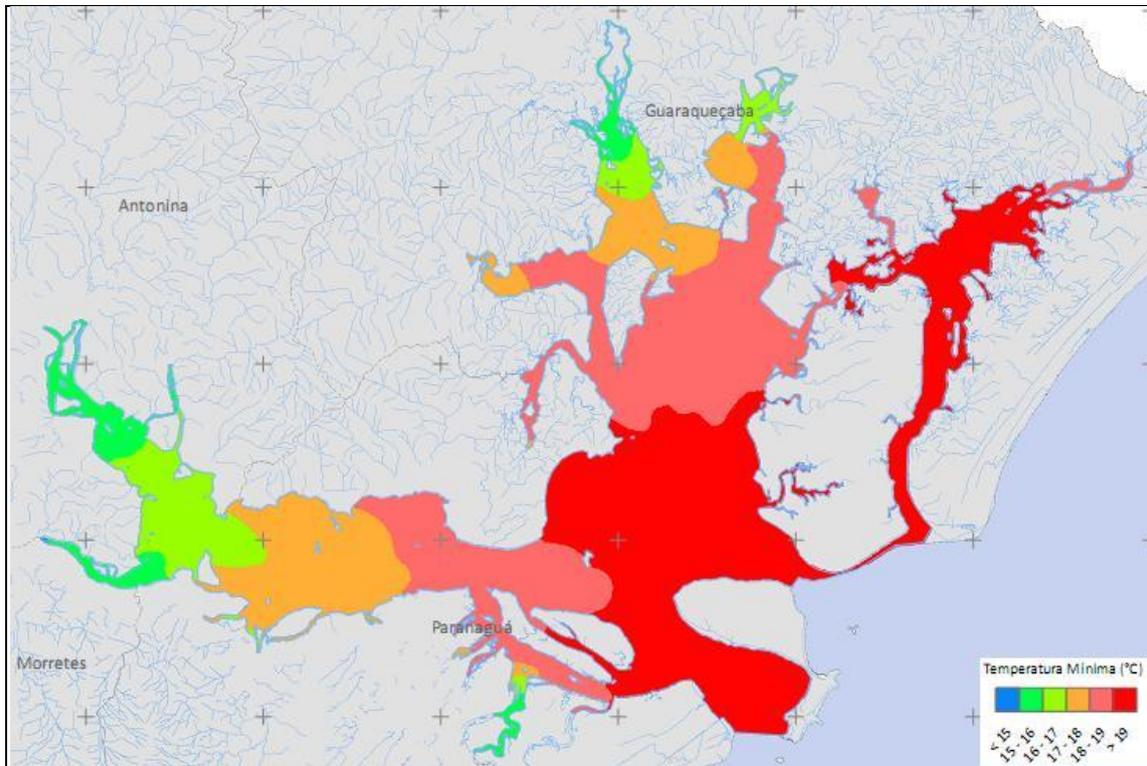


Figura 31. Campo de temperaturas mínimas para o CEP.

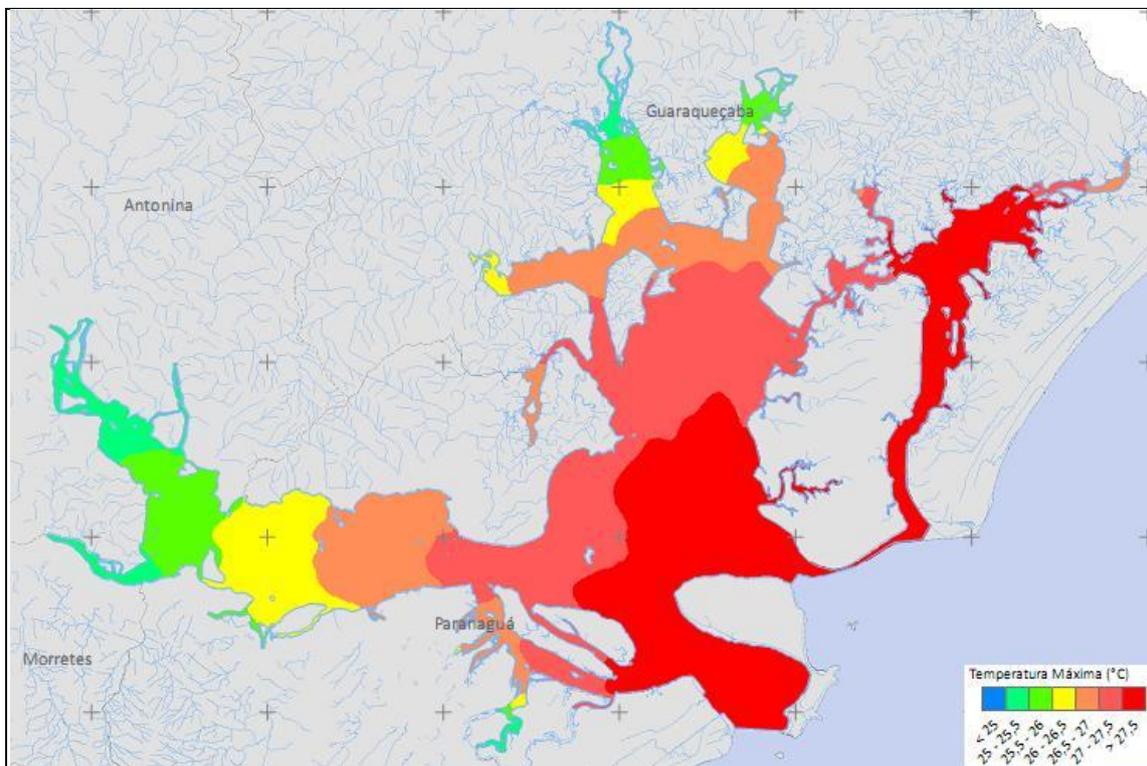
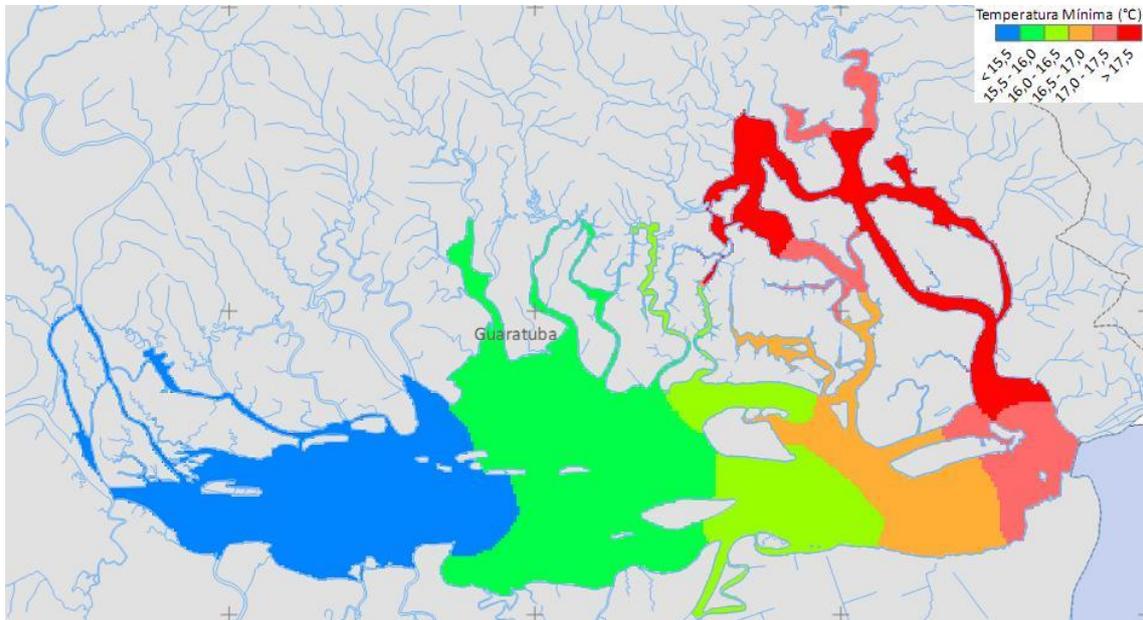
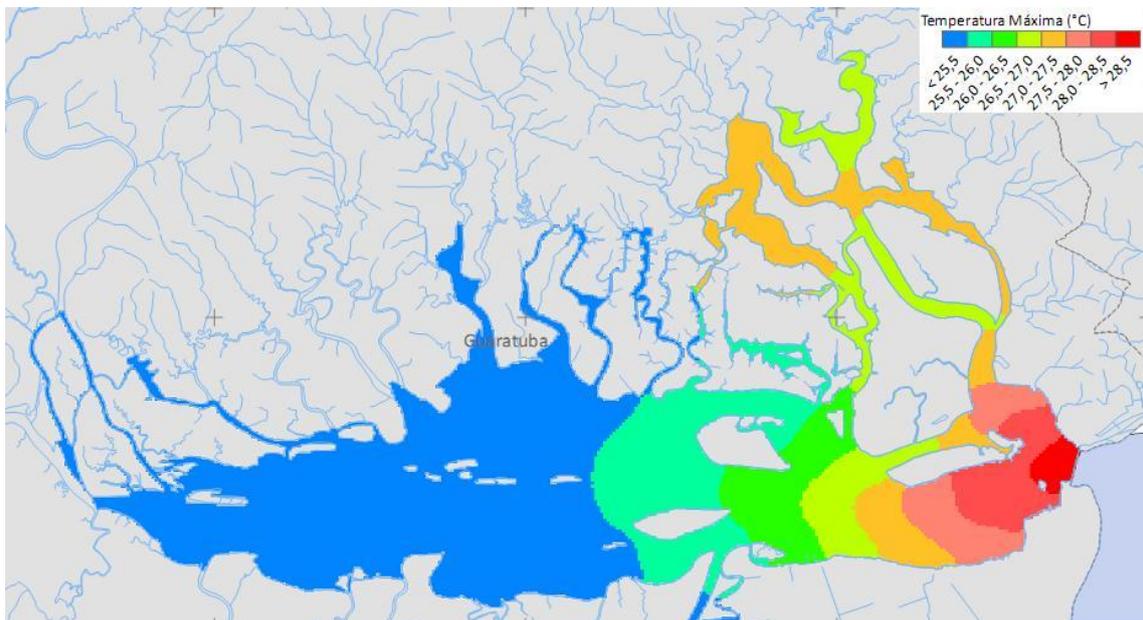


Figura 32. Campo de temperaturas máximas para o CEP.

A Figura 33 e a Figura 34 apresentam os campos de temperaturas máximas e mínimas para toda a baía de Guaratuba. Da mesma forma que acontece em Paranaguá, percebe-se a afluência de água fria vinda dos principais afluentes. As temperaturas máximas situam-se próximas de 28,5°C, na desembocadura, e as mínimas próximas a 15°C, no fundo do estuário.



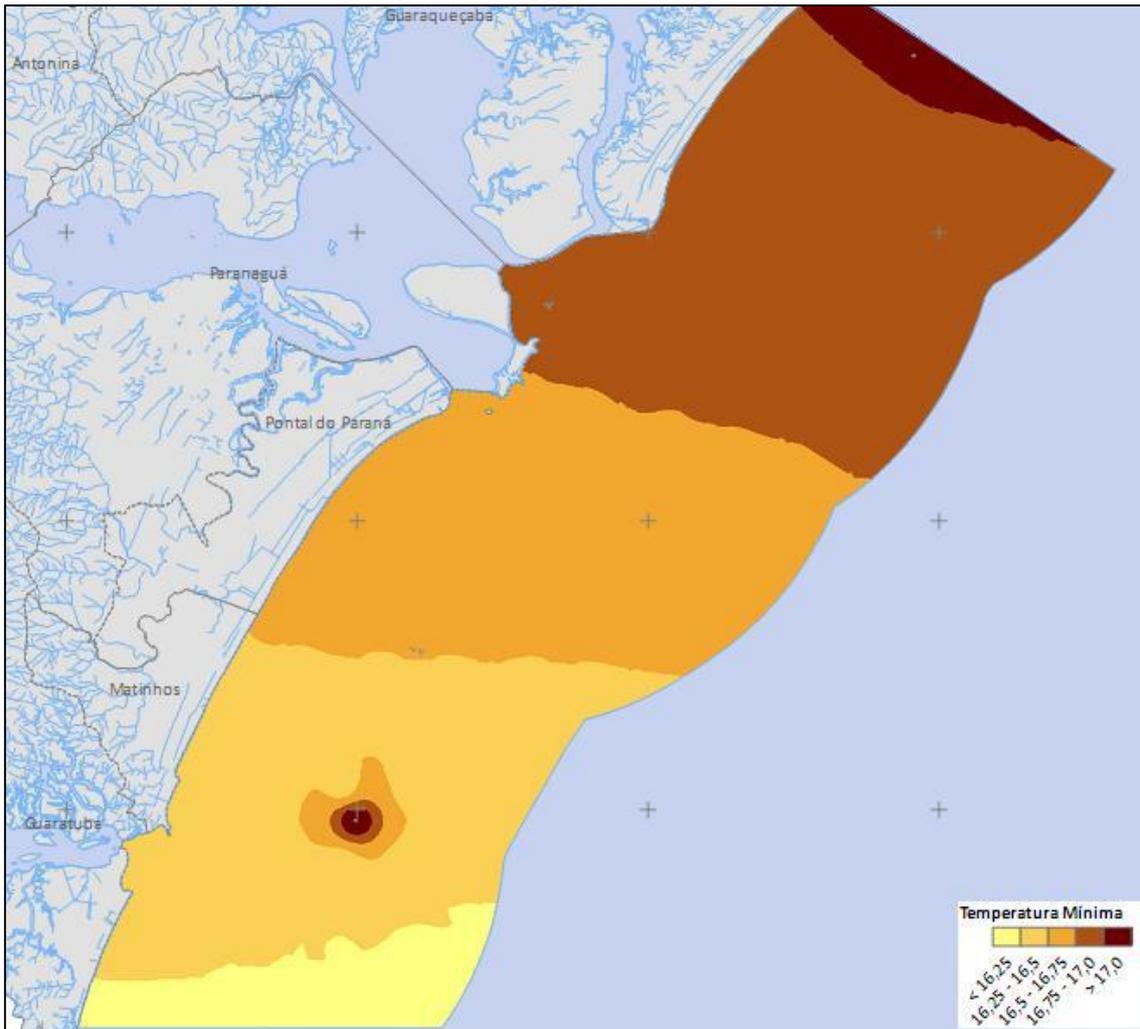
**Figura 33. Campo de temperaturas mínimas para a baía de Guaratuba.**



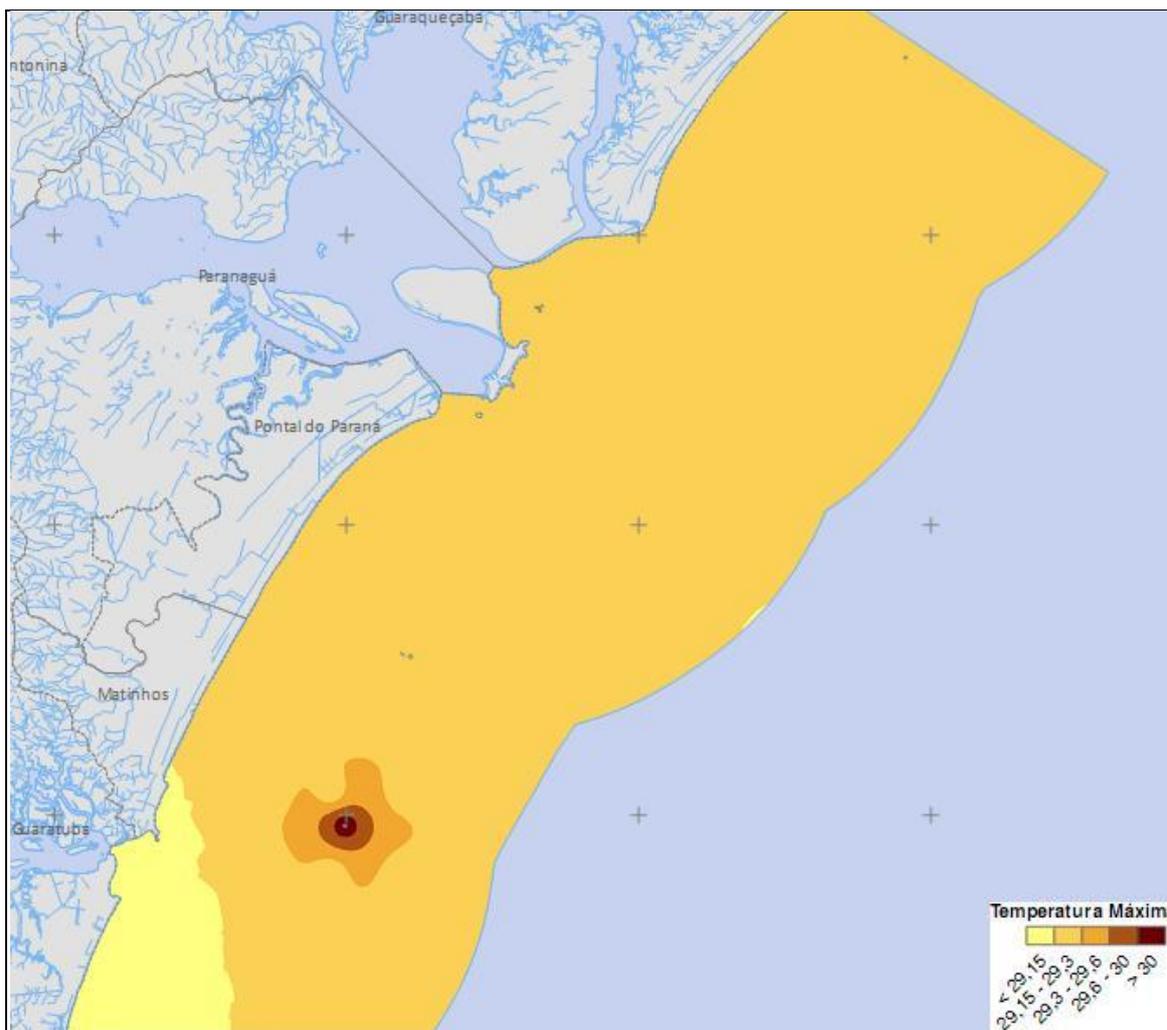
**Figura 34. Campo de temperaturas máximas para a baía de Guaratuba.**

A Figura 35 e a Figura 36 apresentam os campos de temperaturas máximas e mínimas para a área costeira do litoral paranaense. Esses dados não foram gerados a partir de modelagem, mas sim por meio de um conjunto de dados monitorados utilizados juntamente com dados de monitoramento por satélite, conforme será melhor explicado na metodologia

do Volume III. Percebe-se que há uma maior homogeneidade desses valores extremos quando comparam-se com os valores apresentados para os estuários. As máximas apresentaram grande homogeneidade para toda costa, com uma pequena elevação próximo às Ilhas Currais. Já com relação às temperaturas mínimas, percebe-se uma tendência de resfriamento de Norte para Sul, fenômeno esperado em função dos padrões de circulação de águas da Corrente do Brasil. As máximas registradas passaram dos 30 °C, enquanto as mínimas chegaram a aproximadamente 16°C.



**Figura 35. Campo de temperaturas mínimas para a área costeira.**



**Figura 36. Campo de temperaturas máximas para a área costeira.**

## Salinidade

O comportamento da salinidade é um dos fenômenos mais característicos dos estuários. Há a afluência da água doce dos rios se encontrando com a água salgada do oceano, e dentro do estuário é que ocorre essa mistura.

A Figura 37 e a Figura 38 Figura 34 apresentam os campos de salinidades máximas e mínimas para todo o CEP. O cenário de mínimas é típico de verão quando há grande pluviosidade e aumento da vazão dos rios, o que faz com que a água doce oriundados rios tenha grande interferência no estuário. Percebe-se que até Antonina a salinidade é muito baixa (menor que 5) no cenário de mínimas. No cenário de máximas esse mesmo local já apresenta salinidade maior que 10. Já próximo da saída do estuário a salinidade tem valores mínimos de aproximadamente 25 e máximos de 35.

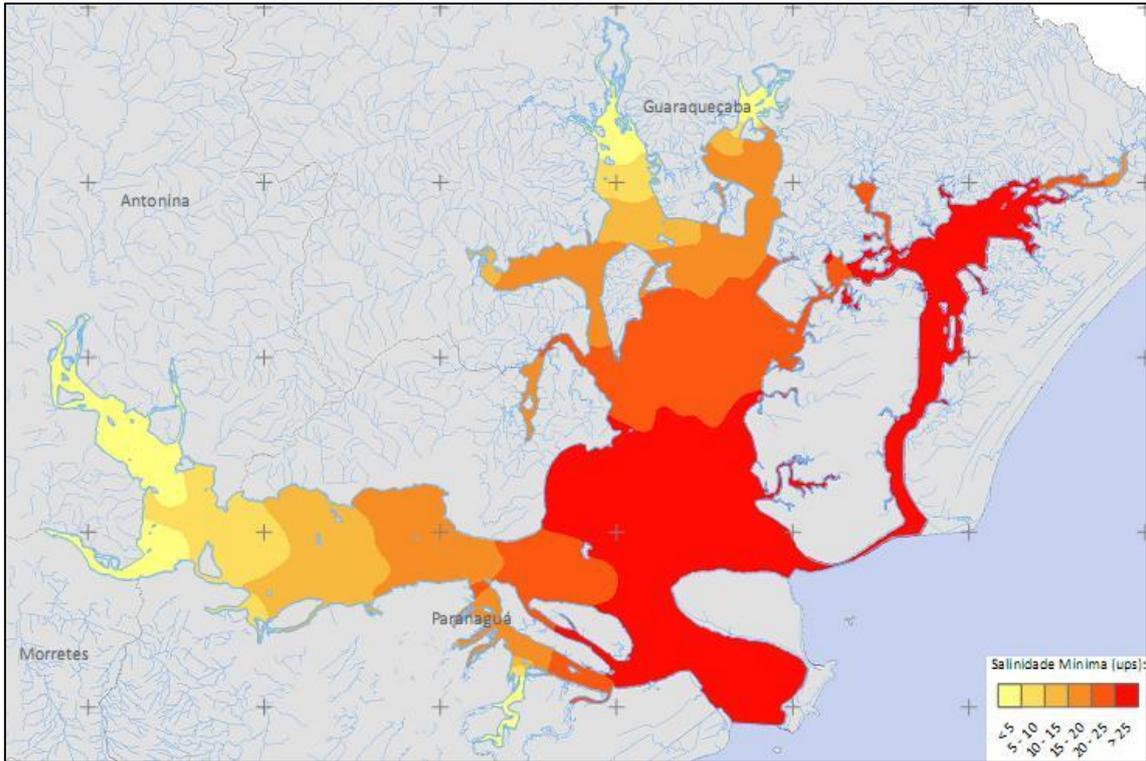


Figura 37. Campo de salinidades mínimas para o CEP.

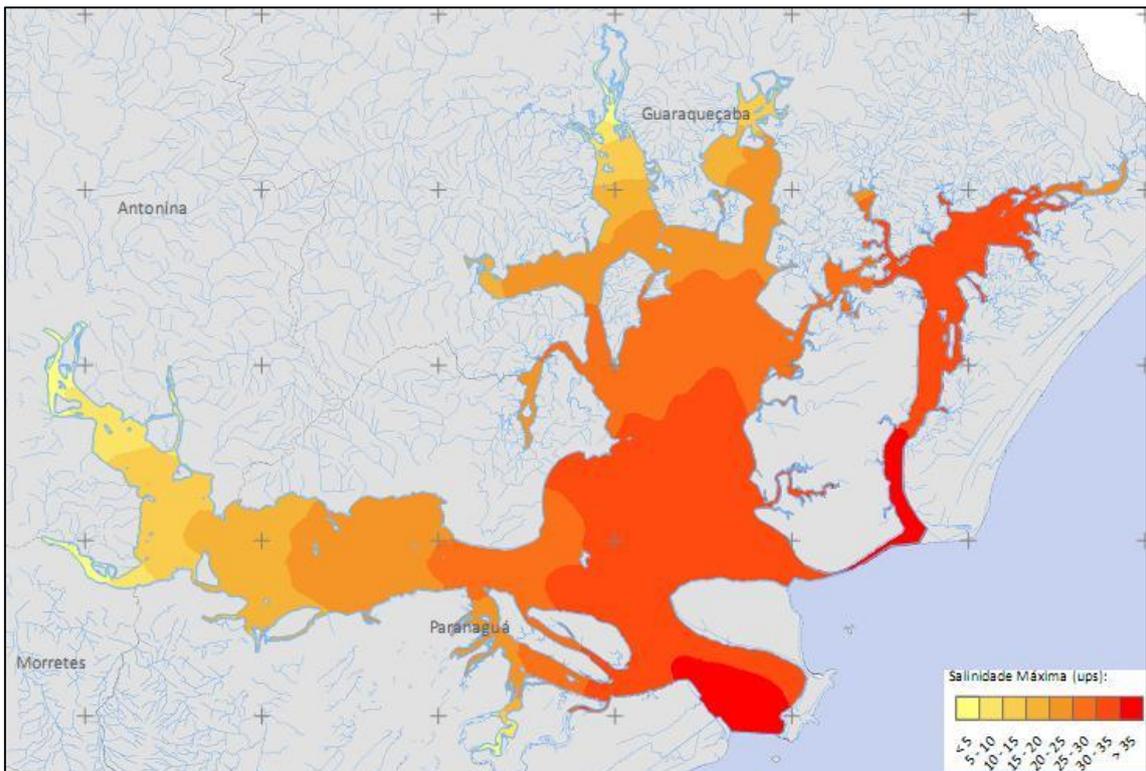
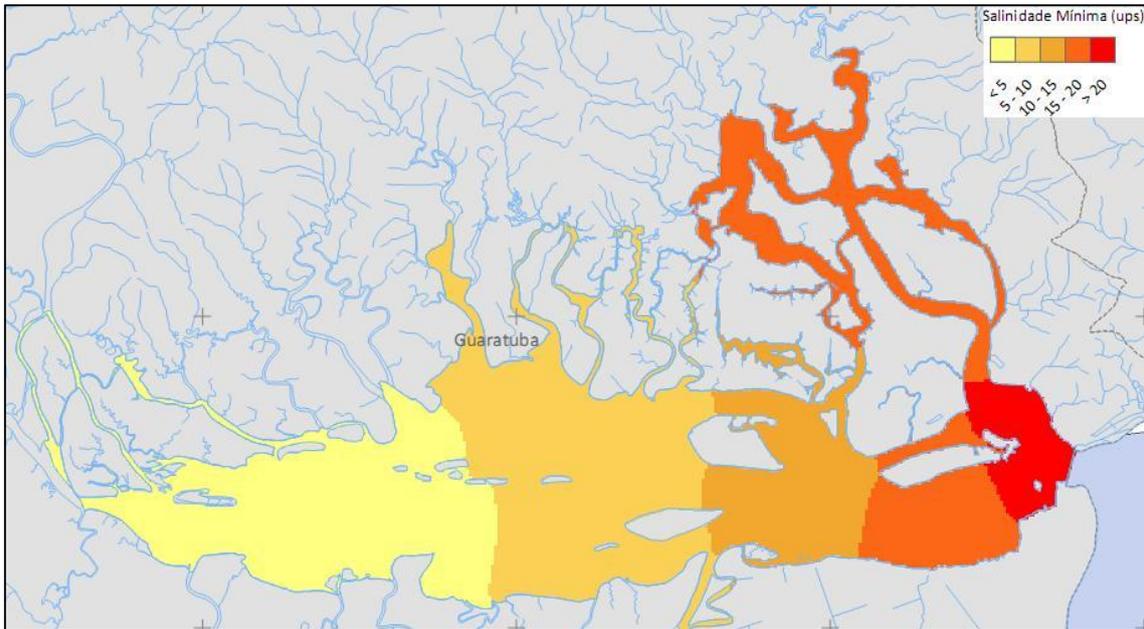
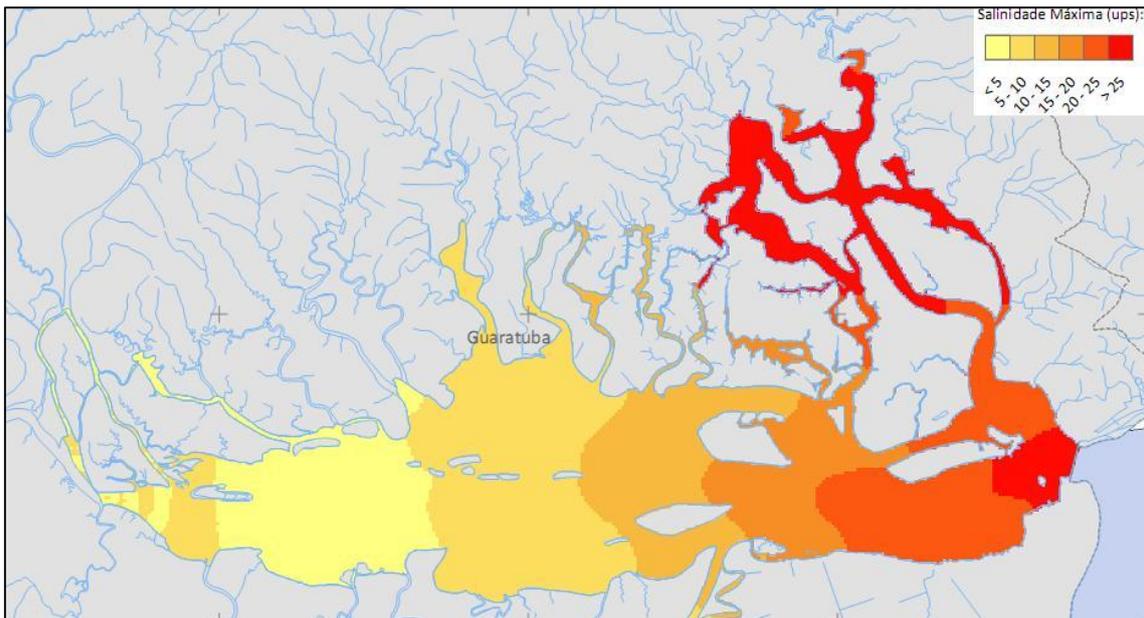


Figura 38. Campo de salinidades máximas para o CEP.

Para a baía de Guaratuba, que apresenta menor área interna, a salinidade vinda dos rios influencia ainda mais o interior do estuário. A Figura 39 e a Figura 40 apresentam os campos de salinidades máximas e mínimas para essa baía.



**Figura 39. Campo de salinidades mínimas para a baía de Guaratuba.**



**Figura 40. Campo de salinidades máximas para a baía de Guaratuba.**

A Figura 41 e a Figura 42 apresentam os campos de salinidades máximas e mínimas para a parte costeira. Vale ressaltar mais uma vez que a obtenção desses dados de salinidade para a parte costeira foi a partir de dados monitorados na costa. O que fica claro nessas figuras é a influência da água estuarina. Percebe-se que principalmente o campo de salinidade mínima é bastante afetado, havendo grande influência espacial. As salinidades mínimas observadas

nesse caso estão na desembocadura das baías, com valores próximos a 28. Já as máximas encontram-se na faixa de 37.

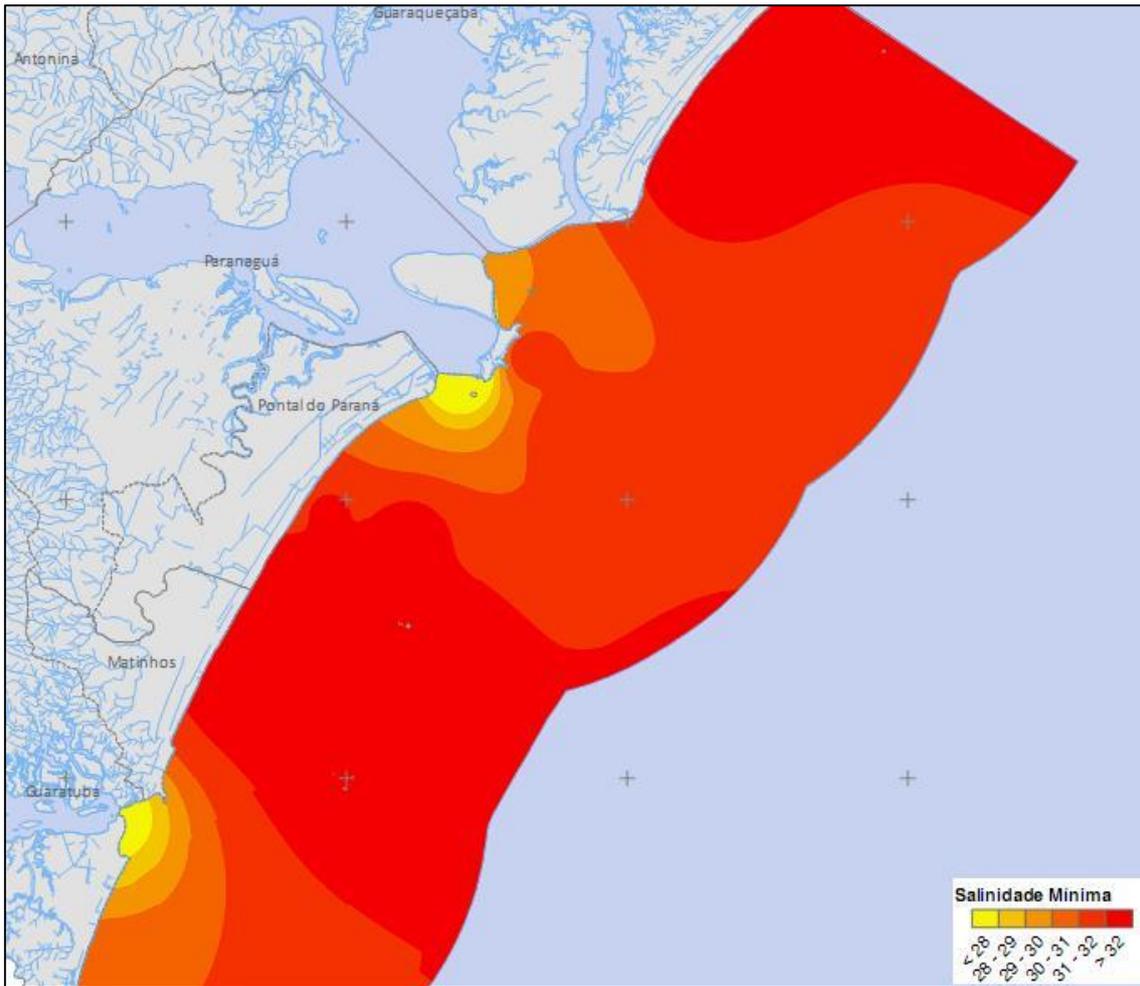
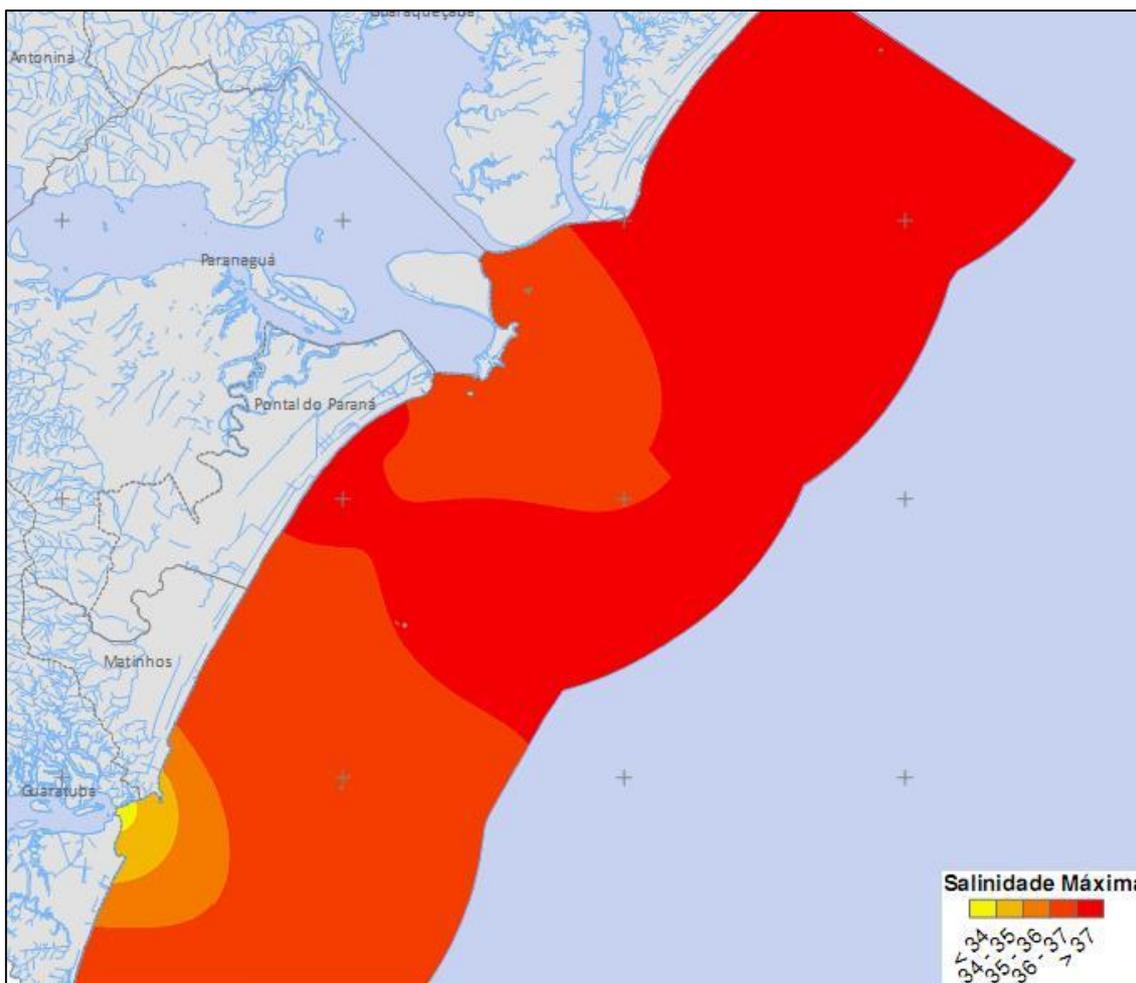


Figura 41. Campo de salinidades mínimas para a área marinha.



**Figura 42. Campo de salinidades máximas para a área marinha.**

#### 2.4.1.4 SIG

A base do trabalho realizado foi o uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que aqui foi utilizada para a compreensão de pelo menos cinco grandes dimensões dos problemas ligados à demarcação de parques aquícolas: no mapeamento temático, no diagnóstico ambiental, na avaliação de impactos ambientais, no ordenamento territorial e nos prognósticos ambientais.

Os trabalhos de ordenamento territorial objetivaram subsidiar o processo de normatização da ocupação do espaço - no caso, em áreas públicas localizadas em ambientes aquáticos – objetivando racionalizar a gestão do território, com vistas a um processo de desenvolvimento aquícola sustentado.

Para isso, utilizaram-se métodos baseados na definição de áreas homogêneas. Tais métodos objetivam identificar e descrever unidades homogêneas por meio dos procedimentos analíticos disponíveis num SIG. Quando o objetivo é o agrupamento destas unidades homogêneas, segundo algum método classificatório ou organizacional do espaço geográfico

através de procedimentos de síntese disponíveis num SIG, tem-se um processo denotado de regionalização por agregação ou agrupamento.

Dadas a complexidade e a dimensão dos procedimentos envolvidos nos estudos ambientais, o Sistema de Informação Geográfica (SIGs) apresenta-se como uma importante ferramenta que auxilia a realização de análises complexas a partir da integração de representações de dados espaciais. Os SIGs são definidos como tecnologias para investigação dos fenômenos ambientais que combinam os avanços tecnológicos da cartografia, banco de dados automatizados, sensoriamento remoto e modelagem. São conjuntos de programas computacionais utilizados para armazenar, analisar, manipular e gerenciar dados geográficos, com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies.

Os SIGs constituem uma ferramenta importante para a realização de projetos que necessitam de processamentos rápidos e eficientes, de grandes bases de dados, como é o caso dos estudos de fragilidade/vulnerabilidade ambiental, para fins de planos de ordenamento territorial. Nestes estudos é necessária a manipulação de uma grande quantidade de dados vetoriais do meio físico natural e biótico para gerar entre outros produtos, as cartas de vulnerabilidade natural à erosão.

Utilizando o SIG e imagens de satélite para atualizar mapas temáticos é possível se obter uma manipulação ágil e real dos requisitos necessários para satisfazer as condições de geração desse tipo de carta, em que cada um dos parâmetros envolvidos é fundamental e possui valor significativo na avaliação final da fragilidade ambiental.

#### **2.4.1.5 Áreas passíveis para a demarcação de parques aquícolas**

Na Figura 43 estão representados os passos e sequencias adotadas durante os estudos para identificação das áreas mais adequadas à demarcação de parques aquícolas adotados no presente estudo. A metodologia utilizada será detalhada a seguir.

É imprescindível não se perder de vista que o foco central dos trabalhos de identificação de áreas favoráveis para instalação de parques aquícolas é a aquicultura. Mais especificamente, a minimização de riscos (técnicos, econômicos, ambientais ou sociais) que podem comprometer a viabilização dos empreendimentos aquícolas que vierem a ser instalados em uma determinada região.

No que tange à identificação e à classificação do nível de favorabilidade das áreas disponíveis, há necessidade de se considerar, de forma absolutamente prioritária, o binômio: sistemas de cultivo e espécies a serem cultivadas.

Isso não significa que a macro caracterização ambiental não seja importante. Ela é! A inserção regional, a fisiografia das regiões adjacentes, a fauna e flora locais, as características hidrológicas de uma forma mais ampla, dentre outras variáveis, são imprescindíveis, por exemplo, para o licenciamento ambiental. Porém, qualquer tentativa de correlacionar essas variáveis durante a fase de classificação de áreas exigiria obrigatoriamente a ponderação matemática e o estabelecimento dos pesos individuais que tais variáveis exercem no processo

produtivo de organismos aquáticos. Considerando a complexidade natural dos ecossistemas aquáticos e o fato da maioria das interações entre as próprias variáveis ambientais não ser completamente conhecida - que dirá então entre tais variáveis e os índices zootécnicos obtidos nos cultivos - os resultados finais dessa tentativa de ponderação, não raro, fogem completamente da finalidade central das análises, que deveria ser o mapeamento do nível de favorabilidade das áreas para a aquicultura.

Exemplificando: é sabido que a amônia é um composto bastante tóxico para os organismos aquáticos. No ambiente, a amônia ionizada ( $\text{NH}_3$ ) encontra-se em equilíbrio químico (portanto, dinâmico) com o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). A toxicidade da amônia é definida principalmente pela concentração de  $\text{NH}_3$  presente no meio (Poxton & Allouse, 1982; Eifac, 1983; Yu & Hirayama, 1986). A proporção de ambas as formas nitrogenadas em uma solução é definida principalmente pelo pH, temperatura e salinidade dessa solução. Utilizando as equações propostas por Ostrensky et al. (1992), constata-se que a contribuição relativa do pH na determinação da proporção entre  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$  teria peso 10, enquanto a temperatura teria peso 0,2 e a salinidade 0,02. Assim, se em uma determinada região houver predisposição ao aumento das concentrações de amônia na água e esse fosse o critério a ser considerado no mapeamento da favorabilidade da área para a aquicultura, o peso do pH teria que ser 45 vezes maior que o peso da variável temperatura na classificação dessa área. A variação do pH, por sua vez, está intimamente ligada à capacidade tamponante da água, que é função da alcalinidade (Ramos e Silva et al, 2010). Assim, a alcalinidade deveria ter um peso muito maior que a temperatura no mapeamento da favorabilidade das áreas estudadas, caso o critério analisado fosse o risco de aumento das concentrações de amônia no meio. Porém, a sensibilidade à amônia não apenas varia entre as diferentes espécies, como também em uma mesma espécie dependendo de fatores como estágio de vida, estado nutricional, nível de estresse, dentre outros.

Contudo, isoladamente a alcalinidade tem pouca importância direta na fisiologia e nos índices zootécnicos apresentados pela maioria dos organismos cultivados. Mas, por outro lado, se os parâmetros a serem considerados forem as taxas metabólicas, a nutrição ou mesmo as taxas de crescimento dos organismos cultivados, a temperatura é seguramente o parâmetro mais importante a ser considerado em qualquer estudo para identificação de áreas com potencial para o cultivo de uma determinada espécie aquática (vide Brett, 1979; Carter et al., 2008; Choa et al., 2010, dentre muitos outros). A salinidade, por sua vez, é uma variável fundamental quando se tratam de cultivos em áreas estuarinas, influenciando diretamente nos processos fisiológicos, incluindo as taxas de crescimento e de sobrevivência dos organismos cultivados (Silva et al, 2010; Tine, 2010).

Desta forma, embora seja possível o desenvolvimento de modelos e ferramentas, os mais variados possíveis, para se elaborar mapas de favorabilidade, integrando todos os dados possíveis, os dados de entrada nesses modelos e os cenários modelados serão sempre específicos, gerando respostas válidas apenas para tais condições. Além disso, a integração dos critérios técnicos, ambientais, sociais e econômicos levam à adoção de pesos e de critérios hierárquicos, com os quais se torna alguns desses critérios mais importante que os outros. Considera-se que essa metodologia tem grande potencial de inserção de erro e foi exatamente essa subjetividade que se tentou evitar neste trabalho.

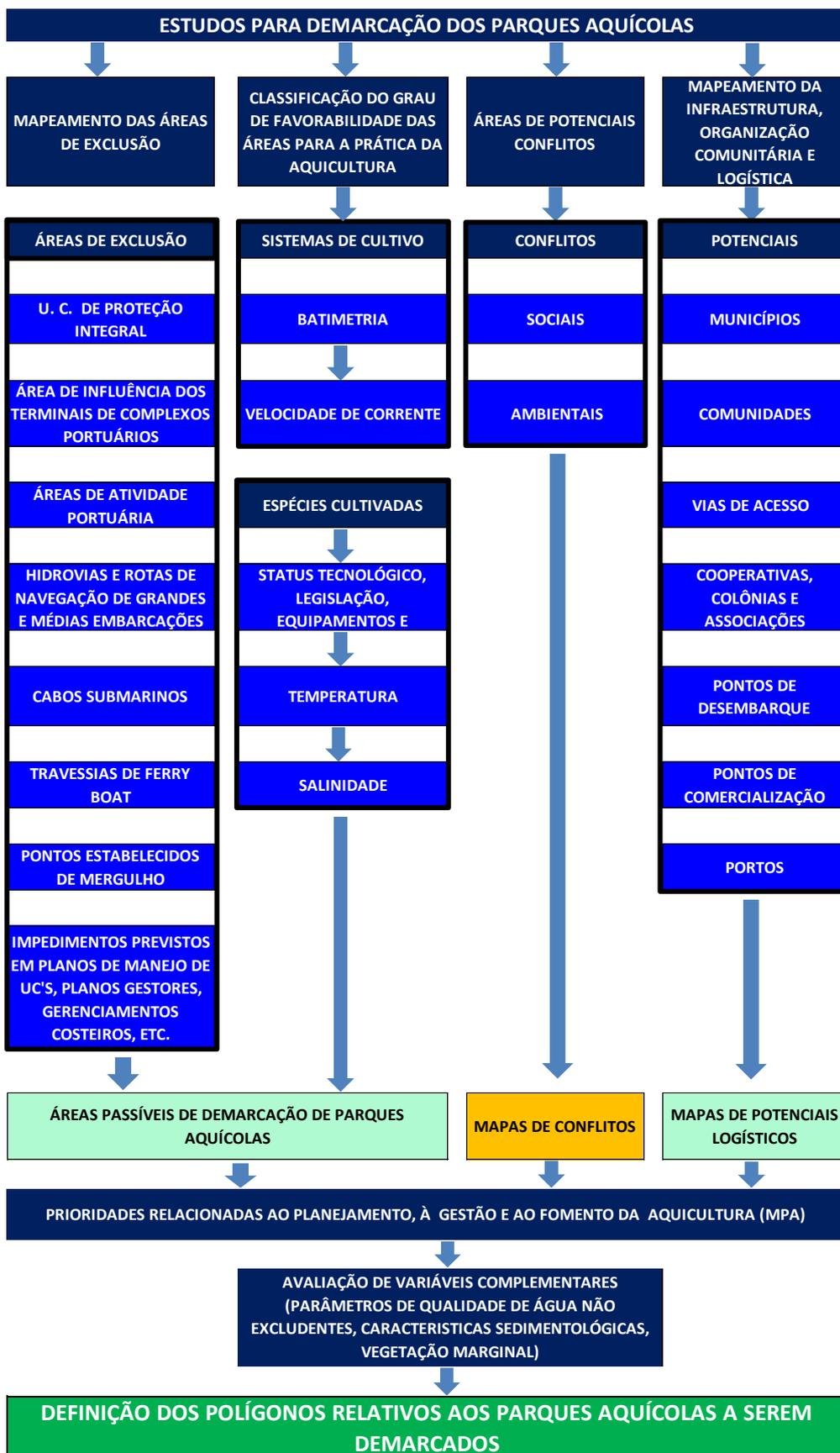


Figura 43. Representação esquemática do processo metodológico utilizado para demarcação dos parques aquícolas.

## Áreas e zonas de exclusão

Em estudos para demarcação de parques aquícolas em grandes áreas, como é o caso do trabalho aqui realizado, uma grande preocupação inicial é com as áreas de exclusão. Tais áreas podem ser entendidas como aquelas que, seja por razões legais, ambientais, sociais ou técnicas, serão desconsideradas quanto a sua utilização para a instalação de unidades de cultivo. Na Tabela 19 são apresentados os parâmetros e critérios definidos como de "exclusão" no presente trabalho.

Essa preocupação com as áreas de exclusão não é descabida, uma vez que quanto mais cedo se identificam áreas inapropriadas para o estabelecimento de empreendimentos aquícolas, mais tempo e recursos poderão ser canalizados para identificação de áreas com maior potencial. Isso parece ser uma coisa óbvia, mas na prática não é nada fácil de ser aplicada.

As áreas de exclusão ficam fora do escopo dos trabalhos subsequentes, uma vez que não há motivos para se investir em áreas que sabidamente não poderão ser empregadas para a aquicultura. Por outro lado, se os critérios de exclusão forem erroneamente definidos isso pode gerar, além de prejuízos econômicos para a própria atividade e para os potenciais aquicultores, muita insatisfação e resistência política em relação ao trabalho realizado. Em outras palavras, corre-se um risco elevado de que o próprio estudo seja politicamente questionado e desqualificado. Assim, há que se ter muita segurança técnica para se definirem quais critérios excluem áreas *a priori*.

A proposta adotada neste trabalho foi considerar como de "exclusão" apenas os fatores naturais e as atividades já instaladas e que realmente sejam impeditivas ao desenvolvimento da aquicultura, quer por estarem amparadas por bases legais, operacionais ou mesmo técnicas. Nessa categoria se enquadram todas as locações portuárias demarcadas pela Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA); as rotas de grande navegação identificadas em cartas náuticas ou assim consideradas pela Capitania dos Portos; as áreas de mergulho autônomo identificadas; as áreas de passagem de cabos submarinos; iates clubes, trapiches atracadouros e marinas; área de travessia de ferry boat, unidades de conservação proteção integral e qualquer outra limitação estabelecida através de planos diretores ou planos já aprovados e relacionados aos zoneamentos ecológicos e econômicos.

Porém, definir critérios de exclusão não encerra a questão. Uma questão talvez até mais delicada é o estabelecimento de buffers (aqui entendidos como uma espécie de "área de segurança em torno de uma área de exclusão")<sup>4</sup>. Como regra geral adotou-se o critério da não utilização de buffers ou de sua utilização apenas nos casos previstos por legislação pertinente. Porém, em alguns casos isso não é recomendável, pois a inexistência de um buffer poderia implicar em erros de difícil mitigação a posteriori, com irreversível dano aos empreendimentos

---

<sup>4</sup> Em SIG buffer significa uma forma de análise de proximidade onde zonas de uma determinada dimensão são delimitadas em volta de uma feição ou de um elemento geográfico, levando-se em conta um determinado atributo (Teixeira & Christofoletti, 1997).

aquícolas instalados nessas áreas ou com prejuízo às próprias atividades usuárias dos recursos naturais naquela região. As áreas de mergulho refletem bem esse conceito. Os limites das zonas de mergulho não podem ser demarcados com exatidão, uma vez que não são regidos nem por normas legais, nem por limites físicos facilmente distinguíveis. Assim, a proposição de um buffer entorno dos principais pontos de mergulho é uma medida necessária. No caso do litoral paranaense, isso não significou perdas significativas de áreas, pois são poucas e limitadas as zonas utilizadas para prática de mergulho.

O mesmo caso se aplica a zonas onde existem cabos submarinos instalados. A legislação não prevê de forma explícita a necessidade de se respeitar uma zona de segurança em volta dos mesmos. Mas, segundo a NORMAM-03/DPC, Seção I, 0403, "*não é permitido lançar ferro em locais onde possam prejudicar o tráfego no porto e nas vias navegáveis ou causar danos às canalizações e cabos submarinos. Na ocorrência do desrespeito a esta regra, o infrator estará sujeito, além das penalidades previstas, a reparar os danos ou prejuízos causados*". Ou seja, como as estruturas de fundeio ou fixação empregadas nos sistemas de cultivo podem vir a causar danos aos cabos submarinos, na prática fica clara a incompatibilidade entre o posicionamento de estruturas de cultivo sobre os locais onde os cabos submarinos estão instalados. Como os cabos podem se deslocar lateralmente sob influência das condições ambientais locais e como eventuais estruturas de fundeio das unidades de cultivo que vierem a ser instaladas estarão sujeitas às mesmas forças, optou-se por se sugerir um buffer mínimo entorno dos cabos submarinos como medida de precaução.

Em relação à rota de *ferry boat* na baía de Guaratuba a precaução se deveu à observações *in loco*. Em dias de fortes ventos e correntes enchentes as embarcações podem enfrentar problemas, sendo até mesmo arrastadas em direção ao interior da baía. Para evitar isso, os mestres responsáveis pelas embarcações costumam ampliar o raio usual de navegação. Não raro, entretanto, essas mesmas embarcações são arrastadas, ficando parcialmente fora de controle, como foi observado *in loco* em outubro de 2010. Nesse caso, se houvessem empreendimentos instalados muito próximos, os riscos de acidentes seriam elevados.

No caso de iates clubes, marinhas, trapiches e atracadouros não há igualmente uma legislação específica que defina uma área de exclusão entorno dessas instalações. O problema é que parte delas está licenciada e regularizada, enquanto outra parte não. Como ao longo do presente trabalho todas as marinas e portos identificados no litoral paranaense foram contatados para obtenção de dados e informações (existência ou não de licenciamento, área total licenciada, quantidade e tamanho das embarcações, dentre outras), mas sem que nenhuma única resposta concreta fosse dada, optou-se pela sugestão de um buffer padrão entorno dessas instalações. Na prática, o ideal é que, como costumam estar localizadas em áreas de intensa navegação – e, portanto, de riscos de vazamento de combustíveis –, seja evitada a instalação de parques aquícolas muito próximo a iates clubes e marinas.

O buffer em relação às zonas de arrebentação, por sua vez, foi sugerido por motivos técnicos. As observações e análises realizadas no litoral paranaense pelo Instituto GIA sugerem que a adoção de um buffer de 500 m a partir da zona de arrebentação é importante para

minimizar danos às estruturas de cultivo e facilitar as práticas de manejo a serem adotadas nos empreendimentos aquícolas.

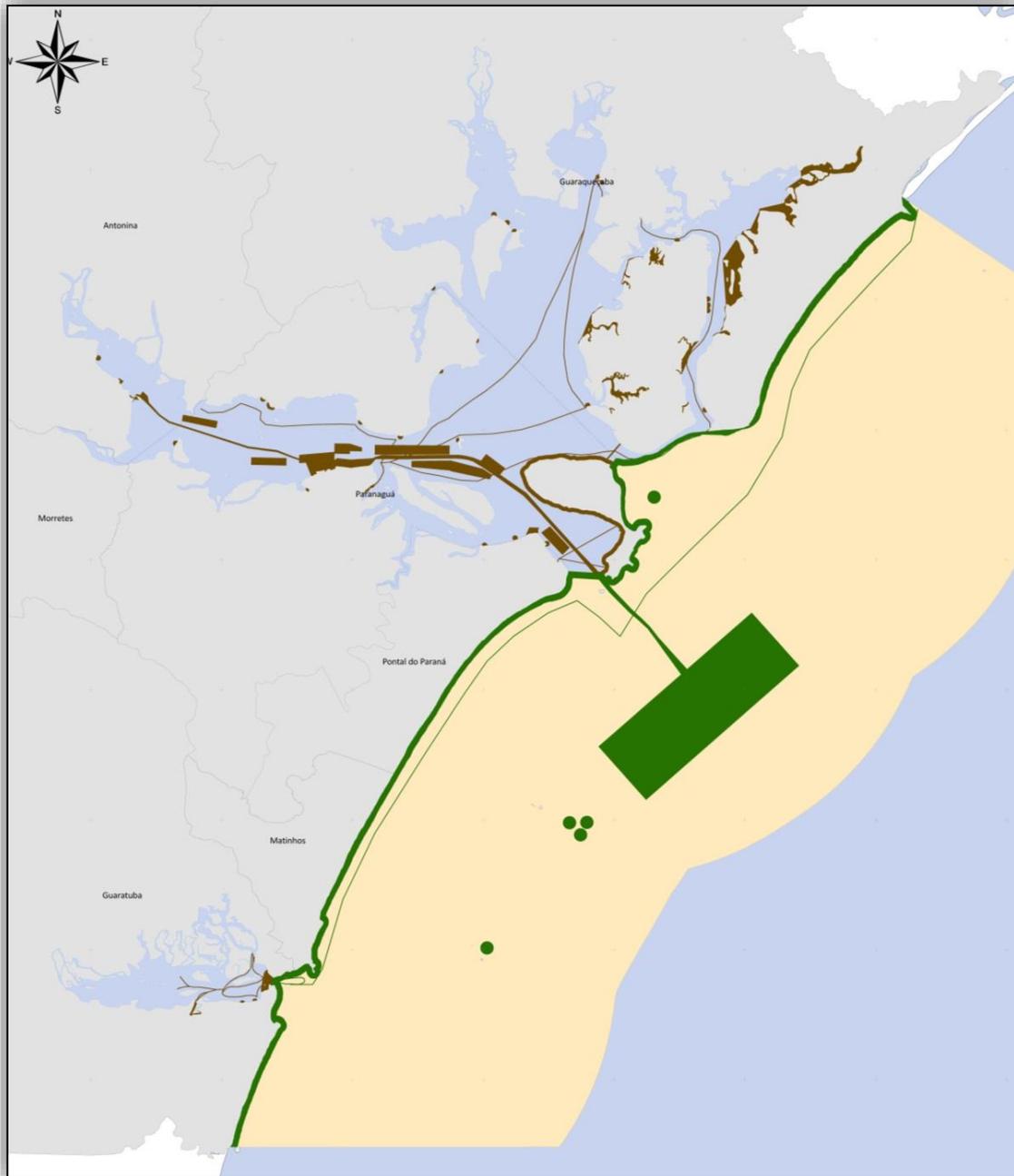
É importante ressaltar que tais buffers foram aqui empregados apenas a título de recomendação. Contudo, como não há ainda consenso em relação a este tema nem mesmo nos diferentes estudos que estão sendo direcionados à demarcação de parques aquícolas e realizados concomitantemente ao presente trabalho, posteriormente, a critério do MPA, todos eles poderão ser revistos e até mesmo desconsiderados.

**Tabela 19. Critérios utilizados na determinação de áreas de exclusão.**

ATIVIDADE	ORIGEM DOS DADOS UTILIZADOS	BUFFER
Áreas de Ancoragem - Portos	APPA	Sem Buffer
Áreas de Espera - Portos	APPA	Sem Buffer
Áreas de Mergulho	Associação Mar Brasil; Paraná Mar e Costa	Buffer de 500 m entorno do ponto/polígono.
Áreas de Sacrifício - Portos	APPA	Sem Buffer
Áreas Portuárias	APPA	Sem Buffer
Bacias de Evolução - Portos	APPA	Sem Buffer
Entorno de Cabos Submarinos	IAP	Buffer de 50 m entorno ponto/polígono.
late Clubes e Marinas	IGIA	Buffer de 200 m entorno ponto/polígono.
Região Costeira - Linha de Arrebentação dos Balneários	IGIA	Buffer de 500 m entorno do ponto/polígono.
Rotas de Navegação de Médias e Grandes Embarcações	Capitania dos Portos	Sem Buffer
Trapiches e Atracadouros	IGIA	Buffer de 200 m entorno ponto/polígono.
Travessia de Ferry Boat	IGIA	Buffer de 500 m entorno do polígono.
Unidades de Conservação de Proteção Integral	ICMBio IAP	Sem Buffer, a menos que expressamente previsto no plano de manejo.

Após aplicados os critérios descritos na Tabela 19 e cruzados os dados levantados ao longo do trabalho, foi gerado o mapa de exclusão (Figura 44), que poderá ser melhor visualizado no Volume 04 deste trabalho.

Mesmo utilizando todos os critérios discutidos anteriormente, os cortes realizados a priori envolveram apenas 7,8% das áreas abrangidas pelo estudo realizado, 7% em zonas costeiras, 10,7% da área da baía de Paranaguá e 4,9% da área da baía de Guaratuba (Tabela 20).



**Figura 44. Visão geral das áreas excluídas (em verde e em marrom), para fins de demarcação de parques aquícolas.**

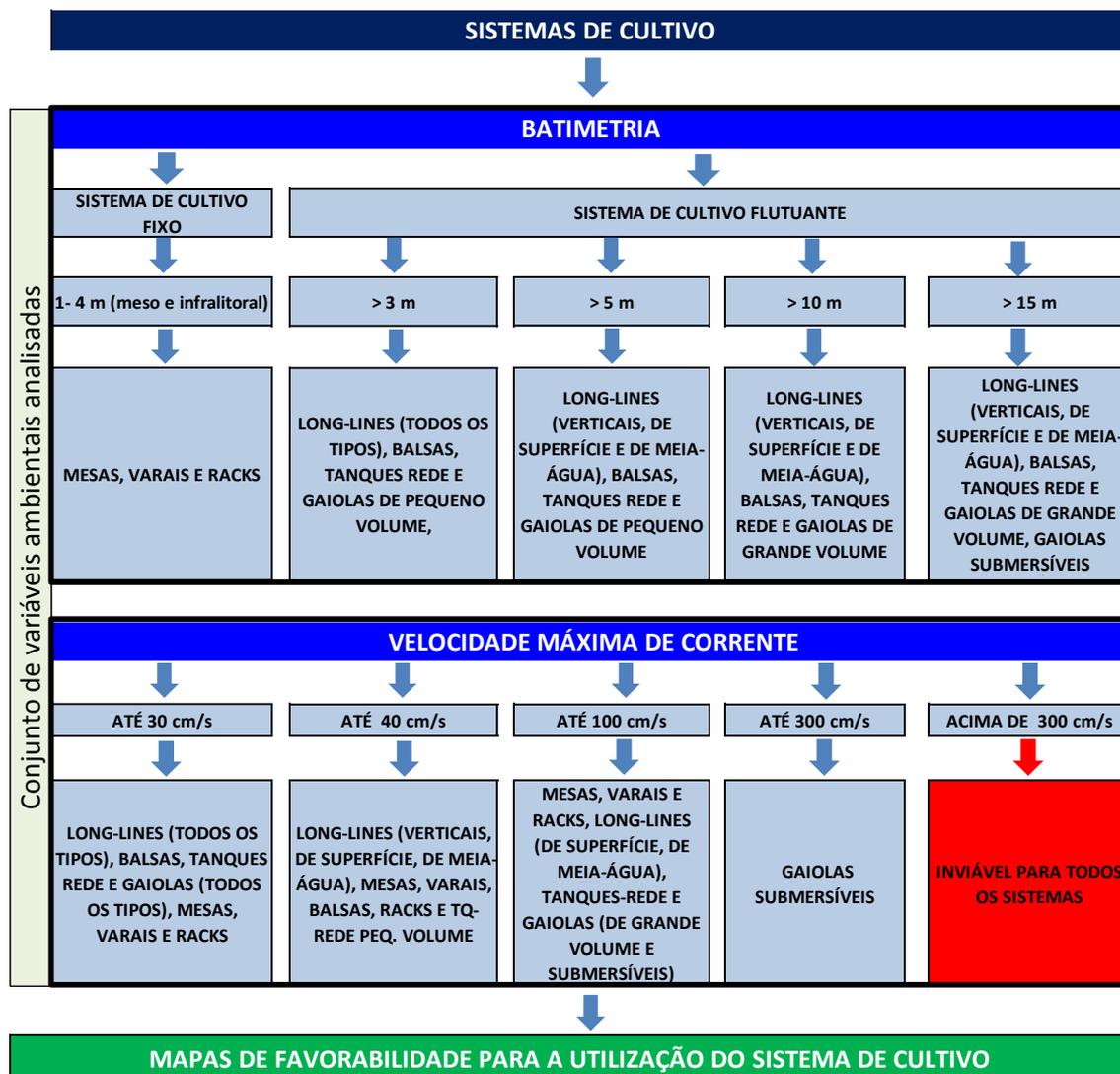
**Tabela 20. Síntese das áreas excluídas a priori para efeitos de demarcação de parques aquícolas marinhos no litoral paranaense.**

REGIÃO	Área total abrangida nos estudos (m <sup>2</sup> )	Área total excluída (m <sup>2</sup> )	Área total excluída (%)
Região costeira	2.026.240.644,30	142.278.172,70	7,0
Baía de Paranaguá	554.606.497,30	59.567.866,60	10,7
Baía de Guaratuba	45.242.789,60	2.214.059,70	4,9
TOTAL	2.626.089.931,20	204.060.099,00	7,8

### **Classificação do grau de favorabilidade de áreas para a aquicultura**

Como todo e qualquer projeto de aquicultura está ligado diretamente a um determinado sistema de cultivo, é natural que esse sistema seja considerado quando da avaliação ou classificação do grau de favorabilidade técnica de uma determinada área.

Na Figura 45 estão sintetizados os procedimentos adotados para identificação de áreas potenciais para instalação dos sistemas de cultivos propostos para o litoral paranaense.



**Figura 45 - Fluxograma demonstrativo das etapas do processo de identificação e classificação do grau de favorabilidade ambiental das áreas disponíveis para a instalação dos diferentes sistemas de produção aquícolas.**

Em relação aos sistemas de cultivo, a região onde serão instalados (infra, meso ou supralitoral) é considerada apta quando apresenta condições ambientais dentro de determinados limites do tipo de fundo (especialmente em zonas mais rasas, sendo um parâmetro menos relevante em zonas mais profundas); da profundidade local mínima; e das velocidades máximas de corrente recomendadas.

A tipologia de fundo foi definida a partir da interpolação espacial de dados de sedimentos obtidos pelo Dr. Marcelo Lamour do CEM (Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná), que os obteve a partir de campanhas intensas de campo. Da mesma forma, para o caso da área costeira, os dados de sedimento foram obtidos junto ao projeto REBIMAR, diretamente por um termo de cooperação entre o IGIA e a MarBrasil.

Porém, na prática, após a análise dos dados levantados, não houve nenhum tipo de limitação ou criação de áreas de exclusão a partir da análise dos dados de sedimento. Fundo

consolidados (compostos principalmente por rochas, seixos ou matacões) são inadequados para a instalação de sistemas fixos de cultivo. Porém, são muito poucas as áreas assim caracterizadas no litoral paranaense. Fundos muito moles (argilosos), por sua vez, são inadequados para o uso de semeadura direta. Porém, esse sistema de cultivo não foi recomendado para o uso em parques aquícolas no litoral paranaense, tanto pela falta de tradição, quanto aos pífios resultados obtidos experimentalmente em projetos de cultivo de ostras diretamente no fundo realizados na região (Vidal, em preparação).

Ainda assim, os mapas de sedimento constituem em importante ferramenta para auxílio como critério de avaliação de variáveis complementares no processo de definição de áreas para estabelecimento de parques aquícolas, como será discutido posteriormente.

Os dados de batimetria foram obtidos de variados bancos de dados: cartas náuticas da Marinha do Brasil, dados de projetos do CEM, dissertações de mestrado, dados fornecidos pela EnvEx Engenharia e Consultoria Ambiental e dados obtidos diretamente em campo pela equipe do IGIA.

As velocidades máximas de corrente foram obtidas a partir da modelagem matemática da hidrodinâmica das duas baías e da área marinha, separadamente. Os dados foram gerados para uma grade numérica com espaçamento mínimo de 30 metros e máximo de 300 metros. Os três conjuntos de dados foram interpolados em ambiente SIG para um grid no qual cada elemento possui 50 metros de lado.

No caso das áreas marinhas, foram realizadas apenas modelagens hidrodinâmicas, mas não de salinidade e temperatura. Essas regiões não faziam sequer parte do escopo original do trabalho, sendo incorporadas, por solicitação do MPA, ao longo do projeto. Porém, nesse caso, havia uma boa disponibilidade de dados e uma maior homogeneidade do sistema, o que permitiu a caracterização de toda a área de estudo. Obviamente que isso implicou em utilização de metodologias distintas para realização do mesmo trabalho. Em áreas de baías as análises foram embasadas em modelagem hidrodinâmica e de temperatura e salinidade, enquanto em áreas marinhas, apenas hidrodinâmica.

A modelagem de salinidade e de temperatura foi realizada para períodos de dois meses em dois cenários específicos: inverno e verão. Foram gerados resultados a cada 30 min para esses 4 meses simulados para cada um dos pontos de grade. A partir disso os dados foram analisados e foram gerados resultados de máximas e mínimas temperatura e salinidade para essa grade numérica cujo espaçamento variou de 30 metros a 300 metros.

No caso da área costeira, o procedimento para a obtenção dos dados foi diferenciado. Foram utilizados dados medidos (dados secundários – boa distribuição) e base de dados (Análise de Alta Resolução) da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) diária gerada pelo sistema Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA), do National Centre for Ocean Forecasting (NCOF), órgão vinculado ao United Kingdom Meteorological Office (UKMO) - Serviço Nacional de Clima do Reino Unido com distribuição espacial de aproximadamente 5 quilômetros, excelente para um produto desse tipo. Os dois conjuntos de

dados foram interpolados em ambiente SIG para um grid no qual cada elemento possui 50 metros de lado.

A modelagem, tanto hidrodinâmica quanto das propriedades da água (temperatura e salinidade), mostrou ser uma ferramenta extremamente útil na realização de trabalhos direcionados à identificação de áreas favoráveis à implantação de parques aquícolas. Ao contrário da identificação de áreas a partir de campanhas de obtenção de dados primários ou mesmo do uso de séries temporais secundárias, que quase sempre funcionam como uma "fotografia" daquele momento em que os dados foram obtidos, a modelagem permite a simulação de cenários bem definidos (por exemplo, variações sazonais ou situações críticas em relação ao parâmetro da analisado).

Ainda assim, considerando: a) que os estudos realizados nas áreas marinhas foram bastante conservativos em termos de cenário avaliado ("worst case scenario") ; b) que as áreas marinhas são muito mais estáveis e homogêneas que as áreas estuarinas; c) que o volume e a distribuição de dados utilizados foi bastante satisfatório; foi possível se ter a segurança de que os resultados apresentados são bastante consistentes. Na Tabela 21 estão sintetizadas as informações sobre os sistemas avaliados no presente trabalho, incluindo alguns que foram posteriormente descartados quanto a sua implantação no litoral paranaense, quer seja pela inexistência de condições técnicas específicas, quer seja pela falta de tradição ou por qualquer outro fator limitante.

**Tabela 21. Principais sistemas de cultivo empregados na maricultura e suas características básicas.**

Organismos cultivados	Sistema de cultivo	Tipo	Abrev.	Zona	Fundo	Profundidade local <sup>5</sup> (m)	Profundidade mínima (m)	Distância mínima até o fundo (m)	Velocidade de corrente (cm/seg) <sup>6</sup>	Descrição das estruturas
Peixes, camarões	Cercados	Fixo	C	Infra litoral superior	Argiloso a arenoso	0,3 a 1,8	0		<20	Tecnologia ainda pouco empregada no Brasil. O caso mais estudado são os cercados utilizados para cultivo de camarões na Lagoa dos Patos. O modelo usado é circular e tem 3.100 m <sup>2</sup> de área útil e raio de 31,4 m. A panagem é de poliéster revestido por PVC e tem malha de 5 mm, 200 m de comprimento e 2,1 m de altura. É sustentada por cerca de 400 estacas de bambu enterrada cerca de 50 cm no substrato e entalhada.
Peixes, camarões	Tanques-rede ou gaiolas flutuantes de pequeno volume	Fixo ou Flutuante	TR/ GPV	Nerítica	Qualquer	> 5	> 1,5	> 1,75x <sup>7</sup>	<40	Tanques de volume aproximado entre 4 a 9 m <sup>3</sup> ; construídos a partir dos mais diversos materiais e geralmente de formato quadrangular; armados sobre estruturas individuais de flutuação, presas ao fundo por meio de poitas e entre si por meio de cabos. Também podem ser fixos por estacas (quando instalados em zonas mais rasas).
Peixes	Tanques-rede ou gaiolas flutuantes de grande volume	Flutuante	TR/ GGV	Nerítica ou oceânica	Qualquer	>10	> 5	> 1,75x	<100	Estruturas feitas dos mais diversos materiais, nas mais diversas formas e dimensões. Há gaiolas de mais de 90 m de circunferência e até 35 m de profundidade, embora a maioria tenha entre 3 e 10 m de profundidade. Os volumes dessas estruturas podem passar de 7.500 m <sup>3</sup> .
Peixes	Gaiolas	Submergível	GS	Nerítica ou	Qualquer	>15	> 7,5	> 1,75x	<300	Estruturas feitas dos mais diversos materiais e formatos geralmente ovalados. As estruturas podem ser operadas parcialmente na

<sup>5</sup> Profundidade mínima e máxima durante as marés de sizígia

<sup>6</sup> Valores mais recomendados. Entre parênteses, valores mínimos e máximos de segurança

<sup>7</sup> Fator pelo qual deve ser multiplicada a profundidade ou o comprimento vertical do sistema de cultivo para se obter a profundidade mínima do local onde o sistema será instalado

Organismos cultivados	Sistema de cultivo	Tipo	Abrev.	Zona	Fundo	Profundidade local <sup>5</sup> (m)	Profundidade mínima (m)	Distância mínima até o fundo (m)	Velocidade de corrente (cm/seg) <sup>6</sup>	Descrição das estruturas
	submergíveis			oceânica						superfície para facilitar as operações ou totalmente submersas durante tempestades ou em zonas onde haja risco de colisões. Como as estruturas são confeccionadas com materiais que apresentam fluabilidade neutra, o posicionamento vertical na coluna d'água fica facilitado.
Sururus, ostras, lambreta e massunim	Semeadura direta	Fundo	F	Meso e infra litoral	Consolidado (geralmente pedregoso ou arenoso)	0 a 2	0	0	<40	Sementes lançadas diretamente sobre fundo com utilização, ou não, de telas ou redes de proteção contra predadores. Este tipo de cultivo não costuma ser viável em solos demasiadamente siltosos ou argilosos.
Mexilhões, ostras, vieiras	Long-lines de superfície	Flutuante	LLS	Nerítica e oceânica	Qualquer	3 a 40	0,5 a 1,0	0,5 a 1,0	<100	Constitui-se, basicamente, de um cabo de comprimento útil de até 100 m, somando-se às extremidades uma metragem equivalente a três vezes a profundidade do local, ancorado e mantido suspenso na água por meio de boias. Esse cabo sustenta as estruturas de contenção dos organismos cultivados, que são posicionadas verticalmente em relação ao cabo, a partir da superfície. Correntes muito fortes podem afetar negativamente os cultivos.
Mexilhões, ostras, vieiras, algas	Long-lines de meia água	Flutuante	LLM	Nerítica e oceânica	Qualquer	3 a 40	0,5 a 1,0	0,5 a 1,0	<100	Mesmo princípio que os LLS, mas, neste caso, as estruturas de contenção dos organismos cultivados estão posicionadas em meia água, evitando a influência direta dos fatores ambientais que atuam na superfície, principalmente ondas.
Mexilhões, ostras, vieiras	Balsas	Flutuante	B	Nerítica	Qualquer	3 a 40	0,5 a 1,0	0,5 a 1,0	<40	Conjunto de boias e armações de madeira mantido na superfície da água e ancorada por uma ou mais poitas, sempre mantendo-se uma quantidade mínima de cabo equivalente a três vezes a profundidade do local. O tamanho das estruturas varia entre 4 x 6 m a 7 x 14 m

Organismos cultivados	Sistema de cultivo	Tipo	Abrev.	Zona	Fundo	Profundidade local <sup>5</sup> (m)	Profundidade mínima (m)	Distância mínima até o fundo (m)	Velocidade de corrente (cm/seg) <sup>6</sup>	Descrição das estruturas
Mexilhões, ostras	Mesas	Fixo	M	Meso e infra litoral	Argiloso a arenoso	0,3 a 2,0	0,5 a 1,0	0,5 a 1,0	<40	Conjunto de estacas ou postes, de madeira, concreto, PVC ou metal, cravados no leito da água e ligados entre si por cabos ou quadros de tela plástica, de forma a manter os organismos suspensos na coluna d'água.
Mexilhões, ostras	Varais e Racks	Fixo	V	Meso e infra litoral	Argiloso a arenoso	0,3 a 3,0	0,5 a 1,0	0,5 a 1,0	<40	Conjunto de estacas ou postes, de madeira, concreto, PVC ou metal, cravados no leito da água e ligados entre si por cabos ou travessões, de forma a permitir a fixação e manutenção dos organismos suspensos na coluna d'água.
Algas	Linhas de fundo (monolinhas)	Fixo	LF	Infra litoral superior	Arenoso	1 a 3	0,4 a 0,8		<25	Em um fundo arenoso são fixadas duas estacas de madeira, distando cerca de 5-10 m de distância entre si. Depois, uma linha de nylon monofilamento ou uma corda de polipropileno é esticada entre as estacas. A linha deve estar 20-30 cm a cima do fundo. Pequenos pedaços de algas (50-100 g) são então amarrados à linha. Cada linha fica separada pelo menos 1,0 m da linha seguinte.
Algas	Long-lines horizontais (balsas flutuantes)	Flutuante	LLH	Infra litoral e nerítica	Qualquer	1 a 20	0,7		<30	Nos <i>long-lines</i> horizontais, também conhecidos como balsas flutuantes, as algas são cultivadas em cordas mantidas paralelamente à superfície da água. O sistema pode ser montado a partir de duas linhas mestras (confeccionadas em cordas de polipropileno de 6 mm de diâmetro, distando cerca de 3 m entre si) fixadas a poitas em suas extremidades. Entre essas linhas estão as cordas de cultivo, mantidas flutuando através quadros montados com de barras de PVC (de 150 mm de diâmetro e 3 m de comprimento), posicionadas perpendicularmente em relação às linhas mestras. Podem ser mantidos próximos à superfície ou submersos na profundidade desejada. Há várias variantes desse sistema. As algas, por exemplo, podem ser mantidas em redes tubulares (60 a 80 mm) para protegê-las contra herbívoros e evitar a dispersão do material no ambiente. Também podem ser instaladas redes sob as linhas mestras.

Organismos cultivados	Sistema de cultivo	Tipo	Abrev.	Zona	Fundo	Profundidade local <sup>5</sup> (m)	Profundidade mínima (m)	Distância mínima até o fundo (m)	Velocidade de corrente (cm/seg) <sup>6</sup>	Descrição das estruturas
Algas	<i>Long-lines</i> verticais	Flutuante	LLV	Infra litoral e nerítica	Qualquer	3 a 20	1,0		<40	Neste sistema, as algas são cultivadas em cordas mantidas verticalmente em relação à superfície da água. As cordas de cultivo consistem de estruturas em "U" (cordas de polipropileno de 4 mm de diâmetro), amarradas nas cordas mestras (de polipropileno com 6 mm de diâmetro), contendo pesos (barras de ferro ou chumbo) afixados horizontalmente na porção inferior, de modo que a estrutura se mantenha verticalmente mergulhada na água. Os talos das algas são fixados nas cordas entre 20 cm e 2 m de profundidade. O espaçamento no <i>long-line</i> entre as cordas de cultivo é de cerca de 50 cm e os talos são amarrados ou inseridos na trama das cordas de cultivo, com espaçamento de 10 ou 20 cm entre si.

O passo seguinte foi realizar um estudo envolvendo 24 espécies marinho-estuarinas virtualmente indicadas para o cultivo no estado. Essas espécies foram divididas em dois grupos, "espécies potenciais" e "espécies emergentes", definidos basicamente em função do grau de domínio da tecnologia de cultivo, da existência ou não de insumos básicos para a realização de cultivos em escala comercial e dos riscos ou das restrições ambientais associados ao seu cultivo. O resultado completo desse estudo é apresentado no Volume II do presente trabalho.

Na Tabela 22 são apresentadas as espécies classificadas como "potenciais" ao cultivo em larga escala através da maricultura. Tais espécies ainda apresentam entraves que não recomendam a demarcação de áreas específicas para seu cultivo em larga escala. Pelo menos não neste momento em que o que se objetiva é a implantação imediata e segura dos parques aquícolas e a produção em larga escala de organismos marinhos de interesse comercial. No entanto, isso não significa que não possa haver a solicitação de áreas aquícolas individuais para cultivo das mesmas no litoral paranaense, mas sim que os riscos envolvidos na viabilização dos empreendimentos aquícolas são proporcionalmente maiores que os envolvidos em empreendimentos daquelas espécies consideradas "emergentes".

No grupo das "espécies emergentes" (Tabela 23) foram incluídas as seis espécies centrais deste trabalho (a ostra-do-mangue, *Crassostrea brasiliana*, a ostra-japonesa, *Crassostrea gigas*, o mexilhão *Perna perna*, a vieira, *Nodipecten nodosus*, o Bijupirá, *Rachycentron canadum*, e a macrolga *Kappaphycus alvarezii*). Ainda que haja uma série de desafios técnicos e econômicos para o desenvolvimento e a expansão dos cultivos dessas espécies em escala comercial, elas são aquelas que hoje apresentariam condições técnicas, logísticas ou econômicas mais adequadas para o imediato cultivo no litoral do Paraná. Essas características balizaram a sua utilização no processo de avaliação da disponibilidade de áreas e de condições adequadas para seu cultivo no litoral paranaense. Em outras palavras, uma vez definido que essas são as espécies mais aptas ao cultivo na região, passou-se à fase de avaliação da existência ou não de áreas para o seu cultivo e de classificação dessas áreas.

Conforme representado na Figura 46, não foram realizados estudos para identificação de áreas para o cultivo das espécies classificadas na categoria de "potenciais", uma vez que isso tornaria o trabalho excessivamente longo e muito pouco útil, em função dos reconhecidos fatores limitantes ao cultivo dessas espécies avaliados durante o estudo. Já as espécies emergentes tiveram as suas possíveis áreas de cultivo identificadas segundo, principalmente, os seus requerimentos específicos de salinidade e de temperatura.

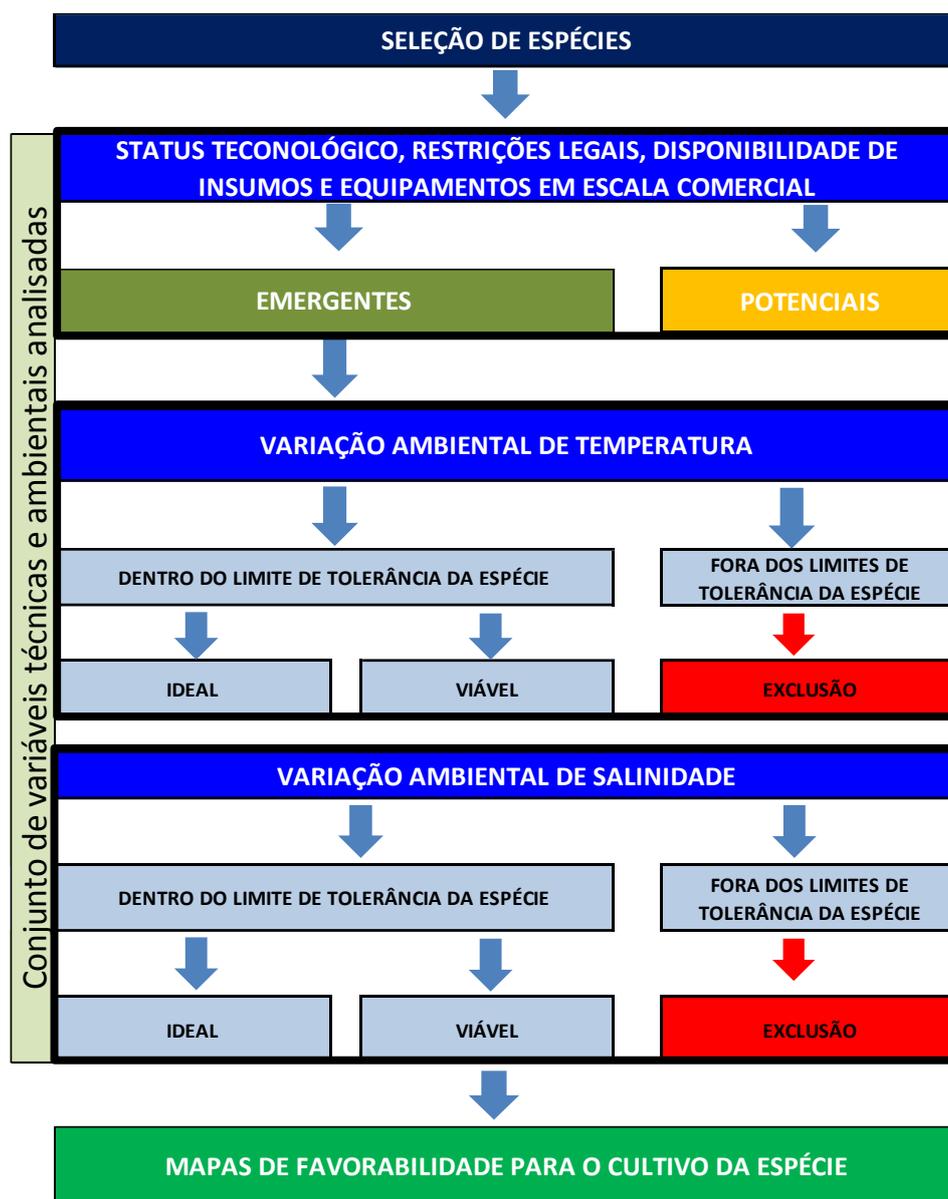


Figura 46 - Fluxograma demonstrativo das etapas do processo de identificação e classificação do grau de favorabilidade ambiental das áreas disponíveis para o cultivo de espécies aquáticas de interesse comercial.

O resultado obtido nessas duas análises - tanto em relação à aptidão para o cultivo em larga escala das seis espécies consideradas como emergentes para as condições do litoral paranaense, quanto em relação aos sistemas de cultivo mais recomendados para as características técnicas da atividade e ambientais do litoral do estado - foram cruzados entre si, através da sobreposição de layers no SIG, empregando-se álgebra de mapas<sup>8</sup>. Com base

<sup>8</sup> O termo "álgebra de mapas" foi cunhado por TOMLIN (1990), para indicar o conjunto de procedimentos de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados, a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas. Esta visão concebe a análise espacial como um conjunto de operações matemáticas sobre mapas, em analogia aos ambientes de álgebra e estatística tradicional.

nisso, foi possível a elaboração de mapas de favorabilidade de todas as baías e das áreas eminentemente marinhas de abrangência destes PLDM.

## Metodologia empregada no SIG

A seguir são apresentadas as etapas adotadas na definição de locais para implantação de sistemas de cultivo e cultivo de espécies na área de abrangência do PLDM. O software utilizado para desenvolver esta etapa do estudo foi o ArcGIS 9.3.

Para delimitar locais adequados à implantação de sistemas de cultivos, foram utilizados três parâmetros físicos, obtidos por meio de modelagem matemática: batimetria, velocidade máxima de corrente e textura do sedimento de fundo. Para gerar as superfícies numéricas utilizadas nos cruzamentos, interpolaram-se estes dados utilizando o método de ponderação do inverso da distância (IDW), que assume que cada amostra de ponto tem uma influência local sobre o ponto a ser interpolado, atribuindo pesos maiores a pontos mais próximos. Esta influência diminui conforme a distância. Desta forma foi possível obter os modelos numéricos de cada parâmetro. Estes dados foram gerados para a baía de Paranaguá, Guaratuba e para a área marinha do litoral paranaense e encontram-se armazenados em formato matricial (GRID). O tamanho de cada célula é igual a 50 metros.

Utilizando os valores das características básicas para os sistemas de cultivo apresentados na Tabela 21, atribuiu-se o peso 1 (um) para as células cujos valores encontram-se contidos no intervalo de viabilidade de cada sistema de cultivo e 0 (zero) para os demais valores, não contidos neste intervalo. Por exemplo, para o sistema de mesas, atribuiu-se o valor 1 a todas as células, cujo atributo de profundidade encontra-se entre 0,3 m e 2,0 m.

Reclassificados os arquivos, foi possível efetuar o cruzamento das informações para determinação de sistemas de cultivo, de acordo com a seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}_{Batimetria} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}_{Velocidade} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}_{Sedimento} = \begin{bmatrix} 0 = Inviável \\ 1 = Viável \end{bmatrix}_{Sistema\ de\ Cultivo}$$

São apresentadas abaixo as possibilidades de ocorrência de áreas viáveis ou inviáveis para sistemas de cultivo:

$$[0]_{Batimetria} \times [0]_{Velocidade\ de\ Corrente} \times [0]_{Textura\ de\ Sedimento} = [0]_{Área\ Inviável}$$

$$[0]_{Batimetria} \times [0]_{Velocidade\ de\ Corrente} \times [1]_{Textura\ de\ Sedimento} = [0]_{Área\ Inviável}$$

$$[0]_{Batimetria} \times [1]_{Velocidade\ de\ Corrente} \times [0]_{Textura\ de\ Sedimento} = [0]_{Área\ Inviável}$$

$$[0]_{Batimetria} \times [1]_{Velocidade\ de\ Corrente} \times [1]_{Textura\ de\ Sedimento} = [0]_{Área\ Inviável}$$

Os mapas são tratados como variáveis individuais, e as funções definidas sobre estas variáveis são aplicadas de forma homogênea a todos os pontos do mapa (BARBOSA et al., 1998, p. 487).

$$[1]_{\text{Batimetria}} \times [0]_{\text{Velocidade de Corrente}} \times [0]_{\text{Textura de Sedimento}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[1]_{\text{Batimetria}} \times [0]_{\text{Velocidade de Corrente}} \times [1]_{\text{Textura de Sedimento}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[1]_{\text{Batimetria}} \times [1]_{\text{Velocidade de Corrente}} \times [0]_{\text{Textura de Sedimento}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[1]_{\text{Batimetria}} \times [1]_{\text{Velocidade de Corrente}} \times [1]_{\text{Textura de Sedimento}} = [1]_{\text{Área Viável}}$$

Com base nisso, foi possível a elaboração de mapas indicando locais propícios e inviáveis para implantação de sistemas de cultivo nas baías de Guaratuba e Paranaguá e da área marinha.

De modo semelhante, foram determinadas áreas propícias para cultivo de espécies. Conforme já apresentado, os parâmetros físicos da água considerados foram: salinidade máxima e mínima e temperatura máxima e mínima. Interpolaram-se os dados e as reclassificações foram efetuadas de acordo com os valores apresentados na Tabela 23. Para estes parâmetros, determinou-se áreas ideais para cultivo, cujo peso tem valor 2 (dois); áreas de risco, com peso igual a 1 (um) e áreas inviáveis, com peso 0 (zero). Por exemplo, para a ostra-do-mangue, atribuiu-se o peso 1 para salinidades máxima e mínima nas quais as células apresentaram valores entre 8 a 15 e entre 25 a 34; já para células com valores entre 15 e 25 UPS atribuiu-se peso 2; enquanto que as demais células receberam peso 0.

Reclassificados os arquivos, foi possível efetuar o cruzamento das informações para determinação de cultivo de espécies, de acordo com a seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}_{\text{Sal. Máx.}} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}_{\text{Sal. Mín.}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}_{\text{Salinidade}} \quad \text{e} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}_{\text{Temp. Máx.}} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}_{\text{Temp. Mín.}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}_{\text{Temperatura}}$$

Resultando em:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}_{\text{Salinidade}} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix}_{\text{Temperatura}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 8 \\ 16 \end{bmatrix}_{\text{Espécie}}$$

onde zero representa áreas inviáveis e 16, áreas ideais para cultivo de espécies.

São apresentadas abaixo as possibilidades de ocorrência de áreas viáveis ou inviáveis para espécies:

$$[0]_{\text{Salinidade}} \times [0]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[0]_{\text{Salinidade}} \times [1]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[0]_{\text{Salinidade}} \times [2]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[0]_{\text{Salinidade}} \times [4]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[1]_{\text{Salinidade}} \times [0]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[1]_{\text{Salinidade}} \times [1]_{\text{Temperatura}} = [1]_{\text{Área de Risco-Fraca}}$$

$$[1]_{\text{Salinidade}} \times [2]_{\text{Temperatura}} = [2]_{\text{Área de Risco-Média}}$$

$$[1]_{\text{Salinidade}} \times [4]_{\text{Temperatura}} = [4]_{\text{Área de Risco-Boa}}$$

$$[2]_{\text{Salinidade}} \times [0]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[2]_{\text{Salinidade}} \times [1]_{\text{Temperatura}} = [2]_{\text{Área de Risco}}$$

$$[2]_{\text{Salinidade}} \times [2]_{\text{Temperatura}} = [4]_{\text{Área Viável}}$$

$$[2]_{\text{Salinidade}} \times [4]_{\text{Temperatura}} = [8]_{\text{Área de Alta Viabilidade}}$$

$$[4]_{\text{Salinidade}} \times [0]_{\text{Temperatura}} = [0]_{\text{Área Inviável}}$$

$$[4]_{\text{Salinidade}} \times [1]_{\text{Temperatura}} = [4]_{\text{Área de Risco}}$$

$$[4]_{\text{Salinidade}} \times [2]_{\text{Temperatura}} = [8]_{\text{Área de Alta Viabilidade}}$$

$$[4]_{\text{Salinidade}} \times [4]_{\text{Temperatura}} = [16]_{\text{Área Ideal}}$$

Com base nisso, foi possível a elaboração de mapas indicando locais inviáveis, viáveis e ideais para cultivo das espécies de interesse nos seus respectivos sistemas de cultivo nas baías de Guaratuba e Paranaguá e da área marinha.

Após a definição dos critérios de exclusão e de seus respectivos buffers, eles foram integrados num único shapefile (formato vetorial) e posteriormente convertidos para o formato raster, sendo adotada para tanto resolução espacial de 50 metros, de modo a haver compatibilidade com os produtos resultantes dos cruzamentos de das áreas técnica e ambientalmente mais adequadas à implantação de parques aquícolas. Para os pixels internos às áreas de exclusão atribui-se peso 0, à medida que para as demais áreas atribui-se peso 1. Em seguida, por meio de análise booleana efetuou-se cruzamento das áreas técnica e ambientalmente mais adequadas, com a matriz construída a partir da espacialidade das áreas de exclusão.

O produto obtido com o cruzamento das áreas técnica e ambientalmente mais adequadas, com as áreas de exclusão, resultou em mapas indicativos das regiões onde os parques aquícolas poderiam ou (no futuro) poderão a vir a ser demarcados. Regiões de maior viabilidade ou de riscos também foram identificadas.

Dessa forma a metodologia utilizada foi baseada sempre na identificação de áreas potenciais de cultivo segundo o conceito de "piores cenários" (*worst case cenário*). Se existirem áreas ideais para o cultivo de uma espécie mesmo no pior cenário avaliado de temperatura e salinidade, certamente a segurança para eventuais investidores será maior que naqueles casos em que as condições ambientais medidas ou modeladas comprometam o crescimento ou a sobrevivência dos animais cultivados.

Por outro lado, como não é possível estimar ou prever a frequência de ocorrência desses piores cenários, em alguns casos os resultados obtidos tornam qualquer decisão em relação à demarcação de parques aquícolas algo ainda mais complexo.

Para três das espécies emergentes (vieira, ostra japonesa e a macroalga *Kappaphycus alvarezii*) o pior cenário praticamente excluiu a existência de áreas ideais para o seu cultivo no litoral paranaense.

Nos três casos isso ocorreu principalmente em função das temperaturas máximas ou mínimas registradas na região (tanto em relação aos dados diários gerados entre 2007 e 2010 pelo sistema Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis, do National Centre for Ocean Forecasting, para as áreas marinhas, quanto de modelagem de salinidade e de temperatura, para as áreas internas das baías de Paranaguá e de Guaratuba).

A ostra japonesa (*C. gigas*) é menos tolerante que a ostra-do-mangue (*C. brasiliana*) às altas temperaturas. Mesmo caso das vieiras (*N. nodosus*). Já *K. alvarezii* é pouco tolerante às temperaturas baixas. Dessa forma, cultivos da ostra japonesa e de vieiras realizados em zonas marinhas durante o verão teriam sido severamente afetados pelas condições ambientais mais críticas identificadas. No caso de *K. alvarezii* os danos aos cultivos em zonas marinhas ocorreriam nas condições mais críticas identificadas durante o inverno.

É preciso deixar muito claro que não se está afirmando com isso que o cultivo dessas três espécies em zonas marinhas no litoral paranaense é inviável. O que ocorre, isso sim, é que dificilmente esses organismos suportariam as temperaturas críticas já identificadas nessa região. Caso cultivos estivessem instalados e os cenários se repetissem, os prejuízos econômicos seriam inevitáveis. Soma-se a isso o fato de que vivemos tempos de mudanças climáticas que, caso confirmadas, também poderão alterar o panorama atual mapeado e comprometer a viabilidade técnica de cultivo de espécies menos tolerantes. Ou seja, este é mais um fator de imprevisibilidade e de imponderabilidade dos eventos, dificultando a tomada de decisões seguras.

Ainda assim, há importantes atenuantes a serem consideradas. *K. alvarezii*, por exemplo, é uma alga de ciclo bastante curto, o que possibilitaria o seu cultivo na maior parte do ano e minimizariam eventuais prejuízos causados por episódios críticos de ocorrência de temperaturas reduzidas na água.

É importante também esclarecer que só foram realizados estudos de temperatura da água na superfície. Normalmente as temperaturas de meia-água são menores que as de superfície. Isso pode não ser muito relevante para os cultivos de *K. alvarezii*, cujos resultados

produtivos dependem de uma maior incidência luminosa. Entretanto, isso minimizaria os riscos de mortalidade de *N. nodosus* e de *C. gigas*, mesmos nos cenários mais críticos. Ou seja, há alternativas técnicas a serem consideradas. O uso de sistema de cultivos de meia-água, por exemplo, poderia ser um meio recomendável e mais seguro de se reduzirem os riscos associados aos cultivo dessas espécies em parques aquícolas que vierem a ser demarcados em áreas marinhas.

Dessa forma, seria igualmente uma irresponsabilidade técnica muito grande, tanto não se alertar para os riscos de comprometimento da viabilidade dos parques aquícolas dessas três espécies em função das condições ambientais críticas já identificadas, quanto se excluir completamente a possibilidade de demarcação de parques aquícolas para tais espécies em função desses mesmos cenários.

Para minimização desse dilema, optou-se pela seguinte alternativa metodológica para identificação de áreas para cultivo de *K. alvarezii*, vieiras e ostra japonesa em zonas marinhas do Paraná: 1) identificaram-se os dados históricos (entre 2007 e 2010) mais críticos para cada espécie na estação seguinte à que foram registrados episódios críticos de temperatura (para vieiras e ostras japonesas a estação pesquisada foi o outono e para *K. alvarezii* o inverno. 2) Os dados obtidos foram submetidos à mesma metodologia já descrita anteriormente para o SIG. 3) Os resultados gerados serviram então como base para a identificação de possíveis áreas para demarcação de parques aquícolas para essas espécies.

A solução, neste caso, é uma forma de se manter a coerência e os mesmos critérios adotados durante todo o trabalho e de não se criarem, tanto quanto possível, critérios subjetivos ou artificiais de seleção de áreas. Ela se aplica diretamente a casos como de *K. alvarezii*, que apresenta ciclo de produção curto, o que permitiria se programar as safras de forma a se evitarem as condições ambientais mais críticas. Já nos casos de ostras e de vieiras, a metodologia deve ser associada a métodos complementares, como, por exemplo, o uso de sistema de cultivo de meia-água, que possibilitam a manutenção dos organismos em condições mais estáveis e menos extremas. Em ambos os casos, os riscos continuam existindo, mas passam a ser conhecidos.

A lógica conceitual adotada neste caso é de que: 1) riscos não significam certeza (de perdas, no caso); 2) em qualquer atividade agropecuária há riscos inerentes às condições climáticas; 3) na maioria absoluta dos casos, esses riscos nem podem ser previstos e nem evitados; 4) mesmo assim, os riscos climáticos não costumam ser fator de exclusão de áreas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias; 5) uma vez alertados sobre os riscos, empreendedores e gestores públicos poderão tomar suas decisões em relação a investir ou não em determinadas espécies ou sistemas de cultivo em áreas de maior risco.

Tabela 22. Síntese dos requerimentos ambientais, status tecnológicos das espécies com potencial para cultivo para áreas estuarinas e marinhas no Paraná e principais fatores limitantes ao cultivo comercial da espécie<sup>9</sup>.

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>10</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais fatores limitantes
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes	Possíveis sistemas de cultivo <sup>11</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>12</sup>	Ração, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>	
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)						
Peixes	<i>Archosargus probatocephalus</i>	Sargo-de-dente	O	<1 a 44	5 a 35	17 a 37	26 a 30	Não	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Faltam informações biológicas básicas, tecnologia e insumos para a produção comercial da espécie.
	<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo-peva	C	0 a > 35	10 a 38	12 a 35	26 a 30	Sim	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Baixas taxas de crescimento em cultivos.
	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo-flecha	C	0 a 55	10 a 38	12 a 36	26 a 30	Parcial	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Falta de tecnologia, e insumos para a produção comercial da espécie.
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba-branca	O	ND <sup>13</sup>	ND	ND	ND	Parcial	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Faltam informações biológicas básicas, tecnologia e insumos para a produção comercial da espécie.
	<i>Lutjanus analis</i>	Cioba	C	< 5 a 40	16 a 32	19 a 35	28 a 30	Parcial	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Falta de tecnologia, e insumos para a produção comercial da espécie.
	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	Linguado-vermelho	C	0 a > 35	8 a 31	10 a	18 a 25	Sim	Não	TR/GPV, TR/GGV	Não	Não	Faltam tecnologia e insumos para a produção comercial da espécie.

<sup>9</sup> Foram aqui consideradas como espécies estuarinas apenas aquelas que toleram salinidade mínima de 15 UPS.

<sup>10</sup> Hábito alimentar - C: Carnívoro; O: Omnívoro; P: Planctófago; D: Detritívoro; F: Filtrador; A: Autotrófico

<sup>11</sup> Os sistemas aqui listados são apenas aqueles passíveis de serem empregados em zonas abrigadas de abrangência dos PLDM: TR/G: Tanque-rede e Gaiola; F: Semeadura direta; B: Balsa; M: Mesa; LLH: Long-line horizontal; LLV Long-line vertical; LLS: Long-line de superfície; LLM: Long-line de meia água; C: cercados

<sup>12</sup> Rações e insumos específicos para se produzir a espécie em escala comercial - M: em uma ou mais partes do mundo; B: no Brasil.

<sup>13</sup> ND – Informação não disponível.

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>10</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais fatores limitantes
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes	Possíveis sistemas de cultivo <sup>11</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>12</sup>	Ração, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>	
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)						
						30							
	<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo	C	0 a 50	10 a 38	28 a 37	28-32	Parcial	Não	TR/GPV, TR/GGV e C	Não	Não	Falta de tecnologia, e insumos para a produção comercial da espécie.
Moluscos	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	Berbigão	F	10 a 42	14 a 35	24 a 31	26 a 30	Não	Não	F	Não	Não	Faltam informações biológicas e não há tecnologia para a produção comercial da espécie.
	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Ostra de mangue	F	1 a 50	7 a 36	15 a 30	21 a 28	Sim	Não	F, LLS, LLM, M e B	M,B	M,B	A espécie comprovadamente não cresce adequadamente em condições de cultivo.
	<i>Lucina pectinata</i>	Lambreta	F	ND	15 a 32	ND	23 a 26	Não	Não	F	Não	Não	Faltam informações biológicas e não há tecnologia para a produção comercial da espécie.
	<i>Mytella falcata</i>	Sururu	F	ND	ND	ND	ND	Não	Não	LLS, LLM, M e B	Não	Não	Faltam informações biológicas e não há tecnologia para a produção comercial da espécie.
	<i>Mytella guyanensis</i>	Sururu	F	5 a 40	7 a 33	22 a 31	27 a 29	Não	Não	LLS, LLM, M e B	Não	Não	Faltam informações biológicas e não há tecnologia para a produção comercial da espécie.
Crustáceos	<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	Camarão-rosa	O	5 a 40	> 14	15 a 25	29 a 30	Sim	Em pequena escala	C e TR/GPV	B	Não	Tecnologia de engorda não totalmente desenvolvida. Disponibilidade irregular de pós-larvas e carência de insumos em escala comercial.
	<i>Litopenaeus schmitti</i>	Camarão-branco	O	5 a > 35	15 a 35	15 a 25	29 a 30	Sim	Não	C e TR/GPV	M	M	Tecnologia de engorda não totalmente desenvolvida. Falta de pós-larvas e de insumos em escala comercial.
	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Camarão-cinza	O	> 0,5 a 55	15 a 35	15-25	23 a 30	Sim	Sim	C e TR/GPV	M,B	M,B	Espécie exótica, embora com indicativo de estabelecimento na região Nordeste, por conta de capturas regulares pela frota

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>10</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais fatores limitantes
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes	Possíveis sistemas de cultivo <sup>11</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>12</sup>	Raço, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>	
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)						
													arrasteira regional. Não há tecnologia suficiente para a sua produção comercial em gaiolas.
Algas	<i>Eucheuma spp.</i>	Eucheuma	A	29 a 40	20 a 35	30 a 33	27 a 30	Sim	Não se aplica	LLH, LLV,F,B e LF	M	Sim	São exóticas e se adaptam melhor a temperaturas mais elevadas e águas de alta salinidade.
	<i>Hypnea musciformis</i>	Hypnea	A	10 a 45	20 a 36	22 a 26	24 a 30	Sim	Não se aplica	LLH, LLV,F,B e LF	M	Sim	A tecnologia de produção não está suficientemente dominada. Sabe-se que a origem das populações (marinhas ou estuarina) de algas utilizadas nos cultivos afeta diretamente os resultados, o que exige o aprofundamento da tecnologia antes de se fomentar os cultivos.
	<i>Pterocladia capillacea</i>	Pterocladia	A	10 a 50	10 a 30	25 a 35	17 a 25	Sim	Não se aplica	LLH, LLV,F,B e LF	M	Sim	A tecnologia, apesar de simples, não está completamente desenvolvida. Seria recomendável a realização de estudos complementares antes do investimento em parques aquícolas.

Tabela 23. Síntese dos requerimentos ambientais, status tecnológicos das espécies emergentes para serem empregadas em cultivo em áreas estuarinas e/ou marinhas no Paraná<sup>14</sup>.

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>15</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais Dificuldades	Principais Vantagens
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes <sup>16</sup>	Possíveis sistemas de cultivo <sup>17</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>18</sup>	Ração, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>		
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)							
Peixes	<i>Rachycentron canadum</i>	Bijupirá	C	> 10	16-32	> 32	25-30	Sim	P	TR/GPV TR/GGV	Sim	M, B	Necessidade de se trabalhar o mercado para aumento da demanda e, consequentemente, do seu valor de mercado.	Primeiro peixe marinho cultivado em grande escala no país. É uma espécie nativa e apresenta bons índices zootécnicos.
Moluscos	<i>Crassostrea brasiliana</i>	Ostra-do-mangue	F	8-40	ND <sup>19</sup>	15-25	23-30	Sim	P	F, LLS, LLM, M e B	Sim	M, B	Necessidade de produção de sementes em grande escala e de estudos sobre o uso de coletores de sementes.	Baixos impactos ambientais. Simplicidade e multiplicidade das técnicas de cultivo. Espécie

<sup>14</sup> Foram aqui consideradas como espécies estuarinas apenas aquelas que toleram salinidade mínima de 15 UPS.

<sup>15</sup> Hábito alimentar - C: Carnívoro; F: Filtrador.

<sup>16</sup> Produção de sementes: P: Pequena escala; M: Média Escala; G: Grande Escala.

<sup>17</sup> Os sistemas aqui listados são apenas aqueles passíveis de serem empregados em zonas abrigadas de abrangência dos PLDM: TR/G: Tanque-rede e Gaiola; F: Semeadura direta; B: Balsa; M: Mesa; LLH: Long-line horizontal; LLV Long-line vertical; LLS: Long-line de superfície; LLM: Long-line de meia água; C: cercados

<sup>18</sup> Rações e insumos específicos para se produzir a espécie em escala comercial - M: em uma ou mais partes do mundo; B: no Brasil.

<sup>19</sup> ND - Dados Não Disponível

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>15</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais Dificuldades	Principais Vantagens
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes <sup>16</sup>	Possíveis sistemas de cultivo <sup>17</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>18</sup>	Ração, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>		
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)							
														ideal para áreas estuarinas.
	<i>Crassostrea gigas</i>	Ostra japonesa	F	8 a 42	4 a 30	25 a 38	14 a 24	Sim	Sim	F, LLS, LLM, M e B	Sim	M, B	É uma espécie exótica, ainda não estabelecida. Não se adapta a ambientes com salinidades baixas e temperaturas elevadas. Também não se adapta a ambientes com elevada quantidade de material particulado e, fundos arenolodosos ou lodosos, com alta concentração de matéria orgânica.	Apresenta elevado nível de domesticação e de controle de todo o ciclo reprodutivo em laboratório. Há produção regular de sementes e de insumos destinados ao seu cultivo no país.
	<i>Perna perna</i>	Mexilhão	F	19 - 49	5-30	32-38	21-30	Parcial	Não	LLS, LLM, M e B	Sim	M, B	Esgotamento dos bancos naturais e consequente necessidade de diversificação na forma de obtenção de sementes.	Baixos impactos ambientais. Baixa exigência em manejo.

Grupo	Nome Científico	Nome Vulgar	Hábito <sup>15</sup>	Requerimentos ambientais (juvenis)				Status Tecnológico					Principais Dificuldades	Principais Vantagens
				Tolerância		Ideais		Domínio da reprodução e produção de sementes	Produção regular de sementes <sup>16</sup>	Possíveis sistemas de cultivo <sup>17</sup>	Cultivos em escala comercial <sup>18</sup>	Ração, materiais e/ou insumos específicos <sup>3</sup>		
				Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)	Salinidade (UPS)	Temperatura (°C)							
	<i>Nodipecten nodosus</i>	Vieira	F	29 - 52	15 - 29	31-35	21 a 27	Sim	P	F, LLS, LLM	Sim	M, B	Obtenção regular de sementes em larga escala.	Elevado valor de mercado. Possibilidade de agregação de valor a partir da comercialização da concha.
Algas	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Kappaphycus	A	30 a 40	20 a 32	31 a 35	25 a 28	Sim	Não se aplica	LLH, LLV, F, B e LF	Sim	M, B	É uma espécie exótica, que pode enfrentar resistências para ser aceita no litoral paranaense. Além disso, adapta-se melhor a temperaturas mais elevadas e águas de alta salinidade.	Domínio completo do ciclo produtivo; existência de uma cadeia produtiva no Brasil

#### 2.4.1.6 Áreas de potenciais conflitos

Em paralelo aos estudos para identificação de áreas para implantação de sistemas específicos de cultivo direcionados a cada uma das seis espécies consideradas "emergentes", realizou-se o estudo de fatores que podem influenciar diretamente no processo de viabilização de parques aquícolas demarcados e instalados: a identificação e o mapeamento das áreas de potenciais conflitos com outros usuários ou atividades, bem como a identificação de pontos mais significativos de poluição ou de risco de poluição ambiental.

Como áreas de conflitos foram consideradas aquelas para as quais não há impedimento de ordem legal à implantação de parques aquícolas, mas que podem implicar em conflitos de propósitos (declarados ou tácitos) com outros usuários dos ecossistemas aquáticos ou com atividades que, ainda que realizadas em terra, possam comprometer a viabilidade dos empreendimentos aquícolas que vierem a ser instalados.

Ao contrário das áreas de exclusão, áreas de conflito não são impeditivas à demarcação e à ocupação dos parques aquícolas. Entretanto, esse processo pode implicar na necessidade de discussões, negociações e mediações de eventuais conflitos com os demais usuários dos ambientes e dos recursos aquáticos.

Por exemplo, áreas onde já há projetos de aquicultura legalmente instalados foram consideradas como de potenciais conflitos. Os produtores que ocupam tais áreas têm direito garantido à sua utilização e essa condição terá que ser considerada quando da eventual demarcação de parques aquícolas na mesma região. Ou seja, há grande possibilidade que esse potencial conflito seja facilmente resolvido, mas ele não poderá ser simplesmente desconsiderado.

São também exemplos de conflitos potenciais: a existência de pontos de lançamento de efluentes; locais onde há riscos de acidente ou de contaminação ambiental (por exemplo, postos de gasolina, cemitérios, atividades agropecuárias); pontos onde existam recifes artificiais licenciados e instalados; unidades de conservação (com ou sem plano de manejo aprovado); zonas de prática regular de esportes náuticos; áreas de pesca; áreas indígenas (demarcadas ou não); assentamentos rurais.

Embora esses potenciais conflitos não sejam suficientes para inviabilizar a atividade aquícola, a simples possibilidade de ocorrência dos mesmos já é suficiente para evidenciar a necessidade de uma avaliação mais minuciosa e cuidadosa de cada caso. Mas, até mesmo o conflito mais evidente, que é a concorrência com a pesca artesanal ou industrial, pode ser fruto de negociação ou de regulamentação por parte das instâncias competentes, possibilitando a coexistência pacífica entre a aquicultura e outros usuários dos ecossistemas e dos recursos aquáticos.



A aquicultura pode, por exemplo, ser utilizada como atividade de inclusão social e econômica para assentados rurais; como atividade produtiva para comunidades indígenas e até como fonte complementar ou alternativa de renda para as comunidades pesqueiras. Áreas onde hoje existe lançamento de efluentes podem ser alvo da ação do Poder Público, coibindo e corrigindo problemas identificados. A aquicultura pode também ser utilizada como uma importante alternativa produtiva compatível com os programas de proteção ambiental e, desta forma, contribuir para a manutenção da integridade das unidades de conservação próximas aos parques aquícolas. Enfim, conflitos podem ser mediados e resolvidos individualmente, motivo pelo qual não se deve simplesmente excluir áreas onde eventuais conflitos tenham sido identificados.

A maioria das informações utilizada neste trabalho foi obtida a partir de incursões a campo da equipe do IGIA. Outras foram obtidas a partir de informações oficiais, tais como cartas náuticas e informações cartográficas de órgãos estaduais e/ou federais, tais como ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do estado do Paraná), IAP (Instituto Ambiental do Paraná) e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, do ministério do Meio Ambiente),

#### **2.4.1.7 Mapeamento da infraestrutura, organização comunitária e da capacidade logística instalada na região**

O terceiro conjunto de estudos independentes, porém inter-relacionados, diz respeito a aspectos que podem favorecer e facilitar o processo de implantação de parques aquícolas: a identificação e o mapeamento da infraestrutura disponível, de aspectos básicos da logística para chegada de insumos e de equipamentos, para o escoamento ou comercialização local da produção aquícola e da atual organização comunitária em nível regional.

Esses mapas identificam os municípios litorâneos e as comunidades existentes; os limites geográficos municipais; as principais vias de acesso, rodovias, ferrovias; áreas de fundeio de pequenas embarcações; locais onde existem cooperativas de maricultores; colônias e associações de pesca; principais pontos de desembarque e comércio de pescado. Ou seja, informações complementares, porém relevantes, de auxílio na tomada de decisões em relação à demarcação de parques aquícolas.

#### **2.4.1.8 Definição das prioridades relacionadas ao planejamento, à gestão e ao fomento da aquicultura**

Após todas as etapas anteriores finalizadas e após a conclusão de todos dos produtos intermediários, os mapas e textos elaborados foram enviados ao MPA, para que a equipe técnica do Ministério pudesse trabalhar na avaliação desse material.



Conforme anteriormente acordado, através das videoconferências periódicas realizadas envolvendo as equipes do Instituto GIA e do MPA, o processo de identificação das áreas a serem demarcadas teve início a partir dessa avaliação de produtos realizada em Brasília.

Desta forma a identificação dos polígonos correspondentes aos limites geográficos de cada parque aquícola foi feita também levando em consideração as prioridades e diretrizes do próprio MPA em termos da implantação de políticas públicas voltadas ao planejamento, à gestão e ao fomento da aquicultura, tendo como base os materiais técnicos gerados ao longo do trabalho.

#### **2.4.1.9 Avaliação de variáveis complementares**

Uma vez pré-demarcadas as áreas dos parques aquícolas, os demais parâmetros levantados ao longo do presente estudo (principalmente de qualidade da água, características sedimentológicas e vegetação marginal próxima às áreas demarcadas) foram avaliados individualmente, na tentativa de se identificar eventuais anomalias ambientais que possam vir a comprometer a viabilidade dos cultivos que serão instalados em cada parque.

Desta forma parâmetros sedimentológicos (textura do sedimento) e de qualidade de água (como, por exemplo, pH, compostos nitrogenados ou fosfatados, características microbiológicas oxigênio dissolvido, seston, transparência, clorofila, metais e hidrocarbonetos) não foram utilizados como critérios de exclusão de áreas, mas apenas para identificar a ocorrência de eventos cíclicos que pudessem afetar as práticas aquícolas a serem adotadas em cada parque.

Essa foi uma etapa muito importante deste trabalho e que merece algumas considerações. Os Termos de Referência que tratam da elaboração de estudos para demarcação de áreas de parques aquícolas usualmente relacionam uma série de parâmetros de qualidade de água que seriam importantes para a demarcação dos parques. Entretanto, há uma grande dificuldade por parte das instituições responsáveis pelos estudos em se utilizar efetivamente tais informações, o que, não raro, acaba levando a interpretações errôneas de resultados e até o comprometimento da qualidade dos trabalhos realizados.

Uma coisa é certa, dados – aqui chamados de complementares - de qualidade de água são importantes para o processo de licenciamento ambiental. Porém, dificilmente é possível utilizá-los de forma categórica na exclusão ou mesmo na classificação de aptidão de áreas aquícolas.

A confusão geralmente começa quando da interpretação da Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005, que *"dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de*

lançamento de efluentes, e dá outras providências". Para se entender os princípios e bases dessa resolução, alguns trechos da mesma serão transcritos abaixo:

Em primeiro lugar, os "considerandos" (os grifos são do Instituto GIA).

*Considerando a vigência da Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a **balneabilidade**;*

*Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;*

*Considerando que a água integra as preocupações do **desenvolvimento sustentável**, baseado nos princípios da **função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza**;*

*Considerando que a Constituição Federal e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam **controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes**, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;*

*Considerando que o enquadramento expressa **metas finais a serem alcançadas**, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;*

*Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004;*

*Considerando ser a classificação das águas doces, **salobras e salinas** essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;*

*Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos **níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade**;*

*Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o **equilíbrio ecológico aquático**, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;*

*Considerando a necessidade de se criar instrumentos para **avaliar a evolução da qualidade das águas**, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;*

*Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e*

*Considerando que o **controle da poluição** está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da*



*qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:...*

Ou seja, não há nessa Resolução nenhuma preocupação ou mesmo o objetivo de se analisar a favorabilidade de áreas para a instalação de empreendimentos aquícolas. E mesmo, jamais poderia haver, pois os parâmetros de qualidade de água influenciam de forma absolutamente específica cada organismo e ainda, na maioria das vezes, de forma desigual as diferentes fases de vida de uma determinada espécie.

A Resolução tem como foco a manutenção e até a melhoria da qualidade da água, o monitoramento e a regulamentação de efluentes lançados no meio, a definição de bases técnicas que poderão subsidiar a identificação e punição de eventuais poluidores. Portanto, ela é um instrumento importante para monitoramento dos parques aquícolas que vierem a ser demarcados e posteriormente instalados, mas jamais será um instrumento adequado para classificação da aptidão de locais para a demarcação de parques aquícolas.

Será que uma simples análise de pH que esteja em não-conformidade com o que está estabelecido na Resolução é suficiente para a exclusão de uma determinada área para fins de aquicultura? Que não seja, uma, mas que sejam inúmeras amostras de pH que estejam em não-conformidade com o disposto na Resolução? E se, por acaso, a espécie a ser cultivada for absolutamente tolerante aos valores de pH em não-conformidade com a Resolução? Seu cultivo seria inviabilizado pela não-conformidade? A qualidade de sua carne seria afetada por isso? Haveria algum risco para o consumidor desses organismos cultivados em pH fora dos limites estabelecidos na Resolução? Se ao invés de pH o parâmetro considerado fosse oxigênio dissolvido, amônia, dureza ou qualquer outro parâmetros, a situação seria diferente? A resposta para todas é essas questões é: a Resolução Conama Nº 357 não tem nenhuma aplicabilidade no mapeamento de favorabilidade para a identificação de áreas mais aptas à aquicultura. Não é esse seu objetivo. Não é disso que ela trata. Qualquer tentativa de demarcação de áreas baseada está Resolução estará sujeita a grandes margens de erro.

Em sua Seção III (das águas salinas), assim como na Seção IV (das águas salobras) a Resolução aborda aspectos específicos à aquicultura (*"Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. 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 periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente"*).

Ora, em locais de interesse turístico, como é o caso do litoral paranaense, os padrões de colimetria são totalmente relacionados às épocas de maior afluxo de turistas ao litoral.



Assim, podem-se fazer não apenas 15, mas centenas de análises ao longo do ano sem que os padrões colimétricos se afastem no disposto na Resolução. No entanto, durante os períodos de veraneio, a maioria das amostras pode estar em não-conformidade com o disposto na Resolução, dependendo do local onde forem coletadas.

Ou seja, é plenamente possível se atender ao disposto nessas seções e, mesmo assim, não se dar a garantia mínima de segurança alimentar aos consumidores. Para isso, basta realizar o monitoramento colimétrico fora das épocas de veraneio.

Mas, esse "truque" na prática jamais funcionaria porque, neste caso, os prejuízos causados pela eventual divulgação na mídia de episódios de contaminação microbiológica de consumidores de moluscos pode ser de tal ordem intenso que inviabilizariam economicamente toda a atividade. Os maiores interessados que os cultivos de moluscos sejam realizados em águas de boa qualidade e dentro dos padrões microbiológicos exigidos são, portanto, os próprios aquicultores.

Contudo, considerando que o Poder Público nem sempre cumpre o seu papel de garantia da qualidade ambiental e do adequado tratamento de esgotos domésticos e de efluentes agrícolas e industriais, restaria ainda aos produtores ou comerciantes de moluscos a alternativa técnica de promover a depuração de seus produtos, fazendo com que os mesmos se adequem aos padrões sanitários previstos na legislação específica.

Assim, mesmo nos casos em que a Resolução Conama Nº 357 dispõe sobre padrões a serem obedecidos pelos empreendimentos aquícolas, seus dispositivos são insuficientes para a exclusão definitiva de áreas para a aquicultura.

Por outro lado, dependendo da leitura que se faça, a mesma Resolução poderia inviabilizar completamente qualquer tipo de cultivo realizado em tanque-rede. Por exemplo, nas mesmas Seção III e Seção IV, quando se reporta às condições de qualidade da água, diz que materiais flutuantes devem ser "virtualmente ausentes". Como é impossível evitar que resíduos alimentares ultrapassem os limites dos tanques-rede, essa disposição, uma vez que levada ao pé da letra, inviabilizaria os parques aquícolas em que os cultivos de peixes fossem realizados em tanques-rede.

Ou seja, esta Resolução tem implicações diretas na aquicultura, mas naquilo que tange ao licenciamento dos empreendimentos aquícolas e não na escolha das áreas para instalação dos parques.

Por este motivo que apenas após demarcados os parques é que se avaliaram as variáveis consideradas complementares ao estudo ambiental.

Neste caso, ainda que determinados parques pré-demarcados apresentassem condições técnicas e ambientais para o estabelecimento de parques aquícolas, essas áreas foram desconsideradas.



Por fim, uma vez definidas as áreas para demarcação definitiva dos parques aquícolas, a equipe do Instituto GIA voltou a campo para fazer uma vistoria e checagem de cada uma das áreas selecionadas. Foram realizadas análises batimétricas e de qualidade da água, além da avaliação da presença de qualquer fator impeditivo à instalação de parques aquícolas não identificado nas fases anteriores de trabalho.

Toda esta abordagem metodológica foi definida tendo como objetivo principal encontrar as melhores alternativas tecnológicas e de localização dos parques aquícolas marinhos. Todo o trabalho foi desenvolvido sob rígidas bases técnicas e científicas, buscando-se sempre maximizar as chances de sucesso dos empreendimentos que vierem a ser instalados com base neste estudo e de minimizar os impactos negativos associados à atividade.

Durante todo o trabalho realizado pelo Instituto GIA sempre se procurou demonstrar que ocupação ordenada e mesmo a expansão do número de parques aquícolas do litoral paranaense deverão estar condicionados à capacidade do Poder Público de orientação e de fiscalização na implantação de eficientes planos de gerenciamento e de controle, bem como de monitoramento ambiental dos parques aquícolas que vierem a ser instalados.

### **3 ÁREAS TÉCNICAMENTE MAIS ADEQUADAS PARA INSTALAÇÃO DOS PARQUES AQUÍCOLAS DO LITORAL PARANAENSE**

---

#### **3.1 LOCALIZAÇÃO DOS POLÍGONOS DOS PARQUES AQUÍCOLAS**

Depois de concluídos os estudos sintetizados na Figura 43, as equipes técnicas do Instituto GIA e do MPA se reuniram em Brasília, para promover, de forma integrada, a delimitação dos polígonos nas áreas onde deverão ser instalados os parques aquícolas do litoral paranaense.

Dois grupos de parques foram então considerados: os parques estuarinos, localizados no interior o Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 47) e também na baía de Guaratuba (Figura 48), e os parques marinhos, posicionados na zona nerítica do estado (Figura 49).

Em ambos os casos, a delimitação dos polígonos sugeridos para demarcação dos parques aquícolas levou em conta critérios como:

- Adequação técnica das áreas para as práticas de maricultura, incluindo-se a garantia das condições biológicas necessárias ao cultivo das espécies e das características ambientais para a instalação e operação dos diferentes sistemas de cultivo;
- A utilização racional dos recursos naturais;
- A minimização de eventuais conflitos com os demais usuários dos ambientes aquáticos;
- A compatibilização dos futuros parques aquícolas com os programas de zoneamento costeiro já discutidos ou em discussão no estado.

No caso dos parques aquícolas estuarinos, houve ainda a preocupação com a garantia dos direitos preferenciais das demandas das comunidades litorâneas e aos empreendimentos de pequeno porte. Para isso, sempre que tecnicamente possível, os polígonos foram posicionados próximos às comunidades existentes. Assim, se durante o processo de instalação desses parques essas comunidades manifestarem interesse em investir na maricultura, seu acesso às áreas de cultivo será facilitado.

Também no caso dos parques estuarinos, procurou-se explorar ao máximo as potencialidades naturais associadas aos ambientes mais abrigados que caracterizam as baías do litoral paranaense – e, portanto, de maior facilidade para a instalação de empreendimentos aquícolas. Com isso, foram definidas 16 possíveis áreas para a instalação de parques aquícolas

no Complexo Estuarino de Paranaguá (em um total de 2.064,9 ha) e de seis áreas na baía de Guaratuba (em um total de 123,8 ha) (Tabela 24).

Já no caso dos parques marinhos, o acesso prioritário às comunidades litorâneas foi pensado posicionando-se uma linha inicial de polígonos mais próxima da costa. Os parques maiores e destinados prioritariamente aos médios e grandes empreendimentos, por sua vez, foram posicionados em zonas mais distantes da costa, o que contribui também para minimizar eventuais impactos ambientais associados a esses empreendimentos. No total, 16 áreas foram delimitadas em zonas marinhas, totalizando 5.480 ha. Assim, somando-se as áreas delimitadas nas zonas marinhas e estuarinas, há um potencial de exploração de 7.668,8 ha.

Isso não significa, porém – como será discutido mais a frente – que toda essa área deverá ser efetivamente ocupada, ou que não seja possível, caso isso venha a ser necessário um dia, expandir as áreas de produção. Também não significa que tenham sido aqui estabelecidas regras de exploração ou de ocupação dos parques – até porque este estudo não teve esse objetivo e nem o Instituto GIA tem qualquer poder para isso. Significa, sim, que, de acordo com os estudos aqui realizados, será possível se projetar o desenvolvimento da maricultura paranaense envolvendo essas áreas aqui delimitadas. Significa também que os polígonos com as prováveis áreas de cultivo foram estabelecidos pensando no atendimento das demandas dos mais variados públicos e no desenvolvimento responsável da maricultura no país.

**Tabela 24. Síntese das áreas identificadas como mais propícias ao estabelecimento de parques aquícolas no litoral paranaense.**

<b>Código</b>	<b>Identificação</b>	<b>Área (ha)</b>
<b>Baía de Guaratuba</b>		
PE-BG-01	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 01	22,85
PE-BG-02	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 02	11,19
PE-BG-03	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 03	35,00
PE-BG-04	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 04	17,78
PE-BG-05	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 05	17,18
PE-BG-06	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 06	19,82
<b>Total de Áreas Propostas - Baía de Guaratuba</b>		<b>123,83</b>
<b>Complexo Estuarino de Paranaguá</b>		
PE-PA-01	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá – 01	100,88
PE-PA-02	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá – 02	232,41
PE-PA-03	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá – 03	66,67
PE-PA-04	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá – 04	246,08
PE-LA-01	Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 01	263,67
PE-LA-02	Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 02	75,48
PE-LA-03	Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 03	21,59
PE-LA-04	Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 04	52,62
PE-LA-05	Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 05	659,36

Código	Identificação	Área (ha)
PE-GU-01	Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaraqueçaba – 01	120,09
PE-PO-01	Parque Aquícola Estuarino - Poruquara – 01	50,74
PE-PI-01	Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 01	24,64
PE-PI-02	Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 02	24,00
PE-PI-03	Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 03	15,00
PE-PI-05	Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 05	87,50
PE-PI-04	Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 04	24,20
<b>Total de Áreas Propostas - Complexo Estuarino de Paranaguá</b>		<b>2.064,94</b>
<b>Áreas Marinhas</b>		
PM-S-01	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 01	105,00
PM-S-02	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 02	105,00
PM-S-03	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 03	70,00
PM-S-04	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 04	70,00
PM-S-05	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 05	70,00
PM-S-06	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 06	50,00
PM-S-07	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 07	50,00
PM-S-08	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 08	50,00
PM-S-09	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 09	450,00
PM-S-10	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 10	450,00
PM-S-11	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 11	105,00
PM-S-12	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 12	180,00
PM-S-13	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 13	50,00
PM-S-14	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 14	50,00
PM-S-15	Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul – 15	50,00
PM-N-01	Parque Aquícola Marinho - Litoral Norte – 01	3.575,00
<b>Total de Áreas Propostas - Área Marinha</b>		<b>5.480,00</b>
<b>ÁREA POTENCIAL TOTAL</b>		<b>7.668,77</b>

A seguir, da Tabela 25 até a Tabela 62, são apresentados os "índices de favorabilidade"<sup>20</sup> para o cultivo das seis principais espécies investigadas ao longo do presente trabalho (bijupirá, mexilhão, ostra-do-mangue, ostra-japonesa, *Kappaphycus* e vieira) e nos seis sistemas de cultivo avaliados (balsas, mesas, *long-lines* de superfície e de meia-água, tanques-rede de pequeno e de grande volume e tanques-rede submersíveis).

Aplicando-se os critérios definidos anteriormente, os índices de favorabilidade podem assumir valor 0 (Área Inviável), 1 ou 2 (Área de Risco), 4 (Área Viável) ou 8 (Área Ideal). Obviamente que alguns cruzamentos não fazem sentido (por exemplo, bijupirá em *long lines*, ou moluscos em tanques-rede) e por isso não foram sequer avaliados. Neste caso, as

<sup>20</sup> Vide item "Metodologia empregada no SIG", a partir da página 57, para revisão da metodologia de cálculo.



respectivas células são deixadas em branco nas tabelas. Contudo, as implicações são diferentes nos casos em que não há sentido se fazer qualquer cruzamento e os cruzamentos em que o índice de favorabilidade é 0. Neste último caso, o índice 0 significa que é tecnicamente inviável se fazer o cultivo de determinada espécie ou utilizar um determinado sistema de cultivo na área considerada.

Em outros casos, como na Tabela 32, por exemplo, há zonas disponíveis para o cultivo de determinada espécie ou de emprego de um tipo de sistema de cultivo dentro do polígono indicado. Contudo, as zonas viáveis não são homogêneas ao longo do polígono. Por isso, as tabelas deverão ser sempre utilizadas pelos gestores públicos em conjunto com os respectivos mapas de favorabilidade gerados neste trabalho quando da demarcação efetiva dos parques aquícolas. Para que este ou qualquer outro cruzamento seja possível, todos os produtos de SIG gerados foram disponibilizados ao MPA, que, desta forma, terá condições céleres de fazer qualquer avaliação técnica que seja necessária em relação aos polígonos delimitados neste trabalho.

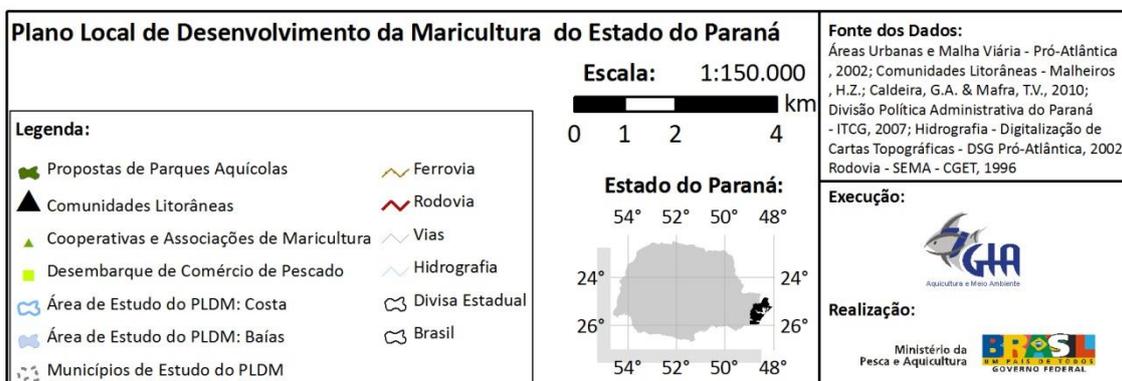
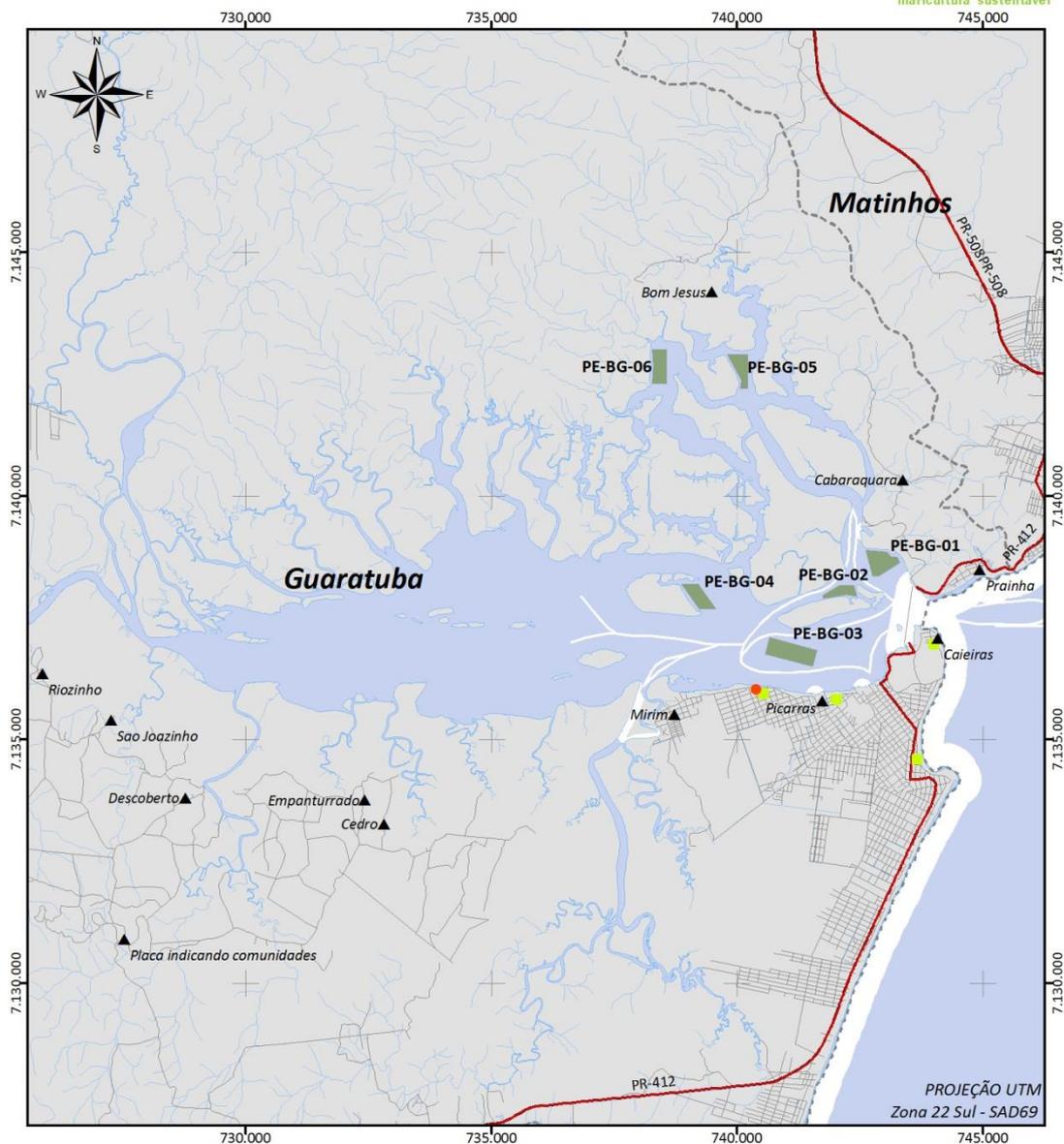
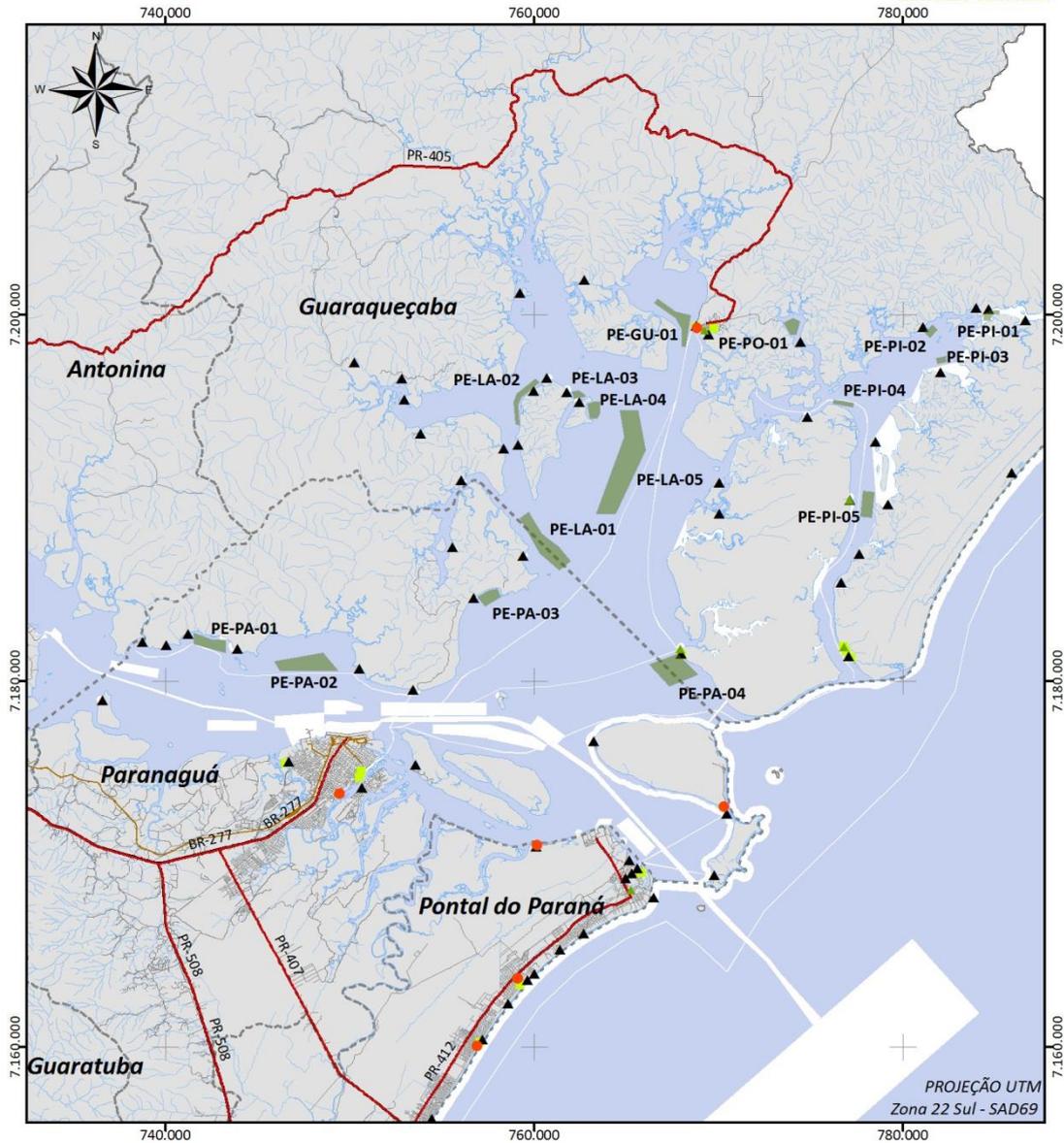


Figura 47. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques na baía de Guaratuba.



<p><b>Plano Local de Desenvolvimento da Maricultura do Estado do Paraná</b></p> <p>Escala: 1:400.000</p> <p>0 2,5 5 10 km</p> <p><b>Estado do Paraná:</b></p> <p>54° 52° 50° 48°</p> <p>24° 26°</p> <p>54° 52° 50° 48°</p>		<p><b>Fonte dos Dados:</b></p> <p>Áreas Urbanas e Malha Viária - Pró-Atlântica, 2002; Comunidades Litorâneas - Malheiros, H.Z.; Caldeira, G.A. &amp; Mafra, T.V., 2010; Divisão Política Administrativa do Paraná - ITCG, 2007; Hidrografia - Digitalização de Cartas Topográficas - DSG Pró-Atlântica, 2002; Rodovia - SEMA - CGET, 1996</p>
<p><b>Legenda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Propostas de Parques Aquícolas</li> <li> Comunidades Litorâneas</li> <li> Cooperativas e Associações de Maricultura</li> <li> Desembarque de Comércio de Pescado</li> <li> Área de Estudo do PLDM: Costa</li> <li> Área de Estudo do PLDM: Baías</li> <li> Municípios de Estudo do PLDM</li> <li> Ferrovia</li> <li> Rodovia</li> <li> Vias</li> <li> Hidrografia</li> <li> Divisa Estadual</li> <li> Brasil</li> </ul>	<p><b>Execução:</b></p> <p><b>Realização:</b></p>	

Figura 48. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques aquícolas na baía de Paranaguá.

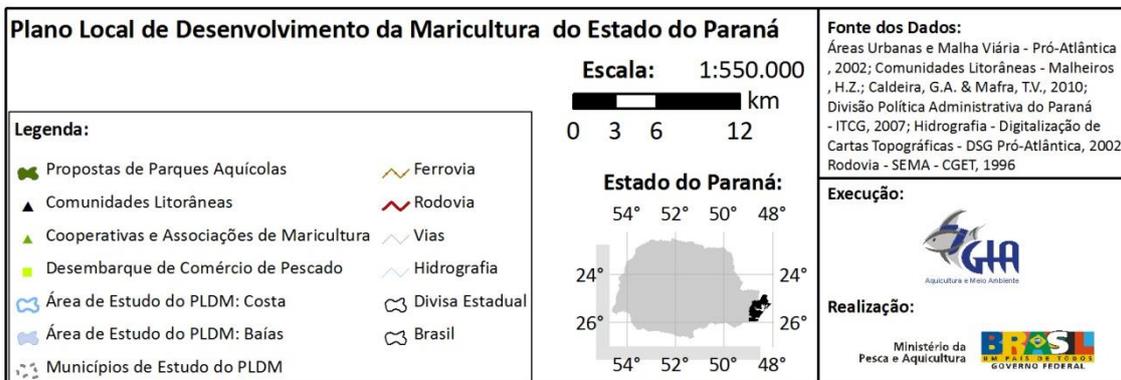
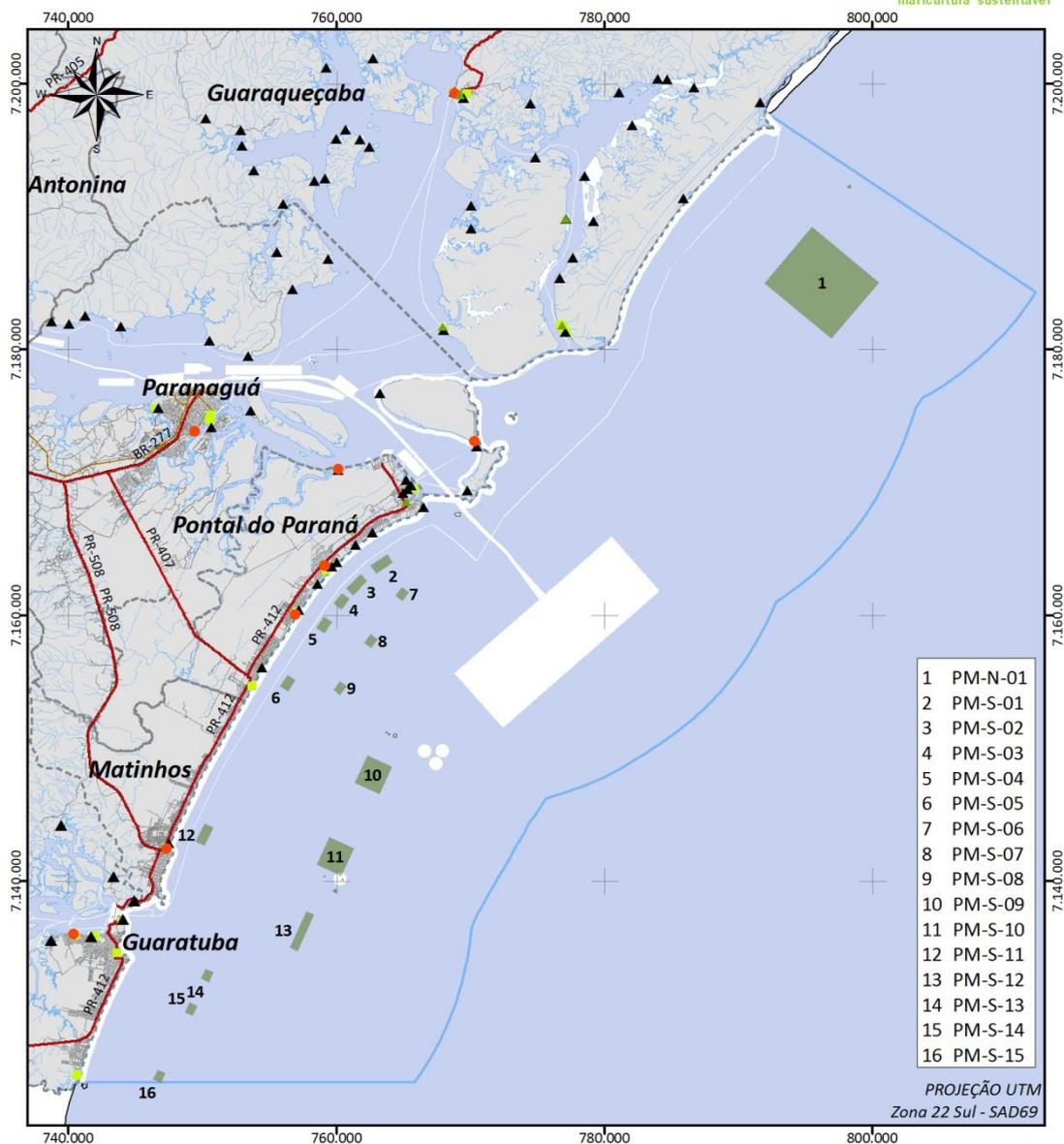


Figura 49. Polígonos indicando as áreas mais adequadas à instalação de parques aquícolas na área marinha do litoral paranaense.

Tabela 25. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-01.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 26. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-02.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 02							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 27. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-03.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 03							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 2	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0 - 8	0	8	8			
Ostra Japonesa	0 - 2	0	2	2			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 28. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-04.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 04							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	4	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 29. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-05.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba – 05							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	4	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 30. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-BG-06.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaratuba - 06							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	4	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 31. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-01.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá - 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	4	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 32. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-02.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá - 02							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0-2 *	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	8	0	8	8			
Ostra Japonesa	2	0	2	2			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

\*Há algumas áreas que possibilitariam a colocação de tanques-rede de pequeno volume, mas a favorabilidade local é muito baixa.

Tabela 33. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-03.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá - 03							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	4	0	0			
Ostra Japonesa	0	8	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 34. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PA-04.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Paranaguá – 04							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	4	0 - 4 *
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	2	2			
Ostra Japonesa	0	0	8	8			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

\*Há algumas áreas que possibilitariam a colocação de tanques-rede submergíveis, mas não em todo o polígono demarcado.

Tabela 35. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-01.

Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 2 *	0	0
Mexilhão			2 - 4	2 - 4			
Ostra Nativa	8	0	8	8			
Ostra Japonesa	4	0	4	4			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 36. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-02.

Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 02							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 37. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-03.

Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 03							
Espécies	SISTEMAS DE CULTIVO						
	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 38. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-04.

Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras – 04							
Espécies	SISTEMAS DE CULTIVO						
	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2 - 4	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 39. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-LA-05.

Parque Aquícola Estuarino - Baía das Laranjeiras - 05							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 2 *	0	0
Mexilhão			0 - 2	0 - 2			
Ostra Nativa	8	0	8	8			
Ostra Japonesa	4	0	4	4			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 40. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-GU-01.

Parque Aquícola Estuarino - Baía de Guaraqueçaba - 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 2 *	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	8	0	8	8			
Ostra Japonesa	2	0	2	2			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 41. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PO-01.

Parque Aquícola Estuarino - Poruquara - 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	2 - 4	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 42. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-01.

Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	8	0	0			
Ostra Japonesa	0	4	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 43. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-02.

Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 02							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	4	0	0			
Ostra Japonesa	0	8	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 44. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-03.

Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros – 03							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0	0	0
Mexilhão			0	0			
Ostra Nativa	0	4	0	0			
Ostra Japonesa	0	8	0	0			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 45. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-04.

Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros - 04							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 2 *	0	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	2 - 4	0	2 - 4	2 - 4			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

Tabela 46. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PE-PI-06.

Parque Aquícola Estuarino - Baía dos Pinheiros - 05							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	0 - 4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	2	0	2	2			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus	0						
Vieira			0	0			

**Tabela 47. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-N-01.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Norte - 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4 - 8	4 - 8	4 - 8
Mexilhão			4 - 8	4 - 8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

**Tabela 48. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-01.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 01							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	0	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	1						
Vieira**			1	1			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o Verão

**Tabela 49. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-02.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 02							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	1 - 2						
Vieira**			1 - 2	1 - 2			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o verão

**Tabela 50. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-03.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 03							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o verão.

**Tabela 51. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-04.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 04							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	8	0
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

**Tabela 52. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-05.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 05							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	0	0
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o verão

**Tabela 53. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-06.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 06							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	4
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão.

**Tabela 54. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-07.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 07							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	8	0
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

**Tabela 55. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-08.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 08							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	8	0
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o verão.

Tabela 56. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-09.

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 09							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	8	0 - 8
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para Cultivos iniciados após o Verão

**Tabela 57. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-10.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 10							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					0 - 8	0 - 8	0
Mexilhão			0 - 8	0 - 8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

**Tabela 58. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-11.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 11							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4 - 8	0	0
Mexilhão			4 - 8	4 - 8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

Tabela 59. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-12.

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 12							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					8	0 - 8	0
Mexilhão			8	8			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	2						
Vieira**			2	2			

\*Para cultivos iniciados após o inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão

Tabela 60. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-13.

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 13							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	1						
Vieira**			1	1			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão.

**Tabela 61. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-14.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 14							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	1						
Vieira**			1	1			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão.

**Tabela 62. Avaliação do índice de favorabilidade técnica de ocupação do PM-S-15.**

Parque Aquícola Marinho - Litoral Sul - 15							
SISTEMAS DE CULTIVO							
Espécies	Balsas	Mesas	Long-lines		Tanques Rede		
			Superfície	Meia Água	Pequeno Volume	Grande Volume	Submergíveis
Bijupirá					4	4	0
Mexilhão			4	4			
Ostra Nativa	0	0	0	0			
Ostra Japonesa	8	0	8	8			
Kappaphycus*	1						
Vieira**			1	1			

\*Para cultivos iniciados após o Inverno; \*\*Para cultivos iniciados após o verão.

## 3.2 DESAFIOS A SEREM SUPERADOS PARA A EFETIVA INSTALAÇÃO DOS PARQUES AQUÍCOLAS ESTUARINOS E MARINHOS DO PARANÁ

Ao longo do presente trabalho ficou bastante evidente que há uma grande diferença entre **identificar** áreas mais propícias à demarcação de parques aquícolas e efetivamente se **demarcar** parques aquícolas visando o processo subsequente de licenciamento e de licitação.

A identificação das áreas mais apropriadas para a instalação de parques foi o objeto central de todos os estudos aqui realizados. Os produtos desenvolvidos, por sua vez, servirão como ponto central de apoio para demarcação e posterior licenciamento dos parques aquícolas. Mas, por outro lado, eles não respondem e nem poderiam responder a todas as perguntas necessárias para que se possa concretizar a instalação desses parques *per si*. Sem essas respostas, que deverão ser respondidas a partir de programas e ações que terão que ser estruturadas e/ou executados pelo Poder Público, a demarcação dos parques corre o risco de ficar comprometida. Por exemplo:

- Uma vez que ficou demonstrado que em determinados parques será possível cultivar duas ou mais espécies ou se utilizar mais de um tipo de sistema de cultivo, de que forma que esse parque será ocupado?<sup>21</sup>
- Será realizado algum estudo prévio de viabilidade econômica e logística dos parques aquícolas antes da sua efetiva instalação?<sup>22</sup>
- De onde virão as formas jovens que serão utilizadas no cultivo, considerando-se que, na grande maioria dos casos, não há produção regular ou na escala necessária dessas formas jovens em laboratório no país?
- Todas as possíveis áreas identificadas e pré-demarcadas serão efetivamente ocupadas? Quais parques serão ocupados primeiro? Considerando que a área potencial para a instalação de parques aquícolas no Paraná é relativamente ampla, haverá algum mecanismo para direcionar tais ocupações?<sup>23</sup>
- Como será feita a divulgação e atração de eventuais investidores? Como será organizada a divisão entre parques ocupados pelas comunidades litorâneas e parques de interesse mais industrial? Será possível a convivência entre pequenos e grandes produtores em um mesmo parque?

---

<sup>21</sup> Ressalta-se que até este momento, a grande maioria dos parques aquícolas marinhos demarcados ou em processo de demarcação envolveu o emprego de uma única espécie ou sistema de cultivo em um mesmo parque.

<sup>22</sup> Os autores do presente trabalho entendem que isso é fundamental, mas para que tais análises possam ser feitas, é necessário se conhecerem as ferramentas de fomento e gestão que serão utilizadas para a viabilização dos parques, especialmente nos casos que envolverem pequenos produtores e comunidades litorâneas.

<sup>23</sup> Ao longo deste trabalho, o Instituto GIA sempre recomendou fortemente que a instalação dos parques se dê de forma sequencial, utilizando-se os resultados do monitoramento ambiental, técnico e econômico dos parques instalados como critério de decisão da instalação ou não de novos parques. Porém, a definição sobre o processo de ocupação, mais uma vez, cabe ao Poder Público.

- Quais instrumentos de crédito ou fomento serão utilizados para que os produtores possam investir em seus empreendimentos?<sup>24</sup>
- A efetiva ocupação dos parques será condicionada a algum programa regular de capacitação técnica dos interessados (especialmente no caso de pequenos produtores)? Em caso positivo, quem será responsável por esse programa de capacitação?
- Como e por quem será feito o monitoramento ambiental dos parques que vierem a ser licenciados?
- Será estabelecida alguma norma técnica a ser respeitada em relação a materiais e equipamentos que poderão ser utilizados nos empreendimentos? Haverá algum tipo de padronização de estruturas?
- Quais medidas serão tomadas para a garantia de venda - a preços compatíveis - dos produtos gerados nesses parques aquícolas - especialmente quando envolver pequenos e médios empreendimentos?

No caso de cadeias produtivas estabelecidas, como é hoje o caso da tilápia, por exemplo, parte dessas perguntas não teriam muito sentido, uma vez que os sistemas de produção são relativamente bem conhecidos, há uma crescente indústria de insumos e equipamentos e canais mais bem definidos de comercialização. Mas, o caso da maricultura é diferente, pois serão fomentadas basicamente cadeias ainda não suficiente estruturadas e até cadeias produtivas sobre as quais não se tem praticamente nenhuma organização; cujos sistemas produtivos são muito pouco utilizados ainda; cujas técnicas de produção se encontram em estágio inicial de desenvolvimento. Ou seja, cadeias que precisarão ser trabalhadas antes mesmo da efetiva instalação dos parques aquícolas.

O fato é que, com a conclusão dos trabalhos de identificação de áreas para a instalação de parques aquícolas estuarinos e marinhos no estado do Paraná um importante passo foi dado em direção à organização, regularização e ao fomento da atividade. Agora será necessário se avançar a uma segunda etapa: a de se garantir as condições infra-estruturais, logística e operacionais para que os parques aquícolas marinhos do paraná possam ser licenciados e licitados.

---

<sup>24</sup> É fato notório, por exemplo, que os pequenos produtores ou mesmo pescadores, via de regra, não têm condições de assumir compromissos financeiros para investir na maricultura.

## 4 PLANOS DE GERENCIAMENTO E CONTROLE (PGC)<sup>25</sup>

---

Neste capítulo são apresentados os Planos de Gerenciamento e Controle (PGC) para cada grupo de organismos aquáticos incluídos nestes PLDM. Não se trata de um "manual de operação" dos sistemas de cultivo a serem empregados, até mesmo porque as técnicas de manejo evoluem muito rapidamente. Assim, não haveria sentido em se estabelecer regras fixas para se prevenir que os empreendimentos a serem instalados nos parques aquícolas venham a causar impactos ambientais, econômicos ou sociais adversos. No entanto, é importante que haja uma orientação aos aquicultores e empreendedores sobre os parâmetros mínimos a serem respeitados para que seus empreendimentos sejam sustentáveis e, desta forma, que possam ser instalados com um grau mínimo de conflitos e impactos sem comprometer a sua viabilidade econômica.

É necessário se construir uma proposta de ordenamento e de disciplinamento da atividade aquícola, processos que passem por questões como a padronização mínima das estruturas de cultivo e dos próprios processos produtivos. Em outras palavras, é necessário planejamento.

Mas nada disso adiantará se também não houver um disciplinamento e monitoramento das demais atividades antrópicas realizadas nos ambientes aquáticos e também em terra firme, na região de influência direta dos empreendimentos aquícolas. Ou seja o desenvolvimento e o ordenamento da aquicultura não pode estar dissociado do desenvolvimento das demais atividades humanas.

A própria realização do presente estudo, que deverá embasar a instalação dos PLDM no estado do Paraná, é um dos instrumentos mais importantes para que o setor aquícola faça a sua parte, pois este trabalho deverá nortear todo o processo de zoneamento e de desenvolvimento da maricultura no estado.

Exemplificando, a escolha do local de instalação de um cultivo é considerada uma das ferramentas de manejo mais potentes que existem para se minimizar a possibilidade de ocorrência de impactos ambientais. Os estudos aqui realizados constituem uma garantia de que, uma vez respeitadas as diretrizes apresentadas, problemas ocorridos com algumas modalidades de empreendimentos aquícolas no passado, não apenas no Brasil, mas em várias regiões do mundo, não ocorrerão no estado do Paraná.

Em primeiro lugar, foram tomados cuidados especiais de não se sugerir o cultivo de nenhuma espécie em regiões que possam vir a comprometer seus limites de conforto biológico. Isso é muito importante para garantir o sucesso do empreendimento em termos técnicos. Dessa forma, diminuem-se os riscos de perdas das safras e o consequente

---

<sup>25</sup> Baseado em Tucker & Hargreaves (2008).

desestímulo dos produtores, o que normalmente leva à diminuição dos investimentos e de cuidados com os empreendimentos e até, em casos mais extremos, ao abandono das estruturas de produção.

Em segundo lugar, porque os presentes planos são integralmente baseados na aplicação dos princípios das Boas Práticas de Manejo (BPM) e em Códigos de Conduta Responsável (CCR) previstos para atividades aquícolas. Assim como já ocorre com inúmeros setores das mais diversas áreas produtivas, a aplicação de tais normas e códigos é uma das principais ferramentas que podem ser utilizadas para a redução dos impactos ambientais, inclusive em atividades aquícolas.

As BPM e os CCR têm sido sugeridos e aplicados por governos, agências de desenvolvimento, fornecedores de insumos, empresas, grupos acadêmicos e ONGs de todo o mundo como forma de reduzir custos e desperdícios, aumentar a renda, reduzir a poluição, produzir produtos de maior qualidade e ganhar ou manter o acesso a novos mercados. Dessa forma, o que se espera é que uma das condicionantes para que produtores e investidores possam fazer uso de áreas em parques aquícolas seja a aplicação de BPM e o respeito aos CCR durante o processo produtivo, ainda que o ideal seja que os próprios produtores manifestem a intenção voluntária da aplicação desses princípios em seus empreendimentos. Essas práticas são ferramentas essenciais para redução de impactos-chave e geralmente os próprios produtores passam ter interesse em aplicá-las após conhecerem e compreenderem as práticas, custos, compromissos e benefícios a eles associados.

Há, cada vez mais, a percepção de que os recursos naturais são finitos e, por isso mesmo, passaram a ser considerados como "algo de valor". Por outro lado, biodiversidade, habitats naturais e os serviços dos ecossistemas ainda não são percebidos como tendo um valor de monetário, ainda que tenham valor intrínseco. Mesmo assim, os mercados (principalmente nos EUA e Europa) e os bancos de praticamente todo o mundo têm incentivado a aplicação das BPM em empreendimentos aos quais estão de alguma forma associados, enquanto os órgãos reguladores tendem a obrigar a sua aplicação.

Ninguém pode se opor, por exemplo, ao fato de que a redução de resíduos é importante para aumentar a eficiência da aquicultura. Resíduos podem ser definidos como tudo aquilo que não é suficientemente utilizado com eficiência. Unidades de produção de organismos aquáticos mal gerenciadas e manejadas podem tanto gerar resíduos físicos quanto operar de forma ineficiente (por exemplo, produzindo menos biomassa de produtos por unidade de energia consumida). Assim, em cultivos que se utilizem de ração, reduzir as quantidades utilizadas, além de implicar em redução de custos, leva a uma menor poluição ambiental. Todos ganham com isso.

Baseado em princípios como esses, os PGC's foram aqui propostos tendo como foco as seguintes metas:

- a) Promover o desenvolvimento sustentável da maricultura paranaense;
- b) Promover o uso sustentável dos recursos naturais, a manutenção da diversidade genética e dos processos ecológicos;

- c) Assegurar o uso justo, ordenado e sustentável dos espaços marinhos e costeiros;
- d) Fortalecer os mecanismos de participação pública na gestão dos recursos naturais;
- e) Facilitar o desenvolvimento econômico, em conformidade com as metas definidas anteriormente;
- f) Promover uma divisão de responsabilidades pelo planejamento e gestão dos recursos entre as diferentes esferas de governo, da sociedade e da iniciativa privada no Paraná.

Embora os PGC sejam descritos nominalmente para as espécies classificadas no presente estudo como "Emergentes", eles se aplicam quase que integralmente a outras espécies relacionadas aos grupos zoológicos analisados. Neste caso, ainda que se devam considerar as particularidades de cada espécie cultivada na maricultura, as ações, procedimentos e metodologias voltadas à sustentabilidade das práticas aquícolas não devem ser consideradas específicas.

## 4.1 PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS PARA TODOS OS GRUPOS CULTIVADOS

Evidentemente que quando se trata da elaboração de Planos de Gerenciamento e Controle, muitas questões são específicas, diretamente direcionadas àquele grupo ou espécie cultivada. Entretanto, outras são gerais, valem para a aquicultura como um todo.

Nets primeira parte, serão apresentadas sugestões e orientações que têm esse caráter geral, que devem ser respeitadas e seguidas para planejamento adequado da própria atividade, como etapas necessárias para o fortalecimento da aquicultura.

### 4.1.1 Elaboração de Guias de Boas Práticas de Cultivo

Durante a última década houve um aumento de esforços na busca do desenvolvimento de uma aquicultura mais segura e sustentável, tanto em nível nacional como internacional. Foram os mais diversos atores como: autoridades governamentais, setor privado, ONGs, agências internacionais e comunidade acadêmica, atuando muitas vezes conjuntamente, que empreenderam esses esforços com o intuito de que a atividade atingisse uma condição mais sustentável. Ou seja, se desenvolvendo de uma forma economicamente viável, socialmente justa e ecologicamente correta. Para tanto, houve ênfase na necessidade de adequação, ajuste e desenvolvimento de novas e mais eficientes técnicas de manejos produtivos.

A proposta aqui apresentada se refere à geração, validação e disseminação de práticas e rotinas sistematizadas e negociadas com os órgãos ambientais e produtores, para a operação e o disciplinamento das unidades produtivas de maricultura.

Porém futuras ações de apoio e monitoramento da produção não surtirão os efeitos desejados se as definições técnicas a serem tomadas não forem produto de diálogo e construção coletiva. A efetividade da sua adoção está diretamente relacionada à capacidade de diálogo com os produtores e usuários históricos da região e com as ONG e os órgãos de meio ambiente. Essa interlocução deve sempre acontecer.

Nos estudos aqui realizados fica claro que a etapa inicial para o desenvolvimento de uma maricultura sustentável passa obrigatoriamente pela adequada seleção dos locais para a instalação de empreendimentos. Pois é a localização o parâmetro inicial e fundamental que define a efetiva viabilidade do empreendimento do ponto de vista econômico, ambiental e social. Este pressuposto foi aqui considerado.

Mas, haja vista a necessidade de excelência da qualidade de água para o um cultivo economicamente viável, especialmente no que se refere a organismos filtradores, como os moluscos bivalves, tudo aquilo que se refere à destinação dos resíduos sólidos e efluentes do processo produtivo, como um todo, devem estar bem solucionados.

O guia também deve atentar que o desenvolvimento da malacocultura com espécies nativas no Brasil sempre gerou um decorrente aumento do esforço sobre os bancos naturais, seja para a extração de sementes e juvenis, ou mesmo de adultos, que, às vezes, passam

apenas poucos dias nos cultivos antes da comercialização. Portanto, deve haver preocupação no sentido de que programas de fomento e acessibilidade ao mercado não venham a afetar às atividades extrativistas e nem os bancos naturais de moluscos acima de sua capacidade de recomposição. Dessa sorte, recomenda-se que o guia preveja que a obtenção das sementes, quando não de laboratórios, deve ser prioritariamente via coletores.

No caso de peixes e de algas, cujas técnicas de cultivo são praticamente desconhecidas das maioria do potencial público interessado, o guia é uma forma absolutamente necessária para a correta orientação técnica dos futuros produtores.

#### **4.1.2 Elaboração de um Guia de Boas Práticas de Beneficiamento da Produção**

Este guia deve tratar de todos os procedimentos de manuseio dos animais cultivados nas etapas pós-colheita e considerar as legislações sanitárias vigentes, inclusive as relativas à utilização de equipamentos de proteção individual e checagem dos pontos críticos de controle.

Uma vez que não é possível se melhorar a qualidade de um produto no seu processamento, os cuidados a serem tomados devem visar a minimização das perdas de qualidade nas etapas de despesca, transporte, manipulação e armazenagem. Os procedimentos devem prever que as etapas ocorrerão em áreas definidas e distintas, devendo as mesmas, grosso modo, constar de áreas sujas (recepção, remoção de sujidades etc.), áreas limpas, para manipulação e embalagem, e de armazenagem. Procedimentos operacionais para o disciplinamento e checagem de todas as etapas são altamente recomendados.

Ressalta-se que no caso de animais filtradores é possível se agregar uma etapa entre a produção e o processamento, a depuração. Que nada mais é que um procedimento utilizado para que os animais eliminem eventuais contaminantes acumulados nos ambientes de cultivo, provocando o retorno de seu sabor e, ou, aparência característicos e/ou os enquadrando dentro das faixas previstas pelas legislações para a sua comercialização e consumo. Portanto, este guia também deverá considerá-la.

As técnicas de sanitização dos equipamentos, utensílios e instalações bem como de higiene e sanidade dos manipuladores também devem ser detalhadas, tanto em termos de práticas e rotinas quanto de frequência e tipos de monitoramentos.

Os procedimentos de transporte até os pontos de venda ou endereço dos consumidores também devem ser previstos, e as orientações do modo correto de se proceder deve acompanhar os produtos, pois, muitas vezes os esforços do produtor acabam minados nessa etapa final da cadeia, via de regra, por desconhecimento.

Como tem sido repetido à exaustão neste trabalho, a qualidade de uma maricultura é proporcional à qualidade do ambiente e do entorno da área na qual ela está instalada. Portanto a manutenção da qualidade desse ecossistema é pressuposto fundamental para a regularidade da qualidade dos produtos. Nesse contexto, o controle dos resíduos e efluentes do processamento são aspectos críticos para a atividade, portanto o seu disciplinamento e as

melhores práticas também devem ser previstos, levando-se em conta, no mínimo, as legislações vigentes e, sempre que possível, buscando agregar valor à produção, por meio de procedimentos diferenciados e maiores rigores.

#### **4.1.3 Elaboração de Normas de Segurança**

A segurança do trabalho deve ser priorizada, não fosse apenas pela questão do ser humano envolvido, motivo mais que suficiente para adoção rigorosa de práticas adequadas, as normas de segurança também são uma questão econômica. Acidentes afetam rotineiramente os trabalhadores no Brasil e geralmente têm como consequências a redução do moral, do ritmo de trabalho e causam sobrecarga aos não acidentados. Além disso, acarretam em custos imediatos e futuros aos empreendedores, já que, muitas vezes, também resultam em autuações e processos judiciais.

##### **4.1.3.1 Procedimentos**

Os manuais de procedimentos destinados à prática da maricultura devem ser adaptados de profissões de risco e com procedimentos operacionais similares. Ressaltando-se que, quando da etapa de beneficiamento da produção isso é mais facilitado, já que a ela se aplicam os dispositivos e procedimentos das demais indústrias de processamento de alimentos.

É importante que esse planejamento a ser efetuado abranja todas as etapas produtivas bem como de transporte, quer seja aquaviário ou rodoviário, e que todo novo trabalhador seja previamente treinado, bem como avisos colocados nos locais pertinentes. Revisões desses manuais e reciclagens periódicas dos funcionários também devem ser previstas e incentivadas.

##### **4.1.3.2 Equipamentos de proteção individual**

Uma vez que não há normatização e nem fabricação de EPIs (equipamentos de proteção individual) específicos para maricultura no Brasil, deve-se buscar adaptá-los de profissões com risco e procedimentos operacionais similares. No que tange ao beneficiamento da produção, a legislação que rege as normas de utilização dos EPIs para as demais indústrias de processamento de alimentos deve ser observada.

##### **4.1.3.3 Práticas de primeiros socorros e Controle de Incêndios**

Além dos equipamentos de proteção e segurança, a existência de equipamentos acessíveis de primeiros socorros e para controle de incêndio bem como de pessoas treinadas

para manejá-los é muito indicada. Para tanto, a formação de socorristas e brigadistas é recomendada.

Dentre os perigos a serem monitorados e prevenidos destacam-se: insolação e desidratação; cortes e traumas; afogamentos e contato com produtos químicos perigosos ou inflamáveis.

#### **4.1.4 Elaboração de um Programa de Rastreabilidade**

A rastreabilidade permite ao consumidor, por intermédio de um código de barras, consultar todo o processo e etapas do ciclo produtivo de um determinado produto, tanto no que diz respeito aos locais de produção, quanto aos insumos empregados. Mas ela também serve ao próprio produtor para identificar um lote ou insumo com problemas, de modo a possibilitar a sua rápida correção ou retirada do mercado, tornando-se uma importante ferramenta gerencial da qualidade. Para esta realidade, faz-se necessário um controle da produção em lotes devidamente identificados e o registro de todos os insumos empregados e manejos ocorridos.

Salienta-se que este processo é mandatário em diversos mercados, portanto, a sua não existência pode se constituir numa barreira comercial, sendo o seu estabelecimento e a sua existência na forma de programa, altamente recomendados.

#### **4.1.5 Elaboração de um Programa de Certificação da Produção**

Existem diversos programas de certificação da produção e eles podem abranger aspectos tão diversos quanto: inexistência de trabalho infantil, produção sustentável, comércio justo, produção orgânica, selos de origem etc., cada qual com as suas especificidades e propósitos. Em comum, eles preveem que sejam certificados por terceiros e que, além de normas claras e padronizadas, devem prever limites, produtos e processos permitidos e formas e meios de registro e verificação.

Seu objetivo é assegurar aos consumidores que determinado produto foi produzidos de acordo com determinadas regras, cuja relevância e preocupação lhes sejam caras, e, dessa forma, agregam valor à produção e permitir acesso aos melhores mercados.

Quando se trata de selos de origem, eles também visam diferenciar estes produtos dos demais, ressaltando as peculiaridades da região e, ou, do processo produtivo a que foram submetidos. Atualmente exemplos de esforços de certificação de origem são observados na maricultura brasileira para as ostras de Santa Catarina, numa a parceria do SEBRAE/SC, que desenvolve o projeto de certificação, com as Universidades UFSC e Univale que, em conjunto com o MPA, dão suporte ao projeto, bem como para o camarão Costa Negra, produzido por produtores de uma associação da região de Acaraú, no Ceará, que possui o parecer favorável do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Além das certificações citadas, destacam-se os selos de inspeção sanitária nos âmbitos Federal, estadual e municipal. Estes regem a inspeção e fiscalização dos estabelecimentos que produzem alimentos de origem animal e sua certificação garante que um determinado produto possa transitar além de determinado limite geográfico, desde que tenha selo compatível de Serviço de Inspeção.

Em âmbito internacional, a mais recente iniciativa visando à certificação da produção na cadeia da malacocultura foi implementada pela WWF, através do *Bivalve Aquaculture Dialogue Standards*, resultante do envolvimento de setores produtivos de pequeno e grande porte, de indústrias de processamento e de órgãos regulatórios do mundo todo. A consideração destes padrões em programas nacionais pode evitar o surgimento de dificuldades de inserção no mercado externo, pré-qualificando e facilitando a entrada dos produtos.

Portanto, as estratégias de certificação a serem desenvolvidas devem estar em conjunção com um plano de negócios a ser elaborado, dada a importância do seu aspecto comercial intrínseco.

#### **4.1.6 Elaboração de Programas de Capacitação dos Maricultores**

Programas de capacitação em empreendedorismo, boas práticas de cultivo, beneficiamento da produção e segurança são fundamentais para que a maricultura brasileira saia do atual estágio amador em que, via de regra, encontra-se, para um estágio mais profissional e compatível com o potencial nacional.

As capacitações e requalificação devem ocorrer com frequência e os conteúdos e periodicidade ajustados de acordo com as contribuições a serem agregadas por extensionistas, por gente que trabalhe em contato direto com o público alvo.

Recomenda-se que capacitações iniciais em empreendedorismo e maricultura devam constituir-se em pré-requisito para a contratação de crédito oficial subsidiado e cessões não onerosas de áreas. O seu intuito é se conscientizar futuros empreendedores acerca dos riscos, margens e rotinas da atividade e provocar uma reflexão da real disposição e aptidão do interessado, reduzindo as futuras desistências e desilusões. Alocando, assim, de forma mais eficiente e racional os recursos investidos e contribuindo para a solidificação da imagem da atividade.

Os demais cursos devem estimular o desenvolvimento de uma maricultura competitiva, e, a partir dela, provocar uma reflexão coletiva sobre os problemas e potencialidades da região e dos empreendimentos e, assim, incentivar soluções participativas, coletivas e sustentáveis.

#### **4.1.7 Elaboração de um Programa Contínuo de Assistência Técnica e Extensão Aquícola**

O acompanhamento contínuo dos empreendimentos aquícolas por intermédio de assistência técnica especializada tem o objetivo de contribuir com o incremento da rentabilidade e sustentabilidade dos produtores, além de difundir novas tecnologias. Porém, ressalta-se a necessidade de discussão, elaboração e execução de um modelo participativo, interativo e libertador, que esteja em sintonia com os já citados programas de capacitação. Garantindo, assim, que não haja dependência total dos aquicultores de terceiros.

##### **4.1.7.1 Monitoramento da produção**

Deve estimular o desenvolvimento e acompanhamento de planilhas que permitam aos produtores armazenar e processar os dados e, assim, possibilitar o melhor gerenciamento da maricultura.

Séries históricas com esses dados em âmbito microregional são fundamentais para o reordenamento dos cultivos e das estratégias de produção, usualmente necessários e, portanto, devem constituir as bases técnicas para a construção das ferramentas gerenciais públicas.

##### **4.1.7.2 Monitoramento de índices zootécnicos**

Deve-se acompanhar e registrar índices de condição, desempenho e sobrevivência, bem como correlacioná-los com parâmetros ambientais.

Séries históricas com esses dados são indispensáveis para o reordenamento dos cultivos e das estratégias de produção. Além disso, fazem igualmente parte do rol das bases técnicas para a construção das ferramentas gerenciais públicas.

#### **4.1.8 Regras, padronização, ordenação e organização dos empreendimentos**

##### **4.1.8.1 Espécies**

Deve se observar o disposto na legislação (notadamente na Portaria IBAMA 145 – N e seus anexos) e sua adoção deve ser precedida de estudos específicos de impacto.

As espécies nativas devem ser incentivadas bem como avaliados os cuidados para a não introdução de linhagens que possam comprometer o patrimônio genético regional.

#### **4.1.8.2 Origem das formas jovens**

Deve ser apresentada lista com seleção de laboratórios idôneos, licenciados e registrados junto aos órgãos competentes, e que contenham laudos atestando a sanidade dos lotes além de fornecerem nota fiscal e Guia de Trânsito Animal (GTA).

#### **4.1.8.3 Estruturas produtivas**

Somente deverão ser empregadas estruturas produtivas previstas nos guias de boas práticas, devendo a introdução de novas estruturas ser precedida de avaliações *in situ*, quando os seus impactos devem ser monitorados.

#### **4.1.8.4 Estruturas de apoio**

Somente deverão ser empregadas estruturas de apoio previstas nos guias de boas práticas, devendo a introdução de novas estruturas ser precedida de avaliações *in situ*, quando os seus impactos devem ser monitorados.

#### **4.1.8.5 Posicionamento e espaçamento das infraestruturas produtivas**

Somente deverão ser posicionadas e espaçadas estruturas produtivas conforme previsto nos guias de boas práticas, devendo a introdução de novas tecnologias ser precedida de avaliações *in situ*, quando os seus impactos devem ser monitorados.

#### **4.1.8.6 Navegação e Sinalização**

As mariculturas estão inseridas em regiões de navegação regular de pequeno porte, seja por embarcações pesqueiras ou recreativas. Portanto é de fundamental importância que as embarcações empregadas no suporte, nas operações e transportes estejam devidamente em dia com a Capitania dos Portos e naveguem de posse dos equipamentos de sinalização, salvatagem e segurança obrigatórios. A delimitação das áreas de cultivo deve ser sinalizada conforme estabelecido pela NORMAM Nº 11 (Norma de Autoridade Marítima), de 2001, especificada no seu Item 108.

Já a padronização dos sistemas de cultivo deverá obedecer aos aspectos legais e estar em harmonia com as determinações estabelecidas pelo guia de boas práticas e pelos outros referenciais técnicos, levando em conta, inclusive, avaliação da poluição visual.

## 4.2 PEIXES MARINHOS

Os cultivos de peixes marinhos são aqueles que apresentam maiores riscos ambientais associados e, não raro, os que exigem maiores investimentos, uma imensa carga de trabalho e vigilância, o que implica na necessidade de muito planejamento e ações voltadas para a diminuição de riscos e incertezas.

Primeiramente, os cultivos serão realizados em tanques-rede ou gaiolas, que constituem um sistema de cultivo "aberto". Assim, todas as atividades e processos que ocorrem dentro das instalações afetam, em maior ou menor grau, o que acontece fora das instalações e vice-versa. Depois, porque, ao contrário dos cultivos realizados em tanques ou viveiros em terra, os cultivos não são realizados em áreas privadas, mas sim em espaços públicos. Por fim, por mais que se estudem os ambientes costeiros onde serão realizados os cultivos, eles sempre continuarão sendo muito complexos e a avaliação de riscos sempre será imprecisa (Belle & Nash, 2008).

Esses fatores, combinados com amplo debate social a respeito dos impactos humanos e sobre a capacidade de carga dos ambientes, que têm permeado a aquicultura de uma forma em geral, fazem com que os cultivos em tanques-rede e gaiola em ambiente marinho passem por severa vigilância dos ambientalistas. Com a possível exceção da carcinicultura em viveiros, não há outro sistema de produção que venha enfrentando tamanho grau de escrutínio e críticas.

Dessa forma, como os empreendedores dependem de licenças e autorizações - que podem ser sumariamente revogadas pelos órgãos ambientais e pelo próprio MPA - eles precisam ter ciência de que, caso não utilizem os recursos naturais de forma sustentável, estarão sujeitos a penalidades que poderão inclusive comprometer diretamente seus próprios investimentos. Para evitar que isso possa ocorrer é recomendável a aplicação rigorosa dos respectivos PGC.

### 4.2.1 O porquê da escolha da espécie

A escolha do bijupirá, em detrimento de outras espécies marinho-estuarinas, deve-se ao fato:

- a) De ser essa uma espécie nativa na região;
- b) De apresentar maior nível de domesticação dentre todas as espécies de peixes marinhos que estão sendo hoje cultivados no país;
- c) De poder ser reproduzida, com grande sucesso em cativeiro, não dependendo da obtenção de alevinos ou de juvenis do ambiente;
- d) De que o domínio do seu ciclo reprodutivo possibilita a formação de banco de reprodutores, minimizando a necessidade de captura de reprodutores selvagens;
- e) De apresentar elevada taxa de crescimento em cativeiro;
- f) De aceitar bem rações comerciais;

- g) De apresentar todas as condições para ser trabalhada em termos de mercado, tornando-se, dessa forma, conhecida e desejada pelos consumidores, o que aumentará a sua demanda.
- h) De que, por ser uma espécie nativa, não há o risco da espécie se tornar invasora e alterar drasticamente o ambiente. Da mesma forma, diminuem-se significativamente os riscos de introdução de patógenos nos ecossistemas locais.

#### 4.2.2 Localização dos cultivos

A localização dos cultivos é um fator-chave para o sucesso de qualquer empreendimento aquícola, mas isso é especialmente crítico quando se utilizam tanques-rede ou gaiolas. Neste caso, praticamente o único tipo de controle que se tem sobre as condições ambientais é justamente a escolha do local onde serão instalados os cultivos. Isso não apenas reduz os riscos de impactos ambientais, como também otimiza a performance e a higidez dos peixes cultivados, garante maior segurança aos trabalhadores e minimiza os custos de produção a médio e longo prazos.

No passado, as estruturas de cultivo eram posicionadas em baías protegidas e locais bastante rasos como forma de evitar que essas estruturas (geralmente primitivas e com sistemas rudimentares de ancoragem) fossem danificadas por condições ambientais adversas. A combinação de locais com baixa energia, grande adensamento de unidades de cultivo em uma mesma região e estruturas de cultivo deficientes, muitas vezes levavam a situações de poluição e impactos ambientais evidentes.

Um desses problemas é o surgimento de *blooms* de algas tóxicas, as chamadas marés-vermelhas. Embora suas causas exatas não sejam plenamente conhecidas, nem facilmente previstas, sabe-se que esses fenômenos têm ter relação com as concentrações de nutrientes disponíveis no meio. Em pelo menos um caso, de blooms do dinoflagelado da espécie *Karenia mikimotoi* (= *Gyrodinium aureolum*), os problemas estão comprovadamente relacionados à presença de tanques-rede ou gaiolas de cultivo (Smayda, 2006).

Por estes motivos, além do fato de que apesar da espécie tolerar condições ambientais típicas de ambientes estuarinos, mas apresentar maior desempenho zootécnico em águas marinhas, no presente estudo não se está recomendando o cultivo de bijupirá no interior das baías paranaenses, mas apenas em zonas marinhas. As regiões mais adequadas para o cultivo da espécie são as que apresentam fundo predominantemente arenoso (o que facilita a ancoragem do sistema de cultivo e reduz os impactos ambientais provocados pelo aporte de matéria orgânica), com profundidades superiores a 10 m.

Desta forma, além do posicionamento das estruturas de cultivo em locais de maior dinâmica (o que contribui para dispersar e diluir poluentes), os animais serão cultivados em ambiente de menores variações das condições ambientais (especialmente de salinidade e temperatura).

### 4.2.3 Sistemas de cultivo

Se as estruturas de cultivo forem posicionadas muito próximas ao fundo, a matéria orgânica gerada pode se depositar imediatamente abaixo dessas estruturas, impactar as comunidades bentônicas e afetar os próprios animais cultivados. Para se evitar que isso ocorra, recomenda-se que os produtores utilizem tanques-rede e gaiolas com a profundidade máxima igual a metade da profundidade local. Assim, em locais com profundidade de 12 m a profundidade máxima dos tanques-rede e gaiolas deveria ser de 6 m.

Os cultivos de bijupirá estão sendo aqui propostos para serem realizados em zonas costeiras expostas, ou seja, ambientes de alta energia e elevada hidrodinâmica, o que exigirá a realização de uma avaliação mais aprofundada por parte dos eventuais investidores para a escolha dos tipos de estruturas que serão empregadas nos cultivos.

O uso de estrutura do tipo Aquapods®, que funcionam tanto na superfície, como completamente submersos, pode ser uma alternativa muito apropriada para os cultivos realizados no litoral paranaense, o que garantiria maior segurança em períodos de tempestades.

Na prática, entretanto, um determinado parque aquícola poderá comportar dois ou mais sistemas de cultivo de peixes marinhos, uma vez que o tipo de sistema empregado afeta muito mais as questões técnicas e econômicas do empreendimento que propriamente as questões ambientais.

### 4.2.4 Público a que se destinam

Os sistemas de produção em tanques-rede e gaiolas de grande volume em mar aberto exigem elevados investimentos em estruturas de cultivo e também em estruturas acessórias (barcos de apoio, silos de armazenamento, sistema de sinalização, equipamentos de monitoramento e prevenção de acidentes), capacidade financeira para custeio da produção, elevada qualificação técnica, capacidade de planejamento e conhecimento de mercado. Assim sendo, esse não é um sistema de produção recomendado para pequenos produtores ou para comunidades pesqueiras, mas sim para médios e grandes empreendedores que tenham acesso ao capital financeiro e humano para viabilizar seus empreendimentos.

Por outro lado, isso não significa obrigatoriamente que os pequenos produtores ou comunidades pesqueiras não possam se articular, organizar-se, capacitar-se e buscar apoio para que, através de associações e cooperativas, possam se qualificar para investir na produção de bijupirá em tanques-rede e gaiolas de grandes volumes. Porém, é importante ressaltar que no momento as condições estruturais citadas não existem em relação a este público no estado do Paraná e haveria uma grande probabilidade de insucesso em se fomentar uma atividade nova, com alto risco, como é a piscicultura marinha.

#### 4.2.5 Síntese dos sistemas analisados

Tabela 63. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em tanques-rede flutuantes no litoral paranaense.

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Rachycentron canadum</i> - bijupirá	
	Organismo	Peixe	
	Corpo Hídrico	Mar	
	Regime de cultivo	Intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
Sistema de cultivo	Descrição	Tanques-rede flutuantes de grande volume, com 7,0 m de diâmetro, 6 m de profundidade efetiva e malha de 5 mm (berçário) e com 16 m de diâmetro, 7 m de profundidade real e malha de 30 mm (engorda).	Há uma infinidade de formas, materiais e estruturas que podem ser utilizadas. A escolha deve ser dar por características técnicas e econômicas do empreendimento. No presente caso, para efeitos de simulação, foram considerados tanques-rede circulares, constituídos a partir de anéis feitos a partir de tubos de polietileno de alta densidade (PEAD), que podem ser usados tanto para flutuação como para lastro. Os dados aqui apresentados podem perfeitamente ser extrapolados e utilizados para outros sistemas de produção.
	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Berçário: 38,5 m <sup>2</sup> Engorda: 200 m <sup>2</sup>	
	Volume Útil (m <sup>3</sup> )	Berçário: 231 m <sup>3</sup> Engorda: 1.400 m <sup>3</sup>	
	Distância frontal entre unidades subsequentes	5 m entre tanques berçário 20 m entre tanques de engorda	
	Distância lateral entre unidades	10 m tanto para tanques berçário quanto para tanques de engorda	
	Material utilizado na confecção	Polietileno de alta densidade (para as estruturas de armação) e malhas de nylon ou de polietileno, ou ainda de materiais mais novos e resistentes, como Spectra or Dynema.	
	Rede/malha	5 mm e fio 210/24 (berçário)	

		Especificação	Observação
		30 mm e fio 210/36 (engorda)	
	Estrutura de flutuação	A própria estrutura tubular, de polietileno de alta densidade, que compõe os anéis de sustentação das redes serve de meio de flutuação. Também podem ser utilizados para esse fim tubos poliestireno. Para manter as cordas-guia na superfície devem ser utilizadas boia demarcadoras.	
	Estrutura de ancoragem	Poitas de 1.500 kg ou mais, ligadas por correntes de 3/4" a cabos de polipropileno de 50 mm que, por sua vez, se ligam às amarras feitas com cabos de polipropileno de 25 mm.	
	Vida útil média do equipamento	10 anos	Tempo estimado de duração da estrutura de sustentação e das redes, desde que submetidos à manutenção periódica.
	Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galpão em terra de pelo menos 50 m<sup>2</sup> de área construída para atividades de apoio e depósito de ração</li> <li>• Embarcação de transporte</li> <li>• Embarcação de manejo com guindaste mecânico</li> <li>• Equipamento de mergulho autônomo</li> <li>• Alimentadores automáticos</li> <li>• Depósitos de ração</li> </ul>	
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1: 8	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 8 vezes maior que a área ocupada pelos tanques-rede e gaiolas, em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 - 15 peixes/m<sup>3</sup> (berçário)</li> <li>• 2 - 4 peixes/m<sup>3</sup> (engorda)</li> </ul>	Peixes de 30 g seriam estocados nas gaiolas-berçário e cultivados durante 4–5 meses, até atingirem 800 g, quando seriam transferidos para as gaiolas de engorda. Nas gaiolas de engorda, seriam mantidos por 6-8 meses até atingirem 5-7 kg. Assim, o tempo total estimado de cultivo é de 10 a 13 meses.
	Peso médio final	5-7 kg/peixe	
	Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 - 9 kg/m<sup>3</sup> (berçário)</li> <li>• 12-15 kg/m<sup>3</sup> (engorda)</li> </ul>	
	Produção (t/ano)	16.000- 22.260 kg/tanque-rede	

		Especificação	Observação
	Nº de ciclos/ano	1	
	Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Nenhum	Até o momento, a produção de alevinos e juvenis se dá sem nenhum nível de alteração ou de manipulação genética.
	Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Não se aplica	Não serão utilizadas espécies exóticas. Com o tempo, dependendo da origem dos alevinos, poderão ser introduzidos genótipos exóticos, mas não espécies exóticas.
	Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não definido	Só deverão ser utilizadas substâncias registradas e aprovadas pelos órgãos competentes, mas, previamente não é possível especificar quais serão as necessidades de uso de substâncias química.
	Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de Boas Práticas de Manejo e Códigos de Conduta Responsáveis	
Alimentação e geração de resíduos	Taxa de sobrevivência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75-85% (berçário)</li> <li>• 85-95% (engorda)</li> <li>• 70-75% (total)</li> </ul>	Liao et al. (2004); Alston et al. (2005); Benetti et al (2008).
	Conversão alimentar	1,1 - 1,8	
	Aproveitamento real da ração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80% consumida</li> <li>• 20% perdida para o meio</li> </ul>	Islam (2005) desenvolveu um modelo conceitual considerando que 80% da ração é consumida pelos peixes.
	Quantidade aproximada de resíduos sólidos a serem gerados (fezes, restos de alimentos e outros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16.000- 22.260 kg/tanque-rede</li> </ul>	
	Nível protéico da ração	40-47%	Wang et al., 2005
	Relação entre quantidade de nitrogênio aportado ao sistema em relação à biomassa produzida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 - 62 kg N/tonelada de peixe produzida</li> <li>• 990 - 1.400 kg N/tanque-rede</li> </ul>	Alston et al. (2005); Islam (2005)

	Especificação	Observação
	• 8.000 - 11.000kg N/módulo	
Nível protéico contido na carcaça do peixe no início do cultivo	15% (peso úmido)	Alston et al. (2005)
Nível protéico contido na carcaça do peixe no final do cultivo	58% (peso seco)	
Percentagem de nitrogênio excretado na forma de amônia	66%	
Percentagem de nitrogênio retido na carcaça dos peixes	18%	
Percentagem de nitrogênio perdido na forma de fezes e resíduos de ração	13%	
Percentagem de nitrogênio perdida na forma de peixes mortos durante o cultivo	3%	
Quantidade de fósforo contido na ração	14 kg P/tonelada	Islam (2005)
Relação entre quantidade de fósforo aportado ao sistema em relação à biomassa produzida	25 kg P/tonelada de peixe produzida	
	224 - 311 kg P/tanque-rede	
Digestibilidade de fósforo pelo bijupirá	62,4-71,2%	Zou et al. (2004)

#### 4.2.6 Plano de controle e qualidade

Como os investimentos e os custos operacionais envolvidos na implantação de uma fazenda de piscicultura marinha são consideravelmente elevados, é fundamental que os produtores/investidores desenvolvam e implementem um plano de controle e qualidade de toda sua fazenda e de todo o seu processo produtivo.

O plano, nos moldes de um APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) ou de outros programas de qualidade, deve estabelecer uma série de registros e procedimentos predeterminados, que poderão inclusive ser auditados para se determinar se gestão da fazenda é adequada. Esse plano deve incluir, no mínimo, os seguintes elementos:

- Identificação e georreferenciamento do empreendimento;
- Identificação fornecedores de ração, alevinos e juvenis;
- Descrição completa do sistema de cultivo empregado;
- Relação de equipamentos mínimos e data de aquisição e de instalação;
- Protocolos de instalação e funcionamento dos equipamentos, com base nas recomendações e orientações dos fabricantes;
- Programa de manutenção preventiva dos equipamentos, bem como o calendário de manutenção realizado e futuro;
- Protocolo integrado de dissuasão de predadores;
- Protocolo de contenção em caso de acidentes;
- Plano de redução e controle de desperdício;
- Relação de pessoal, escalas de serviço e programas de requalificação;
- Sistema de gestão, que pode incluir a documentação das ações de gestão e inclusive eventuais auditorias externas realizadas no empreendimento.

Os planos devem fundamentalmente permitir a contínua melhoria do processo produtivo e atualização periódica dos sistemas de produção, com base em inovações tecnológicas dos métodos e técnicas aquícolas.

##### 4.2.6.1 Escolha do local para instalação dos tanques-rede e gaiolas

A escolha do local correto para instalação dos parques aquícolas é fundamental para minimizar um impacto associado aos sistemas de produção. Locais com padrões mais adequados de circulação de água e com a previsão de instalação de um número seguro de tanques-rede e gaiolas são os meios mais racionais de se evitarem os impactos sobre o ambiente bentônico.

As determinações dos locais mais adequados para o cultivo de bijupirá no litoral paranaense, durante os estudos para a elaboração dos presentes PLDM, foram feitas, dentre outros critérios, procurando minimizar os eventuais impactos sobre os ambientes bentônicos ou sobre a coluna d'água. Por isso, é importante que os produtores respeitem as BPM sugeridas, pois a interação entre medidas mitigadoras é importante para garantir a sustentabilidade ambiental da atividade.

Por fim, o que se espera é que as licenças e as cessões de áreas para instalação de empreendimentos sejam concedidas de forma concomitante à implantação dos planos de monitoramento ambiental. Em outras palavras, a expansão do número ou do tamanho dos empreendimentos deve ser fundamentalmente baseada nos resultados do monitoramento ambiental continuado das regiões onde forem instalados os parques aquícolas. Esta metodologia permitirá ainda que se realizem análises para determinação da capacidade máxima de suporte de cada parque aquícola com base em critérios muito mais factíveis, precisos e seguros que qualquer outro método.

#### **4.2.6.2 Materiais utilizados na montagem das estruturas de cultivo**

É importante que todos os interessados em investir na piscicultura marinha assegurem, através da apresentação de projetos específicos, que todas as estruturas e equipamentos de cultivo nas áreas autorizadas estejam de acordo com os padrões definidos para a atividade. Balsas de manejo, estruturas para armazenamento de rações, alimentadores automáticos e guaritas de vigilância devem ser devidamente previstas nos projetos e aprovadas antes de serem instaladas nas áreas cedidas.

Durante a montagem e instalação das estruturas de cultivo deve ser prevista a sinalização para embarcações e demarcação das áreas de produção. As estruturas de sinalização deverão receber manutenção periódica, ser colocadas em quantidade suficientes. Devem, por fim, respeitar o disposto na NORMAM 11, um conjunto de normas da autoridade marítima que, em seu artigo 0108 relata sobre a localização de estruturas de cultivo para aquicultura, estabelecendo critérios e padrões para a instalação direta em meio aquático das estruturas utilizadas nos cultivos, incluindo os dispositivos de sinalização e demarcação.

Os produtores devem usar gaiolas, tanques-rede e estruturas a eles associadas que atendam os padrões prevalentes na indústria aquícola. Além disso, todos os materiais devem ser adequados às condições operacionais do respectivo parque aquícola, sendo capazes de resistir às condições extremas de mar no local e possuírem certificados de proteção contra raios ultravioleta.

Porém, como não existem normas nacionais ou internacionais que regulem a construção de tanques-rede e gaiolas, os produtores devem dar preferência aos fabricantes mais renomados, com reconhecida expertise em operações navais.

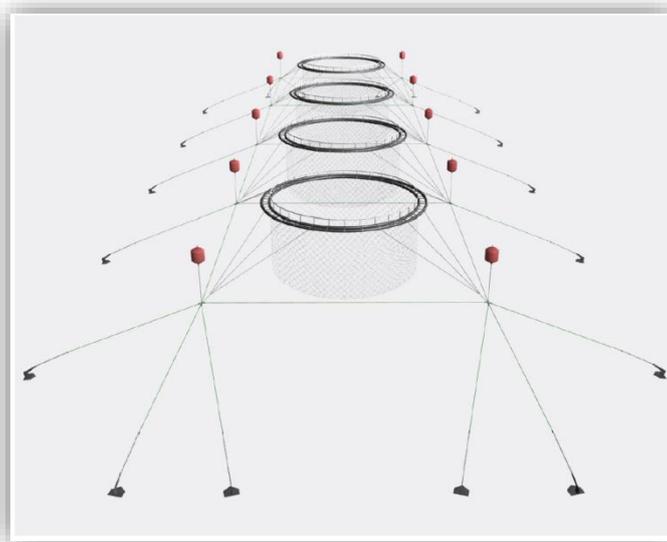
Conhecer outros produtores que adquiriram previamente estruturas de um determinado fabricante também é importante. Da mesma forma, devem-se requisitar cópias de todos os estudos de engenharia realizados pelos fabricantes e averiguar quais são as condições de garantia dadas por eles. As estruturas, por sua vez, devem ser fortes o suficiente para resistirem ao ataque dos predadores diretos presentes na área de cultivo.

Os produtores devem solicitar ao fabricante a manutenção periódica das estruturas de cultivo e realização de testes de estresse em todas as redes com mais de três anos de uso cada vez que elas forem retiradas para a limpeza.

#### 4.2.6.3 Uso adequado de sistemas de ancoragem

Os projetos dos sistemas de ancoragem dos tanques-rede e gaiolas devem ser adequados e compatíveis com o sistema a ser utilizado. O layout e o tipo de material a ser utilizado nesses sistemas de amarração devem sempre considerar o tipo e as especificações das estruturas de cultivo. Por isso, os sistemas de amarração devem ser concebidos e instalados de acordo com as recomendações do fabricante ou fornecedor dos tanques-rede ou gaiolas. A melhor conduta é exigir que os fabricantes instalem o sistema de amarração ou ancoragem, pois eles certamente têm mais experiência com os seus equipamentos. Se esta opção não estiver disponível, deve-se solicitar ao fabricante a indicação de empresas autorizadas ou capacitadas para instalação do sistema.

O sistema de ancoragem deve ainda ser compatível com as condições prevalentes no local e ser capaz de resistir às condições de utilização mais extremas do local.



**Figura 50 - Diagrama ilustrativo mostrando o complexo sistema de ancoragem de um módulo de tanques-rede flutuantes.**

Fonte: Schoonbee & Bok (2006).

A partir de, no máximo, dois anos de uso, este sistema deve passar por checagens, inspeções e ajustes regulares, sempre de acordo com as normas técnicas e utilizando componentes originais definidos pelo fabricante. Essas inspeções podem ser feitas por um mergulhador ou utilizando-se câmera de vídeo

Deve-se dar uma especial atenção aos conectores e cabos, identificando eventuais pontos de fadiga e promovendo-se a remoção de organismos incrustantes. O ideal é que, com exceção das poitas propriamente ditas, todos os componentes do sistema de amarração sejam retirados da água para inspeção visual detalhada a cada 6 anos. Se isso não for possível, devem-se aumentar a frequência das inspeções subaquáticas.

#### **4.2.6.4 Uso de linhagens selecionadas de peixes**

Há grande variação nas taxas de conversão alimentar entre indivíduos selvagens e sabe-se que essa é uma característica hereditária. Portanto, a seleção de linhagens e de plantéis de reprodutores pode contribuir significativamente para utilização de animais que apresentem taxas mais eficientes de conversão alimentar.

A produção de alevinos de bijupirá ainda é restrita a um pequeno número de laboratórios no país. Mas, é importante que os produtores adquiram seus alevinos ou juvenis de laboratórios credenciados, tanto para estimular o profissionalismo no setor, quanto para possibilitar o surgimento de mais laboratórios e a realização de trabalhos de melhoramento genético das linhagens que serão cultivadas no estado do Paraná e no Brasil.

#### **4.2.6.5 Registro sistemático das operações das fazendas marinhas**

As fazendas de piscicultura marinha deverão registrar sistematicamente em planilhas todas as operações realizadas e identificar qualquer impacto ambiental eventualmente provocado.

Os registros originais, em papel, feitos durante as operações devem ser mantidos para fins de arquivamento. Planilhas e registros informatizados podem ser utilizados como ferramenta para análises de tendências e previsões. Esses registros devem ser periodicamente revisados para se determinar se eles são realmente úteis e fornecem informações relevantes para as operações na fazenda marinha ou se precisam passar por processos de atualização ou de mesmo de substituição por registros mais relevantes. Todos esses registros devem estar disponíveis para análise dos órgãos de controle e fomento sempre que solicitado.

Quando forem promovidas alterações nas técnicas e métodos empregados no cultivo de bijupirá, em todas as etapas do processo (povoamento, despesca, alimentação, classificação, seleção, transferência, limpeza ou manutenção das estruturas de cultivo), as empresas e os aquicultores deverão avaliar previamente os tipos e o grau de probabilidade de ocorrência de impactos ambientais que tais alterações metodológicas ou operacionais poderão causar. Deverão avaliar ainda as possíveis alternativas menos arriscadas ou impactantes. Deve-se dar preferência a estratégias globais de produção que otimizem o processo produtivo e os índices zootécnicos alcançados, mas sem abrir mão da redução dos impactos ambientais associados.

Não menos importante será considerar e registrar procedimentos ligados à segurança dos trabalhadores, qualidade final dos produtos produzidos e bem-estar animal durante o planejamento e a execução de qualquer procedimento operacional.

O registro de todas essas informações não deve ser encarado ou mesmo usado como forma de penalizar os produtores ou empresas operadoras das fazendas marinhas. Ainda assim, como cessionários de espaços públicos da União, os gestores das fazendas devem ter a

obrigação de demonstrar que estão as operando dentro das normas mínimas de segurança ambiental e pessoal. Por outro lado, a falta deliberada de registros das operações deve ser visto como uma violação grave por parte das autoridades. O desenvolvimento sustentável<sup>26</sup> da maricultura não pode se dar sem as devidas definições de direitos e de responsabilidades.

## **4.2.7 Rações e alimentação dos peixes**

### **4.2.7.1 Uso de rações de alta qualidade**

O desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil passa pela formulação de rações comerciais que possibilitem uma melhor conversão alimentar, máxima digestibilidade, maior retenção de nitrogênio protéico e de fósforo pelos animais cultivados. É importante se minimizarem as descargas de nutrientes e de sólidos por meio de uma formulação adequada das rações. Porém, esta é uma ação que só pode ser realizadas através da cooperação entre produtores, instituições de pesquisas e empresas fabricantes de ração.

As rações devem conter níveis de energia suficientes para reposição das proteínas (aminoácidos) necessárias para a síntese de tecidos dos peixes. Nos últimos 30 anos a produção de resíduos em cultivos de salmão em gaiola diminuiu significativamente com o desenvolvimento e a adoção de dietas de alta energia, com maior teor de lipídios, maior digestibilidade e redução dos teores de carboidratos (Sugiura e Hardy 2000; Gatlin e Hardy, 2002). O aumento da densidade energética das dietas contribui para que haja um aumento das taxas de crescimento dos peixes melhorando os níveis de retenção protéica.

Na formulação de rações deve-se considerar ainda a estabilidade dos pellets, sua flutuabilidade, palatabilidade, digestibilidade, baixos teores umidade, qualidade dos ingredientes utilizados e as exigências nutricionais da espécie. Formulações de menor custo não necessariamente resultam em melhores taxas de conversão, maiores taxas de crescimento, ou mesmo minimização de impactos ambientais.

O papel que caberá aos produtores é o de avaliar e comparar o desempenho entre formulações e marcas diferentes. O registro continuado e rigoroso do processo de arraçamento e dos resultados zootécnicos proporcionados por elas é fundamental para o aperfeiçoamento das rações formuladas, para a redução de desperdícios e para a viabilização econômica dos empreendimentos.

### **4.2.7.2 Adoção de práticas de alimentação que maximizem a sua eficiência**

---

<sup>26</sup> Por "desenvolvimento sustentável" entende-se aqui gerenciar o uso, o desenvolvimento e a proteção dos recursos físicos e naturais de uma forma ou em uma taxa que permitam com que as pessoas e as comunidades consigam assegurar o seu desenvolvimento social, econômico, cultural, seu bem-estar, sua saúde e segurança e ainda:

- manter o potencial dos recursos físicos e naturais para atender às necessidades das gerações futuras;
- salvaguardar a capacidade de manutenção da qualidade da vida, do ar, da água, do solo e dos ecossistemas e
- evitar, resolver ou atenuar os efeitos negativos das atividades usuárias dos recursos naturais.

Os produtores deverão utilizar métodos eficientes de alimentação, que minimizem o desperdício de alimentos e o uso de energia e que, ao mesmo tempo, maximizem a utilização desses alimentos. Para isso, são fatores essenciais a serem avaliados pelos piscicultores marinhos:

- Determinar e controlar a quantidade de alimentos não consumidos que se perde através das gaiolas;
- Estabelecer a quantidade ideal de alimento a ser fornecido a cada dia;
- Determinar a frequência de arraçoamento ideal para cada classe de tamanho;
- Estabelecer e respeitar a relação entre o consumo de ração e a temperatura da água.

A quantidade de alimento oferecido e a frequência alimentar devem buscar o equilíbrio entre crescimento e conversão alimentar. Em termos práticos, o arraçoamento voltado apenas para a maximização das taxas de crescimento costuma resultar em diminuição da eficiência na conversão alimentar e o aumento da descarga de resíduos por unidade de biomassa de pescado produzida.

A quantidade adequada de ração e o regime alimentar de qualquer espécie de peixe são influenciados pelo tamanho dos animais, pela temperatura e pelas concentrações de oxigênio dissolvido na água, pelo estado de saúde desses animais, pelo seu estágio de maturidade reprodutiva. Assim, o processo de manejo alimentar deve ser alvo de um planejamento diário e também sazonal por parte dos produtores.

A eficiência alimentar, por sua vez, pode sofrer influência do tamanho do pellet da ração, do seu conteúdo de energia e da frequência de arraçoamento. Por exemplo, se os peixes são alimentados com dietas de baixa energia, com pellets pequenos e em uma frequência elevada, pode haver maior gasto energético com processo alimentar e perda de rendimento zootécnico.

De uma forma em geral, os produtores devem, ao longo do cultivo, aumentar o tamanho dos pellets fornecidos e diminuir a relação "ração fornecida/biomassa individual" a medida que os animais cresçam. Os fabricantes de ração costumam recomendar tabelas que auxiliam os produtores na adequação do processo de arraçoamento.

A ração deve ser distribuída o mais uniformemente possível pelo tanque-rede ou gaiola, de modo a permitir o acesso dos indivíduos menos dominantes ao alimento.

A ração pode ser fornecida manualmente ou por alimentadores automáticos, que podem ser por demanda ou mecânicos. Há vários tipos e modelos disponíveis no mercado. Se forem utilizados alimentadores automáticos, os produtores deverão monitorar o processo de fornecimento de alimento, ajustando-o aos ciclos de maré, de modo a evitar que a ração seja carregada para fora do sistema de produção pelas correntes marinhas.

A alimentação manual de peixes em tanques-rede e gaiolas de grande volume é particularmente difícil devido à dificuldade de se distribuir adequadamente os pellets por todo o sistema de produção. Também, é mais perigoso para os trabalhadores efetuarem a

alimentação manual em tanques-rede mantidos em mar aberto. Por isso, a alimentação manual só costuma ser viável para tanques-rede e gaiolas de pequeno volume.

Por outro lado, o uso de alimentadores automáticos exige uma manutenção regular e a calibragem dos equipamentos. Mal regulados ou funcionando com problemas, o equipamento pode fornecer quantidades excessivas ou insuficientes de ração, reduzindo a eficiência alimentar e aumentando os impactos ambientais.

Também é importante que os produtores monitorem e registrem continuamente o consumo de alimentos, independentemente do método arraçoamento utilizado. O monitoramento pode ser feito através da observação visual direta dos peixes e do registro eventuais sobras. Também pode ser feito através do uso de câmeras de vídeo, aparelhos Doppler, sonares ou sensores que permitam a observação subaquática do comportamento alimentar e das taxas de consumo de ração. O método mais eficaz de controle do arraçoamento, da alimentação e do consumo de alimentos é uma combinação entre a observação direta e o uso de equipamentos de monitoramento.

#### **4.2.7.3 Inventário do arraçoamento e da biomassa de peixes presente nos tanques-rede e gaiolas**

O monitoramento continuado da biomassa de animais cultivados e das taxas de conversão alimentar é uma das mais poderosas ferramentas de gestão que o produtor pode dispor para reduzir a produção de resíduos no sistema de cultivo.

Para isso, é preciso também recolher e registrar os animais mortos, o que implica em mergulhos freqüentes nas gaiolas, principalmente durante os períodos de água muito quente e também durante os episódios de perdas anormais de peixes.

É importante recolher os animais para evitar uma eventual transmissão de doenças, mas também para que possam ser medidos e pesados antes de se decomporem. A coleta desses dados, por sua vez, é necessária para atualização do número de animais presentes nos tanques-rede e gaiolas e estimação da biomassa total. Porém, também esses mergulhos devem ser realizados de modo a não aumentar demasiadamente o estresse dos animais.

As biometrias para acompanhamento e verificação das taxas de crescimento dos peixes devem ser feitas através de amostragem regulares. O tamanho da amostra deve ser suficiente para dar uma estimativa o mais próxima possível do peso médio dos peixes cultivados e as distribuições de tamanho em cada tanque-rede ou gaiola. Ao final dos cultivos deve-se avaliar se o processo de amostragem foi feito com eficiência ou se ajustes devem ser feitos na metodologia de amostragem nos cultivos subseqüentes.

As taxas de conversão alimentar devem ser estimadas mensalmente, com base nos registros das quantidades de ração fornecidas e na biomassa ganha no período. Os ajustes nas quantidades ofertadas de ração devem levar em conta os resultados obtidos nessas estimações.

#### 4.2.7.4 Manuseio e armazenamento de rações

O transporte, armazenamento e manuseio de rações devem minimizar o desperdício e a formação de finos (fragmentos de ração gerados por danos ou esmagamento dos pellets durante a manipulação ou do processo produtivo das rações). Esses finos não são consumidos pelos peixes e isso obviamente significa desperdício, poluição e elevação dos custos de produção. Por isso, se a formação de finos ocorrer durante o próprio processo de fabricação das rações, os produtores deverão entrar em contato com o fabricante para a correção dos problemas.

Os produtores precisam compreender que taxas aparentemente baixas de redução de desperdício podem resultar em redução significativa de custos e de descargas de nutrientes no ambiente. Por exemplo, uma redução de 1% no desperdício de ração em uma unidade de produção de 500 toneladas de peixes pode significar em uma redução de 5 a 6,5 toneladas de resíduos alimentares por safra.

Alguns procedimentos relativamente simples podem contribuir para a redução da formação de finos. Por exemplo, eliminar bordas afiadas e cantos cortantes em alimentadores mecânicos ou nos silos utilizados, bem como a realização de inspeções regulares dos alimentadores automáticos, de modo a garantir que os pellets não sejam danificados durante o armazenamento e transporte até os tanques-rede e gaiolas.

Se o alimento não for armazenado a granel, os sacos de ração não devem ser empilhados em número tal que faça com que o peso sobre os sacos da base da pilha exceda o limite de esmagamento dos pellets de ração. Deve-se ainda minimizar a movimentação repetida dos sacos de ração durante o seu armazenamento.

As áreas de armazenamento devem ser seguras quanto a eventual contaminação, presença de parasitos, umidade ou calor excessivo.

O armazenamento de rações também não pode se prolongar por prazo tal que comprometa a qualidade dos alimentos. A oxidação dos lipídios pode tornar a ração rançosa e criar condições para a formação de micotoxinas, que causam lesões nos rins e fígado dos peixes.

Rações armazenadas há mais tempo devem ser utilizadas primeiro que lotes de rações mais novos e nenhuma ração deve ser utilizada além do prazo de validade definido pelo fabricante. Nesse caso, rações com prazo de validade vencido podem ser utilizadas como adubo ou fertilizante agrícola, mas não devem ser lançadas no mar.

O produtor não deve utilizar alimentos medicamentosos senão nas condições recomendadas pelo fabricante.

Em relação aos funcionários, é importante o uso de máscaras respiratórias apropriadas e o estabelecimento de áreas restritas, como depósitos e silos de armazenamento. Nessas áreas o pó de ração pode representar um risco à saúde dos trabalhadores.

#### **4.2.8 Bioincrustações**

As bioincrustações são uma consequência natural da presença física das estruturas de cultivo, que funcionam como recifes artificiais, criando novos substratos para a colonização da fauna marinha. Se, sob o ponto de vista ambiental, isso pode ser considerado como um impacto ambiental positivo, devido ao aumento da biodiversidade associada, por outro ele significa uma grande dor de cabeça aos produtores aquícolas. As bioincrustações contribuem para a colmatação das malhas dos tanques-rede e gaiolas, com a consequente redução das taxas de renovação de água.

##### **4.2.8.1 Seleção de locais com baixo risco bioincrustação**

A seleção mais adequada do local para a instalação dos parques aquícolas e o tipo de estrutura de cultivo a ser utilizada é um método ambientalmente recomendável e barato de redução dos níveis de bioincrustação durante os cultivos. Por outro lado, é um método que pode ter pouca efetividade dependendo da região.

No caso do Paraná, os cultivos de bijupirá não serão feitos em áreas estuarinas, o que já reduz consideravelmente a taxa de bioincrustação. Além disso, se os empreendedores utilizarem gaiolas submersíveis, também haverá uma menor taxa de bioincrustação, ainda que esse seja um problema inerente a qualquer cultivo realizado em área marinha.

##### **4.2.8.2 Plano integrado de manejo de bioincrustação**

A gestão integrada de bioincrustação deve fazer parte de uma abordagem global integrada, nos mesmos moldes que os métodos de manejo de pragas utilizados na agropecuária tradicional.

Essa gestão integrada pode tanto envolver o uso de produtos químicos, quanto métodos de controle não-químicos de organismos incrustantes. Neste último caso, há necessidade de modificações nas práticas de manejo empregadas nos empreendimentos aquícolas.

O plano integrado para ser realmente efetivo exige uma compreensão detalhada do ciclo de vida dos organismos incrustantes, de modo que os métodos de controle empregados possam ser direcionados estrategicamente para interferir no seu ciclo de vida e prevenir ou reduzir os níveis de colonização.

Porém, como as bioincrustações geralmente envolvem múltiplas espécies oportunistas, que colonizam todos os substratos disponíveis, seu controle integrado raramente é aplicado na aquicultura. Os planos de gestão integrada de bioincrustação devem envolver a prevenção precoce, o monitoramento e o acompanhamento regular a presença de organismos incrustantes.

Se os principais organismos incrustantes não são amplamente distribuídos no ecossistema, o pousio e a rotação de áreas podem ser uma estratégia eficiente de controle de bioincrustações. Mas, em muitos casos, a limpeza periódica das estruturas e sua exposição ao sol podem ser as únicas solução viáveis.

Em casos mais extremos, a troca regular das redes pode ser necessária. No entanto, essa prática implica em custos mais elevados, risco de fuga de animais ou o aumento do nível do estresse a que os mesmos são submetidos.

Em todos os casos, é importante que os organismos incrustantes não sejam despejados no próprio ambiente, pois essa prática, em longo prazo, pode proporcionar um aumento na velocidade de incrustação. Pelo mesmo motivo, não é adequada a lavagem das telas e malhas sob pressão, a menos que isso seja feito em condições de vazão sanitário. O ideal é que o material biológico retirado das redes seja transportado até uma base em terra e adequadamente descartado.

A limpeza no próprio local, com a subsequente eliminação dos organismos no ambiente só é recomendada se a profundidade local for pelo menos três vezes superior à profundidade das estruturas de cultivo, ou se a dinâmica local for bastante elevada, facilitando a dispersão desse material biológico desprendido das malhas.

Também se deve evitar que as substâncias químicas eventualmente utilizadas na limpeza das malhas sejam liberadas no ambiente. Nesse caso, o ideal é que a limpeza das redes seja feita em terra.

Produtos antiincrustantes só devem ser utilizados em redes se forem aprovados pelos órgãos competentes. Tais produtos geralmente são formulados com compostos a base de cobre, que criam uma camada tóxica na superfície da malha. Esse cobre vai sendo lentamente lixiviado, impedindo ou retardando as incrustações.

Além de usar apenas produtos licenciados para uso em aquicultura, os produtores devem utilizar os antiincrustantes seguindo rigorosamente as instruções dos fabricantes.

Os trabalhadores, por sua vez, devem ser treinados no manuseio e na aplicação desses produtos, sempre utilizando equipamentos de segurança apropriados. Os locais de aplicação devem ser adequadamente ventilados e devem ser previstas medidas de contenção contra vazamentos durante a aplicação. Os tempos de secagem entre a aplicação dos produtos e a utilização das estruturas de cultivo também devem seguir as recomendações do fabricante. As aplicações devem prever formas de coleta dos produtos que eventualmente escorram das redes durante a aplicação e secagem.

#### **4.2.9 Gerenciamento do bem-estar animal**

Os produtores deverão estar capacitados e conscientizados sobre a importância da redução do nível de estresse a que os peixes cultivados são submetidos. Além de ser este um tema internacionalmente cada vez mais presente na produção animal, o estresse é o agente

imunossupressor mais potente que existe, podendo prejudicar não apenas a conversão alimentar, como até mesmo comprometer a viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

Embora a capacidade de controle das condições ambientais seja bastante limitada nos cultivos em tanques-rede e gaiolas de grande volume, as práticas de manejo adotadas podem afetar significativamente os níveis de estresse dos peixes. Por exemplo, se as telas dos tanques-rede e gaiola estiverem colmatadas haverá uma conseqüente redução das taxas de troca de água. Com menores taxas de renovação, as concentrações de oxigênio dissolvido tendem a ser reduzidas a níveis limitantes no interior das estruturas de contenção de peixes. Nessas condições, os peixes param de se alimentar e podem até morrer. Promover a troca ou a limpeza das redes irá reduzir as taxas de colmatação e aumentar o intercâmbio de água.

Por outro lado, o próprio processo de limpeza pode provocar distúrbios físicos e também estressar os peixes. Assim, embora as redes devam ser limpas ou trocadas com freqüência suficiente para que o fluxo de água através das suas malhas não seja significativamente reduzido, as trocas não devem ser tão freqüentes a ponto de estressarem desnecessária e repetidamente os animais.

#### **4.2.10 Predadores**

Predadores, como das tartarugas e aves marinhas, tubarões, pinípedes e outros mamíferos marinhos, por exemplo, podem causar aos peixes cultivados em tanques-rede e gaiolas e às próprias fazendas marinhas problemas que vão muito além da tentativa de ataque a esses peixes.

Apenas a presença física desses predadores nas áreas de cultivo já pode constituir um fator de estresse, diminuir o bem estar dos peixes cultivados e comprometer o seu desempenho zootécnico. Ainda que separados dos peixes pelas malhas das redes, feridas causadas por predadores podem infeccionar, servindo de foco de doenças e reduzindo o valor comercial do plantel. Doentes os peixes passam a converter mal os alimentos, com o conseqüente aumento da produção de resíduos. Eles podem ainda servir de hospedeiros e espalhar patógenos no interior e entre as unidades de cultivo. Podem danificar as estruturas de produção, possibilitando a fuga dos peixes cultivados. As próprias fezes das aves marinhas, que tendem a se agrupar próximas ou sobre as estruturas de cultivo, podem constituir um problema para os empreendimentos, pois são bastante corrosivas.

Por outro lado, as cordas, malhas e redes podem fornecer riscos significativos de emaranhamento de predadores quando tentam capturar os peixes no interior dos tanques-rede e gaiolas. Dependendo da intensidade e da freqüência em que isso ocorra, pode se constituir em um problema ético, comprometendo a imagem da atividade e do empreendimento. Algumas práticas de controle de predadores também podem ser vistas como danosas à imagem da piscicultura marinha.

#### 4.2.10.1 Métodos de controle

Métodos letais de controle de predadores não são permitidos pela legislação brasileira e sua utilização constitui crime ambiental. Por isso, todo e qualquer método de dissuasão de predadores não deve comprometer a saúde e o bem-estar dos animais selvagens.

Existe hoje disponível no mercado uma série de equipamentos e métodos adequados de dissuasão de predadores. Alguns desses métodos baseiam-se em uma abordagem semelhante aos princípios do Manejo Integrado de Pragas utilizado na agricultura, em que as pragas são identificadas, o tipo e o nível de dano são avaliados através de um acompanhamento regular e os métodos de controle são específicos tanto em relação à praga quanto ao nível de danos causados por ela. Isso envolve: 1) identificação de potenciais predadores, 2) identificação dos possíveis métodos e estratégias de dissuasão; 3) determinação de como as estratégias de dissuasão se relacionam com a biologia e a ecologia do predador, com os sistemas e ciclos de produção, com os métodos de contenção, com a perturbação dos ciclos de vida, forma de assédio e de deslocamento dos predadores.

Métodos de controle não-letais costumam envolver o uso de dispositivos sonoros de afugentamento e a utilização de barreiras físicas. A própria evolução dos materiais e dos sistemas de cultivo constitui hoje o método mais apropriado para evitar que os animais marinhos fiquem presos a essas estruturas e venham a morrer. As gaiolas, como é o caso dos Aquapods, recomendados para cultivo no Paraná, possuem telas esticadas, que não se dobram sob ação das correntes ou ondas, evitando que os animais fiquem emalhadados nas mesmas.

Redes de contenção modernas, de nylon, de alta visibilidade pelas aves, com abertura de malha de 2,5 a 3,1 cm (1 - 1.25 polegadas), sem nós (Figura 51), podem ser colocadas esticadas sobre os tanques-rede flutuantes, a cerca de 1 m da linha da água. Elas são bastante eficientes para evitar que as aves tenham acesso ao interior das estruturas, ao mesmo tempo que evitam que fiquem presas à tela.

A adoção de práticas adequadas de manejo também pode contribuir muito para se evitar a atração de predadores aos locais de cultivo. Animais mortos ou moribundos, assim como o descarte desses animais em zonas próximas às fazendas marinhas atraem predadores. Por isso é muito importante que os produtores recolham sempre os peixes mortos ou moribundos dos tanques-rede e gaiolas, acondicionem esses animais em recipientes adequados e os levem para instalações em terra, onde possam ser adequadamente descartados. Também como medida proativa, pode ser recomendável o abate de peixes feridos ou doentes para reduzir a atração de predadores.

Dispositivos de dissuasão sonoros podem envolver a emissão de ondas sonoras em padrões aleatórios e de alta frequência, de tal modo que não afetem os peixes cultivados, mas que afastem os seus predadores; incluir gravações de gritos de alarme das próprias espécies a serem dissuadidas; gravações de ruídos subaquáticos, propagados através de hidrofones;

canhões a base de propano; gravações de sons de animais que atacam os predadores das espécies cultivadas. Até mesmo o uso de rádios, sintonizados em programas de entrevistas, para emular a presença humana, pode servir para afastar predadores.

Existem ainda dispositivos luminosos que emitem luz em diferentes comprimentos de ondas em intervalos de tempo aleatórios. Luzes vermelhas e lasers vermelhos são especialmente eficazes. Fitas coloridas ou metálicas em constante movimento também podem ser utilizadas com relativa eficiência e a custos muito baixos.



**Figura 51. Malha sem nó que pode ser utilizada para conter o acesso de aves marinhas às estruturas de cultivo.**

Fonte: Schoonbee & Bok (2006).

#### **4.2.11 Estratégias de minimização de impactos ambientais**

##### **4.2.11.1 Minimização de Impactos sobre o ambiente bentônico**

Embora muito se tenha evoluído na utilização de estruturas de cultivo que possibilitem a coleta e uma destinação mais adequada dos resíduos sólidos gerados durante os cultivos, todos os sistemas testados até aqui se demonstraram impraticáveis e muito caros, principalmente devido aos custos de bombeamento e de trabalho associados. Assim, até o presente não se desenvolveu nenhum mecanismo que seja, ao mesmo tempo, técnica e economicamente viável para este fim.

Assim sendo, os resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo continuam sendo liberados no meio, podendo causar impactos no ambiente bentônico. Porém, várias medidas podem ser adotadas para minimizar esses impactos, como será discutido a seguir.

##### **4.2.11.2 Adoção de vazios sanitários**

Uma solução menos radical e muitas vezes bastante efetiva para se remediar eventuais impactos dos tanques-rede e gaiolas de cultivo de peixes sobre o ambiente bentônico é a adoção de "vazios sanitários".

Vazio sanitário é o intervalo entre os períodos operacionais em que as gaiolas ficam vazias, ou seja, fora de operação. O vazio sanitário pode ser usado para permitir a recuperação do local quando da ocorrência de impactos sobre o ambiente bentônico. Também pode ser empregado no gerenciamento de epizootias e como uma ferramenta de manejo integrado de pragas. Durante o vazio sanitário, as gaiolas podem ser deixadas no local ou movidas para outra área.

O importante em um parque aquícola é que a adoção de vazios sanitários seja previamente planejada e gerenciada segundo os objetivos a serem atingidos. Por exemplo, se o objetivo for permitir a recuperação ambiental, a adoção de vazio sanitário pode funcionar a contento mesmo se apenas um ou alguns dos empreendimentos instalados em uma determinada região o aplicarem. Porém, se o objetivo for o controle de epizootias, o vazio sanitário só funcionará se todos os empreendimentos de um determinado parque aquícola forem submetidos a ele e de forma concomitante.

Em ambos os casos, contudo, é necessário um rigoroso planejamento prévio e o estabelecimento de metas bem definidas e quantificáveis para se atingir um determinado nível de redução ou mitigação de impactos ambientais.

É importante também que se mantenham os registros exatos de todos os eventos de vazio sanitário e dos eventuais impactos ambientais que forem atenuados. Além disso, os vazios sanitários devem ser entendidos pelos gestores públicos como parte de um amplo programa de monitoramento e de gestão ambiental integrada, o que implica na utilização de vários métodos combinados de gestão para redução e mitigação de impactos ambientais.

#### **4.2.11.3 Fuga de peixes**

Como tratado anteriormente no capítulo sobre impactos ambientais, a fuga de peixes no caso de utilização de espécies nativas têm um menor grau de impactos potenciais sobre o meio ambiente que se estivessem sendo utilizadas espécies exóticas. Neste caso, a maioria dos agentes patogênicos está naturalmente presente no ambiente e os peixes serão cultivados dentro de sua área natural de distribuição.

Outro fator a ser considerado é que os piscicultores serão os maiores interessados que as fugas sejam limitadas a um patamar mínimo, preferencialmente próximo a zero, pois fugas implicam em perda do capital investido.

Os produtores devem realizar todas as transferências de peixes (por exemplo, durante biometrias, classificação, seleção ou despesca) apenas quando as condições meteorológicas forem as mais favoráveis possíveis, de modo a reduzir a probabilidade de fuga dos animais.

Todas as operações de transferência de peixes devem contar com a supervisão visual constante de pelo menos uma pessoa. Nunca se devem usar equipamentos de forma improvisada, em condições para as quais eles não foram projetados.

Por fim, a escolha do material adequado para cultivo dos peixes, o respeito às normas operacionais recomendadas pelos fabricantes, o treinamento e qualificação da equipe técnica, a limitação dos cultivos aos parques aquícolas demarcados pelo MPA, são fatores que certamente contribuem para que a meta de fuga zero possa ser alcançada. Também é fundamental respeitar as normas da marinha relativas à sinalização das áreas de cultivo para se minimizar a possibilidade de ocorrência de acidentes envolvendo embarcações e que poderiam provocar o escape de peixes.

#### **4.2.11.4 Despesca**

As operações de despesca e abate de peixes podem ser vetores importantes para a difusão de patógenos aquáticos. A mistura de água e sangue de peixes eventualmente doentes (ainda que assintomáticos) que forem abatidos pode, por exemplo, conter elevada carga viral. Se não forem tomados os cuidados adequados, essa contaminação pode afetar os peixes de áreas não contaminadas.

Se os peixes forem transportados vivos, deve-se acondicioná-los em recipientes apropriados e serem garantidas as condições de bem-estar durante o transporte. Porém, não deve haver troca de água com o ambiente durante esse processo, pois o risco de disseminação de doenças virais é significativamente elevado.

Se os peixes forem transportados mortos, o abate deve ser realizado de forma adequada, envolvendo a insensibilização dos animais, sangramento e abate, de modo que não haja derramamento de sangue ou água com sangue no ambiente. Para isso, deve haver na fazenda marinha estruturas e equipamentos adequados para evitar que resíduos líquidos ou sólidos do abate e do pré-processamento sejam descartados no ambiente. Esses resíduos devem ser armazenados em recipientes com tampas estanques e hermeticamente fechados. Devem ser transportados até uma instalação em terra e adequadamente descartados.

#### **4.2.11.5 Combustíveis e lubrificantes**

Todas as unidades de cultivo de bijupirá deverão ter um plano próprio de gerenciamento combustíveis e lubrificantes e até de a derrames de óleo e combustível na água. Isso implica em planejar e identificar antecipadamente a localização, os tipos de recipientes de armazenamento, os volumes e os tipos de todo e qualquer combustível e lubrificante derivados de petróleo utilizados durante as operações. Para isso, os interessados poderão basear suas operações nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (por exemplo, NBR 15428/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Manutenção e de unidade de abastecimento; NBR 17505-2/2006-Armazenamento de líquidos

inflamáveis e combustíveis - Parte 2: Armazenamento em tanque e em vasos; NBR 17505-4/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 4 - Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis; NBR 17505-5/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 5 - Operações; NBR 17505-6/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 6 - Instalações e equipamentos elétricos).

Em caso da ocorrência de vazamentos os mesmos devem ser comunicados ao Instituto Ambiental do Paraná ou ao IBAMA em tempo hábil, além de se iniciarem os procedimentos de contenção, reparo e limpeza imediatamente.

Para isso, cada fazenda deverá possuir os equipamentos mínimos necessários para contenção do volume de combustíveis armazenados na fazenda marinha. Os trabalhadores devem estar capacitados para dar uma resposta rápida e eficiente, o que exige treinamento e realização de exercícios regulares para combate a pequenos derramamentos, como os que podem acontecer no empreendimento.

#### **4.2.11.6 Desenvolvimento de um plano de manejo de resíduos sólidos**

Por mais fácil e tentador que seja a eliminação dos resíduos gerados nas atividades de apoio, e mesmo durante as operações de manejo, diretamente no ecossistema, ou seja, no mar, os piscicultores/empreendedores não podem cair nessa tentação. Pelo contrário, deve ser um compromisso plenamente assimilado por esses gestores das fazendas marinhas o controle e a eliminação adequada dos resíduos sólidos e líquidos gerados.

As empresas e cessionários dos espaços públicos da União que se qualificarem para a produção de bijupirá em tanques-rede e gaiolas terão que desenvolver um plano de gestão de resíduos gerados durante as operações na unidade de produção. Excetuando-se a ração fornecida aos peixes (cujo controle já foi tratado anteriormente neste documento), todos os demais resíduos (organismos incrustantes, peixes mortos, sacos de ração e materiais utilizados em embalagens em geral, cordas e redes de sucata e partes inutilizadas das estruturas de produção, além de resíduos produzidos pelos trabalhadores, incluindo restos de alimentos e fezes humanas) deverão ser identificados previamente, coletados, transferidos para bases em terra e adequadamente descartados.

Obviamente que há uma grande complexidade nesse tipo de operação de retirada, transporte e descarte de resíduos. Por isso, é bastante recomendado que os gestores desses empreendimentos se preocupem sempre em buscar meios de reduzir o uso de materiais que possam gerar resíduos sólidos. O uso de materiais reutilizáveis ou recicláveis também pode ser alternativa a ser estudada.

Peixes mortos devem ser recolhidos com a maior frequência possível dos tanques-rede e gaiolas. Esses animais devem ser medidos e pesados e esses dados registrados em planilhas. Em temperaturas mais elevadas a velocidade de decomposição é também maior. Portanto, nessas condições as vistorias e coletas de animais mortos devem ser mais frequentes.

Os animais coletados devem ser colocados em bombonas ou recipientes com tampas rosqueáveis ou que permitam um fechamento hermético. Insetos, aves e outros animais não devem ter acesso a esses peixes mortos. Uma vez transportado para bases em terra eles não devem ser simplesmente enterrados, mas sim descartados em aterros sanitários ou utilizados para a compostagem, desde que essa seja realizada sob condições ambientais controladas. Restos de alimentos também podem ser depositados em composteiras e transformados em fertilizantes agrícolas.

#### **4.2.12 Monitoramento ambiental**

Deve-se estabelecer um programa de monitoramento ambiental continuado para se analisar e documentar como os ecossistemas onde serão instalados os parques aquícolas reagirão às operações de produção de bijupirás. Tal monitoramento também é importante para se distinguirem os impactos da exploração de outros impactos antropogênicos ou de eventos ambientais naturais.

Os programas de monitoramento tipicamente devem incluir critérios quantitativos e qualitativos que identifiquem tanto os impactos ambientais de menor severidade quanto aqueles considerados inaceitáveis. Esses programas devem ainda prever mecanismos para facilitar a comunicação e a interação entre os órgãos reguladores e os produtores, bem como identificar potenciais problemas ambientais e proporcionar incentivos para a adaptação das práticas aquícolas quando necessário.

O processo de cessão de direito de uso dos espaços públicos deve conter mecanismos legais que prevejam, no caso da constatação da ocorrência de impactos ambientais de grande relevância e magnitude, até mesmo a revogação da licença de operação.

#### **4.2.13 Segurança da fazenda marinha**

Assim como qualquer instalação aquícola, tanques-rede e gaiolas podem ser objeto de furtos ou vandalismo. Proteger uma fazenda localizada a dezenas de quilômetros da costa não é algo fácil, mas extremamente necessário.

Há uma grande variedade de métodos e sistemas de vigilância, com custos e eficiência bastante diversos. Podem ser utilizados métodos remotos, como monitoramento por vídeo, radares, métodos hidroacústicos, ou até por satélite. Radares e sistemas hidroacústicos podem ser ligados a sistemas de alarmes automáticos que notificam o pessoal da fazenda quanto a uma provável intrusão.

No entanto, como a piscicultura e a própria aquicultura em mar aberto são ainda atividades novas no país, não há uma expertise ou experiências consistentes que possibilitem uma avaliação mais realista sobre a incidência de prováveis problemas e soluções.

O fato é que há no país uma cultura de que tudo o que está no mar é público e essa mentalidade terá que ser revertida caso se queira de fato desenvolver a maricultura brasileira. Tudo aquilo que estiver dentro de um parque aquícola regularizado e licenciado precisa ser considerado como privado pelo tempo de duração da cessão do espaço público. E, para tornar o problema ainda mais complexo, ao contrário de outros países em que a maricultura em mar aberto está mais desenvolvida, sequer existe um patrulhamento minimamente eficiente e regular das áreas marinhas e costeiras não só no Paraná, como também no Brasil. Certamente garantir a segurança necessária aos empreendimentos aquícolas será um grande desafio a ser superado para viabilização da aquicultura em mar aberto.

#### **4.2.14 Qualificação e valorização da mão-de-obra**

Não menos importante que os aspectos ambientais e econômicos são as questões sociais.

Sempre que possível, as fazendas marinhas devem dar preferência à mão-de-obra local, valorizando as comunidades instaladas nas regiões de cultivo.

Os funcionários que trabalham no manejo de rotina devem receber treinamento em temas relacionados à biologia e ao cultivo de peixes. Um dos objetivos deve ser fornecer aos trabalhadores uma compreensão básica das técnicas que ajudam a reduzir desperdícios e otimizar a eficiência do processo produtivo.

O treinamento deve incluir a apresentação de informações de fácil compreensão sobre o comportamento dos peixes, sua biologia, nutrição, fisiologia do estresse, monitoramento da qualidade da água e estratégias de alimentação. Os funcionários devem ainda ser capazes de monitorar o desempenho zootécnico e as taxas de conversão alimentar.

Os empreendedores podem estabelecer programas de incentivo aos seus empregados que vinculem o pagamento de bônus ao alcance de metas de conversão alimentar e de redução de resíduos em todas as fases de cultivo. Se uma empresa gerenciar tanques-rede ou gaiolas em mais de um parque aquícola, pode incentivar a competições de desempenho entre as diferentes equipes técnicas.

## 4.3 MOLUSCOS BIVALVES

Como já comentado no Volume 2 deste trabalho, os cultivos de bivalves estabelecem uma estreita interação com os ambientes onde são realizados. Sob o ponto de vista antrópico essa interação pode ser tanto positiva quanto negativa.

De certa forma, os impactos ambientais dos cultivos de bivalves estão intimamente ligados às técnicas empregadas, o que permite que a adoção de práticas de cultivo adequadas minimize os eventuais impactos ambientais e possibilite uma relação de equilíbrio entre as fazendas marinhas e os ambientes onde elas estiverem inseridas. Práticas que podem afetar o desempenho ambiental incluem: métodos de coleta de reprodutores, coleta ou produção de sementes e no Paraná, principalmente, a profunda dependência de bancos naturais para obtenção de animais para a engorda.

As percepções negativas do público a respeito dos impactos ambientais dos cultivos de moluscos bivalves se devem principalmente à poluição visual causada pela presença das estruturas de cultivo ou pela falta de padronização visual, pelo descarte de redes, boia e equipamentos, e pelo eventual aumento da turbidez e da movimentação do sedimento durante a colheita.

Bivalves também são importantes na transferência de matéria orgânica da água para o sedimento. A deposição de pseudofeces e fezes em áreas de cultivo pode alterar o perfil orgânico do sedimento e causar impacto da diversidade e abundância de invertebrados bentônicos. No entanto, estas alterações costumam ser temporárias e as comunidades bentônicas tendem a se restabelecer rapidamente após o cultivo (Olin, 2002).

Mas, em uma área de produção de 1 ha, os moluscos bivalves podem remover entre 98 a 21 mil kg de nitrogênio e de fósforo da água (Tucker & Hargreaves, 2008). Assim, a capacidade dos moluscos bivalves de remover nutrientes pode efetivamente mitigar impactos de origem antrópica, associados a formas de desenvolvimento costeiro que promovam o enriquecimento de nutrientes.

Além disso, o cultivo de moluscos bivalves fornece uma estrutura tridimensional complexa, que serve de habitat para uma gama de invertebrados e outros animais, aumentando a biodiversidade local.

### 4.3.1 O porquê da escolha das espécies

#### 4.3.1.1 Ostra - *Crassostrea brasiliana*

A espécie *C. brasiliana* foi escolhida por que:

- a) É uma espécie completamente estabelecida na região e distribuída em grande parte dos manguezais do litoral paranaense;
- b) É utilizada em cultivos por maricultores locais, apresentando bons resultados zootécnicos;

- c) Já há um domínio - ainda que parcial - do ciclo reprodutivo e da tecnologia de produção de sementes em laboratório. O domínio completo e a eventual produção regular de sementes permitirão aumentar a eficiência na produção e reduzir a pressão sobre os estoques naturais;
- d) Há a possibilidade de captação de sementes diretamente nos ambientes naturais utilizando-se coletores;
- e) As estruturas de cultivo possibilitam a ocorrência de desovas e produção de sementes no ambiente, contribuindo para a recomposição dos estoques naturais;
- f) Por estarem estabelecidas no ambiente, apresentam menores riscos de introdução de patógenos nos ecossistemas locais;
- g) Apresentam condições muito favoráveis de inserção da produção no mercado.

#### 4.3.1.2 Mexilhão - *Perna perna*

A espécie *P. perna* foi escolhida por:

- a) Possuir ampla distribuição geográfica (desde o Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, segundo Marques, 1997), estando estabelecida nas regiões de maior salinidade e de substrato consolidado da costa paranaense;
- b) Ser relativamente resistente às variações ambientais;
- c) Apresentar grande capacidade adaptativa e reprodutiva;
- d) Haver um domínio completo das técnicas de produção;
- e) Apresentar excelentes resultados zootécnicos, com rápida taxa de crescimento, atingindo o tamanho comercial de 60-80 mm em menos de um ano;
- f) Ser possível a obtenção de sementes em ambiente natural a partir do uso de coletores;
- g) Ser utilizada na alimentação humana e apresentar alto valor protéico;
- h) Apresentar atrativo valor econômico e haver a possibilidade de ser produzida em grande escala, pela exploração da tridimensionalidade do ambiente.

#### 4.3.1.3 Vieira - *Nodipecten nodosus*

A espécie *N. nodosus* foi escolhida por:

- a) Ser uma espécie nativa do Brasil, ocorrendo no Oceano Atlântico, desde o Sul da Península de Yucatan no México, leste da América Central, Ilhas do Caribe, Colômbia, Venezuela e, descontinuadamente, ao longo do litoral brasileiro, até o estado de Santa Catarina;
- b) Ser encontrada em pequenas populações dispersas ao redor de ilhas costeiras, não permitindo uma exploração pesqueira significativa;

- c) Haver um suficiente domínio das técnicas de produção de formas jovens (sementes) em laboratório (apesar de não haver produção regular e em grande escala de sementes no Brasil.
- d) Apresentar excelente aceitação de mercado, atingindo o maior valor monetário por unidade dentre todos os moluscos cultivados no país.

#### 4.3.2 Localização dos cultivos

A localização dos cultivos é fortemente influenciada pelo sistema empregado e pela espécie escolhida. Entre os moluscos bivalves recomendados para produção comercial no litoral paranaense, os cultivos das ostras da espécie *C. brasiliana* devem ser instalados em áreas abrigadas no interior das baías. Já as vieiras *N. nodosus* e mexilhões *P. perna* devem ser cultivados em ambientes de maior salinidade e profundidade, encontrados quase que exclusivamente em áreas marinhas expostas e em algumas poucas áreas nas entradas das baías.

Tanto nos cultivos no interior da baía, quanto em mar aberto, praticamente o único tipo de controle que se tem sobre as condições ambientais é justamente a escolha do local onde serão instaladas as estruturas de cultivo. A escolha da área também permite a redução dos riscos de impactos ambientais, a otimização da *performance* e a higidez dos moluscos cultivados, garantindo maior segurança aos trabalhadores e minimizando os custos de produção a médio e longo prazos.

Obviamente que o uso de áreas em zonas abrigadas no interior de baías facilita bastante o acesso e diminui os custos associados ao acesso e à utilização das áreas. No entanto, na maioria dos casos isso não será possível.

*C. brasiliana* é uma espécie tipicamente estuarina e muito adaptada às variações de salinidade e de temperatura que caracterizam o litoral paranaense. Já é cultivada nas baías de Guaratuba e Paranaguá e as áreas a serem demarcadas estão localizadas nessas regiões.

Segundo a EPAGRI (1996), os cultivos de mexilhões, por sua vez, devem: ser instalados em áreas livres de poluição por efluentes domésticos e industriais, metais pesados, agrotóxicos, etc; estar longe de desembocadura de rios; respeitar as áreas de tráfego de embarcações, de pesca e de presença de banhistas. Com relação à localização das estruturas de cultivo, deve-se preferencialmente instalá-las em locais abrigados, como baías e enseadas; protegidos de ondas fortes, pois estas podem danificar as estruturas; que apresentem elevada produtividade natural; cuja profundidade mínima seja de 2 metros, durante a baixamar, para que se possa instalar as estruturas de cultivo sem que as mesmas toquem o fundo.

O conjunto dessas recomendações, somadas às exigências ambientais da espécie, acaba limitando em muito as áreas para cultivo de mexilhões no interior dos complexos estuarinos das baías do litoral paranaense, fazendo com que as áreas mais apropriadas para a demarcação de parques aquícolas sejam localizadas em áreas marinhas expostas.

Mesmo caso se repete em relação à vieira, para a qual as condições ambientais encontradas em áreas protegidas são inadequadas para o cultivo da espécie. Lodeiros et al.

(1998) sugere que a espécie *N. nodosus* seja cultivada inicialmente em locais com profundidade mínima de 8m, onde o crescimento é maior, e, em seguida, transferida para locais de até 21m de profundidade, onde a sobrevivência é alta e o crescimento se dá em taxas bastante satisfatórias. A transferência deve ser feita quando um aumento acentuado em organismos incrustantes é observado pela primeira vez.

A inovação e a adaptação das técnicas de cultivo existentes e a busca constante por novas alternativas é ressaltado por Hardy (2006) como um procedimentos de extrema importância para a pectinicultura. Com esta busca por novas alternativas, tem-se realizado no litoral norte de São Paulo o cultivo de vieiras em locais de baixas profundidades (entre 3 e 6m), mas em áreas com características tipicamente marinhas (Marques et al., 2004). No entanto, a utilização de lanternas comuns em pequenas profundidades tem se mostrado, além de cara, pouco resistente à ação do mar e muito suscetível à incrustação por organismos diversos (Uribe et al., 2001).

### 4.3.3 Sistemas de cultivo

#### 4.3.3.1 Cultivos de *C. brasiliana*

Uma vez que os parques aquícolas serão demarcados em áreas abrigadas, no interior das baías e considerando as baixas profundidades dessas baías, dois sistemas de cultivo se destacam como os mais recomendados para o estado do Paraná: mesas e *long-lines*.

Um terceiro sistema, o de varais fixos com cestas, também poderá ser empregado, mas, neste caso, ainda não existem experiência dos produtores locais com tal sistema. O ideal então será testá-lo previamente em unidades experimentais ou demonstrativas antes da demarcação de parque especificamente para sua utilização. Ademais, os cálculos aqui utilizados para determinação das áreas mais adequadas para a demarcação de cada parque são baseados acima de tudo na espécie cultivada, o que facilitará, no futuro, a adaptação de área para outros sistemas de produção dessa mesma espécie.

#### 4.3.3.1 Cultivos de *P. perna*

Há uma tendência de que os tradicionais cultivos de mexilhões em cordas sejam aos poucos substituídos pelos cultivos em sistema contínuo. Neste sistema, bastante usado na Nova Zelândia, as cordas de cultivo, que no sistema manual não passam de dois a três metros, dão lugar a cordas de 500 ou até 1.000 metros de comprimento, que são penduradas no cabo principal do espinhel em alças de até 6 metros. A mecanização leva a um melhor aproveitamento da área de cultivo e facilita a colheita. Ao final do cultivo, o espinhel inteiro é colhido de uma só vez e os mexilhões pequenos são automaticamente ressemeados.

Essa ainda é uma tecnologia nova no país, apenas o estado de Santa Catarina possuiu empreendimentos desenvolvidos nesse sistema. Além disso, ele exige investimentos bastante significativos em equipamentos e tecnologia.

Considerando que as áreas a serem demarcadas para o cultivo de mexilhões no estado do Paraná são basicamente áreas marinhas expostas, de profundidade e condições ambientais relativamente homogêneas; considerando que as cordas de cultivo no sistema contínuo podem ter centenas de metros, mas que o *long-line* em si não é muito mais longo que o utilizado no sistema tradicionais; pode-se afirmar que os possíveis sistemas de cultivo a serem efetivamente empregados não influenciarão significativamente no processo de demarcação das áreas. Em outras palavras, uma vez demarcado, um determinado parque aquícola poderá perfeitamente comportar um ou mais sistemas de produção de mexilhões como, por exemplo, os *long-lines* contínuos, de superfície ou de meia água.



**Figura 52 - Cultivo automatizado de mexilhões.**

Fonte: Lavanderos

#### **4.3.3.2 Cultivos de *N. nodosus***

A pectinicultura pode ser desenvolvida utilizando-se diversas técnicas de cultivo. No entanto, no mundo todo ainda se buscam métodos e sistemas que facilitem o manejo, diminuam os custos (especialmente com mão-de-obra) e aumentem a eficiência dos empreendimentos.

A fase juvenil, que compreende a fase de aclimação à vida no mar, acontece em estruturas do tipo "pearl-net" (Lodeiros et al., 1998; Freitas et al., 2001), ou mesmo em lanternas comuns de piso rígido (Rupp e Bem, 2003). Nas fases finais do cultivo, a diversidade de estruturas de cultivo utilizadas é maior, destacando-se as lanternas japonesas, cilíndricas e quadradas, cestas, cones e estruturas plásticas tipo caixas denominadas "nestier".

No presente caso, apenas para efeito de identificação das áreas mais adequadas para o cultivo de vieiras, foram considerados os cultivos realizados em lanternas tradicionais. Contudo, assim como no caso dos mexilhões, os possíveis sistemas a serem empregados influenciam muito pouco no processo de demarcação das áreas de cultivo.

Por outro lado, em função da baixa tolerância de *N. nodosus* em relação aos valores máximos de temperatura registradas na zona costeira e dos reduzidos valores de salinidade que costumam ser encontrados em zonas estuarinas, nenhuma área pode ser identificada como viável para cultivo de vieiras considerando-se o cenário mais crítico analisado (verão).

Assim, seguindo o que foi descrito na metodologia geral de seleção de áreas (vide página 127), um novo cenário foi analisado, desta feita considerando-se situações extremas de outono, sendo então possível a identificação de áreas para o cultivo de vieiras em zonas marinhas. .

Contudo, a lógica conceitual adotada neste caso exige o estabelecimento de restrições temporais ao cultivo, como o planejamento adequado das épocas de povoamento e de despesca. Paralelamente, recomenda-se também a adoção de sistemas de cultivo do tipo "meia-água", no qual as estruturas de cultivo podem ser alocadas a uma maior profundidade, evitando-se assim as temperaturas extremas mais comumente observadas na superfície.

#### 4.3.3.3 Cultivos de *C. gigas*

Acontece com a ostra japonesa, *C. gigas*, o mesmo que foi reportado anteriormente para vieiras. A espécie também não está adaptada à águas de salinidade muito baixa ou de elevadas temperaturas. Em situações críticas, tais cenários podem ocorrer em águas do litoral paranaense.

Ao contrário do que poderia, a princípio parecer, o cruzamento dos dados obtidos durante a realização deste estudo mostrou que as águas marinhas não são mais adequadas que alguns pontos localizados no interior das próprias baías, principalmente em função do registro de ocorrência de elevadas temperaturas de superfície do mar durante o verão.

Neste caso, o cultivo de ostras japonesas também implicam em um maior risco para os empreendedores do que os envolvidos nos cultivos de bijupirá ou de mexilhões. Mas, assim como caso de vieiras ou de *Kappaphycus*, não se pode afirmar que os cultivos de *C. gigas* são inviáveis em zonas marinhas, mas sim que os riscos do investimento devem ser avaliados cuidadosamente.

Em águas marinhas, o uso de long-lines de meia-água pode ser uma forma importante de redução desses riscos, permitindo manter os organismos em camadas menos superficiais da coluna d'água. Neste caso, a grande disponibilidade de áreas e a possibilidade de utilização de *long-lines* podem ser alternativas interessantes ao uso de áreas protegidas.

#### 4.3.4 Síntese dos sistemas analisados

Tabela 64. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras (*Crassostrea brasiliana*) em *long-lines*.

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Crassostrea brasiliana</i>	
	Organismo	Ostra	
	Corpo Hídrico	Estuário	
	Regime de cultivo	Semi-intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
Sistema de cultivo	Descrição	<i>Long-lines</i> constituídos basicamente de uma linha principal (cabo de 18, 24 ou 32 mm), com 70 m de comprimento útil, somando-se às extremidades uma metragem equivalente a três vezes a profundidade do local, ancorado por poitas ou por trados agrícolas presos ao fundo. Os <i>long-lines</i> são mantidos suspensos na água por meio de flutuadores (de plástico, fibra ou poliuretano), de volume entre 20 e 50 litros. Os travesseiros ou lanternas são sustentados ao cabo principal, em intervalos de 0,80 a 1,0 m entre si (70 lanternas/linha).	Em função da baixa profundidade local, cada <i>long-line</i> poderá comportar lanternas de 4 ou 5 andares ou mesmo serem utilizados travesseiros. No litoral paranaense é comum a utilização de travesseiros feitos com tela plástica rígida de 1 x 0,5 m e malha variando entre 4 e 23 mm. Porém, para efeito de cálculo será consideradas aqui apenas a utilização de lanternas.
	Dimensões de um <i>long-line</i>	70 m de comprimento (cabo madre) x 1 m de largura (espaço ocupado pelas lanternas)	
	Área útil ocupada pela estrutura	100 m <sup>2</sup>	Área estimada considerando toda a extensão do <i>long-line</i> (incluindo os espaços necessários à fixação da estrutura flutuante): 100 m (comprimento) x 1 m (largura)
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1:8	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 8 vezes maior que a área ocupada pelos <i>long-lines</i> , em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
	Distância frontal entre unidades subsequentes	Entre 10 e 20 m	Distância calculada entre a primeira bóia de um <i>long-line</i> e a última do <i>long-line</i> subsequente.
	Distância lateral mínima	3 m	A distância lateral mínima deve considerar o tamanho das

	Especificação	Observação
entre <i>long-lines</i>		embarcações a serem utilizadas no manejo dos cultivos
Tipos de lanterna	<p>Caixa telada e lanterna-berçário de malha de 1 mm.</p> <p>Lanterna intermediária, com pisos confeccionados com a mesma tela de malha 4 mm x 4 mm. Pratos com 40 cm de diâmetro.</p> <p>Lanterna definitiva de malha 15 mm. Pratos com 40 cm de diâmetro.</p>	
Material utilizado na confecção de lanternas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratos plásticos injetados com 40 cm de diâmetro</li> <li>• Malhas de 1 mm x 2 mm para sementes</li> <li>• Malhas de 4 mm para juvenis</li> <li>• Malhas de 15 mm e 20 mm para ostras adultas</li> <li>• Abraçadeiras para amarração</li> <li>• Grampos em aço inox para amarração das lanternas ao <i>long-lines</i></li> <li>• Cabos madre e calões.</li> </ul>	
Estrutura de flutuação	Flutuadores tipo Bóia, com capacidade de 20 a 50 litros.	As boia de 50 l apresentam dimensões aproximadas de 800 mm de comprimento por 350 mm de diâmetro, com detalhes de fixação nas extremidades.
Estrutura de ancoragem	Poitas de concreto de 150 a 400 kg ou trados agrícolas posicionados nas extremidades dos <i>long-lines</i> (um ou dois trados por extremidade).	
Vida útil média do equipamento	5 anos	Tempo médio estimado de duração da estrutura de sustentação, boia e lanternas submetidas à manutenção periódica. Algumas estruturas podem ter vida útil de até 10 anos.
Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarcação de madeira, alumínio ou fibra de vidro de cerca de 5m</li> <li>• Guincho Manual</li> <li>• Mesa de classificação</li> </ul>	Também é recomendável que cada unidade de cultivo tenha uma bomba hidrolavadora alta pressão e peneiras para seleção das ostras

		Especificação	Observação
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juvenis: 550 ostras /andar</li> <li>Engorda: 60 ostras/andar</li> </ul>	Estes dados foram calculados para uma lanterna de 0,5 m de diâmetro.
	Tamanho médio final	8 - 10 cm/ostra	
	Produtividade máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 dúzias/andar</li> <li>25 dúzias/lanterna (5 andares)</li> <li>1.750 dúzias/long-line</li> <li>21.000 ostras/long-line</li> </ul>	
	Taxa de sobrevivência:	30-50 % (berçário) 60-80% (juvenis) 70-90% (engorda)	
	Nº de ciclos/ano	1	Até o momento, a produção de sementes de ostras nativas é bastante reduzida e irregular. Não há ainda nenhum tipo de melhoramento ou alteração genética dos estoques. No futuro, porém, poderão ser utilizadas ostras triplóides, seguindo-se uma tendência mundial.
	Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Nenhum	
	Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Não se aplica	Não serão utilizadas espécies exóticas.
	Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	Como as ostras se alimentam através de filtração em ambiente natural, não há sequer condições para o uso de substâncias profiláticas ou terapêuticas nesse tipo de cultivo. Já em relação ao controle de organismos bioincrustantes, os produtores só deverão utilizar produtos licenciados para este fim.
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável		

**Tabela 65. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras (*Crassostrea brasiliana*) em mesas e travesseiros.**

		<b>Especificação</b>	<b>Observação</b>
<b>Informações gerais</b>	Espécie	<i>Crassostrea brasiliana</i>	
	Organismo	Ostra	
	Corpo Hídrico	Estuário	
	Regime de cultivo	Semi-intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
<b>Sistema de cultivo</b>	Descrição	Mesas compostas por um conjunto de estacas ou postes - de madeira, concreto, PVC ou metal - cravados no leito marinho e ligados entre si. Os pés dessas mesas são enterrados em fileiras, espaçados entre si a cada 2 ou 3 metros. Sobre estes pés é feita uma armação horizontal, gradeada, travesseiros para o cultivo de ostras são fixados. No Paraná são atualmente utilizadas mesas de concreto que, depois de instaladas, apresentam seções de 3 m x 85 cm de largura x 50 cm de altura, formado por 3 vergalhões de ferro de 16 mm. As ostras são colocadas em travesseiros de tela plástica rígida de 6 a 20 mm, com cerca de 0,5 a 1,0 m <sup>2</sup> , que são posteriormente amarrados horizontalmente sobre as mesas. Uma mesa de 3 m de comprimento suporta 7 travesseiros de 0,5 m <sup>2</sup> e comporta de 1.050 e 1.400 ostras.	A estrutura também pode se montada com estacas de madeiras fixadas no solo, sendo suas extremidades livres ligadas por varas de bambu.
	Dimensões individuais da mesa	3 m x 85 cm de largura x 50 cm de altura	
	Área útil ocupada por um módulo de produção	120 m <sup>2</sup>	Módulo composto por 20 mesas de 3 m de comprimento x 2 m de largura (1 m de comprimento ocupado pelo travesseiro e mais 0,5 de das suas extremidades) e um número máximo de 140 travesseiros por módulo.
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1:8	Cada área aquícola ocuparia uma área mínima 8 vezes maior que a área ocupada pelas mesas, em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
	Distância frontal entre unidades subsequentes	Entre 2 e 10 m	Como o sistema é fixo, não há necessidade técnica de haver um distanciamento mínimo entre unidades

		Especificação	Observação
			adjacentes. Porém, para que não haja interrupção do acesso às margens essa distância se faz necessária.
	Distância lateral mínima entre mesas	2 - 3 m	A distância lateral mínima deve considerar o tamanho das embarcações a serem utilizadas no manejo dos cultivos
	Material utilizado na confecção	Mesas construídas de madeira, concreto, PVC ou metal, travesseiros de tela plástica rígida de 6 a 20 mm e abraçadeiras para amarração.	
	Estrutura de flutuação	Não se aplica.	A estrutura é fixa e não flutuante
	Estrutura de ancoragem	A estrutura é fixada ao substrato através dos "pés" das mesas enterrados entre 0,5 e 1,0 m no substrato.	
	Vida útil média do equipamento	5 - 10 anos	
	Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba hidrolavadora alta pressão</li> <li>• Peneiras para seleção das ostras</li> <li>• Mesa de seleção</li> </ul>	
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engorda: 150-180 ostras/travesseiro</li> </ul>	Estes dados foram calculados para um travesseiro de 0,5 m <sup>2</sup> .
	Tamanho médio final	8 - 10 cm/ostra	
	Produtividade máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12,5 dúzias/travesseiro</li> <li>• 87,5 dúzias/mesa</li> <li>• 1.750 dúzias/módulo</li> <li>• 21.000 ostras/módulo</li> </ul>	Valores médios, considerando a utilização de 7 travesseiros/mesa e módulo composto por 20 mesas.
	Taxa de sobrevivência:	30-50 % (berçário) 60-80% (juvenis) 70-90% (engorda)	
	Nº de ciclos/ano	1	
	Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Nenhum	Até o momento, a produção de sementes de ostras nativas é bastante reduzida e irregular. Não há ainda nenhum tipo de melhoramento ou alteração genética dos estoques. No futuro, porém, poderão ser utilizadas ostras

	<b>Especificação</b>	<b>Observação</b>
		triplóides, seguindo-se uma tendência mundial.
Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Não se aplica	Não serão utilizadas espécies exóticas.
Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	Como as ostras se alimentam através de filtração em ambiente natural, não há sequer condições para o uso de substâncias profiláticas ou terapêuticas nesse tipo de cultivo. Já em relação ao controle de organismos bioincrustantes, os produtores só deverão utilizar produtos licenciados para este fim.
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável	

Tabela 66. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de vieiras (*Nodipecten nodosus*) em *long-lines*.

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Nodipecten nodosus</i>	
	Organismo	Vieira	
	Corpo Hídrico	Região Costeira	Há riscos elevados de perda do plantel durante o verão.
	Regime de cultivo	Semi-intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
Sistema de cultivo	Descrição	<i>Long-lines</i> constituídos basicamente de uma linha principal (cabo de até 32 mm), com 100 m a 200 m de comprimento útil, somando-se às extremidades uma metragem equivalente a três vezes a profundidade do local, ancorado por poitas. Os <i>long-lines</i> são mantidos suspenso na água por meio de flutuadores (de plástico, fibra ou poliuretano), de volume de 50-75 litros. O cabo principal sustenta as estruturas de contenção dos organismos cultivados (lanternas, "bo-nets", "pearl-net", gaiolas, etc.), que são posicionadas verticalmente em relação ao cabo, distantes aproximadamente 1,0-1,5 m entre si, e mantidas a profundidades suficientes para se evitar o efeito das ondas e não tão elevadas a ponto de comprometer a disponibilidade de alimentos.	Correntes muito fortes podem afetar negativamente os cultivos. As estruturas de contenção dos organismos cultivados são posicionadas em meia água, evitando a influência direta dos fatores ambientais que atuam na superfície, principalmente ondas.
	Dimensões de um <i>long-line</i>	100 m de comprimento (cabo madre) x 1 m de largura (espaço ocupado pelas lanternas)	
	Área útil ocupada pela estrutura	190 m <sup>2</sup>	Área estimada considerando toda a extensão do <i>long-line</i> (incluindo os espaços necessários à fixação da estrutura flutuante): 190 m (comprimento) x 1 m (largura)
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1:10	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 10 vezes maior que a área ocupada pelos <i>long-lines</i> , em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
	Distância frontal entre	Entre 10 e 20 m	Distância calculada entre a primeira bóia de um <i>long-line</i> e a

		Especificação	Observação
	unidades subseqüentes		última do <i>long-line</i> subsequente.
	Distância lateral mínima entre <i>long-lines</i>	7 m	A distância lateral mínima deve considerar o tamanho das embarcações a serem utilizadas no manejo dos cultivos
	Tipos de lanterna	Pisos circulares de plástico rígido com diâmetro de 40 cm, envoltos por uma rede cilíndrica e reforçada por quatro cabos verticais paralelos.	Bueno et al. (2009)
	Material utilizado na confecção de lanternas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratos plásticos injetados com 40 cm de diâmetro</li> <li>• Malhas de 4 mm sementes</li> <li>• Malhas de 8 mm para juvenis</li> <li>• Malhas de 15 mm e 20 mm para vieiras adultas</li> <li>• Abraçadeiras para amarração</li> <li>• Grampos em aço inox para amarração das lanternas ao <i>long-lines</i></li> <li>• Cabos madre e calões.</li> </ul>	
	Estrutura de flutuação	Flutuadores tipo Bóia, com capacidade de 50 a 75 Litros.	Poitas construídas com cabos de 1,5 polegadas de diâmetro e 100 m de comprimento, suspenso com o auxílio de flutuadores com 50 a 75 L de volume (Bueno et al., 2009).
	Estrutura de ancoragem	Poitas de concreto de 300-500 kg posicionadas nas extremidades dos <i>long-lines</i> .	
	Vida útil média do equipamento	5 anos	Tempo médio estimado de duração da estrutura de sustentação, boia e lanternas submetidas à manutenção periódica. Algumas estruturas podem ter vida útil de até 10 anos.
	Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarcação de madeira, alumínio ou fibra de vidro</li> <li>• Guincho Manual ou mecânico</li> <li>• Mesa de classificação</li> <li>• Lavadora de alta pressão</li> </ul>	
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	Berçário (animais de 8 a 10 mm): 400 indivíduos/andar Intermediária (animais de 20 mm): 250 indivíduos/andar Engorda (animais de 70 a 80 mm): 15 indivíduos/andar	Ao longo do cultivo, a densidades precisa ser adaptada ao tamanho dos animais, passando de cerca de 3.200 sementes/m <sup>2</sup> na fase berçário para cerca de 120 animais/m <sup>2</sup> na fase final de cultivo.
	Altura média final	7 – 8 cm	
	Produtividade máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 indivíduos/andar</li> <li>• 150 indivíduos/lanterna (10 andares)</li> </ul>	Podem ser utilizadas lanternas com 8 a 10 andares, mas, pelo fato do cultivo ser realizado em zonas mais profundas,

	Especificação	Observação
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10.000 vieiras/<i>long-line</i></li> </ul>	sugere-se, sempre que possível, a utilização de lanternas de 10 andares, separadas 30 cm entre si.
Taxa de sobrevivência:	Fase de berçário: 70-90% Fase intermediária: 80-90% Fase de engorda: 80-95%	Dados de diferentes autores indicam diversas taxas de sobrevivência: 40% (Avelar, 2000), 60% e 84-90% (Rupp, 2001) e 95,6% (Bueno et al., 2009), que muitas vezes podem ser provocadas pela grande quantidade de <i>fouling</i> aderida as estruturas de cultivo. No presente caso, considera-se, para efeitos de cálculo uma taxa média total de 70% de sobrevivência.
Duração do ciclo de produção	12 a 18 meses	
Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Nenhum	Até o momento, a produção de sementes de vieiras é bastante reduzida e irregular no país. Não há ainda nenhum tipo de melhoramento ou alteração genética dos estoques.
Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Não se aplica	Não serão utilizadas espécies exóticas.
Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	Como as vieiras serão cultivadas mar aberto, alimentando-se através de filtração, não há sequer condições para o uso de substâncias profiláticas ou terapêuticas nesse tipo de cultivo. Já em relação ao controle de organismos bioincrustantes, os produtores só deverão utilizar produtos licenciados para este fim.
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável	

Tabela 67. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de mexilhões (*Perna perna*) em *long-lines*.

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Perna perna</i>	
	Organismo	Mexilhão	
	Corpo Hídrico	Região Costeira	
	Regime de cultivo	Semi-intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
Sistema de cultivo	Descrição	O sistema tradicional constitui-se, basicamente, de um cabo de comprimento útil de até 100 m, somando-se às extremidades uma metragem equivalente a três vezes a profundidade do local. Esse cabo sustenta as cordas onde são fixados os organismos cultivados. Na extremidade superior das cordas de cultivo duas redes (de algodão e de poliéster) são amarradas em um cabo de propileno de 4 mm. Cada rede mexilhoneira de dois ou mais metros de comprimento é amarrada ao cabo madre distantes cerca de 40-50 cm entre si. Toda a estrutura é suspensa por flutuadores de pelo menos 60 L, ancorada pelas extremidades com âncoras de concreto de até uma tonelada ou estacas de ferro fixadas no sedimento.	Marenzi & Branco (2005)
	Dimensões de um <i>long-line</i>	100 m de comprimento (cabo madre) x 0,5 m de largura (espaço ocupado pelas cordas)	
	Área útil ocupada pela estrutura	50 m <sup>2</sup>	Área estimada considerando toda a extensão do <i>long-line</i> (incluindo os espaços necessários à fixação da estrutura flutuante): 190 m (comprimento) x 1 m (largura)
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1:10	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 10 vezes maior que a área ocupada pelos <i>long-lines</i> , em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
	Distância frontal entre	Entre 10 e 20 m	Distância calculada entre a primeira bóia de um <i>long-</i>

		Especificação	Observação
	unidades subseqüentes		<i>line</i> e a última do <i>long-line</i> subsequente.
	Distância lateral mínima entre <i>long-lines</i>	10 m	A distância lateral mínima deve considerar o tamanho das embarcações a serem utilizadas no manejo dos cultivos
	Material utilizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flutuadores (60 -75 L)</li> <li>• Cabos de polietileno DN 25 mm</li> <li>• Cabos de polipropileno - PVC _ DN 1 1/2"</li> <li>• Rede de malha de algodão</li> <li>• Redes mexilhoneiras malha 6</li> <li>• Caixas plásticas</li> <li>• Boia de sinalização</li> <li>• Peneiras para classificação dos mexilhões</li> </ul>	Gelli, 2007; Silva & Silva (2007)
	Estrutura de flutuação	Flutuadores tipo Bóia, com capacidade de 60 a 75 Litros.	
	Estrutura de ancoragem	Poitas de concreto de até 1.000 kg posicionadas nas extremidades dos <i>long-lines</i> .	Marenzi & Branco (2005)
	Vida útil média do equipamento	5 anos	Tempo médio estimado de duração da estrutura de sustentação, boia e lanternas submetidas à manutenção periódica. Algumas estruturas podem ter vida útil de até 10 anos.
	Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarcação de madeira, alumínio ou fibra de vidro</li> <li>• Guincho manual ou mecânico</li> <li>• Balsa de trabalho</li> <li>• Lavadora de alta pressão</li> </ul>	
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	Juvenis: 1-1,5 kg sementes/metro linear	Marenzi & Branco (2005); Gelli (2007)
	Tamanho médio final	7 cm de comprimento	
	Produtividade máxima	5,0-7,5 kg/m de corda	Marques (1994); Gelli (2007)
	Produção	4,5 toneladas de mexilhões/ <i>long-line</i>	Utilizando-se cordas de cultivo de 3 metros de comprimento

	<b>Especificação</b>	<b>Observação</b>
Taxa de sobrevivência:	75 – 95%	Marenzi & Branco (2005)
Nº de ciclos/ano	1	
Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Nenhum	Até o momento, a produção de sementes de mexilhões é inteiramente baseada na captação de sementes em bancos naturais ou então no uso de coletores. Não há ainda nenhum tipo de melhoramento ou alteração genética dos estoques.
Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Não se aplica	A espécie está estabelecida no litoral paranaense.
Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	Não há nenhuma previsão de uso de substâncias profiláticas ou terapêuticas nesse tipo de cultivo. Já em relação ao controle de organismos bioincrustantes, os produtores só deverão utilizar produtos licenciados para este fim.
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável	

Tabela 68. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) em *long-lines*.

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Crassostrea gigas</i>	
	Organismo	Ostra	
	Corpo Hídrico	Estuário e Região Costeira	
	Regime de cultivo	Semi-intensivo	
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	3 km	
Sistema de cultivo	Descrição	<i>Long-lines</i> constituídos basicamente de uma linha principal (cabo de 18, 24 ou 32 mm), com 70 m de comprimento útil, somando-se às extremidades uma metragem equivalente a três vezes a profundidade do local, ancorado por poitas ou por trados agrícolas presos ao fundo. Os <i>long-lines</i> são mantidos suspensos na água por meio de flutuadores (de plástico, fibra ou poliuretano), de volume entre 20 e 50 litros. Os travesseiros ou lanternas são sustentados ao cabo principal, em intervalos de 0,80 a 1,0 m entre si (70 lanternas/linha).	Em função da profundidade do local onde forem instalados (zonas estuarinas ou regiões costeiras mais profundas), cada <i>long-line</i> poderá comportar lanternas de 4, 5 andares, até 20 andares.
	Dimensões de um <i>long-line</i>	70 - 100 m de comprimento (cabo madre) x 1 – 1,5 m de largura (espaço ocupado pelas lanternas)	Em regiões costeiras poderão ser utilizados <i>long-lines</i> com mais de 100 m de comprimento, uma vez que não há limitações significativas de espaço.
	Área útil ocupada pela estrutura	100 - 200 m <sup>2</sup>	Área estimada considerando toda a extensão do <i>long-line</i> (incluindo os espaços necessários à fixação da estrutura flutuante).
	Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1:8	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 8 vezes maior que a área ocupada pelos <i>long-lines</i> , em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004.
	Distância frontal entre unidades subsequentes	Entre 10 e 40 m	Distância calculada entre a primeira bóia de um <i>long-line</i> e a última do <i>long-line</i> subsequente.
	Distância lateral mínima entre <i>long-lines</i>	3 - 5 m	A distância lateral mínima deve considerar o tamanho das embarcações a serem utilizadas no manejo dos

	Especificação	Observação
		cultivos. Em regiões costeiras expostas, recomenda-se uma distância mínima entre linhas laterais.
Tipos de lanterna	Caixa telada e lanterna-berçário de malha de 1 mm.  Lanterna intermediária, com pisos confeccionados com a mesma tela de malha 4 mm x 4 mm. Pratos com 40 – 50 cm de diâmetro.  Lanterna definitiva de malha 15 mm. Pratos com 40 – 50 cm de diâmetro.	
Material utilizado na confecção de lanternas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratos plásticos injetados com 40 – 50 cm de diâmetro</li> <li>• Malhas de 1 mm x 2 mm para sementes</li> <li>• Malhas de 4 mm para juvenis</li> <li>• Malhas de 15 mm e 20 mm para ostras adultas</li> <li>• Abraçadeiras para amarração</li> <li>• Grampos em aço inox para amarração das lanternas ao <i>long-lines</i></li> <li>• Cabos madre e calões.</li> </ul>	
Estrutura de flutuação	Flutuadores tipo Bóia, com capacidade de 20 a 50 litros.	As boia de 50 l apresentam dimensões aproximadas de 800 mm de comprimento por 350 mm de diâmetro, com detalhes de fixação nas extremidades.
Estrutura de ancoragem	Poitas de concreto de 150 a 400 kg ou trados agrícolas posicionados nas extremidades dos <i>long-lines</i> (um ou dois trados por extremidade).	
Vida útil média do equipamento	5 anos	Tempo médio estimado de duração da estrutura de sustentação, boia e lanternas submetidas à manutenção periódica. Algumas estruturas podem ter vida útil de até 10 anos.
Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarcação de madeira, alumínio ou fibra de vidro de cerca de 5m. Em caso de cultivos em zonas costeiras, recomenda-se o uso de balsas de manejo construídas com material resistente à fadiga e equipada com guincho mecânico e tamizadora</li> <li>• Guincho Manual e hidrolavadora (para empreendimentos em estuários)</li> <li>• Mesa de seleção e classificação</li> </ul>	Também é recomendável que cada unidade de cultivo tenha uma bomba hidrolavadora alta pressão e peneiras para seleção das ostras

		Especificação	Observação
Parâmetros produtivos e gerenciais	Densidade de estocagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juvenis: 550 ostras /andar</li> <li>Engorda: 60 ostras/andar</li> </ul>	Estes dados foram calculados para uma lanterna de 0,5 m de diâmetro.
	Tamanho médio final	8 - 10 cm/ostra	
	Produtividade máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 dúzias/andar</li> <li>25 dúzias/lanterna (5 andares) – 100 dúzias/lanterna (20 andares)</li> <li>1.750 (estuário) - 7.000 dúzias/<i>long-line</i> (região costeira)</li> <li>21.000 (estuário) - 84.000 ostras/<i>long-line</i> (região costeira)</li> </ul>	Os números aqui são apenas ilustrativos, uma vez que as características técnicas de cada sistema a ser instalado poderá variar segundo o número e o diâmetro de pratos, a distância entre lanternas e o comprimento útil do <i>long-line</i> .
	Taxa de sobrevivência:	30-50 % (berçário) 60-80% (juvenis) 70-90% (engorda)	
	Nº de ciclos/ano	1	
	Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em relação aos silvestres	Existência de sementes triploides no mercado	<i>C. gigas</i> apresenta uma grande potencial de melhoramento genético, havendo disponibilidade de sementes triploides no mercado internacional.
	Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Uso de sementes triploides	Por serem cultivadas em sistemas abertos, a possibilidade de controle de disseminação de ostras para o ambiente fica restrita às características reprodutivas e de recrutamento da espécie. Por isso, o uso de sementes triploide (animais estéreis) é uma garantia das segurança ambiental do cultivo de <i>C. gigas</i> .
	Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	Como as ostras se alimentam através de filtração em ambiente natural, não há sequer condições para o uso de substâncias profiláticas ou terapêuticas nesse tipo de cultivo. Já em relação ao controle de organismos bioincrustantes, os produtores só deverão utilizar produtos licenciados para este fim.
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável		

#### 4.3.5 Público a que se destinam

Os sistemas de produção de moluscos bivalves no interior das baías paranaenses deverão ser empregados basicamente em escala familiar e sistemas de produção de baixo impacto, sendo recomendados para pequenos produtores e para as comunidades pesqueiras. Não se recomenda a instalação de grandes empreendimentos comerciais no interior das baías para se evitar eventuais conflitos com os demais usuários desses ambientes.

Os cultivos a serem realizados em mar aberto, por sua vez, necessitam de maiores investimentos, por exigirem estruturas acessórias (barcos de apoio, sistema de sinalização, equipamentos de monitoramento e prevenção de acidentes) mais complexas e caras; capacidade financeira para custeio da produção; maior qualificação técnica e maior conhecimento do próprio mercado, uma vez que os riscos também são proporcionalmente maiores que nos cultivos realizados em zonas protegidas.

Por isso, o recomendado é que a exploração de empreendimentos em áreas marinhas expostas seja feita preferencialmente por médios e grandes empreendedores, que tenham acesso ao capital financeiro e humano para viabilizar seus empreendimentos.

Desta forma, embora os cultivos de moluscos bivalves em áreas marinhas possam ser explorados por pequenos produtores, os riscos e a conveniência disto devem ser previamente avaliados pelo MPA e pelas demais instituições envolvidas com a implantação dos parques aquícolas marinhos paranaenses. Isso não significa que os pequenos produtores ou comunidades pesqueiras devam ser excluídos desse processo, pelo contrário. Significa, porém, que antes de se habilitarem a isso deverão passar por um processo de articulação, organização (em associações ou cooperativas), capacitação e ainda buscar os meios financeiros para que possam investir na produção de vieiras e mexilhões em mar aberto.

#### 4.3.6 Escolha dos locais para demarcação dos parques aquícolas e necessidade de realização de estudos complementares

A escolha do local é um componente crítico para o sucesso operacional do cultivo de moluscos bivalves, que é realizado quase que exclusivamente *in situ*. A avaliação do potencial do local de cultivo foi, no presente estudo, baseada principalmente no desempenho das espécies-alvo, como por exemplo, pelos resultados nas taxas de crescimento e sobrevivência, embora também tenham sido considerados:

- Parâmetros físicos e químicos da água, como salinidade e temperatura;
- Abundância de fitoplâncton;
- Composição taxonômica local;
- Tipo de sedimento;
- Presença de doença e de organismos ou algas nocivas;
- Influências antrópicas na qualidade da água;
- Profundidade da água;
- Facilidade de acesso;
- Proteção contra eventos climáticos severos, e;

- Segurança.

Além disso, foram considerados aspectos ecológicos associados com a seleção local, questões sociopolíticas; avaliação das fontes potenciais de esgotos, poluentes e outros contaminantes prejudiciais ao cultivo de moluscos bivalves, bem como identificadas as fontes potenciais de conflitos.

Ainda assim, é preciso ressaltar que o objetivo principal do presente estudo foi a identificação de áreas para demarcação de parques aquícolas destinados ao cultivo de moluscos, mas que isso não esgota o assunto.

Contudo, ao contrário dos empreendimentos de cultivo de bijupirá em tanques-rede e gaiolas de grande volume, que estão sendo recomendados apenas para médios e grandes investidores, os cultivos de moluscos também poderão - respeitadas as especificidades - ser demandados por pequenos investidores ou por comunidades litorâneas.

Grandes investidores têm todas as condições de avaliar adequadamente questões como riscos, potencialidades, logística e viabilidade de seus empreendimentos. Contudo, os pequenos e médios investidores não terão as mesmas condições. Por este motivo, sugere-se que antes de promover a instalação dos parques aquícolas destinados ao cultivo de moluscos bivalves o MPA promova, em parceria com as instituições locais de pesquisa, estudos complementares que visem garantir a viabilidade técnica e econômica dos empreendimentos a serem instalados. Dentre estes estudos recomenda-se:

1- Uma análise financeira dos cultivos de moluscos, incluindo o detalhamento dos itens de investimento e custeio; dos possíveis sistemas de cultivo a serem empregados, das próprias espécies cultivadas e dos fornecedores de insumos;

2- Uma análise prévia criteriosa da estrutura, potenciais e exigências do mercado, canais de comercialização, distâncias entre as unidades de cultivo e os centros de processamento, tendo em vista as particularidades desse mercado.

3- Uma análise da logística e dos custos envolvidos para o escoamento da produção (meios de abastecimento de insumos, formas e locais de armazenamento, transporte até os locais de processamento, meios de comunicação a serem empregados para conectar produtores e compradores).

4- As possíveis fontes e condições de financiamento para instalação de fazendas de cultivo de moluscos;

5- Um estudo para definir formas de envolvimento das comunidades litorâneas nos cultivos de moluscos, o que implica em alternativas de mobilização, treinamento, capacitação e organização.

#### **4.3.7 Programa de Controle e Qualidade**

Os produtores, investidores e as próprias instituições de fomento envolvidas com os parques aquícolas deverão desenvolver e implementar um plano de controle e qualidade de todo o processo produtivo de cada parque.

Os planos, nos moldes de um APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) ou de outros programas de qualidade, devem estabelecer uma série de registros e procedimentos predeterminados que poderão inclusive ser auditados para se determinar se os procedimentos adotados e os resultados alcançados são adequados. Esses planos devem incluir, no mínimo, os seguintes elementos:

- Identificação dos produtores e georrefenciamento das unidades de produção;
- Identificação do local e métodos de obtenção de sementes;
- Relação de materiais e equipamentos mínimos e data de aquisição e de instalação;
- Cronograma de produção e cronograma de manutenção das estruturas de cultivo;
- Protocolo integrado de controle de predadores e organismos indesejáveis;
- Protocolo de contenção em caso de acidentes;
- Plano de redução e controle de desperdício;
- Relação de pessoal técnico envolvido, escalas de serviço e programas de requalificação;
- Planos de monitoramento ambiental;
- Sistema de gestão dos parques aquícolas, que deve incluir a documentação das ações de gestão dos empreendimentos, bem como as planilhas de monitoramento e controle do processo produtivo.

Os planos devem fundamentalmente permitir a contínua melhoria do processo produtivo e atualização periódica dos sistemas de produção, com base em inovações tecnológicas dos métodos e técnicas aquícolas.

Ainda que os parques aquícolas venham a ser explorados por pescadores ou por pequenos aquicultores, é fundamental que esses produtores registrem as principais operações ocorridas em suas fazendas marinhas (como, por exemplo: datas de início de cada ciclo de cultivo, problemas ocorridos, taxas de crescimento, especificações e datas de manejo e de despesca, quantidades produzidas, tipo de processamento realizado, destino da produção, dentre outros).

Importante ainda que esses registros sejam complementados com os dados de monitoramento ambiental da área de influência dos parques aquícolas, a ser realizado por instituição competente, posteriormente digitalizados e os dados, em conjunto, utilizados como ferramenta para análises de tendências, previsões e gestão desses parques aquícolas.

Cópias originais, em papel, de todos os registros feitos durante as operações devem ser mantidos para fins de arquivamento. Planilhas e registros informatizados podem ser utilizados como ferramenta para análises de tendências e previsões. Esses registros devem ser periodicamente revisados para se determinar se eles são realmente úteis e fornecem informações relevantes para as operações na fazenda marinha ou se devem passar por processos de atualização ou mesmo de substituição por registros mais relevantes.

#### 4.3.7.1 Montagem e instalação das estruturas de cultivo

É importante que todos os interessados em investir na malacocultura marinha só utilizem estruturas e equipamentos de cultivo nas áreas autorizadas que estejam de acordo com os padrões definidos para a atividade. Balsas de manejo, guaritas de vigilância e demais estruturas de apoio devem ser devidamente previstas nos projetos e aprovadas antes de serem instaladas nas áreas cedidas.

Durante a montagem e instalação das estruturas de cultivo deve ser prevista a sinalização para embarcações e demarcação das áreas de cultivo. As estruturas de sinalização deverão receber manutenção periódica, ser colocadas em quantidade suficientes. Devem, por fim, respeitar o disposto na NORMAM 11, um conjunto de normas da autoridade marítima que, em seu artigo 0108 relata sobre a localização de estruturas de cultivo para aquicultura, estabelecendo critérios e padrões para a instalação direta em meio aquático das estruturas utilizadas nos cultivos, incluindo os dispositivos de sinalização e demarcação.

Os produtores devem usar estruturas de cultivo que atendam aos padrões prevalentes na indústria aquícola. Além disso, todos os materiais devem ser adequados às condições operacionais do respectivo parque aquícola, sendo capazes de resistir às condições ambientais mais extremas no local e possuírem certificados de proteção contra raios ultravioleta.

Porém, como não existem normas nacionais ou internacionais que regulem a construção de *long-lines*, mesas ou balsas, os produtores devem dar preferência aos fabricantes e fornecedores mais renomados, com reconhecida *expertise* em malacocultura. Conhecer outros produtores que adquiriram previamente estruturas ou materiais de um determinado fabricante também é importante.

#### 4.3.7.2 Uso adequado de sistemas de ancoragem

Todas as estruturas de cultivo deverão estar adequadamente fixadas, sendo necessário:

- Marcar todas as linhas de ancoragem e cabos ou submergi-los suficientemente para evitar que os mesmos interfiram na navegação;
- Manter todas as estruturas e equipamentos dentro dos limites de cada área aquícola;
- Evitar que os equipamentos sejam arrastando e ou fiquem a deriva;
- Dimensionar adequadamente e definir todas as âncoras usadas para proteger jangadas, embarcações, estruturas flutuantes e equipamentos;
- Fixar adequadamente, monitorar as estruturas com regularidade e manter todos os equipamentos flutuantes fixos, e;
- Instalar as estruturas de cultivo em local de fácil acesso, que permita a realização de procedimentos normais de funcionamento, a fim de proporcionar espaço suficiente para facilitar as atividades diárias e minimizar os impactos para o ambiente e os usuários nas águas adjacentes.

A distribuição espacial dos equipamentos deverá primar pela eficiência operacional, desenvolvimento de funções naturais do habitat e de outros grupos de usuários nas águas adjacentes.

Os projetos dos sistemas de ancoragem das estruturas de cultivo devem ser adequados e compatíveis com o sistema de cultivo a ser utilizado. O layout desse sistema de amarração deve sempre considerar o tipo e as especificações das estruturas de cultivo. Por isso, os mecanismos de amarração devem ser compatíveis com as condições prevalentes no local e ser capazes de resistir às condições de utilização mais extrema.

#### 4.3.7.3 Uso de sementes selecionadas

Quaisquer que fossem as espécies de moluscos escolhidas para cultivo nos parques aquícolas paranaenses a principal limitação seria justamente a obtenção de sementes na quantidade, regularidade e qualidade necessárias à viabilização dos empreendimentos. Isso efetivamente tende a ocorrer inclusive com as três espécies escolhidas (ostra, vieira e mexilhão). No entanto, os desafios e perspectivas a serem enfrentados serão distintos em cada um desses grupos.

*C. brasiliiana* apresenta uma grande semelhança morfológica com *C. rizophorae*, o que se impõe como um fator complicador no que tange à extração de sementes de bancos naturais. Ainda que *C. brasiliiana* apresente crescimento bastante superior à *C. rhizophorae* e haver bancos relativamente numerosos de ostras no litoral paranaense, os sinais de que esses bancos estão em estado de sobreexploração começam a aparecer.

Por outro lado, apenas com desenvolvimento de pesquisas que permitam a produção eficiente e em grande escala de sementes de *C. brasiliiana* em laboratório - passo essencial para a própria viabilização dos parques aquícolas em médio e longo prazo - será possível estabelecer um programa de melhoramento genético através da seleção de linhagens adaptadas a diferentes condições ambientais ao longo do litoral brasileiro.

Hoje, *C. brasiliiana* é a principal espécie de molusco bivalve a ser explorada nos PLDM paranaenses, mas o planejamento e o estabelecimento de estratégias voltadas a solução do gargalo representados pela falta de sementes serão essenciais para a sustentabilidade da atividade.

No caso dos mexilhões, a totalidade da produção ainda é baseada na extração de sementes nos bancos naturais e, em menor percentagem, na captura de sementes assentadas em coletores no próprio ambiente de cultivo. Poucas instituições brasileiras possuem a tecnologia para produção em larga escala de sementes a partir de larvas produzidas em laboratório. Nos casos em que isso ocorre, entretanto, não há ainda nenhuma viabilidade econômica nesse processo. Da mesma forma, a seleção de linhagens e o melhoramento genético da espécie cultivada ainda são etapas em processo de desenvolvimento. No caso do litoral paranaense a obtenção de sementes será um fator bastante crítico à instalação dos parques aquícolas, pois os bancos naturais são bastante limitados e bastante suscetíveis a

impactos. Este é um problema que deverá ser discutido e solucionado antes da efetiva instalação dos parques aquícolas.

Segundo Schleder (2007), no Brasil a vieira *N. nodosus* tem sido cotada como uma espécie promissora, com grande potencial para a aquicultura. Ela apresenta excelentes características para cultivo, como crescimento rápido, boa aceitação no mercado e alto valor comercial. No entanto, seu cultivo ainda está em fase experimental. O início das pesquisas se deu em 1990 em Santa Catarina com projetos desenvolvidos pelo Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e, atualmente, três outras instituições estão envolvidas com o cultivo destas espécies, a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), a Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária (EPAGRI) em Santa Catarina e o Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía de Ilha Grande (IEDBIG) no Rio de Janeiro. As pesquisas têm sido focadas nos principais pontos críticos do seu cultivo, que, assim como o de outros pectínídeos, é a obtenção de larvas e sementes (moluscos jovens) de maneira sustentável para os produtores.

O caso da vieira parece ser o mais complexo de todos, pois vários estudos já demonstraram que a viabilidade de uso de coletores de sementes é ainda muito baixa e, para complicar ainda mais, os bancos naturais estão em geral sobreexplorados.

#### **4.3.7.4 Limpeza das estruturas de cultivo e controle dos organismos indesejáveis**

Os produtores deverão sempre adotar BPM nos seus empreendimentos. Tais práticas devem ter por objetivo, dentre outros, garantir as condições necessárias para que os cultivos sejam realizados dentro de parâmetros que não comprometam a viabilidade técnica e econômica dos empreendimentos. Dentre essas práticas está a limpeza periódica das estruturas de cultivo.

Embora a capacidade de controle das condições ambientais seja bastante limitada nos cultivos em *long-lines* ou mesas, as práticas de manejo adotadas podem afetar os níveis de estresse dos animais. Por exemplo, se as telas das lanternas estiverem colmatadas há uma redução das taxas de troca de água. Com menores taxas de renovação, as concentrações de oxigênio dissolvido tendem a ser reduzidas a níveis limitantes no interior das estruturas de contenção, bem como a disponibilidade de alimentos aos bivalves também será afetada.

O manejo das estruturas de cultivo também envolve a limpeza das conchas dos moluscos, que pode ficar repletas de *fouling*. Os organismos incrustantes comprometem o cultivo por formarem uma barreira física sobre a linha de crescimento nas valvas dos moluscos e dificultar a abertura para realização de atividades fisiológicas, como alimentação, respiração, defecação e eliminação de gametas.

Por outro lado, o próprio processo de limpeza pode provocar distúrbios físicos e também estresse aos moluscos bivalves. As lanternas ou travesseiros devem ser limpos ou trocados com frequência suficiente para que o fluxo de água através das suas malhas não seja

reduzido. A retirada dos organismos incrustantes das conchas deve ser rápida, mas sem provocar a quebra das bordas de crescimento das conchas. Estes procedimentos não devem ser tão frequentes a ponto de estressarem desnecessária e repetidamente os animais.

A maioria das plantas e animais que ocorrem naturalmente no ambiente tem pouco ou nenhum efeito adverso sobre as operações de cultivo de moluscos bivalves. Infelizmente, contudo, algumas espécies podem apresentar um impacto significativo sobre populações cultivadas.

A predação de moluscos comerciais continua sendo um dos principais obstáculos ao sucesso do cultivo em muitas áreas do mundo. Organismos incrustantes dificultam o manejo e podem causar severos prejuízos financeiros aos produtores.

### **Predadores e parasitos**

Métodos para prevenir, excluir ou controlar predadores e parasitos das espécies cultivadas, envolvem: escolha do local de cultivo, da época do ano para povoamento, das estruturas de cultivo, os métodos e a limpeza e remoção de predadores ou organismos incrustantes (Figura 53).



**Figura 53 - Retirada de organismos incrustantes da concha de uma vieira.**

Fonte: IEDBIG

No caso do Paraná, os cultivos de vieiras e mexilhões não serão feitos em áreas estuarinas, o que tende a reduzir consideravelmente a taxa de bioincrustação, embora não a eliminem. Além disso, o uso de estruturas submersíveis também pode gerar uma menor taxa de bioincrustação, ainda que esse continue sendo um problema inerente a qualquer cultivo realizado em área marinha.

Entre os predadores responsáveis por perdas econômicas na produção de moluscos bivalves destacam-se:

- **Mexilhões:** platelmintos, gastrópodes, equinodermos, peixes e aves;



Figura 54 - Sinais de predação em sementes de mexilhões *Perna perna*.

Fonte: Cochôa & Magalhães (2008)

- **Ostras:** poliquetas, gastrópodes (*Cymatium parthenopeum*, p. ex.), platelmintos (tubelária) do gênero *Stylocus* (Manzoni & Schmitt, 2006), peixes (baiacu, p. ex.), estrela do mar;

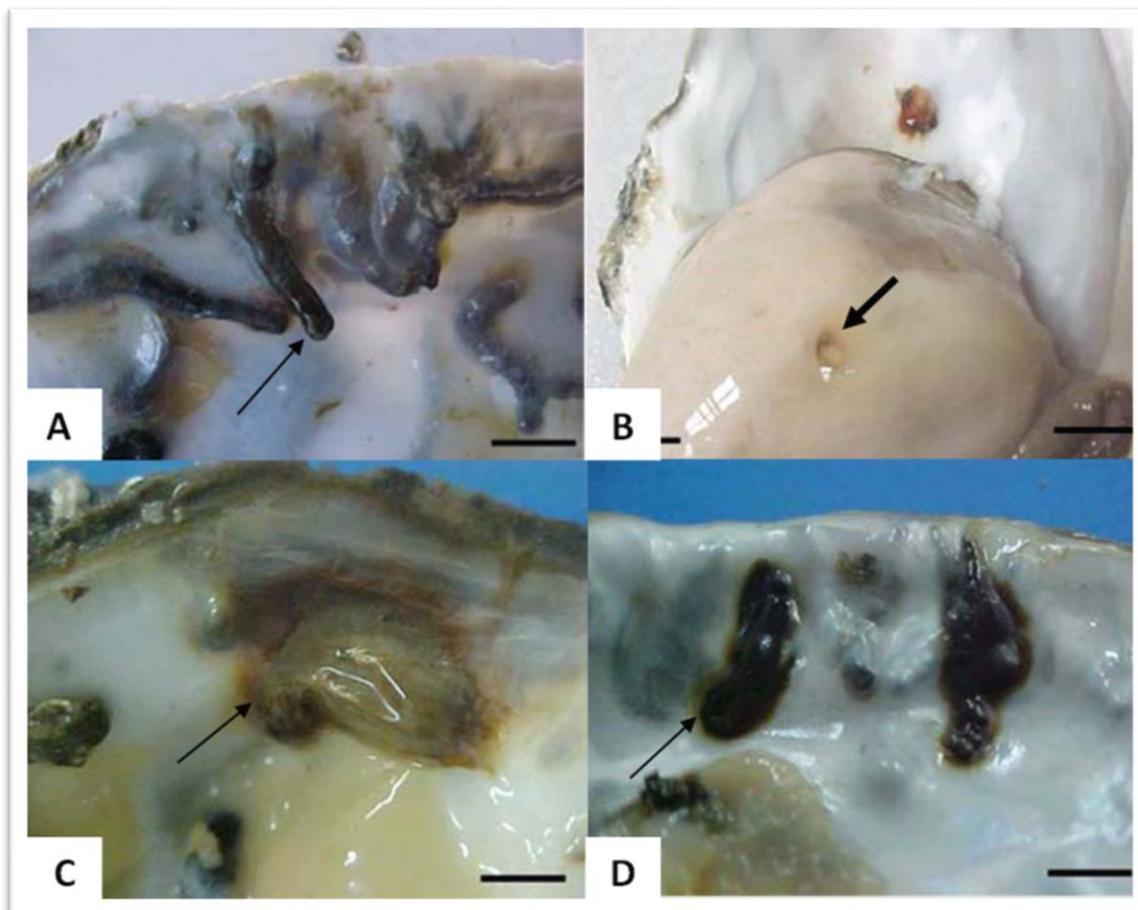


Figura 55. Polidiarise em ostras *Crassostrea gigas* (A) e *Crassostrea rhizophorae* (B), mostrando tubos (seta fina) e furo (seta larga) devido ao poliqueta *Polydora* sp.; bolhas de lodo em *Crassostrea rhizophorae* (C) e em *Crassostrea gigas* (D). Barra= 2cm.

Fonte: Sabry & Magalhães (2005).

- **Vieiras:** asteróideos, gastrópodes, braquiúros, lagostas e polvos (*Octopus vulgaris*) (Bernardino, 2007).

A predação de vieiras por polvos ocorre, sobretudo, em cultivos de fundo. Os polvos podem ser responsáveis pela eliminação de grande parte ou mesmo da totalidade dos recrutas produzidos. Vieiras maiores são predadas principalmente por gastrópodes, equinodermos e crustáceos. É comum encontrar as conchas perfuradas por poliquetas, que pode causar a redução no conteúdo de carne e, conseqüentemente, a diminuição do valor comercial e até a morte do animal. As reações de "defesa" destas espécies muitas vezes envolvem apenas o rápido fechamento das valvas proporcionando movimentos circulares do organismo em torno do seu próprio eixo e, conseqüentemente, um maior aprofundamento no substrato. Como os cultivos serão realizados longe do substrato, os animais ficam com poucas opções de se protegerem dos predadores, além das próprias telas ou malhas das estruturas de cultivo.

O desenvolvimento e implementação de um plano integrado de controle e manejo de predadores deve orientar a tomada de decisão e a definição de ações que tenham como base as estratégias mais adequadas para cada sistema de cultivo e espécie cultivada. O plano deve

ter como base o uso de métodos de controle que sejam, ao mesmo tempo, ambiental e economicamente sólidos e que estejam em concordância com as diretrizes das agências reguladoras. Esse plano de manejo integrado deverá incluir:

- Prevenção do acesso a organismos indesejável às estruturas de cultivo;
- Monitoramento regular da presença e danos causados por predadores;
- Monitoramento da densidade de predadores e demais organismos indesejados;
- Avaliação dos efeitos e da eficácia dos métodos de controle de organismos indesejáveis.

A seleção cuidadosa das áreas de cultivo é o melhor método para evitar a predação excessiva de moluscos bivalves. No caso de ostras também podem ser utilizados métodos como a exposição periódica das estruturas de cultivo ao sol, sua manutenção regular e o uso de sementes de alta qualidade. Outra técnica usualmente utilizada é transferir os animais para as áreas e estruturas de cultivo após atingirem certo tamanho a partir do qual sejam menos vulneráveis à predação. O uso de revestimentos especiais de redes, cabos ou demais estruturas de cultivo pode reduzir a presença de organismos indesejados, embora isso implique em aumento dos custos de produção. Estes revestimentos podem ser de material mais rígido, aumentando a resistência dos materiais e das estruturas de cultivo ou ser composto por produtos químicos que reduzam a ação desses organismos indesejáveis.

O uso de dispositivos que afugentam ou evitam o acesso de predadores deve ser cuidadosamente utilizado. Tais dispositivos não podem comprometer a sobrevivência de aves, mamíferos ou outros organismos aquáticos, ou mesmo comprometer a segurança de seres humanos, pelo entrelaçamento, emalramento ou encarceramento destes nas estruturas de cultivo.

### **Bioincrustações**

A bioincrustação é um problema onipresente para produtores de moluscos bivalves. Os organismos incrustantes podem fechar as aberturas da malha das redes, restringindo assim o fluxo de água, o que pode resultar na redução da disponibilidade de alimentos e dos suprimentos de oxigênio dissolvido. A maioria dos incrustantes marinhos se alimenta por filtração, competindo com os moluscos cultivados por alimentos. Além disso, incrustantes também restringem a abertura da concha, aumentando vulnerabilidade à predação e comprometendo a respiração e a atividade alimentar dos animais cultivados.

O tipo, frequência e severidade de ocorrência natural de organismos bioincrustantes dependem do tipo e localização dos cultivos e equipamentos, profundidade do cultivo, sazonalidade, carga de nutrientes e temperatura da água. A maioria dos organismos incrustantes faz parte do plâncton em um período ou em todo o ciclo de vida, são carregados pelas correntes até que encontram uma superfície adequada e adotam um estilo de vida bentônico.

Alguns organismos como as cracas, ascídias e briozoários se fixam nas estruturas que permanecem na água por algum tempo. Estes organismos podem se fixar em barcos, boia, trapiches e nas estruturas de cultivo, como flutuadores, bombas, lanternas, caixas, cordas e cabos. Eles competem por espaço, por alimento e aumentam o peso das estruturas de cultivo, dificultando o manejo.

Os produtores deverão aplicar um plano integrado de manejo de bioincrustação, que deverá ser definido e colocado em prática com o uso dos procedimentos mais apropriados para o combate a bioincrustação, com estratégias que não confrontem a legislação ambiental e que sejam economicamente sustentáveis.

A gestão dos problemas relacionados à bioincrustação deve fazer parte de uma abordagem global integrada, nos mesmos moldes que os métodos de manejo de pragas utilizados na agropecuária tradicional. Essa gestão integrada pode tanto envolver o uso de produtos químicos, quanto métodos de controle não-químicos de organismos incrustantes. Neste último caso, há necessidade de modificações nas práticas de manejo empregadas nos empreendimentos aquícolas.

O plano deverá incluir:

- A definição dos métodos a serem adotados para prevenção à bioincrustação;
- O monitoramento regular dos cultivos para detectar a presença e quantificar os danos causados por organismos bioincrustantes;
- A definição das densidades máximas de organismo bioincrustante tendo como base os níveis que são econômica, estética e ambientalmente aceitáveis;
- A avaliação dos efeitos e a eficácia de opções de controle da bioincrustação.

A exposição ao ar livre, ao sol, a imersão em água doce e ainda a remoção mecânica, com raspagem e atrito com o uso de rolo de limpeza e com jato de água são métodos empregados para o controle de incrustações. No entanto, esses métodos não se aplicam com a mesma eficácia para as três espécies a serem cultivadas no litoral paranaense, devendo ser cuidadosamente avaliados previamente.

Outra forma - de eficácia igualmente bastante variável - de se evitar ou minimizar os níveis de incrustação é adaptar o calendário do ciclo de produção com os picos de recrutamento das espécies que causam prejuízo aos empreendimentos aquícolas. Isso exige uma compreensão detalhada do ciclo de vida dos organismos incrustantes, de modo que os métodos de controle empregados possam ser direcionados estrategicamente para interferir no seu ciclo de vida e reduzir os níveis de colonização.

Porém, como as bioincrustações geralmente envolvem múltiplas espécies oportunistas, que colonizam todos os substratos disponíveis, seu controle integrado raramente é aplicado na aquicultura. Os planos de gestão integrada de bioincrustação implicam na realização do monitoramento e o acompanhamento regular da presença de organismos incrustantes.

Em casos mais extremos, a troca regular das estruturas de cultivo pode ser necessária. No entanto, essa prática implica em custos mais elevados e no aumento do nível do estresse a que os animais estão submetidos.

Em todos os casos, é importante que os organismos incrustantes não sejam despejados no próprio ambiente, pois essa prática, em longo prazo, pode proporcionar um aumento na velocidade de incrustação. Pelo mesmo motivo, não é adequada à lavagem das telas e malhas sob pressão no próprio ambiente, a menos que isso seja feito em condições de vazio sanitário. O ideal é que o material biológico retirado das redes seja transportado até uma base em terra e adequadamente descartado.

A limpeza no próprio local, com a subsequente eliminação dos organismos no ambiente só é recomendada se a profundidade local for pelo menos três vezes superior à profundidade das estruturas de cultivo, ou se a dinâmica local for bastante elevada, facilitando a dispersão desse material biológico desprendido das malhas.

Também se deve evitar que as substâncias químicas eventualmente utilizadas na limpeza das malhas sejam liberadas no ambiente. Nesse caso, o ideal é que a limpeza das estruturas de cultivo seja feita em terra.

O uso de produtos antiincrustantes só deve ser adotado em estruturas de cultivo se forem aprovados pelos órgãos competentes. Tais produtos geralmente são formulados com compostos a base de cobre, que criam uma camada tóxica na superfície da malha. Esse cobre vai sendo lentamente lixiviado, impedindo ou retardando as incrustações. Além de usar apenas produtos licenciados para uso em aquicultura, os produtores devem utilizar os antiincrustantes seguindo rigorosamente as instruções dos fabricantes.

Os trabalhadores, por sua vez, devem ser treinados no manuseio e na aplicação desses produtos, sempre utilizando equipamentos de segurança apropriados. Os locais de aplicação devem ser adequadamente ventilados e devem ser previstas medidas de contenção contra vazamentos durante a aplicação. Os tempos de secagem entre a aplicação dos produtos e a utilização das estruturas de cultivo também devem seguir as recomendações do fabricante. As aplicações devem prever formas de coleta dos produtos que eventualmente escorram das estruturas de cultivo durante a aplicação e secagem.

#### **4.3.7.5 Registro das operações realizadas na fazenda marinha**

As fazendas destinadas à mitilicultura, ostreicultura e pectinicultura deverão registrar sistematicamente em planilhas ou livros de registro todas as operações realizadas e identificar qualquer impacto ambiental eventualmente provocado. Sempre que forem promovidas alterações nas técnicas e métodos empregados no cultivo de moluscos bivalves (em todas as etapas do processo) as empresas e os aquicultores deverão incluir uma análise sobre os tipos e o grau de probabilidade de impactos ambientais que tais modificações possam acarretar.

Deve-se dar preferência a estratégias globais de produção que otimizem o processo produtivo e os índices zootécnicos alcançados, mas sem abrir mão da redução dos impactos

ambientais associados. Não menos importante será considerar e registrar procedimentos ligados à segurança dos trabalhadores, qualidade final dos produtos produzidos durante o planejamento e a execução de qualquer procedimento operacional.

#### **4.3.8 Programa de monitoramento ambiental**

Deve-se estabelecer um programa de monitoramento ambiental continuado para se analisar e documentar como os ecossistemas onde serão instalados os parques aquícolas reagirão às operações de produção de mexilhões, ostras e vieiras. Tal monitoramento também é importante para se distinguirem os impactos da exploração de outros impactos antropogênicos ou de eventos ambientais naturais.

Os programas de monitoramento tipicamente devem incluir critérios quantitativos e qualitativos que identifiquem tanto os impactos ambientais de menor severidade quanto aqueles considerados inaceitáveis. Esses programas devem ainda prever mecanismos para facilitar a comunicação e a interação entre os órgãos reguladores e os produtores, bem como identificar potenciais problemas ambientais e proporcionar incentivos para a adaptação das práticas aquícolas quando necessário.

Recomenda-se que as licenças e as cessões de áreas para instalação de empreendimentos sejam concedidas de forma concomitante à implantação dos planos de monitoramento ambiental. Em outras palavras, a expansão do número ou do tamanho dos empreendimentos deve ser fundamentalmente baseada nos resultados do monitoramento ambiental continuado das regiões onde forem instalados os parques aquícolas. Esta metodologia permitirá ainda que se realizem análises para determinação da capacidade máxima de suporte de cada parque aquícola com base em critérios muito mais factíveis, precisos e seguros que qualquer outro método.

#### **4.3.9 Estratégias de minimização de impactos ambientais**

##### **4.3.9.1 Sobre o ambiente bentônico**

Mudanças na condição original do sedimento e a redução da biodiversidade de organismos bentônicos podem ocorrer diretamente abaixo e no torno dos cultivos suspensos ou de fundo. Estas modificações são causadas pela deposição de fezes e pseudofezes, transferência de nutrientes da coluna d'água para o sedimento, resultando no aumento da carga local de nutrientes, aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e em casos extremos, a anóxia local.

A ocupação apenas das áreas indicadas nos PLDM, onde há uma maior dispersão de poluentes e a adoção de boas práticas de manejo durante o processo produtivo e de práticas de conduta responsáveis (dentre elas a utilização de densidades adequadas de cultivo), tendem a minimizar a ocorrência de alterações ambientais. Ainda assim, se a biodiversidade bentônica (macro e/ou microfauna) estiver significativamente alterada devem ser feitas tentativas de identificação da origem do problema e avaliação das possíveis práticas de

redução do mesmo. Se a biodiversidade continuar em declínio, poderá ser necessário realizar um vazio sanitário, para que os organismos originais se restabeleçam na área afetada. Por fim, se não for possível a coexistência entre os cultivos e a fauna original, é possível que a escolha do local tenha sido inadequada.

#### **4.3.9.2 Adoção de vazios sanitários**

Uma solução menos radical e muitas vezes bastante efetiva para se remediar eventuais impactos das estruturas de cultivo de moluscos bivalves sobre o ambiente bentônico é a adoção de "vazios sanitários".

Vazio sanitário é o intervalo entre os períodos operacionais em que as estruturas de cultivo ficam vazias, ou seja, fora de operação. O vazio sanitário pode ser usado para permitir a recuperação do local quando da ocorrência de impactos sobre o ambiente bentônico. Também pode ser empregado no gerenciamento de epizootias e como uma ferramenta de manejo integrado de pragas. Durante o vazio sanitário, as estruturas podem ser deixadas no local ou movidas para outra área.

O importante em um parque aquícola é que a adoção de vazios sanitários seja previamente planejada e gerenciada segundo os objetivos a serem atingidos. Por exemplo, ele poderá funcionar a contento se apenas alguns dos empreendimentos instalados em uma determinada região forem colocados em vazio sanitário para permitir a recuperação ambiental. Contudo, só funcionará em caso de epizootias se todos os empreendimentos de um determinado parque aquícola estiverem em situação de vazio sanitário.

Em ambos os casos, é necessário um rigoroso planejamento prévio e o estabelecimento de metas bem definidas e quantificáveis para se atingir um determinado nível de redução ou mitigação de impactos ambientais.

É importante também que se mantenham os registros exatos de todos os eventos de vazio sanitário e dos eventuais impactos ambientais que forem atenuados em uma determinada área ou parque aquícola. Além disso, os vazios sanitários devem ser entendidos pelos gestores públicos como parte de um amplo programa de monitoramento e de gestão ambiental integrada, o que implica na utilização de vários métodos combinados de gestão para redução e mitigação de impactos ambientais.

#### **4.3.9.3 Desenvolvimento de um plano de manejo de resíduos sólidos**

Fazendas marinhas que não utilizem os recursos naturais de forma adequada poderão ter problemas de ordem técnica ou mesmo legal que podem comprometer diretamente os investimentos realizados. Para evitar que isso ocorra é recomendável a adoção de Boas Práticas de Manejo, tais como, por exemplo, não eliminar resíduos gerados nas unidades de apoio diretamente no ecossistema, ou seja, no mar. Pelo contrário, deve ser um compromisso

plenamente assimilado por esses gestores das fazendas marinhas o controle e a eliminação adequada dos resíduos sólidos e líquidos gerados.

As empresas e cessionários dos espaços públicos da União que se qualificarem para a produção de ostras, mexilhões e/ou vieiras deverão desenvolver um plano de gestão de resíduos gerados durante as operações na unidade de produção. Todos resíduos (organismos incrustantes, animais mortos e materiais utilizados em embalagens em geral, cordas e redes de sucata e partes inutilizadas das estruturas de produção, além de resíduos produzidos pelos trabalhadores, incluindo restos de alimentos e fezes humanas) deverão ser identificados previamente, coletados, transferidos para bases em terra e adequadamente descartados.

Obviamente que há uma grande complexidade nesse tipo de operação de retirada, transporte e descarte de resíduos. Por isso, é recomendado que os gestores desses empreendimentos ou dos próprios parques aquícolas se preocupem sempre em buscar meios de reduzir o uso de materiais que possam gerar resíduos sólidos. O uso de materiais reutilizáveis ou recicláveis também pode ser alternativa a ser estudada.

#### **4.3.9.4 Destino dos resíduos orgânicos produzidos durante o cultivo**

Os produtores deverão manter um programa de reaproveitamento e/ou de destinação minimamente impactante ao meio, de resíduos gerados na malacocultura desenvolvida em sua propriedade. Como alternativas para destinação adequadas destes resíduos, os produtores poderão adotar os procedimentos descritos abaixo.

O principal resíduo gerado pela malacocultura são as conchas de ostras. Segundo Boicko (2010), o processamento das conchas para a obtenção da carga de carbonato de cálcio é relativamente simples, sendo necessário:

- Moagem a úmido, através de moinho de bolas, para uma distribuição granulométrica uniforme;
- Tratamento térmico (400 – 500 °C) para eliminação da água da moagem e retirada da matéria orgânica das conchas, e;
- Moagem a seco para desfazer a aglomeração das partículas de carbonato de cálcio causada pelo tratamento térmico.

Segundo Sant'Anna et al. (2007), pesquisas abordando o uso das conchas de ostra ainda são raras, principalmente no Brasil, onde a atividade de cultivos desses moluscos é recente. No entanto, estudos realizados nos últimos anos têm buscado alternativas para a utilização de resíduos da maricultura, pela utilização de conchas da ostra *Crassostrea gigas* como carga para produtos de PVC.

Da mesma forma, têm sido realizadas análises para aproveitamento de conchas para a confecção de compostos como argamassas e cimentos.

As conchas de moluscos bivalves têm sido utilizadas atualmente como fonte de carbonato de cálcio. O carbonato de cálcio pode ser usado na pavimentação de estradas (como filler para misturas betuminosas), pasta de papel (substituindo em parte a matéria prima vegetal), como mármore compacto para pavimentos e revestimentos, como adubos e pesticidas, na indústria da cerâmica (matéria prima para cerâmica de pasta calcária – faianças), na indústria dos tijolos, na indústria das tintas, na fabricação de espumas de polietileno, na indústria de talcos, na indústria dos vidros, na indústria de vernizes e de borrachas, na impermeabilização de lagoas, na selagem de lixeiras (material impermeabilizante), na correção de solos (calagem), medicamentos e carga em polímeros.

O carbonato de cálcio extraído das conchas de ostras também tem sido utilizado no Brasil como suplemento alimentar para reposição de cálcio no organismo. Estudos feitos com pessoas idosas no Japão confirmam que o carbonato extraído das conchas é mais bem absorvido pelo intestino e aumenta a densidade mineral dos ossos, principalmente na região lombar em pessoas com deficiência em cálcio e o suplemento auxilia também no combate e prevenção de osteoporose (Sant’Anna et al., 2007). Na Tabela 69 é apresentada uma relação de empresas que processam e de produtos medicinais feitos a base de carbonato de cálcio.

**Tabela 69. Medicamentos a base de cálcio de ostras. Fonte: Sant’Anna (2007).**

Nome do fabricante	Nome do produto	Município
Vitalnatus	Cálcio de ostras	Salto (SP)
Fontvit	Cálcio de ostras	São Paulo (SP)
Tiaraju	Cálcio de ostras	Santo Ângelo (RS)
Bionatus	Cálcio fort	São José do Rio Preto (SP)
Vitamed	Fixa-cal	Caxias do Sul (RS)
Catarinense Spa	Suplemento de cálcio a base de ostras	Joinville (SC)
Herbarium	Cálcio de ostras	Colombo (PR)
Phytomare	Cálcio de ostras e cálcio de ostras enriquecido	Governador Celso Ramos (SC)

Conchas de ostras também podem ser utilizadas como ingrediente de ração animal. Exemplo disto é observado em rações para aves à base de conchas de ostras trituradas e enriquecidas com 12 minerais (Figura 4). Seus componentes contribuem para uma boa digestão das aves, aumentando a eficácia da trituração dos grãos, de modo que todos os elementos nutritivos possam ser perfeitamente assimilados.

No Brasil, o CEFET/PR desenvolveu uma inovação para o sistema de Zona de Raízes em tratamento de efluentes domésticos. A alternativa utiliza conchas de ostras em camadas onde geralmente utiliza-se seixo rolado ou cascalho. No entanto, é necessário renovar periodicamente as conchas do tanque, devido à concentração de poluentes pela saturação de fósforo (Sant’Anna et al., 2007).



**Figura 56 - Produtos a base de concha de ostras. A) Carbonato de cálcio e B) Ração para aves.**

Fonte: Sant'Anna et al. (2007).

Estudos têm investigando a resistência de blocos para a construção civil com mistura de conchas de ostras e mexilhões (Batista et al., 2010), bem como da utilização como material de revestimento, com cerca de 40% de porosidade, capaz de contribuir para manter a umidade de um ambiente entre 40 e 60%, considerado ideal para o conforto humano. Esse material conhecido como "cerâmica de terra" é produzido a partir de conchas calcinadas (CaO), caulinita calcinada (MK) e óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) (Sant'Anna et al., 2007).

Conchas de moluscos bivalves também podem ser utilizadas no artesanato, para confecção de bibelôs, móveis, luminárias, esculturas, entre outros.

Assim, durante a realização dos estudos sugeridos para a avaliação da viabilidade logística e econômica dos parques aquícolas, pode-se incluir uma avaliação da viabilidade de utilização das conchas geradas para algumas dessas aplicações citadas.

#### **4.3.9.5 Combustíveis e lubrificantes**

Todos os parques aquícolas destinados ao cultivo de moluscos marinhos deverão ter um plano próprio de gerenciamento de combustíveis e lubrificantes e até de derramamentos de óleo e combustível na água. Isso implica em planejar e identificar antecipadamente a localização, os tipos de recipientes de armazenamento, os volumes e os tipos de todo e qualquer combustível e lubrificante derivados de petróleo utilizados durante as operações.

Há normas específicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas que disciplinam como esse armazenamento deve ser feito (por exemplo, NBR 15428/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Manutenção e de unidade de abastecimento; NBR 17505-2/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 2: Armazenamento em tanque e em vasos; NBR 17505-4/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 4 - Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis; NBR 17505-5/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 5 - Operações; NBR 17505-6/2006-Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 6 - Instalações e equipamentos elétricos).

Em caso da ocorrência de vazamentos, estes devem ser comunicados imediatamente ao Instituto Ambiental do Paraná ou ao IBAMA em tempo hábil, além de se iniciarem os procedimentos de contenção, reparo e limpeza.

#### **4.3.10 Controle de qualidade dos moluscos bivalves produzidos**

O processo de controle da qualidade dos moluscos bivalves produzidos nos parques aquícolas paranaenses deverá seguir uma série de normas específicas, mas inter-relacionadas entre si.

No Plano Nacional de Controle Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves, que está em fase de implantação, o MPA prevê a realização de levantamentos sanitários da orla, classificação das áreas de cultivo e de extração de moluscos de acordo com seu grau de contaminação e a manutenção de um programa de monitoramento da qualidade da água nestas áreas, quanto ao seu nível de contaminação.

O SEPES/DIPOA (Serviço de Inspeção de Pescado e Derivados do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal), juntamente com órgão estaduais, deverá credenciar as unidades e plantas de beneficiamento e depuração e promover a implementação de programas de certificação e Análise de Pontos Críticos de Controle (APCC) durante o transporte e manuseio destes produtos.

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), juntamente com órgãos estaduais, deverá implementar um programa de identificação e controle de surtos de infecção alimentar, rastreando, recolhendo e destruindo lotes contaminados, além de moluscos colhidos de áreas não monitoradas. A ANVISA também será responsável pela fiscalização nas etapas de transporte, distribuição e comercialização.

O DDA (Departamento de Defesa Animal) deverá ser responsável pela avaliação sanitária de moluscos transportados vivos entre áreas de cultivo e pela certificação de lotes de moluscos, de modo a atestar que os mesmos estarão livres de doenças parasitárias e virais que poderiam impedir a sua exportação, mesmo que esses não ofereçam risco ao consumidor.

Esta ainda sendo desenvolvido pelo MPA um plano de rastreabilidade de lotes de moluscos ao longo de toda a cadeia produtiva. Esse controle deverá ser possível através da identificação de lotes de moluscos, que receberão uma etiqueta plástica com um código numérico e de barras, assim que for colhido do mar e acondicionado nas embarcações. As informações e o código dessa etiqueta deverão acompanhar o lote de moluscos em todas as etapas da cadeia, desde a colheita passando pela depuração, processamento, transporte e comercialização. O mesmo código que constava na etiqueta do lote no momento da colheita deverá constar no rótulo do produto final, seja qual for sua forma de apresentação. Cada fornecedor da cadeia, seja este produtor, depurador, processador, transportador ou comerciante, deverá manter registros dos lotes de moluscos com que trabalhou e estes poderão ser periodicamente auditados pelo Conselho Nacional de Controle Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves para averiguação de não-conformidades.

#### 4.3.11 Qualificação e valorização da mão-de-obra

Os funcionários ou produtores que se envolverão nas atividades de manejo das fazendas marinhas devem passar previamente por treinamento e acompanhamento continuado em temas relacionados à biologia e às técnicas de cultivo de moluscos bivalves. Um dos objetivos deve ser fornecer a esse público uma compreensão básica das técnicas que ajudam a reduzir desperdícios e aperfeiçoar e aumentar a eficiência do processo produtivo.

O treinamento deve incluir a apresentação de informações de fácil compreensão sobre o comportamento dos moluscos, sua biologia, nutrição, fisiologia do estresse e monitoramento da qualidade da água. Os produtores e funcionários devem ainda ser capazes de monitorar o desempenho zootécnico dos animais.

No caso de empreendimentos médios ou grandes, sugere-se que os empreendedores estabeleçam mecanismos de incentivo de seus empregados que vinculem o pagamento de bônus ao alcance de metas de produtividade e de redução de resíduos em todas as fases de cultivo. Se uma empresa gerenciar cultivos em mais de um parque aquícola, pode incentivar a competições de desempenho entre as diferentes equipes técnicas.

#### 4.3.12 Segurança da fazenda marinha

Assim como qualquer instalação aquícola, *long-lines*, balsas ou mesas de cultivo podem ser objeto de furtos ou de vandalismo.

Quando os cultivos ocorrerem dentro de baías, poderão ser construídas estruturas flutuantes de apoio ao lado dos cultivos ou mesmo ser construídas casas em terra, mas com acesso visual às áreas de produção. Desta forma, o monitoramento será facilitado pela proximidade com o cultivo.

Para cultivos em mar aberto, há uma grande variedade de métodos e sistemas de vigilância, com custos e eficiência bastante variados. Podem ser instaladas estruturas flutuantes de apoio, posicionadas na região de cultivos; utilizados métodos remotos, como monitoramento por vídeo, radares, métodos hidroacústicos ou até por satélite. Radares e sistemas hidroacústicos podem ser ligados a sistemas de alarmes automáticos que notificam a fazenda quanto há um provável intruso.

No entanto, como a malacocultura em mar aberto é uma atividade ainda nova no país, não há uma *expertise* ou experiências consistentes que possibilitem uma avaliação mais realista sobre a incidência de prováveis problemas e suas soluções.

## 4.4 MACROALGAS

Ao contrário dos cultivos de peixes marinhos, as macroalgas constituem o grupo que potencialmente apresenta os menores riscos ambientais associados à sua produção aquícola. Por serem organismos autotróficos, não necessitam de nenhum tipo de alimento orgânico, pelo contrário, retiram os nutrientes da água, reduzindo os níveis de eutrofização locais. Assim, um plano de gerenciamento e controle dos cultivos de macroalgas é significativamente mais simples do que o necessário para o gerenciamento de parques aquícolas destinados ao cultivo dos demais grupos cultivados.

Há atualmente inclusive uma tendência mundial de integração entre os cultivos de macroalgas e de animais marinhos de interesse comercial em uma mesma região. Essa é considerada uma alternativa eco-tecnológica para redução de impactos da aquicultura (Hayashi et al. 2008). Esse tipo de integração pode contribuir para otimizar a produção e a produtividade das fazendas marinhas, melhorando os padrões de qualidade da água e até minimizando a frequência e a intensidade de eventos de marés vermelhas.

Embora seja uma atividade ainda em gestação no Brasil, bem como na maioria dos países da América Latina, a alginocultura apresenta um grande potencial de geração de renda a partir da produção de matéria prima para um sem número de aplicações industriais e alimentícias.

No presente PGC, ao contrário do que ocorreu em relação aos peixes e moluscos, e em função do pioneirismo da atividade, a maior parte das recomendações para estruturação, gerenciamento, controle e desenvolvimento da atividade não são relativas aos produtores em si, mas aos órgãos e instituições responsáveis pelo apoio, fiscalização e fomento da atividade.

### 4.4.1 O porquê da escolha da espécie

A escolha de *K. alvarezzi* como espécie indicada para cultivo nas áreas demarcadas do litoral paranaense, após o estabelecimento de parques aquícolas, não foi uma decisão simples.

As condições ambientais do litoral paranaense não são, reconhecidamente, as mais favoráveis para o cultivo comercial da espécie, como não o são para a maioria das algas de interesse comercial. As baixas temperaturas podem limitar significativamente o crescimento de *K. alvarezii* nos meses mais frios. As altas taxas de turbidez que caracterizam as zonas abrigadas do litoral paranaense, as elevadas velocidades de corrente e a frequência de tempestades em zonas marinhas expostas, também são fatores limitantes para o sucesso comercial da espécie no litoral do estado. Por esses motivos, outras algas foram também avaliadas antes de se optar por *K. alvarezii*.

Há duas décadas, por exemplo, a alga monostromática verde *Gayralia* sp. tem sido extraída esporadicamente por extratores do litoral paranaense e vendida a restaurantes de comida japonesa. Entretanto, além dessa produção ser ocasional, seus impactos econômicos regionais são ainda mínimos. O desconhecimento biológico sobre as espécies do gênero

*Gayralia* sp. do Paraná é de tal ordem que há grande possibilidade dessas espécies nem terem sido descritas ainda (Pellizari et al., no prelo). Pellizari et al. (2008) realizaram um experimento em escala piloto com *Gayralia* sp. no estado do Paraná, e concluíram que muitas questões ainda precisam ser respondidas antes que esse grupo possa ser cultivado comercialmente.

Em relação à *Hypnea*, outra alga nativa no litoral paranaense, a situação não é muito diferente. Como descrito no Volume 02 do presente estudo, o potencial de crescimento de *H. musciformis* é inquestionável, atingindo taxas diárias de até 21% (Lima, 2001). Mas, para que todo esse potencial biológico possa se converter em produção, em rendimento econômico, em geração de renda e empregos, é necessário que os eventuais gargalos tecnológicos, logísticos e comerciais sejam antes resolvidos. Em outras palavras, é preciso desenvolver pesquisas, transformar essas pesquisas em tecnologias e transferir essa tecnologia aos eventuais maricultores ou investidores. Autores como Oliveira Filho (2005) e Reis et al (2008) afirmam que a ausência de tecnologia de cultivo eficiente impossibilitou até aqui o cultivo *H. musciformis*.

*Hypnea musciformis*, assim como *Gayralia* sp. são espécies que, no futuro, poderão despontar como excelentes candidatas ao cultivo no litoral paranaense, mas, para isso, precisam superar a fase experimental em que se encontra sua tecnologia de cultivo.

O fato é que não seria recomendada uma eventual demarcação de parques aquícolas voltados especificamente à produção em escala comercial dessas espécies, como é o propósito primário dos PLDM, sem que haja uma tecnologia mínima para viabilizá-los e, quiçá, nem sequer conhecimentos mínimos sobre seus requerimentos ambientais.

Já em relação a *K. alvarezii*, a despeito das limitações comentadas anteriormente, há algumas importantes características que possibilitariam o início seu cultivo no estado:

a) A espécie tem sido amplamente cultivada em outras partes do mundo. No Brasil é cultivada experimentalmente desde 1995 e comercialmente desde 1998. Ou seja, existem tecnologias suficientemente dominadas para a sua produção regular e em escala comercial;

b) A espécie está sendo cultivada experimentalmente nos estados de vizinhos (São Paulo e Santa Catarina) e já foram realizados experimentos a campo no litoral paranaense. Assim, ainda que seja uma espécie exótica, não se pode argumentar que ela não foi introduzida no estado ou na região;

c) Apesar de submetida a um intenso e rigoroso monitoramento desde sua introdução no país, nunca foi observada a formação de tetrásporangios ou cistocarpos, condições mínimas necessárias para que a alga possa se estabelecer na natureza. Desta forma, embora exótica, há um elevado nível de segurança biológica para que seu cultivo não venha ocasionar impactos ambientais;

d) Além disso, as observações mostram que ramos desprendidos não conseguem sobreviver fora das estruturas de cultivo principalmente devido às baixas temperaturas, alta herbivoria, alta turbidez e o substrato lodoso típicos da região, o que impede a fixação dos propágulos. Essa é mais um fator que confere segurança ambiental ao cultivo da espécie;

e) Por fim, em relação à questão ambiental, a ausência de bancos de corais no litoral paranaense (outra das condicionantes para a ocorrência de problemas ambientais em outras partes do mundo, segundo Pereira et al., 2004), minimiza o potencial de bioinvasão da espécie,

f) Em termos produtivos, *K. alvarezii* começa a ser cultivada em maior escala em Santa Catarina, onde a temperatura média da água é inferior às temperaturas observadas no litoral paranaense. No Paraná o número de safras anuais será provavelmente superior ao de Santa Catarina, garantindo competitividade à produção regional;

g) Dentre as espécies com potencialidade para cultivo no litoral paranaense *K. alvarezii* é a que apresenta cadeia de processamento e comercialização mais desenvolvida e estruturada no país.

Assim, ainda que pesem as limitações apontadas anteriormente, *K. alvarezii* é a espécie que apresenta atualmente condições para mais rapidamente se estabelecer como atividade produtiva em escala comercial na alginocultura paranaense.

#### 4.4.2 Localização dos cultivos

Como o processo produtivo de macroalgas é totalmente dependente das condições ambientais, o estudo para a definição das áreas mais apropriadas para a instalação das unidades de produção é um fator primordial para o sucesso dos cultivos em escala comercial. Vários aspectos foram considerados e analisados no presente estudo.

Com relação ao fluxo de água, para o cultivo dessa e de qualquer outra espécie de algas, é necessário que haja correntes marinhas no local. É o movimento da água que traz os nutrientes e movimenta as plantas, fazendo com que recebam iluminação solar. Contudo, velocidades elevadas de corrente (acima de 50 cm/s) podem ser um fator limitante para o seu crescimento. Ambientes de alta hidrodinâmica podem provocar o rompimento dos talos, obrigando a realização de colheitas mais freqüentes. A elevada hidrodinâmica também dificulta as atividades de manejo dos cultivos.

Segundo Farias et al. (2009), a granulometria dos sedimentos é outro fator que afeta em vários aspectos os cultivos. Ela é um indicador da hidrodinâmica local e define o tipo de estrutura que poderá ser empregado para fixação do cultivo. Os fundos lodosos facilitam a fixação das estruturas, mas também indicam que poderá haver uma grande deposição de partículas finas sobre as algas, o que reduzirá o seu crescimento. Fundos constituídos por areia grossa ou fundos rochosos são indicadores de água de boa qualidade para o cultivo, mas, por outro lado, dificultam a fixação das estruturas de produção.

Com relação à batimetria, quanto maior for a profundidade local, maior será a dificuldade de se trabalhar, especialmente no que se refere à instalação e à manutenção das estruturas de cultivo. Por outro lado, a profundidade local na baixamar não deve ser tão reduzida a ponto das algas ficarem completamente expostas à dessecação.

Utilizando-se tais critérios, as áreas consideradas ideais para o cultivo de *K. alvarezii*, apresentam profundidades variando entre 2,5 a 5 metros, com sedimentos finos fluxo de

correntes entre 10 e 20 cm/s. Sugere-se ainda que seja sempre respeitada uma distância mínima de 50 metros entre costões rochosos e as unidades de cultivo.

#### 4.4.3 Estudos complementares

O objetivo central do presente estudo foi a identificação de áreas para demarcação de parques aquícolas voltados ao cultivo de algas marinhas.

Porém, é notória a necessidade de um maior desenvolvimento da tecnologia de produção, principalmente no que se refere à adaptação das técnicas de cultivo às condições locais; o desenvolvimento de estudos tecnológico-científicos relacionados ao desenvolvimento de cepas e cultivares de *K. alvarezii* de maior e mais rápido crescimento; e a avaliação da potencialidade técnica e econômica de espécies nativas produtoras de carragena. Também há a necessidade - talvez maior que em qualquer outro grupo a ser cultivado no litoral paranaense - da realização de estudos de viabilidade técnica, logística e econômica dos empreendimentos a serem instalados.

Sugere-se que antes de promover a instalação de tais parques aquícolas o MPA promova, em parceria com as instituições locais de pesquisa, estudos complementares para garantir a viabilidade técnica e econômica da atividade. Dentre estes estudos recomenda-se:

1- Uma análise financeira dos cultivos de algas, incluindo o detalhamento dos itens de investimento e custeio; dos possíveis sistemas de cultivo a serem empregados e da própria espécie cultivada (*K. alvarezii*);

2- Uma análise prévia criteriosa da estrutura, potenciais e exigências do mercado, canais de comercialização, distâncias entre as unidades de cultivo e os centros de processamento, tendo em vista as complexidades desse mercado.

3- Uma análise da logística e dos custos envolvidos para o escoamento da produção (meios de abastecimento de insumos, formas e locais de armazenamento, transporte até os locais de processamento, meios de comunicação a serem empregados para conectar produtores e compradores).

4- As possíveis fontes e condições de financiamento para instalação de fazendas de cultivo de macroalgas;

5- Um estudo para definir formas de envolvimento das comunidades litorâneas nos cultivos de algas, o que implica em alternativas de mobilização, treinamento, capacitação e organização.

#### 4.4.4 Público a que se destinam

Assume-se comumente que os pescadores profissionais são as pessoas mais aptas para o cultivo de algas marinhas pelo fato desse público estar totalmente adaptado à vida no mar. Segundo Smith & Renard (2002), na prática não é isso o que acontece. Os produtores de macroalgas mais bem sucedidos no mundo, de uma forma em geral, são homens e mulheres que desenvolvem ao mesmo tempo outras atividades produtivas geradoras de renda, pois são essas atividades que lhes permitem investir na atividade, suportar o período em que não há

retorno financeiro, bem como as perdas associadas às tempestades, às incrustações sazonais por epífitas, às perdas em períodos chuvosos que coincidem com a fase de secagem das culturas e às dificuldades na comercialização em épocas de grandes volumes de produção e de inevitável concorrência com outros produtores.

Assim, embora os empreendimentos voltados ao cultivo de macroalgas não impliquem em custos com ração, grandes investimentos em estruturas de cultivo ou mesmo em estruturas acessórias, e embora apresentem relativa simplicidade de manejo, eles exigem uma alta dose de profissionalismo e de planejamento para serem bem sucedidos.

Por outro lado, se houver articulação, organização e programas de capacitação, as características intrínsecas da alginocultura fazem dela uma atividade ideal para pequenos e médios produtores e até mesmo para as comunidades pesqueiras, que podem ter nos cultivos de macroalgas uma grande oportunidade de geração de renda.

No caso do litoral paranaense não se recomenda o uso de zonas abrigadas para instalação de grandes empreendimentos individuais de produção de macroalgas. Essa recomendação está fundamentada na instabilidade das condições ambientais naturalmente associadas às áreas estuarinas e aos eventuais conflitos que os grandes empreendimentos poderão gerar os demais usuários dessas regiões abrigadas.

#### 4.4.5 Sistema de cultivo

O método mais utilizado e mais produtivo de cultivo de algas euquematóides no mundo é o chamado *tie-tie*, em que as algas são presas individualmente a um cabo de polietileno. A produtividade neste sistema chega a ser 100% maior que a obtida no sistema de redes tubulares, em que as algas são colocadas dentro de uma rede que, por sua vez, é fixada nas balsas flutuantes (Ask et al., 2003).

Além disso, Ask et al. (2002) afirmaram que as redes tubulares não têm sido utilizadas com frequência em escala comercial porque, além de apresentarem menores taxas de crescimento, elas implicam em maior custo com material e tendem a ocasionar maiores incidências de problemas, como é o caso de surgimento de pragas.

No Brasil, a principal forma de produção comercial de *K. alvarezii* adotada até aqui tem sido a propagação vegetativa e a técnica de *tie-tie*, com *long-lines* fixados em estruturas de PVC, balsa flutuante, com rede de contenção de nylon colocadas sob os *long-lines* para minimizar a dispersão de mudas para o ambiente e para proteger a alga da ação da herbivoria. Apesar do uso dessa técnica ter se mostrado eficiente quando aplicada nas baías de Sepetiba e da Ilha Grande, seu manejo é artesanal e envolve um alto custo com mão-de-obra. Goes (2009), comparando as duas técnicas, concluiu que o tempo gasto no plantio e colheita foram muito menores quando se usou o método das redes tubulares. Além disso, as perdas na colheita também foram menores e os custos 20% inferiores. Os autores concluíram que a técnica de redes tubulares foi mais eficiente que o método do *tie-tie*, por apresentar menores custos e necessidades de manejo.

Como o método de *tie-tie* oferece menos segurança em relação à fixação das plantas nas estruturas de cultivo, o MPA vem priorizando os cultivos em redes tubulares como forma de assegurar maior segurança ambiental à atividade.

No entanto, essas divergências entre pesquisadores, assim como a discussão anterior sobre a espécie mais recomendada para o cultivo, mostra como ainda há muito que se avançar em termos de tecnologia de produção de macroalgas no país, inclusive com necessidade de aprimoramento dos sistemas de produção.

Outro problema a ser considerado é a baixa tolerância de *K. alvarezzi* aos valores mínimos de temperatura e sua alta exigência à águas com características tipicamente marinhas. Tais características praticamente inviabilizam o cultivo regular da espécie no interior das baías. Ainda que seu cultivo possa ser realizado com sucesso em determinadas épocas e condições ambientais encontradas nas baías, essa produção será sempre irregular e sujeita a elevadas perdas.

Já em zonas marinhas o cultivo é técnica e biologicamente possível na maior parte do ano. Porém, em invernos com registro águas muito frias, pode haver perdas de produtividade e mesmo riscos de perda total das culturas.

Assim, seguindo o que foi descrito na metodologia geral de seleção de áreas (vide página 127), a identificação de áreas para cultivo de *Kappaphycus* foi feita considerando-se um cenário menos crítico que o observado no inverno. Para isso, foi levada em consideração a situação mais rigorosa encontrada em meses de primavera, sendo então possível a identificação de áreas para o cultivo de *Kappaphycus* em zonas marinhas.

#### 4.4.6 Síntese dos sistemas analisados

**Tabela 70. Síntese do Plano de Controle para o cultivo de kappaphycus (*Kappaphycus alvarezii*) em balsas flutuantes e redes tubulares no litoral paranaense.**

		Especificação	Observação
Informações gerais	Espécie	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	
	Organismo	Macroalga	
	Corpo Hídrico	Região Costeira	Os cultivos realizados em períodos de mais baixas temperaturas estão sujeitos a perdas significativas de produtividade e até o comprometimento da viabilidade da cultura. Por isso, mesmo em zonas costeiras, deve-se avaliar o risco de cultivo da espécie durante o inverno.
	Regime de cultivo	Extensivo, em regime de safras anuais	As safras devem ocorrer preferencialmente entre os meses de setembro a junho, evitando-se os meses mais frios, quando as baixas temperaturas podem comprometer a sobrevivência das plantas.
	Distância mínima recomendada entre parques aquícolas	Não predefinida	Pelo tipo de atividade desenvolvida e pelo baixo impacto ambiental associado, não há razões técnicas para se predefinirem distâncias mínimas entre parques aquícolas adjacentes. O recomendável é que os empreendimentos sejam instalados concomitantemente ao processo de monitoramento ambiental, de modo que a expansão da atividade possa ser feita embasada nos parâmetros técnicos e ambientais.
Sistema de cultivo	Descrição	Cultivo em balsas flutuantes com redes tubulares. Cada balsa é composta por 30 quadras (5 x 3 m cada), sustentadas por tubos de PVC. Os módulos são conectados por cabos de polipropileno e em cada quadra são presas 9 redes de cultivo com as mudas de <i>K. alvarezii</i> . Cada rede dista de cerca de 30 cm entre si. Todo o conjunto pode ser fixado ao fundo por duas poitas de cerca de 400-800 Kg cada (dependendo da dinâmica local), ou então ou então por trados agrícolas, posicionados nas extremidades das estruturas.	Este modelo está sendo aqui utilizado apenas para efeitos de cálculos, podendo ser modificado para se adaptar as especificidades de cada área aquícola.
	Dimensões de uma balsa (quadra)	5 x 3 m	

	Especificação	Observação
Dimensões de um módulo	150 x 3 m	Considerando-se que um módulo será composto por 30 quadras.
Área útil ocupada pela estrutura	15 m <sup>2</sup> /balsa 450 m <sup>2</sup> /módulo	
Área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo/ área total da unidade	1: 8	Considerando o sistema proposto, incluindo a área de ancoragem, cada área aquícola ocuparia uma área mínima 8 vezes maior que a área ocupada pelas balsas, em concordância com o disposto na Instrução Normativa Interministerial Nº 06 de 31 de maio de 2004. No entanto, pelas características biológicas da planta cultivada, essa relação, tecnicamente, poderia ser inclusive inferior.
Distância frontal entre unidades subsequentes	10 m	A distância efetiva terá que ser calculada em função da profundidade de cada local, do comprimento e disposição da estrutura de ancoragem do módulo subsequente.
Distância lateral mínima entre balsas	5 m	
Material utilizado na confecção dos módulos	Tubos de PVC de 100 mm de diâmetro com as extremidades fechadas por caps, que servem de estrutura de sustentação do sistema de produção. As quadras são conectadas umas às outras por cabos de polipropileno (6 mm) e cada um possui um conjunto de 9 redes tubulares de nylon de 80 mm de abertura entre nós adjacentes.	
Estrutura de flutuação	A própria estrutura tubular, de polietileno de alta densidade, que compõe os anéis de sustentação das redes serve de meio de flutuação. Também podem ser utilizados para esse fim tubos poliestireno. Para manter as cordas-guia na superfície devem ser utilizadas boia demarcadoras.	
Estrutura de ancoragem	Poitas de concreto de 400 a 800 kg ou trados agrícolas fixados no substrato.	O tipo e as especificações da estrutura de ancoragem dependem do tipo de substrato, da profundidade e da hidrodinâmica local.
Vida útil média do	5 anos	Tempo médio estimado. Alguns elementos poderão apresentar

		Especificação	Observação
	equipamento		durabilidade inferior.
	Infraestrutura mínima de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Galpão de apoio em terra, com área exposta suficiente para secagem das algas.</li> <li>Embarcações para manejo e transporte das algas.</li> </ul>	
Parâmetros produtivos e gerenciais	Número inicial de propágulos/rede	12 mudas/m linear ou o equivalente a 60 mudas/rede tubular	
	Peso inicial dos propágulos	40-150 g	
	Forma de semeadura das culturas	No manejo de plantio pode ser utilizado um tubo de PVC, com 1 m de comprimento e 75 mm de diâmetro.	Esse tubo é inserido na rede tubular e por ele são colocadas as mudas. Depois o tubo é gradativamente retirado da rede, que é fixada na balsa. Na colheita as RT podem ser retiradas inteiras da estrutura de cultivo.
	Peso das plantas na colheita	600-700 g	Peso úmido
	Produtividade estimada	<ul style="list-style-type: none"> <li>5- 10 kg de matéria úmida/m linear/safra</li> <li>80 -110 g Matéria Seca/m<sup>2</sup>/dia</li> <li>1.800 - 2.500 kg Matéria Seca/módulo/safra</li> <li>9.000 - 15.000 kg Matéria Seca/módulo/ano</li> </ul>	O rendimento depende do teor de umidade da alga após a secagem prévia. Os produtores precisam comercializar seu produto com teor de umidade entre 18 e 30%. A remuneração recebida é inversamente proporcional ao teor de umidade. Já a relação entre matéria seca/matéria fresca não passa de 6 a 8%. Ou seja, para a indústria, após todo o processamento, cada 100 kg de alga fresca rendem de 6 a 7 kg de matéria seca.
	Taxa estimada de crescimento	0 - 7 %/dia	As taxas de crescimento das algas são bastante dependentes da temperatura da água e do grau de insolação. Os efeitos da sazonalidade climática certamente se farão representar nos resultados a serem obtidos em cultivos no litoral paranaense.
	Duração do ciclo de produção	45 a 65 dias	
	Nº de ciclos/ano	4 a 7	
	Teor de carragena	30-60%	Em relação ao peso seco
Nível de alteração genética dos indivíduos a serem cultivados em	Não se aplica	Por ser uma alga exótica, não estabelecida, não há como se comparar as plantas cultivadas com as nativas.	

	<b>Especificação</b>	<b>Observação</b>
relação aos silvestres		
Métodos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo	Aplicação dos planos de controle e qualidade e de monitoramento ambiental	As bases desses planos são apresentadas no presente estudo.
Uso de substâncias de valor profilático ou terapêutico, com registros legais	Não se aplica	
Técnicas de contingenciamento para controle de pragas e doenças	Aplicação de boas práticas de manejo e de Códigos de Conduta Responsável	

#### 4.4.7 Programa de controle e qualidade

Ainda que os custos e investimentos envolvidos na implantação de uma fazenda marinha de cultivo de macroalgas sejam proporcionalmente os mais baixos dentre todos os grupos potencialmente cultivados em escala comercial, é recomendado que os produtores/investidores, ou até mesmo os gestores públicos, através das agências de fomento e de extensão rural, desenvolvam e ponham em prática planos de controle e qualidade dos empreendimentos instalados e dos próprios parques aquícolas.

O plano, nos moldes de um APPCC ou de outros programas de qualidade, deve estabelecer uma série de registros e procedimentos predeterminados que poderão inclusive ser auditados para se determinar se gestão das fazendas e dos parques aquícolas é adequada. Esse plano deve envolver a participação direta de produtores e das instituições de fomento e de incluir, no mínimo, os seguintes elementos:

- Identificação dos produtores e georrefenciamento das unidades de produção;
- Identificação do local de obtenção das cepas a serem cultivadas, número de cepas obtidas e certificado de identificação da espécie cultivada emitido por instituição habilitada pelo MPA;
- Relação de materiais e equipamentos mínimos e data de aquisição e de instalação;
- Cronograma de produção e cronograma de manutenção das estruturas de cultivo;
- Relação de pessoal envolvido e programas de requalificação;
- Planos de monitoramento ambiental;
- Sistema de gestão dos parques aquícolas, que deve incluir a documentação das ações de gestão dos empreendimentos, bem como as planilhas de monitoramento e controle do processo produtivo.

É importante que todos os interessados em investir na no cultivo de algas marinhas só utilizem estruturas e equipamentos de cultivo nas áreas autorizadas que estejam de acordo com os padrões definidos para a atividade. Balsas de manejo, guaritas de vigilância e demais estruturas de apoio devem ser devidamente previstas nos projetos e aprovadas antes de serem instaladas nas áreas cedidas.

Ainda que os parques aquícolas venham a ser explorados por pescadores ou por pequenos aquicultores, é fundamental que esses produtores registrem as principais operações ocorridas em suas fazendas marinhas (como, por exemplo: datas de início de cada ciclo de cultivo, problemas ocorridos, taxas de crescimento, data de colheita, volumes colhidos, tipo de processamento realizado, quantidade de alga seca produzida, destino da produção, dentre outros). Para isso, livros de registro ou planilhas padronizadas e simplificadas deverão ser fornecidas aos produtores, que deve ser orientados sobre como preenchê-las e sobre como repassá-las ao MPA.

Importante ainda que esses registros sejam complementados com os dados de monitoramento ambiental da área de influência dos parques aquícolas, posteriormente digitalizados e os dados, em conjunto, utilizados como ferramenta para análises de tendências, previsões e gestão desses parques. Esses registros devem ser periodicamente revisados para

se determinar se eles são realmente úteis e se fornecem informações relevantes para as operações nas fazendas marinhas ou se precisam passar por processos de atualização ou de mesmo de substituição por registros de parâmetros mais relevantes.

A seguir serão apresentadas sugestões sobre itens que deverão ser incluídos nos planos de controle ou sobre procedimentos a serem adotados para viabilização dos parques aquícolas

#### **4.4.7.1 Importação e introdução de novas cepas**

Por ser uma atividade nova e empregar uma espécie exótica, será preciso que os produtores adotem protocolos de segurança, para, ao mesmo tempo, garantir a segurança ambiental e minimizar as chances de insucesso dos empreendimentos.

O ideal é que o processo de instalação dos parques aquícolas seja acompanhado de perto por instituições de pesquisa em aquicultura que tenham condições de promover a certificação quanto à espécie empregada pelos aquicultores; orientar quanto à obtenção e propagação de cepas; promover e orientar o processo de quarentena antes da introdução de novas cepas na região.

A variedade a ser introduzida na região deverá ser obtida de região geográfica o mais próxima possível (no caso, de Santa Catarina ou de São Paulo). Preferencialmente, que se possa levantar o histórico dessas cepas ou variedade no local de onde será obtida e avaliação dos possíveis problemas ocorridos nessa região de origem.

Devem-se rejeitar plantas obtidas de regiões onde tenha havido qualquer registro de impactos ambientais. Esse procedimento é bastante eficiente, considerando que, por exemplo, variedades que nunca animais de criação que, após vários anos, nunca demonstraram qualquer produção de esporos são consideradas como não-reprodutivas ou estéreis.

É importante que os produtores não importem ou introduzam novas cepas no estado sem a anuência do MPA e dos órgãos ambientais.

#### **4.4.7.2 Quarentena**

Procedimentos de quarentena deverão ser adotados sempre que houver transferências internacionais de material biológico ou mesmo transplantes entre distintos locais dentro do próprio país. Esse procedimento é importante para se reduzir o risco de introdução de doenças ou problemas de bioinvasão.

Deve-se prever uma instalação específica para quarentena de novas cepas, antes da sua utilização em cultivos. Essa instalação deve:

- 1- Ser isolada de outras estruturas aquícolas;

- 2- Evitar o contato dessas cepas com outros organismos aquáticos;
- 3- Contar com um sistema de abastecimento de água independente e da boa qualidade;
- 4- Contar com um sistema de descarga também independente, que possibilite o tratamento prévio dos efluentes e que não permita que os organismos escapem para o ambiente.

Sugere-se que as algas sejam mantidas em tanques independentes de fibra de vidro de até 4.000 l, abastecidos com água do mar filtrada através de filtros de 5 e de 1  $\mu\text{m}$ , mantidos com aeração adequadas, fornecida por sopradores de baixa pressão.

Inspeções visuais, utilizando-se uma lupa de vidro (aumento de 5x), devem ser realizadas nos talos mantidos em quarentena pelo menos duas vezes por semana, para monitoramento do crescimento de algas e identificação e exclusão de outros organismos associados. A água deve ser trocada preferencialmente duas vezes por semana. Os efluentes devem ser tratados com cloro (5,25%) por 24 h, na dose de 125 ml/m<sup>3</sup>, antes de serem descartados no solo, a pelo menos 300 m do mar.

As algas devem mantidas em quarentena pelo tempo necessário para garantir a segurança ambiental, de modo que quando os cultivos comerciais estiverem liberados na região, apenas essas linhagens sejam fornecidas aos produtores. Dessa forma, seria assegurado que outras linhagens não sejam introduzidas.

#### **4.4.7.3 Cultivos experimentais**

É certo que experimentos deverão ser realizados antes que os cultivos de macroalgas no litoral paranaense atinjam uma escala comercial. Neste caso, alguns cuidados poderão ser tomados.

É desejável se iniciarem os cultivos experimentais em áreas mais isoladas, como em áreas marinhas, próximo a ilhas ou em locais onde todos os potenciais problemas poderão ser contidos. Experimentos aquícolas não deverão ser realizados em áreas de nidificação de tartarugas, ou em áreas de conservação de uso restrito. Da mesma forma, os experimentos nunca devem ser realizados junto a zonas marinhas protegidas ou a parques marinhos.

#### **4.4.7.4 Unidades demonstrativas**

O eventual fracasso dos projetos ou empreendimentos voltados ao cultivo de macroalgas pode comprometer diretamente a própria indústria de carragena. Além disso, pode prejudicar a percepção pública sobre a atividade, especialmente no que se refere a eficácia e sustentabilidade dos meios alternativos de geração de renda e financiamento público de projetos de desenvolvimento.

A implantação de unidades demonstrativas antes ou concomitantemente à instalação dos parques aquícolas pode ser um fator importante para o sucesso e expansão dos cultivos em escala comercial. Além de permitir o treinamento e a capacitação de pessoal, a existência de unidades onde se possa desenvolver cultivos experimentais nas áreas potenciais para maricultura pode ser importante para o desenvolvimento de tecnologias de cultivo mais adequadas às realidades locais. As unidades demonstrativas podem, por fim, fazer o desenvolvimento inicial dos cultivares, servindo de ponte entre as unidades de quarentena e a fase de produção em escala comercial.

#### **4.4.7.5 Uso de propágulos selecionados de macroalgas**

Uma vez liberados os cultivos, apenas os propágulos (mudas) que passaram previamente por quarentena ou pelas unidades demonstrativas deverão ser fornecidos aos produtores. Ainda assim, apenas aqueles talos visivelmente limpos e saudáveis (sem tecidos necrosados, sedimentos, soltos ou com a presença de macroalgas, epífitas (por exemplo, *Ceramium* e *Polysiphonia*), ou animais) deverão ser utilizados.

Devem-se, ainda, escolher plantas vigorosas e saudáveis, com forte pigmentação, com a presença de propágulos vegetativo. As mudas devem ser obtidas apenas a partir dos topos dos eixos principais (ramos principais), cuja idade não seja superior a 6 a 8 semanas.

#### **4.4.7.6 Operação e manutenção das unidades de produção**

Para que as unidades produtivas atinjam o sucesso desejado, alguns procedimentos básicos operacionais e de manejo devem ser observados:

1- A fazenda deve ser constantemente visitada e monitorada pelos produtores;

2- Após início dos cultivos, os produtores deverão fazer medições e registros periódicos da performance das macroalgas em cultivos. Um ótimo parâmetro para isso é através da taxa de crescimento, expressa em peso úmido (Chapman, 1973; Sorokin, 1973). A taxa diária de crescimento, em %, pode ser calculada pela fórmula  $T.X. = [(Pt/Po)^{1/t} - 1] \times 100$ , onde Pt = peso em t dias e Po = peso inicial (ver Paula et al., 1999). Obviamente que não se pode esperar que todos os produtores façam esses cálculos, mas sim que sejam treinados a fazerem amostragens e pesarem regularmente os talos para que se possa chegar à quantificação das taxas de crescimento das algas em cada área aquícola, possibilitando uma comparação de resultados entre áreas e até mesmo entre parques aquícolas.

3- As algas devem ser mantidas limpas. A presença de algas epífitas e de organismos indesejados pode significar competição por nutrientes ou ocasionar perdas por pastejo das algas cultivadas. Isso significa ainda que espécies indesejadas de algas e todo e qualquer tipo de lixo que ficar aderido aos sistemas de produção devem ser periodicamente removidos da

cultura. A limpeza parcial do sedimento depositado sobre as algas (que vão impedir uma adequada absorção de luz) pode ser feita sacudindo-se vigorosamente as linhas de cultivo.

4- Partes das plantas que apresentem áreas brancas ou róseas, ou qualquer outra evidência de doenças, devem ser retiradas, transportadas até a costa e adequadamente descartadas para se evitar a proliferação de pragas.

5- Cordas ou redes em que ocorreram perdas de talos devem ser replantadas.

6- Plantas que apresentem crescimento lento em relação às demais também devem ser adequadamente descartadas e substituídas por talos de plantas que apresentem maiores taxas de crescimento.

7- As algas devem ser colhidas tão logo atinjam o ponto de colheita (em geral entre 6-8 semanas), e replantadas imediatamente para otimização do ciclo de cultivo. Plantas não colhidas até a época certa podem crescer demais, ficando mais suscetíveis a se quebrarem e se perderem. Plantas mais maduras também se tornam mais espessas e difíceis de serem adequadamente secas.

Além disso, os produtores deverão incluir como atividade diária de rotina o registro sistemático de todas as operações realizadas na fazenda marinha.

Esses registros, em última instância são parte essencial do processo de gestão. Somente através dos registros sistemáticos das operações, dos gastos e das receitas será possível avaliar se a atividade é rentável, se há condições de expandir a base produtiva, se há problemas técnicos não identificados através do acompanhamento de rotina da fazenda e, após a adoção das devidas medidas, se elas foram suficientes para solucionar os problemas.

O registro possibilitará o controle dos gastos totais; a identificação do quanto de combustível foi consumido em uma semana ou durante certos meses do ano; os resultados obtidos em termos de crescimento e produtividade das algas em cada época do ano, dentre uma série de outras informações relevantes.

Por isso, o livro ou as planilhas de registro deverão ser preenchidos diariamente. Se for deixado para o final da semana, por exemplo, há mais chances de que alguns pagamentos ou mesmo a contabilização de algas colhidas acabem sem o devido registro.

Os dados gerados deverão servir armazenados em um banco de dados que possa ser consultado por qualquer pessoa interessada e que permita inclusive se acessar informações sobre a viabilidade econômica e os benefícios sociais dos parques aquícolas.

## **4.4.8 Minimização de impactos**

### **4.4.8.1 Uso de materiais adequados**

Os materiais a serem utilizados para instalação dos sistemas de cultivo deverão ser os mais padronizados possíveis. Por exemplo, os flutuadores a serem utilizados não devem ser de metal, recipientes de produtos tóxicos, garrafas PET, dentre outros que podem promover impacto visual ou dano ambiental.

Quanto às estruturas de cultivo, o ideal é que sejam utilizadas balsas flutuantes com redes tubulares ou então, no caso do uso de outros sistemas, que contenham rede de proteção com malha igual ou menor que 40 mm, entre nós opostos sob as estruturas, evitando a perda de plantas para o ambiente e minimizando os riscos de ocorrência de impactos ambientais

### **4.4.8.2 Desenvolvimento de um plano de manejo de resíduos sólidos**

Ainda que a quantidade de resíduos gerados por unidades de produção de macroalgas seja relativamente baixa, em hipótese alguma deve ser permitida ou realizada a deposição desses resíduos (cordas, cabos, panos de redes, etc.) no mar.

Antes da instalação dos parques aquícolas deve-se desenvolver planos específicos de gestão de resíduos gerados durante as operações nas unidades de produção. Todos os resíduos sólidos deverão ser identificados, coletados, transferidos para bases em terra e adequadamente descartados.

### **4.4.8.3 Monitoramento ambiental**

Deve-se estabelecer um programa de monitoramento ambiental continuado durante todo período de funcionamento dos empreendimentos. O plano mínimo de monitoramento proposto é apresentado posteriormente neste mesmo volume.

Mas, em linhas gerais, é importante que estudos periódicos sejam realizados para monitoramento da formação de cistocarpos e tetrásporos nas plantas cultivadas, bem como de eventual – ainda que altamente improvável – dispersão e sobrevivência de propágulos em ambientes de substrato consolidado próximos às áreas de cultivo.

Parâmetros ambientais como a temperatura e a salinidade da água do mar devem ser medidos diariamente nos parques aquícolas. As análises devem ser realizadas preferencialmente na profundidade em que as algas serão cultivadas. Concentrações de nutrientes (nitrito, nitrato, amônio e fosfato dissolvidos) devem ser medidas periodicamente.

#### **4.4.9 Qualificação da mão-de-obra**

Como essa é ainda uma atividade nova, muito pouco ou nada conhecida pelas comunidades e por empreendedores do estado do Paraná, e como os cultivos a serem realizadas em zonas protegidas (nas baías do litoral paranaense) estão sendo direcionados aos pequenos produtores, será fundamental que o MPA ou instituições voltadas à extensão aquícola, promovam previamente o treinamento e a capacitação da mão-de-obra a ser empregada nos cultivos. Um dos objetivos deve ser fornecer aos produtores uma compreensão básica das técnicas de produção e manejo em todas as etapas do processo produtivo.

O treinamento deve incluir a apresentação de informações de fácil compreensão sobre a obtenção e manejo de mudas, a biologia da espécie, os cuidados com as estruturas de cultivo, a qualidade do produto.

No entanto, baseado nos sucessos de outras cadeias produtivas (como a do frango ou de suínos) é importante que o processo de qualificação de mão-de-obra seja feito a campo, na prática, envolvendo a identificação e correção de problemas e vícios no processo produtivo. A experiência dessas outras cadeias produtivas citadas mostra que as salas de aula não fazem parte do mundo desse público em potencial. Dessa forma, fóruns, seminários, aulas, têm uma efetividade baixíssima, devendo-se dar preferência pelo acompanhamento das atividades de manejo a campo.

#### **4.4.10 Segurança da fazenda marinha**

Assim como qualquer instalação aquícola, os parques aquícolas destinados ao cultivo de macroalgas não estão livres de furtos ou de vandalismo. Deste modo, ainda que as algas tenham um apelo menor que peixes ou moluscos cultivados, há necessidade dos produtores se preocuparem com questões mínimas de segurança para proteção dos materiais utilizados e das próprias algas cultivadas.

## 5 PLANOS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL (PMA)

---

### 5.1 BASES CONCEITUAIS

Por mais que se adotem os procedimentos recomendados nos Planos de Monitoramento e Controle, é muito improvável que a maricultura – bem como seria para qualquer outra atividade econômica - possa ser desenvolvida sem acarretar nenhum tipo de impacto adverso. Por isso, é fundamental que se estabeleçam os limites entre os níveis de impactos ambientais aceitáveis e os benefícios socioeconômicos que a atividade irá propiciar. Esses limites, por sua vez, devem ser assegurados a partir da geração e análise continuada de dados, que, por sua vez, devem estar previstos e obtidos a partir dos Planos de Monitoramento Ambiental (PMA).

O monitoramento nesses moldes pode abranger muitos temas e níveis de especificidade, incluindo as alterações ecológicas, as escalas temporais de impactos, a implementação de limites ou de zonas aceitáveis. Por isso, é importante reconhecer e caracterizar os impactos mais importantes e que não podem deixar de ser alvo de monitoramento e mitigação.

Os dados para monitoramento ambiental podem ser tanto baseados em análises realizadas *in loco* como em laboratório e, muitas vezes, incluem um "fator de segurança", utilizando uma abordagem baseada no princípio da precaução (SEPA, 1999). As técnicas utilizadas no monitoramento ambiental da aquicultura marinha devem ser eficazes o suficiente para fornecer os dados necessários para a implantação de PMA. Elas devem também, permitir a investigação das alterações ambientais de uma forma cientificamente rigorosa, mas sem comprometer a viabilidade econômica dos empreendimentos.

O "monitoramento", neste contexto, deve ser definido como "a coleta regular, geralmente disciplinada por regulamentação específica, de dados químicos, biológicos ou físicos, em locais pré-determinados, que possa avaliar e quantificar mudanças ambientais e ecológicas atribuídas à aquicultura" (GESAMP, 1996).

Segundo Telfer & Beveridge (2001), são muitas e consistentes as razões para se monitorarem os impactos ambientais da maricultura, dentre elas a necessidade de cumprimento das normas regulamentares de proteção e salvaguarda da qualidade ambiental.

Mas, além disso, a indústria aquícola é parte interessada - senão a maior - na manutenção da qualidade ambiental. Sem água de qualidade não há produtos aquícolas de qualidade. Ainda há uma tendência mundial de que os consumidores tenham, cada vez mais, a necessidade e o direito de ter a certeza de que estão adquirindo produtos seguros, cultivados em condições adequadas.

A falta de controle das condições ambientais é a principal causa do surgimento e disseminação de patologias em organismos aquáticos, que tantos prejuízos podem causar aos produtores.

Em caso de litígio com outros usuários dos recursos naturais, o monitoramento ambiental pode ser peça essencial para esclarecimentos de responsabilidades ou compensações.

Por todos esses motivos, a eficácia da gestão ambiental da aquicultura exige pesquisas continuadas para uma melhor compreensão dos processos ambientais associados às atividades aquícolas, incluindo a identificação de impactos, o desenvolvimento de métodos de controle e a validação do processo de decisão quanto às ferramentas utilizadas pelos gestores ambientais.

## 5.2 PROCEDIMENTOS EM COMUM A SEREM APRESENTADOS PELOS PMA

Não há uma forma única ou definitiva de se promover o monitoramento ambiental nos parques aquícolas marinhos, muitos artigos e livros têm sido publicados sugerindo métodos específicos e, não raro, divergentes entre si. No entanto, há, sim, um consenso de que as técnicas e planos de monitoramento devem ser decididos à luz dos parâmetros ecológicos sob investigação. Devem também levar em consideração o custo envolvido na obtenção das informações e os benefícios a elas associados.

No monitoramento dos efeitos ambientais da aquicultura, como em todos os estudos sobre alterações ambientais, os dados devem ser coletados em vários pontos, no tempo e no espaço, e preferencialmente comparados com dados pretéritos, obtidos antes da instalação das unidades de cultivo marinho (que poderão ser usados como valores de referência). Isto possibilitará uma compreensão sobre as mudanças ambientais temporais, que poderão ainda ser investigadas segundo sua origem - naturais, provocadas pela maricultura ou por outra(s) atividade(s) antropogênica(s).

Os dados obtidos e apresentados durante a realização do estudo para embasamento dos PLDM podem ser considerados como parte de um "estudo de base". Ou seja, procurou-se aqui compilar dados essenciais para compreensão dos ecossistemas costeiros e marinhos do estado do Paraná. Esses dados, além de servirem para uma projeção de possíveis impactos e para demarcação dos parques aquícolas, poderão ser futuramente utilizados para possibilitar a compreensão sobre a evolução da qualidade ambiental nas áreas de cultivo.

A responsabilidade pelo monitoramento ambiental e pela retroalimentação dos bancos de dados, que servirão para a tomada de decisões pelas instituições gestoras dos parques aquícolas, deverá ser compartilhada por todos os atores desse processo: produtores/empreendedores, Ministério da Pesca e Aquicultura, Instituto Ambiental do Paraná e Ibama. Espera-se ainda que as instituições de pesquisa e de tecnologia se envolvam no processo de monitoramento ambiental, seja de forma espontânea ou induzida por algum desses atores citados.

Esse monitoramento poderá ser iniciado antes mesmo da instalação das unidades de cultivo, estendendo-se por toda a fase de operação dos parques aquícolas.

Independentemente do tipo de organismo a ser cultivado no parque aquícola demarcado, o processo de identificação e monitoramento das fontes poluidoras deve ser contínuo, uma vez que a atualização dos dados do sistema de informação aumentará a eficiência na gestão dos parques aquícolas.

As fontes poluidoras deverão ser identificadas periodicamente e georreferenciadas pelos órgãos de gerenciamento e controle dos parques aquícolas marinhos do Paraná. A partir das informações coletadas sobre essas fontes, deverão ser elaborados/atualizados os mapas com a designação de cada trecho da orla que contenha parques e áreas aquícolas e as fontes

poluidoras diretas e indiretas. O volume da descarga de cada fonte deverá ser dimensionado. Sendo que:

- **Poluição direta:** é definida como uma descarga que tenha impacto direto na área de cultivo ou extração.
- **Poluição indireta:** é uma fonte de poluição definida como uma descarga que pode chegar às áreas de cultivo ou extração de forma indireta.

O levantamento sanitário será constituído da descrição de todos os fatores ambientais, incluindo fontes de poluição potenciais e reais, que tenham influência sobre a qualidade da água de um parque aquícola.

Para definição das áreas de influência e dos pontos de monitoramento ambiental adotados, deverão ser utilizados como ponto de partida, em todos os casos, os produtos compilados ou gerados durante a realização dos presentes PLDM paranaenses. Além, disso, sempre que necessário, deverão ser gerados dados e informações primárias a partir dos levantamentos *in loco*. Para efeito de definição, deverão ser investigadas fontes de contaminação pontuais e difusas, tais como:

- Rios, córregos, riachos e o nível de contaminação de suas águas;
- Estabelecimentos agropecuários e o escoamento para o mar das fezes dos animais criados;
- Rede de esgoto doméstico e industrial;
- Pontos de lançamento de efluentes e de águas pluviais;
- Estações de tratamento de efluentes (ETEs) e condição microbiológica de suas águas residuais;
- Portos, marinas, iates clubes, emissários e estabelecimentos flutuantes.

### 5.2.1 Parâmetros a serem analisados nos PMA's<sup>27</sup>

Adotaram-se aqui como parâmetros para análise e monitoramento da água de cultivo aqueles previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 e que podem apresentar relação direta com as práticas ou sistemas de aquicultura empregados. Essa Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

**Águas doces:** águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

**Águas salobras:** águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

**Águas salinas:** águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

---

<sup>27</sup> Baseado na Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

**Ambiente lêntico:** ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

**Ambiente lótico:** ambiente relativo a águas continentais moventes;

**Aquicultura:** o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

**Carga poluidora:** quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

**Cianobactérias:** micro-organismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

**Classe de qualidade:** conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

**Classificação:** qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

**Coliformes termotolerantes:** bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas, caracterizadas pela atividade da enzima - galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 – 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos (endotérmicos), ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

**Condição de qualidade:** qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

**Condições de lançamento:** condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

**Controle de qualidade da água:** conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

**Corpo receptor:** corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

**Desinfecção:** remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

**Efeito tóxico agudo:** efeito deletério aos organismos vivos, causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

**Efeito tóxico crônico:** efeito deletério aos organismos vivos, causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a

reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

**Efetivação do enquadramento:** alcance da meta final do enquadramento;

**Enquadramento:** estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

**Ensaio ecotoxicológico:** ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

**Ensaio toxicológico:** ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

***Escherichia coli (E. coli)*:** bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos (endotérmicos), onde ocorre em densidades elevadas;

**Metas:** é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

**Monitoramento:** medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

**Padrão:** valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

**Parâmetro de qualidade da água:** substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

**Pesca amadora:** exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

**Programa para efetivação do enquadramento:** conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

**Recreação de contato primário:** contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

**Recreação de contato secundário:** refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

**Tratamento avançado:** técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

**Tratamento convencional:** clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

**Tratamento simplificado:** clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

**Tributário (ou curso de água afluente):** corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

**Vazão de referência:** vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

**Virtualmente ausentes:** que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e,

**Zona de mistura:** região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, os corpos de água podem ser compostos por águas doces, salobras e salinas, e classificados segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes. Abaixo serão relacionadas às classificações desta Resolução para águas salobras e salinas, que representam interesse para o cultivo de organismos aquáticos nos PLDM.

As águas salinas são assim classificadas:

**Classe especial** - águas destinadas:

- À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

**Classe 1** - águas que podem ser destinadas:

- À recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- À proteção das comunidades aquáticas; e,
- **À aquicultura e à atividade de pesca.**

**Classe 2** - águas que podem ser destinadas:

- À pesca amadora; e,

- À recreação de contato secundário.

**Classe 3** - águas que podem ser destinadas:

- À navegação; e,
- À harmonia paisagística.

As águas salobras são assim classificadas:

**Classe especial** - águas destinadas:

- À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

**Classe 1** - águas que podem ser destinadas:

- À recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- **À aquicultura e à atividade de pesca;**
- Ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e,
- À 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.

**Classe 2** - águas que podem ser destinadas:

- À pesca amadora; e,
- À recreação de contato secundário.

**Classe 3** - águas que podem ser destinadas:

- À navegação; e,
- À harmonia paisagística.

### 5.2.1.1 Parâmetros hidrológicos em águas salinas

As águas salinas de classe 1, que inclui a destinação à aquicultura e à atividade de pesca, observarão as seguintes condições e padrões:

**Condições de qualidade de água:**

- Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por

instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológicos padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- Materiais flutuantes virtualmente ausentes;
- Óleos e graxas virtualmente ausentes;
- Substâncias que produzem odor e turbidez virtualmente ausentes;
- Corantes provenientes de fontes antrópicas virtualmente ausentes;
- Resíduos sólidos objetáveis virtualmente ausentes;
- Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida à resolução CONAMA nº 274/2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. 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 periodicidade bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- Carbono orgânico total até 3 mg/l, como C;
- Oxigênio dissolvido (OD) em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>; e
- pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

**Tabela 71. Padrões de qualidade das águas salinas quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos, como disposto na Resolução CONAMA Nº 357/2005.**

Padrões: Classe 1 – Águas Salinas	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 µg /L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 ml/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença)	0,031 mg/L P

<b>Padrões: Classe 1 – Águas Salinas</b>	
entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p.p'-DDT + p.p'-DDE + p.p'-DDD)	0,001 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β _ sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem 4-aminoantipirina)	60 µg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões relacionados na Tabela 71, aplicam-se os padrões contidos na Tabela 72, em substituição ou adicionalmente.

**Tabela 72. Padrões de qualidade das águas salinas quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos em situações de pesca ou cultivo de organismos, como disposto na Resolução CONAMA Nº 357/2005.**

<b>Padrões: Classe 1 – Águas Salinas</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Arsênio total	0,14 µg /L As
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2 - Dicloroetano	37 µg/L
1,1 - Dicloroetano	3 µg/L
3,3 - Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Ideno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

### 5.2.1.2 Parâmetros hidrológicos em águas salobras

As águas salobras de classe 1, que inclui a destinação à aquicultura e à atividade de pesca, observarão as seguintes condições e padrões:

#### Condições de qualidade de água:

- Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológicos padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- Carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;
- pH 6,5 a 8,5;
- Óleos e graxas virtualmente ausentes;
- Materiais flutuantes virtualmente ausentes;
- Substâncias que produzem cor, odor e turbidez virtualmente ausentes;
- Resíduos sólidos objetáveis virtualmente ausentes; e,
- Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274/2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá

exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de cinco amostras. Para a 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, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100 ml.

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. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

**Tabela 73. Padrões de qualidade das águas salobras quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos, como disposto na Resolução CONAMA Nº 357/2005.**

<b>Padrões: Classe 1 – Águas Salobras</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 µg /L As
Berílio total	5,3 ml/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
<b>Parâmetros orgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L

Padrões: Classe 1 – Águas Salobras	
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p.p'-DDT + p.p'-DDE + p.p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β _ sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos na Tabela 73, aplicam-se os padrões contidos na Tabela 74, em substituição ou adicionalmente.

**Tabela 74. Padrões de qualidade das águas salobras quanto a parâmetros inorgânicos e orgânicos em situações de pesca ou cultivo de organismos, como disposto na Resolução CONAMA Nº 357/2005.**

Padrões: Classe 1 – Águas Salobras	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg /L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L

<b>Padrões: Classe 1 – Águas Salobras</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
1,2 - Dicloroetano	37,0 µg/L
1,1 - Dicloroetano	3,0 µg/L
3,3 - Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Ideno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs – Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

### 5.2.1.3 Parâmetros mínimos a serem monitorados

Na Tabela 75 estão apresentados, de forma individualizada, os principais parâmetros, bem como suas respectivas unidades, que deverão ser monitorados durante as fases de instalação e operação dos diversos parques aquícolas. Os resultados gerados poderão ser confrontados com os obtidos em estações de referência ou, quando possível, com o disposto na Resolução do CONAMA Nº 357/2005, ou com outros instrumentos legais que venham a disciplinar o tema em questão.

**Tabela 75. Parâmetros físicos, químicos e biológicos mais importantes e cujo monitoramento é recomendado na área dos parques aquícolas marinhos do estado do Paraná. Os valores de referência indicam os limites geralmente reportados para o litoral paranaense.**

Compartimento ambiental	Parâmetro	Valor de referência para estuário <sup>28</sup>	Valor de referência para mar aberto <sup>5</sup>	Unidade
Água	Transparência (Disco de Secchi)	1,6 - 16,6	1,6 - 16,6	m
	Cor	ND <sup>29</sup>	ND	Mg Pt/L
	Turbidez	ND	ND	UNT
	Clorofila "a"	0,5 – 65	0,5 – 5	µg/L
	pH	6 - 8,7	7,6 - 8,7	-
	Temperatura <sup>30</sup>	12 – 34	ND	°C
	Salinidade	0 – 29	29 - 34	ups
	Carbono Orgânico Total (COT) <sup>7</sup>	0 – 24,2	ND	mg/L
	Oxigênio Dissolvido (OD)	4,3 – 10	5,1 - 9	mg/L
	NH <sub>4</sub>	0,4 - 10		µM
	Nitrogênio Total	0,04 – 17	< 2 - 9	µM
	Nitrito <sup>7</sup>	0 – 0,9	ND	µM
	Nitrato <sup>7</sup>	0,1 - 13	ND	µM
	Fósforo total	0,1 - 10	< 0,5 - 1	µM
Coliformes termotolerantes <sup>31</sup>	VL	VL	Cte/100 ml	
Comunidade fitoplanctônica	4x10 <sup>3</sup> - 15x10 <sup>6</sup> cél./L	4x10 <sup>3</sup> - 15x10 <sup>6</sup> cél./L	Estrutura quali-quantitativa indicando os principais grupos, como as cianobactérias, sua densidade (cel/L, cel/ml ou mm <sup>3</sup> /L) e a metodologia aplicada na sua determinação.	
Solo	Granulometria	ND	ND	mm
	Carbono orgânico total	ND	ND	g/kg
	Potencial redox (Eh)	ND	ND	V
	Relação C/N	ND	ND	-
	Comunidades bentônicas	500 – 160.000 indiv./m <sup>2</sup>	500 – 160.000 indiv./m <sup>2</sup>	Estrutura quali-quantitativa indicando os principais grupos, seus índices de diversidade e de abundância e a metodologia aplicada na sua determinação.

<sup>28</sup> SEMA (2006)

<sup>29</sup> ND – Dado não disponível

<sup>30</sup> Lana et al. (2001)

<sup>31</sup> VL- Verificar legislação específica para a espécie cultivada.

### **5.2.2 Treinamento e capacitação dos técnicos de campo**

Os técnicos que realizarão as amostragens a campo, deverão receber treinamento especializado, de modo a aperfeiçoar as coletas e garantir a qualidade e a representatividade do material amostrado. Com a padronização das coletas, serão reduzidos os riscos de contaminação e alteração das amostras.

### **5.2.3 Exigências para os laboratórios de análises**

Todas as análises laboratoriais deverão ser preferencialmente executadas por um laboratório ou instituição credenciada ou reconhecido pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, sendo que, todas as amostras coletadas deverão ser mantidas, transportadas e analisadas de maneira a assegurar a validade dos resultados analíticos.

O(s) laboratório(s) deverão apresentar um plano de garantia de qualidade que descreva: (a) a organização e a estrutura gerencial do laboratório; (b) o programa de treinamento de pessoal do laboratório, assegurando que todo o pessoal técnico seja qualificado, adequadamente treinado e supervisionado; (c) todos os procedimentos e métodos utilizados para coletar, manter, transportar e analisar amostras; (d) as medidas de controle de qualidade, sua frequência e limites de tolerância, para determinar o desempenho dos equipamentos; e, (e) o desempenho das análises, resultados de controle de qualidade, manutenção e calibração dos equipamentos.

### **5.2.4 Avaliação dos parques aquícolas, das práticas adotadas e dos resultados obtidos**

Este monitoramento e registro regular de informações técnicas deve ser comum para qualquer tipo de organismo ou de sistema de cultivo que vierem a ser empregados nos parques aquícolas e deverá englobar três conjuntos de dados: 1) a descrição dos parques aquícolas e suas interações; 2) o monitoramento dos parâmetros produtivos alcançados em cada parque aquícola; 3) a descrição das técnicas de manejo empregadas.

Este é um tipo de monitoramento que se confunde e se complementa com os Planos de Gerenciamento e Controle. Contudo, ele será uma ferramenta essencial para uma análise integrada dos processos que ocorrerão nos parques aquícolas e que terão consequências ambientais.

Anualmente, o MPA deverá fazer uma atualização sobre a localização e sobre a taxa de ocupação dos parques aquícolas; suas características estruturais; avaliação quanto à eficácia da aplicação dos Planos de Gerenciamento e Controle; identificação georreferenciada de novas fontes de poluição e contaminação; e monitoramento da interferência e eventuais conflitos com outros usuários (principalmente da pesca, navegação e turismo).



Os produtores, por sua vez, deverão ser orientados e capacitados para monitorar os principais parâmetros ambientais e produtivos obtidos a cada ciclo de produção. Com base no registro dos produtores, complementados com os trabalhos de monitoramento periódicos da qualidade da água e do sedimento realizado em uma escala mais ampla, em âmbito mais regional nos parques aquícolas, os gestores públicos poderão criar e abastecer um banco de dados com as informações sobre o monitoramento e o registro da rotina das unidades produtivas.

Além do conjunto de dados descrito anteriormente, o banco de dados deverá ser abastecido com informações sobre as técnicas de manejo adotadas para cada espécie cultivada e cada sistema produtivo empregado.

Este conjunto de dados será fundamental para se garantir a sustentabilidade ambiental dos parques aquícolas marinhos, além de possibilitar a gestão e o fomento dos parques aquícolas em bases técnicas consistentes.

### 5.3 PEIXES

Os PMA's devem ser conduzidos tanto por especialistas em ambiente marinho, quanto em aquicultura. Eles devem ter como ponto de partida os resultados apresentados nos presentes PLDM, mas serem adaptados às especificidades de cada parque aquícola, aos projetos de piscicultura que vierem a ser efetivamente instalados e às suas características operacionais. O que se pode propor neste momento são as linhas gerais, sobre as quais os PMA's deverão ser estabelecidos e gerenciados após a instalação das unidades de cultivo.

Tabela 76. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de piscicultura marinha do Paraná.

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
Descrição dos parques aquícolas e suas interações	Localização, ocupação, características estruturais, obras de instalação, aplicação dos planos de controle, identificação de fontes de poluição e contaminação, monitoramento da interferência de outros usuários (principalmente da pesca, navegação e turismo).	Mapeamento das unidades de cultivo instaladas nos parques e em áreas aquícolas: os PMA's devem considerar as sinergias ou possíveis efeitos cumulativos das unidades de produção que vierem a ser instaladas em uma área.	MPA/IAP/IBAMA	Anual
Descrição dos parâmetros zootécnicos	Espécie, densidades iniciais, peso médio inicial, biomassa inicial, expectativa de sobrevivência, peso médio final, biomassa final, taxa de conversão alimentar, quantidade de ração utilizada, etc.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Empreendedores	Por ciclo produtivo
Descrição das técnicas de manejo	Alimentação, medicação, tratamento de resíduos, ciclos de produção, etc.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Empreendedores	Registros diários e relatórios anuais
Monitoramento da qualidade da água	Temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, DBO, pH, propriedades ópticas (turbidez, sólidos em suspensão, transparência).	Medições através de equipamentos e registro em planilhas de monitoramento	Empreendedores	Diária
	Nutrientes: fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e clorofila.	Medições através de equipamentos ou de análises laboratoriais e registro em planilhas de monitoramento.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	No mínimo mensal
	Qualidade microbiológica	Monitoramento das concentrações de	Empreendedores	No mínimo

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
		coliformes termotolerantes e avaliação das comunidades fitoplanctônicas	MPA/IAP/IBAMA	mensal
	Metais e pesticidas	No caso de haver suspeitas quanto à presença de poluentes como metais ou pesticidas o ideal seria utilizar animais filtradores, como os mexilhões ou ostras, como organismos indicadores da sua presença no ambiente. As análises também podem ser feitas na carcaça dos peixes cultivados. As medições, por sua vez, devem ser feitas através de análises laboratoriais, seguidas de registro em planilhas de monitoramento e controle.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Metodologias amostral e analítica, bem como a frequência devem ser definidas caso a caso, conforme as evidências.
Monitoramento da qualidade do ambiente bentônico	Solo: granulometria, carbono orgânico total e potencial redox (Eh), relação C/N	Análises de solo em laboratório. Análises visuais (por vídeo), qualitativas ou semi-quantitativas, devem ser realizadas.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Anualmente
	Metais e pesticidas	Neste caso, havendo suspeitas quanto à presença de poluentes como metais ou pesticidas a concentração desses poluentes pode ser estudada diretamente no solo, através da sua	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Metodologias amostral e analítica, bem como a frequência devem ser

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RESPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
		coleta e realização de análises em laboratório.		definidas caso a caso, conforme as evidências.
	Comunidades bentônicas	Deve-se dar preferência à presença de comunidades com alto valor ecológico ou de interesse especial (por exemplo, peixes bentônicos). Além da identificação, os dados sobre a estrutura da macrofauna, riqueza de espécies, abundância, biomassa e diversidade deve ser monitorados. Análises visuais (por vídeo), qualitativas ou semi-quantitativas, devem ser realizadas.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Anual

Baseado em AZTI Founaton (2001); Telfer & Beveridge (2001).

### 5.3.1 Parâmetros a serem analisados nos PMA's

Os PMA's dos parques aquícolas devem se concentrar em aspectos que apresentem maior influência sobre os fatores ambientais e essencialmente, naqueles casos em que os fatores possam ser afetados pelo manejo adotado nas unidades de cultivo.

Como discutido anteriormente neste documento, o monitoramento ambiental deve ser decidido à luz dos parâmetros ecológicos sob investigação e também levar e consideração o custo envolvido na obtenção das informações e os benefícios a elas associados. Seria operacional e financeiramente impossível, além de seguramente desnecessário, exigir o monitoramento de todos os parâmetros previstos na Resolução CONAMA N°357/2005. Aliás, nem é esse o propósito da própria resolução.

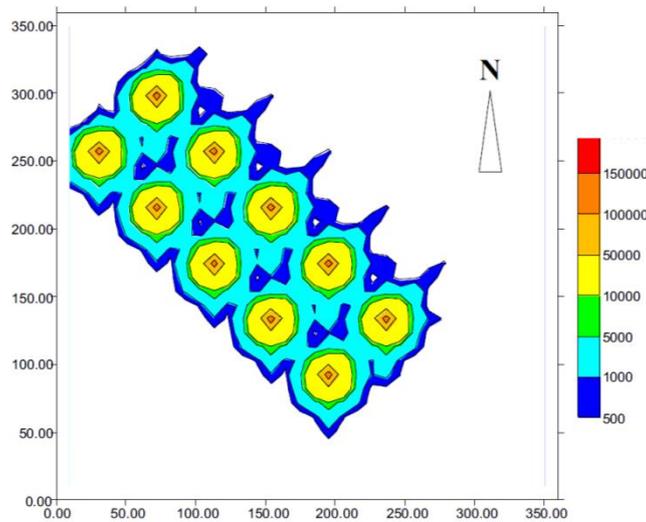
Como o principal impacto causado pelos cultivos de peixes em tanques-rede e gaiolas é a produção e liberação de resíduos para o ambiente, tanto na forma de compostos solúveis na coluna de água, como de partículas sólidas, que tendem a se depositar no fundo do mar, os parâmetros químicos e físicos a serem monitorados devem estar diretamente relacionados a esses resíduos.

Os resíduos solúveis podem ocasionalmente levar à deterioração da qualidade da água e à sua eutrofização, devido ao excesso de nutrientes. O monitoramento pode ser feito através da medição de seus efeitos ambientais diretos ou indiretos.

Alguns parâmetros são particularmente úteis para se determinar o aporte de nutrientes produzido pela piscicultura marinha, tais como: amônia ionizada e não-ionizada, nitrato, nitrito e fósforo dissolvidos na água da região onde a fazenda está instalada. Medidas indiretas de produtividade, por sua vez, podem ser feitas através da determinação das concentrações de oxigênio dissolvido, clorofila "a", turbidez e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), complementadas pelas medições de temperatura e de pH. No entanto, em ambientes de elevada energia, parâmetros como a clorofila "a", por exemplo, são importantes na determinação de "índices de eutrofização", mas só têm relevância se forem monitorados na escala do parque aquícola como um todo e não individualmente nos empreendimentos.

Medições e monitoramento de longo prazo dos efeitos provocados pelos resíduos solúveis são de difícil interpretação, uma vez que o ambiente marinho proporciona grande mistura e diluição deste material. Por este motivo, é muito importante realizar o monitoramento do material particulado que sedimenta na região onde foram instaladas as estruturas de cultivo.

Portanto, a análise deste material pode dar bons indícios para a avaliação dos efeitos dos cultivos sobre o ambiente, devendo-se, no entanto, considerar a direção dos fluxos de correntes. Isto porque os resíduos depositados abaixo das estruturas de cultivo normalmente formam um gradiente de efeitos que se diluem a medida que se distanciam do ponto de descarga. Os maiores impactos ocorrem imediatamente abaixo dos tanques-rede e gaiolas e a distância e sua extensão acaba sendo definida pela direção e velocidade das correntes principais (Figura 57).



**Figura 57 - Modelo de dispersão de material particulado em uma região com gaiolas para o cultivo de peixes marinhos. Os eixos representam distâncias, em metros, as unidades de contorno são apresentadas em g de Carbono.**

Fonte: Telfer & Beveridge (2001).

As mudanças ambientais podem ser monitoradas usando diversos parâmetros, tais como: alterações na composição do sedimento, diminuição nas concentrações de oxigênio dissolvido ou aumento das concentrações de enxofre - devido ao aumento da biomassa microbiana. Alterações físicas e químicas do sedimento podem ser investigadas por meio de análises granulométricas, determinação da concentração de carbono e de nitrogênio orgânicos, potencial redox e medições de sulfetos. Alterações biológicas podem ser monitoradas a partir de indicadores como: a presença de bactéria redutoras de enxofre *Beggiatoa*<sup>32</sup>; abundância de espécies indicadoras de enriquecimento de nutrientes e investigação da estrutura das comunidades bentônicas na área de influência dos tanques-rede e gaiolas (fauna e infauna associadas).

A estrutura das comunidades bentônicas é uma importante medida dos efeitos ecológicos da piscicultura marinha. Alterações na estrutura das comunidades bentônicas entre as áreas aquícolas e as zonas de referência devem ser objeto de monitoramento. Em complementaridade, pode-se realizar a comparação de abundância de biomassa entre as áreas estudadas. Esta comparação se baseia na relação entre as modificações de diversidade de espécies, o número de indivíduos e o grau de perturbação do ambiente.

Este método permite a escolha de um número relativamente pequeno de amostras, a ser utilizado para avaliar se um local é considerado estável, moderadamente ou totalmente perturbado. Além de ser particularmente útil na estimativa da qualidade do sedimento de

---

<sup>32</sup> *Beggiatoa* é uma bactéria filamentosa que forma manchas brancas sobre a superfície do sedimento em áreas com grande enriquecimento orgânico. É um indicador importante e de fácil observação. Sua presença sugere substanciais perturbações dos processos naturais bentônicos.

locais onde não há dados históricos existentes, também pode ser útil como parte de um estudo de base para novas explorações.

### **5.3.1.1 Parâmetros físicos e químicos de qualidade da água**

Deverão ser monitorados, no mínimo, os seguintes parâmetros físicos e químicos da água de cultivo de peixes marinhos: salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, seston e clorofila “a”.

Os resultados gerados deverão ser confrontados com os obtidos em estações de referência e ambos os conjuntos de dados interpretados segundo o disposto na Resolução do CONAMA nº 357/2005, ou em outros instrumentos legais que venham a disciplinar o tema em questão.

### **5.3.1.2 Padrões bacteriológicos de monitoramento e classificação**

Embora as áreas recomendadas para cultivo de peixes marinhos estejam localizadas em regiões marinhas de menor influência de processos antropogênicos em relação às áreas abrigadas, é recomendável que se promova a classificação e o monitoramento da qualidade microbiológica da água nos parques aquícolas.

Para a classificação microbiológica deverão ser levadas em consideração as condições de maré e de correntes no aumento da concentração de coliformes termotolerantes (fecais ou a 45 °C). Em casos em que haja influência da maré no nível de poluentes, deverá ser considerada a maré com maior contaminação para classificação da área. Deverá ser avaliada a frequência de eliminação de poluentes e fontes de poluição. Além disso, as áreas de cultivo deverão ser avaliadas quanto à presença de eventos aleatórios e intermitentes, descarga de instalações de tratamento de efluentes ou pelos transbordamentos de esgoto em áreas costeiras adjacentes e com eventual influência sobre as áreas de cultivo.

Para a realização das análises microbiológicas dos peixes cultivados, deverá ser utilizada como parâmetro de análise e processamento de amostras a Resolução RDC-Nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA, que contém o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (Tabela 79).

**Tabela 77. Padrões microbiológicos de pescado e produtos da pesca, regulamentados pela Resolução RDC-nº12 de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA.**

PESCADO E PRODUTOS DE PESCA						
Grupo de alimentos	Microorganismo	Tolerância para amostra indicativa	Tolerância para Amostra Representativa <sup>33</sup>			
			n	c	m	M
a) <b>pescado</b> , ovas de peixes, crustáceos e moluscos cefalópodes "in natura", <b>resfriados ou congelados não consumido cru</b> ; moluscos bivalves "in natura", resfriados ou congelados, não consumido cru; carne de rãs "in natura", refrigerada ou congelada.	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 <sup>3</sup>	5	2	5x10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
	<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	5	0	Ausente	-

Também será utilizada a Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que oficializar os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água.

No entanto, estas regulamentações poderão ser substituídas ou complementadas, de acordo com orientações do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

### 5.3.2 Metodologia de monitoramento

Há várias questões que deverão ser envolvidas na definição de um plano amostral específico para cada área, incluindo: a) a frequência de amostragem; b) a definição das estações amostrais; c) o método de amostragem de água e de sedimentos; e, d) o método de análise das amostras obtidas.

Mais uma vez, não existe um método fixo e único para se decidir sobre esses fatores, pois isso depende, fundamentalmente, da finalidade do monitoramento que será realizado. Além disso, a análise dos dados levantados poderá sempre indicar a necessidade de que outros aspectos sejam contemplados ou que a própria metodologia amostral seja modificada. Mais

<sup>33</sup> Para fins de aplicação de plano de amostragem entende-se:

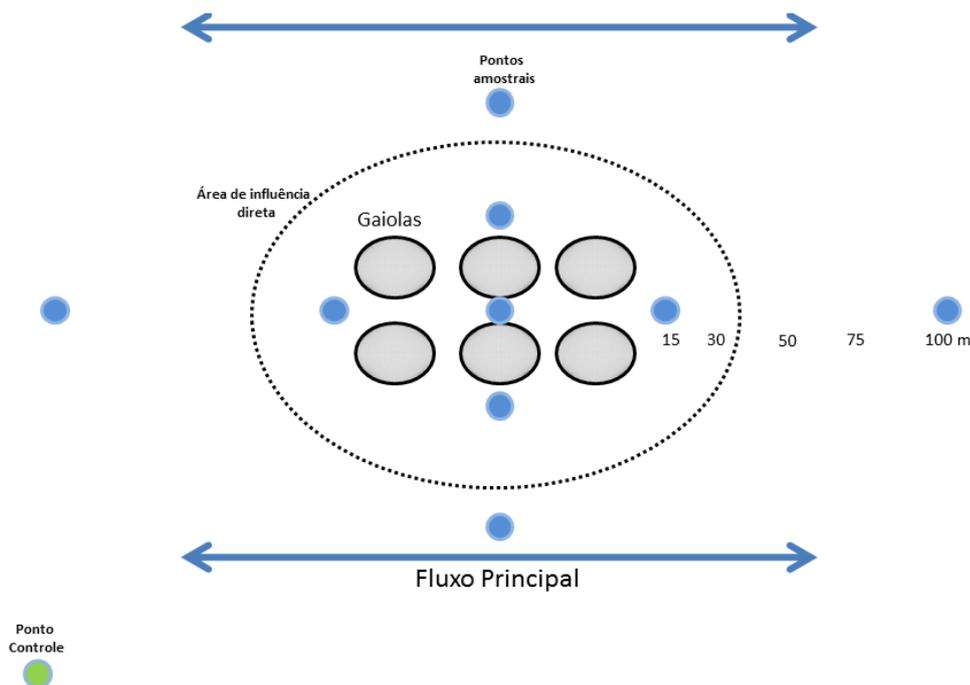
(a) **m**: é o limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável. (b) **M**: é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis. (c) **n**: é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente. Nos casos nos quais o padrão estabelecido é ausência em 25g, como para *Salmonella* sp e *Listeria monocytogenes* e outros patógenos, é possível a mistura das alíquotas retiradas de cada unidade amostral, respeitando-se a proporção p/v (uma parte em peso da amostra, para 10 partes em volume do meio de cultura em caldo). (d) **c**: é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M (plano de três classes). Nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", e é igual a zero, aplica-se o plano de duas classes.

uma vez, será a análise integrada dos dados e resultados que deverá orientar os esforços amostrais e possibilitar um monitoramento mais efetivo das áreas de cultivo.

Assim sendo, os planos amostrais não deverão ser necessariamente os mesmos para cada parque aquícola, mas sim dimensionados segundo as características específicas de cada parque na época do monitoramento, devendo ser levado em conta pelos gestores públicos:

- O número total de peixes cultivados;
- A biomassa estocada;
- A profundidade mínima do local durante a mais baixa maré de sizígia;
- O padrão predominante de corrente no local; e,
- O layout do parque aquícola.

As estratégias amostrais deverão buscar a otimização dos esforços para obtenção de dados, de forma que esses dados reflitam a real condição ambiental nas áreas de cultivo. A forma mais adequada de se fazer isso, segundo Telfer & Beveridge (2001) envolve a utilização de transectos alinhados em direção ao fluxo preferencial de corrente na área de cultivo (Figura 58). Segundo esses autores, o método de transectos é mais eficiente, ainda que estatisticamente menos rigoroso, que o método de amostragens aleatórias.



**Figura 58 - Exemplo de layout amostral para determinação das estações de coleta de dados em uma unidade de cultivo de peixes em gaiola de grande volume. Os pontos amostrais são posicionados a determinadas distâncias da gaiola, em função do fluxo principal de corrente.**

Fonte: Telfer & Beveridge (2001)

Os transectos são particularmente eficientes por permitirem uma investigação detalhada dos gradientes ambientais a partir de um ponto de descarga. Pelo menos um ponto controle deve ser estabelecido. Este ponto deve ser determinado a uma distância suficiente

para não ser influenciado pela descarga das unidades de cultivo, mas não tão distante a ponto de apresentar condições ambientais naturalmente distintas.

As amostras de água ao longo desses transectos poderão ser obtidas através de amostradores como o de Van Dorn ou de Nansen. Os amostradores de sedimento poderão ser operados remotamente, como os amostradores de agarra, dragas, redes de arrasto ou do tipo "corer". Também poderão ser utilizadas técnicas de mergulho, de fotografia, vídeo, ou o uso de sistemas remotos de "corers". Dragas e amostradores do tipo "corer" podem ser utilizados para recolher amostras quantitativas, que possibilitam análises precisas e facilmente comparáveis, tanto temporal quanto espacialmente, de dados físicos, químicos e biológicos. Fotografia e vídeo são métodos qualitativos ou semi-quantitativo, mas também funcionam bem quando o objetivo é fazer registros visuais rápidos e comparativos das alterações ocorridas no compartimento bentônico.

Tecnologias mais modernas, utilizando-se navios equipados com instrumentos sofisticados que permitem, por exemplo, a utilização de sonares de varredura lateral, têm sido empregados na caracterização dos tipos de sedimentos e para o mapeamento de biótopos nas regiões costeiras. Os resultados iniciais ainda são variáveis, mas há um potencial para no futuro se estudar grandes áreas do fundo marinho com rapidez e precisão.

Uma etapa de fundamental importância do monitoramento a ser realizado será a interpretação dos resultados e o estabelecimento de correlação entre as variáveis físicas e químicas com os parâmetros biológicos. De nada adianta se estabelecer um rigoroso processo de monitoramento ambiental se os dados não passarem igualmente por um criterioso processo de análises e de acompanhamento.

Porém, para no caso de estabelecimento de relações de causa e efeito entre parâmetros hidrológicos e produtivos isto é muitas vezes um processo complexo e até muito impreciso, devido à natureza altamente transitória do ambiente. Em relação aos sedimentos, em função da natureza mais estável do compartimento ambiental bentônico, estabelecer essas correções costuma ser algo menos complexo e quase sempre mais confiável. Pode-se, por exemplo, utilizar dados de abundância para análise de mudanças espaço-temporais em comunidades que vivem nos sedimentos e relacioná-los a parâmetros físicos e químicos e até mesmo aos insumos utilizados na piscicultura. Essas técnicas vão desde a comparação estatística da presença ou abundância de organismos indicadores através de análise univariada de parâmetros, como índices de diversidade e de uniformidade, até a classificação e comparação de toda a comunidade com as variáveis ambientais utilizando-se análise multivariada.

### **5.3.3 Plano amostral mínimo**

Ainda que os planos amostrais sejam específicos para as condições de cada parque aquícola, recomenda-se que algumas condições mínimas sejam respeitadas.

1) Pelo menos cinco pontos de amostragem deverão ser estabelecidos em cada parque aquícola. A definição desses pontos deverá ser baseada na dispersão dos resíduos principais gerados nos tanques-rede e gaiolas. Destes pontos, pelo menos um deve ser localizado abaixo do ponto onde as gaiolas estiverem instaladas. Dois outros devem servir como ponto de referência em áreas além da zona de influência das unidades de cultivo. Os dois restantes devem ser localizados em posições intermediárias entre os extremos.

2) A frequência de amostragem deve ser determinada segundo o compartimento ambiental. Compartimentos de grande variabilidade natural, como a coluna d'água, devem ser analisados mais frequentemente. Parâmetros como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, DBO, pH, propriedades óticas (turbidez, sólidos em suspensão, transparência) devem ser medidos diariamente. Nutrientes (fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e clorofila "a") deverão ser medidos no mínimo mensalmente, mas essa periodicidade poderá ser menor, caso se mostre necessário. Já o compartimento bentônico (sedimentos e comunidades) poderão ser amostrados em pelo menos duas campanhas amostrais realizadas em estações extremas (inverno e verão) ou, no mínimo, anualmente.

## 5.4 MOLUSCOS

### 5.4.1 Levantamento sanitário: controle e monitoramento de moluscos bivalves na etapa de cultivo ou extrativismo

Considerando que os casos de contaminação ambiental incluem tanto riscos naturais, como a presença de biotoxinas, como contaminantes antropogênicos - contaminação por metais pesados proveniente de resíduos industriais, bactérias e vírus carregados pelos efluentes sem tratamento adequado -, o controle e o monitoramento de moluscos bivalves nas áreas de cultivo e extrativismo deverão envolver:

- O levantamento sanitário dos parques aquícolas e das áreas de extração de moluscos, abrangendo a:
  - a) Identificação e georreferenciamento das fontes de poluição potenciais e reais que possam afetar a área de cultivo ou extração;
  - b) Determinação das distâncias das fontes de poluição até a área de cultivo ou extração e o impacto de cada fonte sobre ela; e,
  - c) Avaliação da confiabilidade e da eficiência das estações de tratamento de esgoto ou de outros sistemas de tratamento de efluentes.
- A aplicação de padrões (microbianos e toxicológicos) de monitoramento e classificação, regulamentados pela legislação nacional vigente ou como recomendado pelo MPA;
- O levantamento das condições físicas e químicas da água de cultivo e/ou extração;
- A classificação, sob o ponto de vista da qualidade sanitária, das áreas de cultivo ou de extração;
- O monitoramento da presença de biotoxinas marinhas nas águas de cultivo e de extração de moluscos bivalves;
- O monitoramento de áreas de cultivo ou de extração próximas a marinas, iates clubes e portos;
- O monitoramento de pontos de extração e produção, de modo a definir quando da necessidade de realização da depuração natural ou da controlada; e,
  - A realização da colheita, transporte, acondicionamento e análises seguindo regulamentações vigentes ou conforme recomendações do MPA, de modo a assegurar a confiabilidade das análises.

Tabela 78. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de malacocultura do Paraná.

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
Descrição dos parques aquícolas e suas interações	Localização, ocupação, características estruturais, obras de instalação, aplicação dos planos de controle, identificação de fontes de poluição e contaminação, monitoramento da interferência de outros usuários (principalmente da pesca, navegação e turismo).	Mapeamento das unidades de cultivo instaladas nos parques e em áreas aquícolas: os PMA's devem considerar as sinergias ou possíveis efeitos cumulativos das unidades de produção que vierem a ser instaladas em uma área.	MPA/IAP/IBAMA	Anual
Descrição dos parâmetros zootécnicos	Espécie, densidades iniciais, tamanho/volume médio inicial, biomassa inicial, expectativa de sobrevivência, tamanho/volume médio final, biomassa final, etc.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Empreendedores	Por ciclo produtivo
Descrição das técnicas de manejo	Seleção dos animais, retirada de <i>fouling</i> , tratamento de resíduos, ciclos de produção, etc.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Empreendedores	Registros diários e relatórios anuais
Monitoramento da qualidade da água	Temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, DBO, pH, propriedades ópticas (turbidez, sólidos em suspensão, transparência).	Medições com equipamentos e registro em planilhas de monitoramento.	Empreendedores	Diária
	Nutrientes: fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e clorofila.	Medições através de equipamentos ou de análises laboratoriais e registro em planilhas de monitoramento.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	No mínimo mensal

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
	Qualidade microbiológica	Monitoramento das concentrações de coliformes termotolerantes e avaliação das comunidades fitoplanctônicas.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	No mínimo mensal
	Biotoxinas marinhas	Monitoramento da presença de saxitoxina e análogos, toxinas lipofílicas do grupo do ácido okadáico, incluindo dinofisitoxinas 1, 2 e 3 ácido domóico (AD) e análogos, toxinas lipofílicas do grupo yessotoxinas, incluindo yessotoxina, 45-OH-yessotoxina, homo-yessotoxina e 45-OH-homo-yessotoxina, toxinas lipofílicas do grupo azaspirácidos, incluindo azaspirácidos 1, 2 e 3.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	No mínimo mensal
	Metais pesados e pesticidas	No caso de haver suspeitas quanto à presença de poluentes como metais pesados ou pesticidas, sempre que possível deverão ser utilizados animais filtradores, como os mexilhões ou ostras, como organismos indicadores da sua presença no ambiente. As medições, por sua vez, devem ser feitas através de análises laboratoriais, seguidas de	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Metodologias amostral e analítica, bem como a frequência devem ser definidas caso a caso, conforme as evidências.

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
		registro em planilhas de monitoramento e controle.		
Monitoramento da qualidade do ambiente bentônico	Solo: granulometria, carbono orgânico total e potencial redox (Eh), relação C/N	Análises de solo em laboratório. Análises visuais (por vídeo), qualitativas ou semi-quantitativas, devem ser realizadas.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Anualmente
	Metais e pesticidas	Neste caso, havendo suspeitas quanto à presença de poluentes como metais ou pesticidas a concentração desses poluentes pode ser estudada diretamente no solo, através da sua coleta e realização de análises em laboratório.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Metodologias amostral e analítica, bem como a frequência devem ser definidas caso a caso, conforme as evidências.
	Comunidades bentônicas	Deve-se dar preferência à presença de comunidades com alto valor ecológico ou de interesse especial (por exemplo, peixes bentônicos). Além da identificação, os dados sobre a estrutura da macrofauna, riqueza de espécies, abundância, biomassa e diversidade deve ser monitorados. Análises visuais (por vídeo), qualitativas ou semi-quantitativas,	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Anual



TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RSPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
		devem ser realizadas.		

Baseado em AZTI Founaton (2001); Telfer & Beveridge (2001).

## 5.4.2 Parâmetros a serem analisados nos PMA's

### 5.4.2.1 Parâmetros físicos e químicos de qualidade da água

Deverão ser monitorados, no mínimo, os seguintes parâmetros físicos e químicos da água de cultivo e/ou extração de moluscos bivalves: salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, seston e clorofila "a".

Destaca-se que o monitoramento da salinidade deverá ser empregado em áreas potencialmente impactadas por descargas de poluentes relacionadas a chuvas ou a difusão, devendo ser usado em conjunto com levantamentos em mar aberto, levantamentos bacteriológicos ou como parte de outros programas de monitoramento.

Os resultados gerados deverão ser confrontados com os obtidos em estações de referência e ambos os conjuntos de dados interpretados segundo o disposto na Resolução do CONAMA nº 357/2005, ou em outros instrumentos legais que venham a disciplinar o tema em questão.

### 5.4.2.2 Padrões bacteriológicos de monitoramento e classificação

Para a classificação ou reclassificação periódica das áreas de cultivo deverão ser levadas em consideração as condições da maré no aumento da concentração de coliformes termotolerantes (fecais ou a 45 °C). Em casos onde haja influência da maré no nível local de poluentes, deverá ser considerada a maré com maior contaminação para classificação da área. Deverão ser avaliadas a frequência de eliminação de poluentes e as fontes de poluição. Além disso, áreas de cultivo deverão ser investigadas quanto à ocorrência de eventos aleatórios e intermitentes, descarga de instalações de tratamento de efluentes ou de transbordamentos de esgoto.

A qualidade bacteriológica de todas as estações na área do parque aquícola ou nas áreas de extração deverá estar de acordo com os padrões microbiológicos exigidos para classificação dessas áreas como "aprovadas".

Para a realização das análises microbiológicas de água e moluscos bivalves (tecidos moles e líquido intervalvar) deverão ser utilizados como parâmetros de análise e processamento de amostras:

- Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que oficializar os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água;
- Regulamentações do *Food and Drug Administration* (FDA); e, da União Européia; e,

- Resolução RDC-nº12 de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA, que contém o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (Tabela 79).

**Tabela 79. Padrões microbiológicos de pescado e produtos da pesca, regulamentados pela Resolução RDC-nº12 de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA.**

PESCADO E PRODUTOS DE PESCA						
Grupo de alimentos	Microorganismo	Tolerância para amostra indicativa	Tolerância para Amostra Representativa <sup>34</sup>			
			n	c	m	M
a) pescado, ovas de peixes, crustáceos e moluscos cefalópodes "in natura", resfriados ou congelados não consumido cru; <b>moluscos bivalves "in natura", resfriados ou congelados, não consumido cru</b> ; carne de rãs "in natura", refrigerada ou congelada.	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 <sup>3</sup>	5	2	5x10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
	<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	5	0	Ausente	-
b) <b>moluscos bivalves, carne de siri e similares cozidos, temperados e não, industrializados resfriados ou congelados.</b>	Coliformes a 45°C/g	5x10	5	2	10	5x10
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 <sup>3</sup>	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
	<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	5	0	Ausente	-
c) pescados, <b>moluscos e crustáceos secos e ou salgados; semi conservas de pescados, moluscos e crustáceos, mantidas sob refrigeração (marinados, anchovados ou temperados).</b>	Coliformes a 45°C/g	10 <sup>2</sup>	5	3	10	10 <sup>2</sup>
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	5x10 <sup>2</sup>	5	2	10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>
	<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	5	0	Ausente	-
d) pescado defumado, <b>moluscos e crustáceos, refrigerados ou congelados</b> ; produtos derivados de pescado (surimi e similares), refrigerados ou congelados.	Coliformes a 45°C/g	10 <sup>2</sup>	5	2	10	10 <sup>2</sup>
	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	5x10 <sup>2</sup>	5	2	10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>2</sup>
	<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente	5	0	Ausente	-

Estas regulamentações poderão ser substituídas ou complementadas, de acordo com orientações do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

Para as águas salinas ou salobras destinadas ao cultivo de moluscos deverão ser prioritariamente monitorados os níveis de coliformes termotolerantes e para moluscos bivalves *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp. e coliformes termotolerantes.

<sup>34</sup> Para fins de aplicação de plano de amostragem entende-se:

(a) **m**: é o limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável. (b) **M**: é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis. (c) **n**: é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente. Nos casos nos quais o padrão estabelecido é ausência em 25g, como para *Salmonella* sp e *Listeria monocytogenes* e outros patógenos, é possível a mistura das alíquotas retiradas de cada unidade amostral, respeitando-se a proporção p/v (uma parte em peso da amostra, para 10 partes em volume do meio de cultura em caldo). (d) **c**: é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M (plano de três classes). Nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", e é igual a zero, aplica-se o plano de duas classes.

### 5.4.2.3 Controle de biotoxinas marinhas

Deverá ser realizado um plano de monitoramento continuado e também previstos planos de contingência, quando da incidência de biotoxinas nas áreas marinhas e estuarinas utilizadas para cultivo ou extração de moluscos bivalves.

Os planos de monitoramento e contingência deverão:

- Conter um programa de amostragem e análise de algas nocivas na água e biotoxinas na carne de moluscos bivalves;
- Propor normas para possibilitar o fechamento das áreas de cultivo ou de extração e o embargo de moluscos bivalves;
- Sugerir formas de se impedir a colheita de espécies contaminadas e de prever o recolhimento de produtos contaminados; e,
- Definir formas de disseminar informações sobre a ocorrência de algas nocivas e/ou toxicidade na carne de moluscos bivalves para estados vizinhos, indústria de moluscos bivalves e agências de saúde locais.

Nas áreas em que for provável a ocorrência de biotoxinas marinhas em moluscos bivalves, deverão ser coletadas amostras representativas de moluscos bivalves durante os períodos de colheita. Se novos análogos de toxinas de importância para a saúde pública forem descobertos, estes deverão ser incluídos nas análises. Poderá ser usada a contagem de células de algas nocivas na água ou concentrações da biotoxina na carne como critérios para identificar os riscos de consumo de moluscos oriundos de tais áreas.

Uma área de cultivo ou extração será considerada como fechada para a colheita de moluscos bivalves quando a concentração de biotoxinas presentes no corpo inteiro ou em qualquer parte comestível separadamente dos moluscos bivalves for suficiente para causar risco à saúde.

Quando existirem dados suficientes para estabelecer que certas espécies de moluscos bivalves possam ser seguramente isentas do plano de contingência para a incidência de biotoxinas marinhas, a condição fechada para colheita poderá ser aplicada de forma seletiva para essas espécies de moluscos bivalves.

**Tabela 80. Biotoxinas cuja ocorrência deverá ser alvo de monitoramento nos parques aquícolas de cultivo de moluscos bivalves e critérios adotados para definir uma área de cultivo ou extração como fechada.**

Toxinas	Síndrome	Parâmetros	Método de análise	Observações
Saxitoxina e análogos	Síndrome paralisante PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)	Igual ou excede 800 µg s de equivalentes saxitoxina (STX) por quilograma de porção comestível do molusco.	Método biológico de bioensaios com camundongos ou métodos alternativos com comprovada eficiência.	Havendo discrepância entre os resultados, o método de referência deverá ser o biológico.
Toxinas lipofílicas do grupo do ácido	Síndrome diarréica DSP	Igual ou superior a 160 µg de	Método biológico ou métodos alternativos	Havendo discrepância entre

Toxinas	Síndrome	Parâmetros	Método de análise	Observações
okadáico, incluindo dinofisitoxinas 1, 2 e 3	(Diarrheic Shellfish Poisoning)	equivalentes ácido okadáico (AO) por quilograma de porção comestível do molusco.	com comprovada eficiência.	os resultados, o método de referência deverá ser o ensaio biológico.
Ácido domóico (AD) e análogos	Síndrome amnésica ASP (Amnesic Shellfish Poisoning)	Igual ou superior a 20 ml de ácido domóico por quilograma de porção comestível do molusco.	Cromatografia líquida de alta performance com detecção por fotodiodo de varredura (HPLC-PDA), ou por método alternativo com comprovada eficiência.	Havendo discrepância entre os resultados, o método de referência deverá ser o HPLC-PDA.
Toxinas lipofílicas do grupo yessotoxinas, incluindo yessotoxina, 45-OH-yessotoxina, homo-yessotoxina e 45-OH-homo-yessotoxina	-	Igual ou superior a 1 ml de equivalentes de yessotoxina (YTX) por quilograma de porção comestível do molusco.	Espectrometria de massas (LC MS/MS) ou por método alternativo de comprovada eficiência.	-
Toxinas lipofílicas do grupo azaspirácidos, incluindo azaspirácidos 1, 2 e 3	-	Igual ou superior a 160 µg de equivalentes de azaspirácido-1(AZA-1) por quilograma de porção comestível do molusco.	Espectrometria de massas (LC MS/MS) ou por método alternativo de comprovada eficiência.	-

A condição fechada permanecerá válida até que se tenham dados para demonstrar que a concentração de toxinas nos moluscos bivalves da área de cultivo ou extração está abaixo do nível estabelecido para o fechamento da área. A determinação de retornar o status de uma área de cultivo ou de extração à condição "aberta" levará em consideração se a concentração da toxina nos moluscos bivalves de áreas adjacentes está decrescendo, bem como a abundância da alga causadora na água, quando a origem da contaminação for conhecida.

A análise que subsidiar a decisão de retornar uma área de cultivo ou extração à condição aberta será adequadamente documentada.

O monitoramento de algas nocivas e de ficotoxinas deverá ser destinado ao acompanhamento de eventos que possam causar dano ao ambiente e ou a atividades de extração e cultivos de frutos do mar e recursos pesqueiros. Por meio do monitoramento de algas e toxinas será possível avaliar o grau de risco e tomar medidas que minimizem os efeitos deletérios causados pelas florações de algas nocivas, popularmente conhecidas como "marés

vermelhas“. Da mesma forma, o monitoramento serve para diagnóstico, planejamento e gestão de crises geradas durante os eventos nocivos. Esses fenômenos são complexos e requerem uma abordagem multidisciplinar e coordenada. Devido a peculiaridades do ambiente, dos recursos a serem protegidos, das atividades desenvolvidas entre outros, não há um modelo e cada caso deve ser estudado individualmente.

O Programa de Monitoramento de Algas Nocivas e Ficotoxinas deverá ser realizado em três etapas:

### **Diagnóstico**

Levantamento de dados e análise da capacidade instalada no laboratório, indicado para desenvolver o programa de monitoramento com indicação de alterações infra-estruturais necessárias. Além da capacidade instalada, deverão ser avaliados também fatores logísticos de pré-requisitos para a implantação do programa.

### **Capacitação dos técnicos de laboratório**

Esta etapa deverá ter como objetivo a capacitação dos técnicos do laboratório indicado e abranger os seguintes temas:

- a) Coleta, armazenamento, análise de amostras focando as algas nocivas;
- b) Identificação e contagem de espécies nocivas;
- c) Isolamento e manutenção de células em cultivo; e,
- d) Ensaios e análise de toxinas para bioensaios normativos (União Europeia) com camundongos e análise de toxinas por meio de cromatografia líquida de alta *performance* (AOAC).

### **Implantação do Programa**

A implantação do Programa de Monitoramento de Algas Nocivas no litoral paranaense deverá ser executada em três fases.

Fase 01: elaboração do plano amostral baseado na análise de dados pretéritos. O Plano deverá ser direcionado às áreas críticas em relação à utilização dos recursos pesqueiros da região, considerando a pesca e a aquicultura.

Fase 02: elaboração do plano de monitoramento. Como não há um modelo de monitoramento e devido à grande variabilidade ambiental e das condições de entorno de cada região, o plano de monitoramento deverá ser dinâmico e buscar se ajustar continuamente.

Fase 03: aplicação assessorada do plano de monitoramento. A assessoria realizada deverá implementar e acompanhar o monitoramento sanitário, com os ajustes necessários.

#### 5.4.2.4 Controle de metais pesados e produtos químicos orgânicos e inorgânicos

A pesquisa de metais pesados e de produtos químicos inorgânicos (pesquisa multi-resíduo) deverá ser realizada apenas em áreas onde a contaminação pontual seja previamente identificada ou que, por qualquer indício técnico consistente tais análises se mostrem necessárias. Nesses casos, as análises poderão ser realizadas em amostras de água, de sedimento ou em tecidos dos moluscos bivalves, conforme o objetivo da investigação.

Para a avaliação dos resultados das análises realizadas na água deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que define os padrões de qualidade das águas salobras e salinas, onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo. Nos demais casos, em que não hajam padrões definidos por regulamentação específica, os dados deverão ser confrontados com valores reportados na literatura científica.

#### 5.4.2.5 Uso de bioindicadores

O monitoramento ambiental através da utilização de organismos bioindicadores poderá ser realizado utilizando-se as próprias espécies de moluscos bivalves cultivadas em cada parque ou então uma ou mais espécies que representem bem a área estudada (como, por exemplo, o bacucu, *Mytella guyanensis*, nas áreas estuarinas).

#### 5.4.3 Plano amostral mínimo

O plano amostral deverá ser definido nas áreas e parques aquícolas quando da sua instalação. O plano deverá considerar as espécies presentes na área, à localização dos pontos e estações amostrais, a frequência de amostragem e a legislação vigente e/ou normas complementares determinadas pelo Ministério da Pesca e Aquicultura.

A localização dos pontos amostrais deverá ser baseada em um levantamento sanitário prévio; refletir a localização potencial de fontes de contaminação; e expressar os impactos influenciados pela hidrodinâmica local. A extensão geográfica da área, o potencial de produção comercial, a extensão e homogeneidade da contaminação e outros fatores devem ser considerados para decidir o número de pontos amostrais em cada parque aquícola.

A profundidade de onde serão obtidas as amostras deverá ser avaliada, de modo a verificar sua real influência sobre a presença e quantidade de poluentes químicos e microbiológicos no local. Sendo constatada a necessidade, deverão ser coletadas amostras em diferentes posições na coluna d'água.

Quanto à estratégia de coleta de amostras poderão ser adotadas duas estratégias:

- *Estratégia de amostragem para condições adversas de poluição*: utilizada em áreas afetadas por fontes de poluição pontuais e em situações causadas por eventos meteorológicos, hidrológicos ou sazonais. A coleta de amostras deverá ser sempre realizada em um horário representativo do maior potencial de poluição (o que varia conforme as condições ambientais e o agente poluidor em questão).
- *Estratégia de amostragem sistemática*: estratégia baseada em um calendário pré-definido e com frequência mensal.

#### **5.4.4 Amostragem e transporte das amostras**

O protocolo amostral deverá considerar: o local e tipo de amostra; a utilização da amostra; a quantidade e peso mínimo dos animais amostrados, individualmente; a limpeza externa das conchas dos animais amostrados; a identificação das amostras; o acondicionamento das amostras; o controle da temperatura durante o transporte; e, o tempo aceitável de transporte, entre a coleta e início das análises. Para isso serão definidas estratégias de amostragem para áreas ou regiões onde haja condições adversas de poluição e área em que tais condições não se caracterizam.

##### **5.4.4.1 Tamanho individual e quantidade de animais amostrados**

As amostras deverão ser compostas sempre por animais em tamanho comercial, uma vez que moluscos bivalves juvenis não são utilizados para consumo humano.

O número mínimo de animais deverá ser de 10 exemplares/amostra, para as análises microbiológicas e 10/amostra para pesquisa de ficotoxinas. O material amostrado para a microbiologia deverá ter peso igual ou superior a 25g. Caso não seja atingido este peso, deverão ser coletados mais de 10 indivíduos, de modo a se garantir a quantidade de material necessária para as análises. Os animais coletados deverão chegar vivos ao laboratório.

##### **5.4.4.2 Transporte de amostras**

As amostras deverão ser acondicionadas em caixas isotérmicas limpas, de material lavável, e sob refrigeração. Amostras de moluscos bivalves serão transportadas entre 2 °C e 10 °C, como definido pelo *Codex Alimentarium* (1978), sem entrar em contato direto com o gelo, nem ser congeladas.

O tempo total entre coleta e chegada ao laboratório não deverá ultrapassar 24 horas. Quando o ponto amostral estiver localizado em uma área remota, distante do laboratório e com dificuldade logística, deverá ser avaliada a possibilidade de se estender o tempo de transporte para 48 horas. No entanto, nesse caso, deverá ser realizado um estudo

comparativo, para avaliar se haverá diferença significativa na quantidade de bactérias presentes nas ostras entre 24 e 48 horas de transporte.

Ao chegar ao laboratório, a temperatura interna da embalagem de transporte deverá ser registrada. Amostras cuja temperatura seja superior a 10 °C; que sejam acondicionadas de forma que haja possibilidade de contaminação entre si; ou que apresentem os moluscos bivalves imersos em água ou lodo deverão ser rejeitadas.

#### **5.4.5 Classificação das áreas de cultivo ou extração de moluscos**

A classificação deverá ser embasada em uma análise integrada das informações sobre fontes de poluição pontuais e difusas, sobre os dados hidrográficos e meteorológicos e o sobre o monitoramento da água do mar e da carne dos moluscos. Deverá ser feito um relatório sobre a variabilidade dos dados de contaminação e suas possíveis causas, acompanhado de mapas mostrando a classificação das áreas com seus limites separando as áreas com classificação distintas e de recomendações para aprimorar o esquema de monitoramento.

Os limites físicos de cada área de cultivo ou extração classificada deverão ser delineados em mapas com escala e detalhes que sejam suficientes para descrever adequadamente os limites. Cada área de cultivo ou extração deverá ser classificada como *aprovada*, *restrita*, ou *proibida*, conforme descrito abaixo:

##### **5.4.5.1 Área aprovada**

A "área aprovada" é definida como aquela segura para a venda direta de moluscos bivalves. Portanto, não deve estar sujeita a contaminação por material fecal humano ou animal em níveis que representem risco real ou potencial para a saúde pública. A "área aprovada" não deve estar contaminada por organismos patogênicos, substâncias nocivas ou deletérias, biotoxinas marinhas ou concentrações bacterianas que excedam os padrões microbiológicos para uma área de cultivo ou extração em sua classificação.

##### **5.4.5.2 Área restrita**

Será considerada "área restrita", quando o levantamento sanitário indicar um grau limitado de poluição e os níveis de poluição fecal, patógenos humanos ou substâncias nocivas ou deletérias estiverem em níveis que possibilitem, através de depuração natural, depuração controlada ou processamento térmico, que os moluscos bivalves se tornem seguros para consumo humano.

### 5.4.5.3 Área proibida

Todas as áreas de cultivo ou extração que não estiverem sujeitas a um levantamento sanitário a cada cinco anos serão consideradas "proibidas". Além disso, também deverão ser classificadas como "proibidas" todas as áreas de cultivo ou extração nas quais:

- Não sejam realizados levantamentos sanitários;
- Existam fontes recorrentes de poluição que possam contaminar imprevisivelmente a área de cultivo ou de extração;
- Haja contaminação fecal, de modo que, os moluscos bivalves possam servir de vetores de micro-organismos patogênicos;
- As concentrações de biotoxinas estejam presentes em níveis suficientes para causar riscos de saúde pública;
- Estejam contaminadas por substâncias nocivas ou deletérias, causando a adulteração dos moluscos bivalves; e,
- Abriguem ou estejam próximas a desembocaduras de estações de tratamento de efluentes ou outras desembocaduras de fontes de descargas pontuais significativas para a saúde pública dentro ou próximas da área de cultivo ou extração.

A determinação do tamanho da área a ser classificada como proibida adjacente a cada desembocadura deverá incluir os seguintes critérios mínimos:

- O volume da vazão, localização da descarga, o desempenho da estação de tratamento de esgoto e a qualidade bacteriológica dos efluentes;
- A taxa de deterioração dos contaminantes presentes na descarga de efluentes que sejam significativos para a saúde pública;
- A dispersão e diluição dos efluentes e o tempo de transporte dos dejetos até a área onde os moluscos bivalves possivelmente serão colhidos; e
- A localização dos moluscos bivalves, a classificação de águas adjacentes com pontos de referência e limites identificáveis.

Exceto para a coleta de sementes para maricultura não será permitida a colheita de moluscos bivalves em qualquer área classificada como "proibida". Moluscos bivalves produzidos em uma área de cultivo ou extração que tenha sido classificada como "proibida" não deverão ser utilizados para consumo humano.

### 5.4.5.4 Área fechada

Exceto pelas áreas com classificação "proibida", qualquer área de cultivo ou de extração classificada corretamente fica normalmente aberta à colheita de moluscos bivalves, sujeita às limitações de sua classificação. Por outro lado, qualquer área de cultivo ou de extração poderá ser classificada como "fechada" por um período limitado ou temporário, devido a uma condição ou situação de emergência e à presença de biotoxinas em concentrações acima dos limites definidos na legislação vigente.



Ou seja, mesmo áreas "aprovadas" poderão ser temporariamente colocadas na condição de "fechada" por algum tempo sem que isso implique obrigatoriamente na necessidade de reclassificação.

Uma área de cultivo ou de extração colocada temporariamente na condição "fechada" retornará à condição "aberta" somente quando a situação ou condição de emergência tenha retomado a normalidade e tenha passado tempo suficiente para permitir que os patógenos ou as substâncias nocivas ou deletérias se reduzam aos níveis aceitáveis.

## 5.5 MACROALGAS

Como discutido anteriormente, o monitoramento ambiental deve ser planejado à luz dos parâmetros ecológicos sob investigação, mas também levar em consideração o custo envolvido na obtenção das informações e os benefícios a elas associados.

Como os dois principais impactos potencialmente causados pelos cultivos de macroalgas são o risco da espécie se tornar invasora (impacto negativo) e a absorção de nutrientes em excesso na água (impacto que pode ser bastante positivo, considerando o grau de eutrofização local), o PMA deve estar focado nesses dois pontos, ainda que outros aspectos possam ser investigados.

Assim, o PMA dos parques aquícolas de macroalgas deve ter como objetivo, ao mesmo tempo, a avaliação dos eventuais – embora pouco prováveis – impactos ambientais causados pelas algas ou pelos sistemas de cultivo empregados sobre o ambiente circundante e também os eventuais e mais prováveis, impactos das condições ambientais sobre o próprio processo produtivo.

Em ambos os casos nenhum indicador pode ser melhor, mais preciso e mais eficiente que o monitoramento da própria alga. Ou seja, a macroalga *Kappaphycus* sp. pode e deve ser utilizada como um bioindicador direto da fertilidade do parque aquícola e dos eventuais riscos ou impactos ambientais associados a ela.

Na Tabela 81 estão indicados os principais parâmetros que poderão ser monitorados quando da instalação dos parques aquícolas, incluindo:

- O monitoramento regular do desempenho de *Kappaphycus* sp. em condições de cultivo, para avaliação da fertilidade e do potencial do parque aquícola, bem como para identificar eventuais problemas ambientais;
- O monitoramento periódico das características hidrológicas e sedimentares nas áreas de cultivo;
- Uma avaliação de eventuais impactos dos cultivos sobre quaisquer ambientes costeiros como, por exemplo, manguezais e marismas;
- O monitoramento do processo reprodutivo das algas cultivadas; e,
- O acompanhamento de todo o Programa de Gerenciamento e Controle implementado para descarte de qualquer tipo de resíduo aquícola gerado como, por exemplo, corda, material plástico, flutuadores plásticos, etc.

Os dados gerados deverão ser centralizados nas agências de fomento, preferencialmente no MPA, que deverão ser responsáveis por elaborar relatórios sobre quaisquer problemas ambientais, econômicos ou sociais, bem como disponibilizar esses dados para consulta pública.

Esse monitoramento deve ser usado como base para a avaliação do potencial do parque aquícola, para compreensão dos resultados obtidos e para gerenciamento operacional do próprio parque.

Tabela 81. Síntese do Plano de Monitoramento Ambiental proposto para os parques aquícolas de cultivos de macroalgas do Paraná.

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RESPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
Descrição dos parques aquícolas e suas interações	Localização, ocupação, características estruturais, obras de instalação, aplicação dos planos de controle, identificação de fontes de poluição e contaminação, monitoramento da interferência de outros usuários (principalmente da pesca, navegação e turismo).	Mapeamento das unidades de cultivo instaladas nos parques e em áreas aquícolas: os PMA's devem considerar as sinergias ou possíveis efeitos cumulativos das unidades de produção que vierem a ser instaladas em uma área.	MPA/IAP/IBAMA	Anual
Monitoramento dos parâmetros produtivos	Espécie, número inicial de plantas/metro linear, peso médio inicial de cada planta peso médio final, biomassa final, tempo de cultivo.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Produtores	Por ciclo produtivo
Descrição das técnicas de manejo	Origem dos propágulos, forma de plantio/replantio, manutenção das estruturas de cultivo, colheita.	Planilhas de monitoramento e registro das rotinas das unidades produtivas.	Produtores/MPA	Variada
Monitoramento dos parâmetros reprodutivos	Análise da existência de estruturas reprodutoras em algas cultivadas e análise da presença de esporos na água.	Análises <i>in situ</i> e em laboratório, realização de experimentos <i>in situ</i> .	Produtores/MPA	Variada

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RESPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
Quantificação da perda de mudas	Análise da quantidade de mudas perdidas durante o cultivo, análise de viabilidade das mudas perdidas.	Análises <i>in situ</i> e em laboratório, realização de experimentos no ambiente.	MPA	Sazonal
Qualidade da água	Temperatura, salinidade, transparência.	Medições através de equipamentos e registro em planilhas de monitoramento	Produtores	Diária
	Oxigênio dissolvido, pH, turbidez, sólidos em suspensão	Medições através de equipamentos e registro em planilhas de monitoramento	MPA	Mensal
	Nutrientes: fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e clorofila "a".	Medições através de equipamentos ou de análises laboratoriais e registro em planilhas de monitoramento.	MPA	No mínimo sazonal
Qualidade do ambiente bentônico	Solo: Granulometria, carbono orgânico total e potencial redox (Eh), relação C/N	Análises de solo em laboratório. Análises visuais (por vídeo), qualitativas ou semi-quantitativas, devem ser realizadas.	Empreendedores MPA/IAP/IBAMA	Anual

TEMA/COMPARTIMENTO	PARÂMETROS MONITORADOS	FORMAS DE MONITORAMENTO	RESPONSABILIDADE	FREQUÊNCIA DE REGISTRO/ ATUALIZAÇÃO
	Comunidades bentônicas	<p>Deve-se dar preferência à presença de comunidades com alto valor ecológico ou de interesse especial (por exemplo, peixes bentônicos). Além da identificação, os dados sobre a estrutura da macrofauna, riqueza de espécies, abundância, biomassa e diversidade devem ser monitorados.</p>	<p>Empreendedores MPA/IAP/IBAMA</p>	<p>Anual</p>

## 5.5.1 Parâmetros a serem analisados nos PMA's<sup>35</sup>

### 5.5.1.1 Análise do estado reprodutivo das algas em ambiente natural

As análises a serem realizadas terão como objetivo avaliar a existência de estruturas reprodutoras de *Kappaphycus alvarezii*. Para avaliar o estado reprodutivo das mudas, deverão ser realizadas retiradas aleatórias de 30 a 100 mudas de *K. alvarezii* das balsas do cultivo. O número exato deve ser proporcional ao número de balsas em cada local a ser monitorado.

Os exemplares deverão ser observados com o auxílio de uma lupa manual *in situ*, para verificar a ocorrência de estruturas reprodutivas (tetrasporofíticas e carposporofíticas). Fragmentos de mudas serão fixados em solução de formaldeído 4% e, em laboratório, com auxílio de microscopia óptica, deverão ser analisadas as suas superfície externa e interna (através de cortes anatômicos).

Por outro lado, para análise de ocorrência de esporos no sistema de cultivo deverão ser utilizados substratos artificiais (unidades amostrais) colocados sob as redes de cultivo. Essas "placas captadoras de esporos" poderão ser confeccionadas em acrílico, com 100 cm<sup>2</sup> (10 X 10 cm) e 2 mm de espessura, com a face superior lixada.

As placas deverão permanecer na água pelo tempo correspondente a um ciclo de produção. Posteriormente, a fim de verificar a possibilidade de germinação de esporos, algumas dessas placas deverão ser cultivadas *in vitro*, sob condições ambientais controladas, para avaliação da presença de esporos viáveis na água.

O protocolo mínimo recomendável envolve, no caso de novos cultivos e principalmente em outras regiões biogeográficas:

- A cada dois dias, mudas devem ser coletadas aleatoriamente para vistoria com lupa manual;
- Mensalmente, mudas coletadas aleatoriamente devem ser observadas através de microscopia óptica;
- Na ocorrência de exemplares férteis, tanto na maricultura quanto em cultivo *in vitro*, deve ser analisada a sua viabilidade de crescimento *in vitro*; e,
- Trimestralmente, deverá ser feita a colocação de 10 substratos artificiais para captação de esporos, distribuídos aleatoriamente em uma balsa, sob as redes de cultivo de *K. alvarezii* para posterior observação através de microscopia óptica.

O protocolo mínimo recomendável envolve, no caso de cultivos realizados na região biogeográfica amostrada: anualmente, colocação de 10 substratos para captação de esporos, distribuídos aleatoriamente em uma balsa, sob redes de cultivo de *K. alvarezii* para posterior observação através de microscopia óptica.

---

<sup>35</sup> Baseado em Reis (2007).

### 5.5.1.2 Quantificação da perda de mudas de *Kappaphycus alvarezii*

Para a quantificação da biomassa arribada e sua variação espaço-temporal, deverão ser realizadas vistorias periódicas ao longo das áreas marginais aos parques aquícolas. Com base nessas visitas deverão ser estabelecidas as bases amostrais. Em cada área amostral, deverão ser posicionados aleatoriamente 10 quadrados (50 X 50 cm), em transectos de 20 m, paralelos à linha da água. As mudas de *K. alvarezii* coletadas nesses quadrados deverão ser secas em estufa à 60 °C até obtenção de massa seca. Com o material seco pesado, será estimada a biomassa arribada dos cultivos.

Também deverão ser realizadas vistorias na região infralitorânea adjacente aos cultivos, para quantificar as mudas soltas do sistema de produção, com mergulho livre.

O protocolo mínimo recomendável para novos cultivos e, principalmente, para outras regiões biogeográficas envolve:

- Análise da variação espaço-temporal da biomassa arribada ou estabelecida no costão;
- Vistorias trimestrais, após a entrada de frentes, nas praias e quantificação da biomassa arribada através de amostragem destrutiva (considerando apenas as amostras de *K. alvarezii*). O espaço amostral deverá ser estabelecido de acordo com a faixa de praia ou de manguezal (desde que acessíveis aos amostradores);
- Vistorias subaquáticas trimestrais na região litorânea do costão e quantificação da biomassa estabelecida no costão através de amostragem destrutiva. O espaço amostral deverá ser determinado de acordo com a faixa do costão próxima ao cultivo;
- Fotografar os quadrados para análise de percentuais de cobertura de flora e fauna acompanhante, através de programas para este fim.

Em cultivos realizados na região biogeográfica amostrada, realizar:

- Vistorias anuais nas praias, manguezais ou baixios após a entrada de frentes frias, e quantificação da biomassa arribada através de amostragem destrutiva. O espaço amostral deverá ser estabelecido de acordo com a faixa amostrada;
- Vistorias subaquáticas trimestrais na região litorânea do costão e quantificação da biomassa estabelecida no costão através de amostragem destrutiva. O espaço amostral deverá ser estabelecido de acordo com a faixa do costão próxima ao cultivo;
- Fotografias dos quadrados para análise de percentuais de cobertura de flora e fauna acompanhante, através de programas para este fim.

### 5.5.1.3 Viabilidade das mudas arribadas

Será necessário realizar análises com o objetivo de avaliar a viabilidade *in situ* das mudas arribadas, ou seja, o tempo de sobrevivência das mudas que se desprendem do cultivo e permanecem submersas próximas ao substrato adjacente ao cultivo.

Para isso, poderão ser utilizadas mudas fixadas em substratos artificiais (unidades amostrais). Essas unidades amostrais deverão ser instaladas na zona infralitorânea adjacente aos cultivos.

Posteriormente, mudas de *K. alvarezii* deverão ser atadas aos substratos artificiais e pesadas a cada 20 dias até a total perda de biomassa. As diferenças entre as taxas de crescimento deverão ser comparadas estatisticamente.

#### 5.5.1.4 Parâmetros físicos e químicos de qualidade da água e do solo

Alguns parâmetros são particularmente úteis para se estudar a relação dos cultivos de algas com o meio circundante aos parques aquícola. Os nutrientes (fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato) são indicadores diretos da fertilidade do local, permitem uma avaliação do potencial produtivo do parque e das áreas aquícolas, além de servirem como meio de avaliação da eficiência das algas cultivadas na redução dos eventuais níveis locais de eutrofização.

Medidas indiretas de produtividade, por sua vez, podem ser feitas através da determinação das concentrações de oxigênio dissolvido, clorofila "a" e turbidez e material particulado em suspensão, complementadas pelas medições de temperatura e de pH. Turbidez, sólidos totais ou material particulado em suspensão são igualmente parâmetros que podem comprometer a produtividade das algas cultivadas.

Por outro lado, a análise de parâmetros de água é geralmente de difícil interpretação devido à elevada mistura e diluição proporcionadas pelo ambiente marinho. Por este motivo, o monitoramento do material particulado que sedimenta na região onde são instaladas as estruturas de cultivo é importante para complementar o monitoramento ambiental.

Além disso, as algas servem como um filtro para o material particulado em suspensão. A diminuição da hidrodinâmica na área interna das estruturas de cultivo pode aumentar a taxa local de sedimentação. O material sedimentado cria um rastro de efeitos ambientais dos cultivos. Na maioria das vezes, estes rastros são distribuídos na direção do fluxo principal de corrente.

O material particulado depositado no fundo normalmente forma um gradiente de efeitos que se diluem a medida que se distancia do ponto de descarga. Os maiores impactos ocorrem imediatamente abaixo das balsas, mas a distância e sua extensão acabam sendo definidas pela direção e velocidade das correntes principais e do número e posicionamento de balsas em uma mesma região.

As eventuais alterações ambientais podem ser monitoradas usando uma série de parâmetros, incluindo mudanças na granulometria do sedimento e do potencial redox, concentração de carbono orgânico total, relação C/N.

Alterações na estrutura das comunidades bentônicas entre as áreas aquícolas e zonas de referência também podem ocorrer e devem ser objeto de monitoramento. O método de comparação da abundância de biomassa pode ser empregado, baseando-se na relação entre as mudanças na diversidade de espécies, o número de indivíduos e o grau de perturbação do ambiente. Este método permite a escolha de um número relativamente pequeno de amostras e classifica o ambiente em pouco, moderadamente ou totalmente perturbado, além de ser

particularmente útil na estimativa da qualidade do sedimento de locais onde não há dados históricos pré-existentes. Também pode ser usado como parte de um estudo de base para novas explorações.

Na Tabela 81 são apresentados, de forma individualizada, os parâmetros mínimos e suas respectivas unidades. Os resultados obtidos devem ser confrontados com os obtidos em estações de referência (controle) e, pelo menos no caso das análises de água, ambos os conjuntos de dados interpretados, segundo o disposto na Resolução do CONAMA Nº 357/2005, ou em outros instrumentos legais que venham a disciplinar o tema em questão. Aqueles parâmetros para os quais não existam valores de referência, deverão ser confrontados com os dados obtidos na estação controle.

### 5.5.2 Plano amostral

Há várias questões envolvidas na definição de um plano amostral específico para análise de água e de solo em cada parque aquícola, incluindo: a) a frequência de amostragem; b) a definição das estações amostrais; c) o método de amostragem de água e de sedimentos; e, d) o método de análise das amostras obtidas.

Mais uma vez, não existe um método fixo e único para se decidir sobre esses fatores, pois isso dependerá fundamentalmente da finalidade do monitoramento que será realizado e da disponibilidade de recursos financeiros para executá-lo. As coletas e análises poderão ser executadas com equipamentos muito sofisticados ou com kits de análises de campo. As análises podem ser realizadas em laboratório, com todo o rigor científico ou nas próprias áreas aquícolas, de forma menos precisa, porém com maior frequência e menores custos. A definição do método e da frequência de análises e, conseqüentemente, dos custos do monitoramento, deve ser incluída no estudo sobre a viabilidade econômica dos parques aquícolas.

Além disso, a análise dos dados levantados poderá indicar a necessidade de que outros aspectos sejam contemplados ou que a própria metodologia amostral seja modificada. Como nos demais casos analisados no presente trabalho, a análise integrada dos dados e dos resultados obtidos deverão orientar os esforços amostrais e possibilitar um monitoramento mais eficiente e dirigido nas áreas de cultivo.

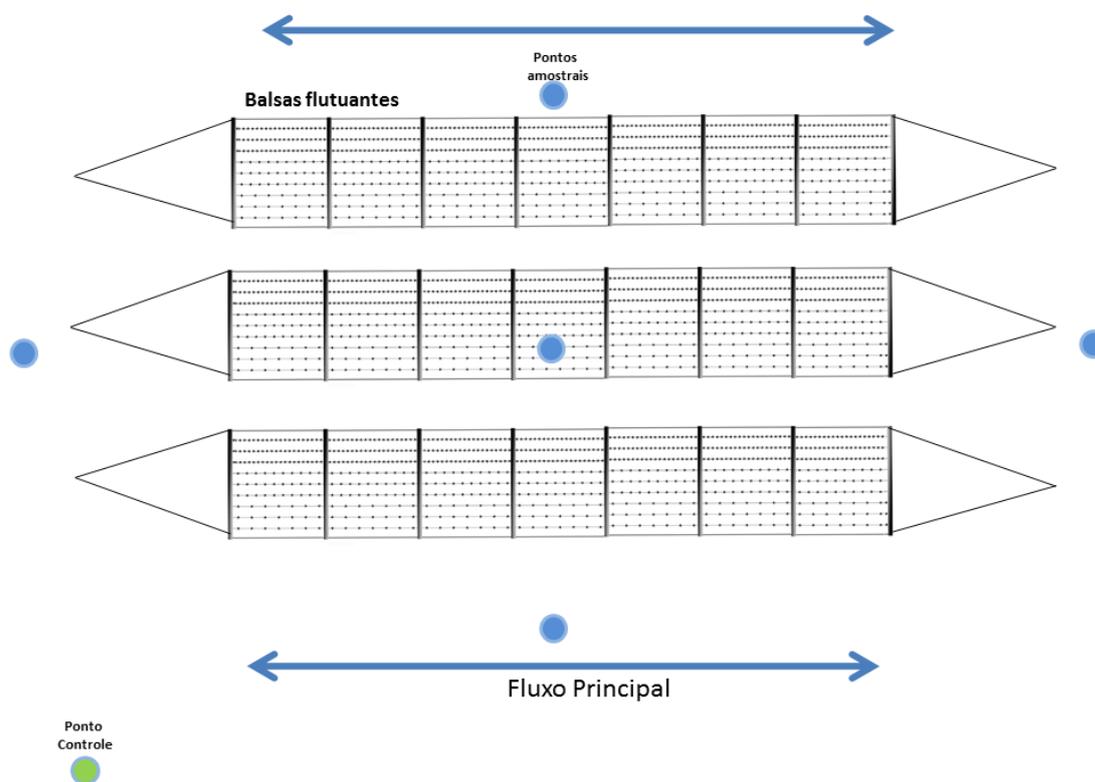
Desta forma, os planos amostrais não serão, necessariamente, os mesmos para cada parque aquícola. Mas, as estratégias amostrais deverão buscar a otimização dos esforços para obtenção de dados, de forma que esses dados reflitam a real condição ambiental nas áreas de cultivo. Para isso, os planos de monitoramento deverão ser dimensionados segundo as características específicas de cada parque e época de monitoramento. Assim, os gestores públicos necessitarão levar conta:

- O número total de balsas em operação e a biomassa total de algas produzidas;
- A profundidade mínima do local durante a mais baixa maré de sizígia;
- O padrão predominante de corrente no local; e,
- O layout do parque aquícola e sua proximidade com fontes poluidoras.

### 5.5.3 Estações de coleta e metodologia amostral

Uma das formas mais utilizadas para se definir o número e a localização das estações amostrais envolve a utilização de transectos alinhados em direção ao fluxo preferencial de corrente na área de cultivo (Figura 59). Os transectos são particularmente eficientes por permitirem uma investigação detalhada dos gradientes ambientais a partir do ponto mais central das unidades de produção.

As amostras de água ao longo desses transectos poderão ser obtidas através de amostradores, como o de Van Dorn. Os amostradores de sedimento poderão ser operados remotamente, como os amostradores de agarra, dragas, redes de arrasto ou do tipo "corer". Também poderão ser utilizadas técnicas de mergulho, de fotografia, vídeo, ou o uso de sistemas remotos de "corers". Dragas e amostradores do tipo "corer" podem ser utilizados para recolher amostras quantitativas, que possibilitem análises precisas e facilmente comparáveis, tanto temporal quanto espacialmente, de dados físicos, químicos e biológicos. Fotografia e vídeo são métodos qualitativos ou semi-quantitativo, mas também funcionam bem quando o objetivo é fazer registros visuais rápidos e comparativos das alterações ocorridas no compartimento bentônico.



**Figura 59 - Exemplo esquemático de uma unidade de cultivo de macroalgas em balsas flutuantes (vista superior) com a distribuição dos pontos de monitoramento ambiental.**

Uma parte importante do trabalho de monitoramento a ser realizado será a interpretação dos resultados e o estabelecimento da correlação entre as variáveis físicas e químicas com os parâmetros biológicos.

Para amostras de água isto é muitas vezes um processo complexo e até muito impreciso devido à natureza altamente transitória do ambiente. Em relação aos sedimentos, devido à natureza mais estável do compartimento ambiental bentônico, estabelecer essas correções é algo menos complexo e quase sempre mais confiável. Pode-se, por exemplo, utilizar dados de abundância para a análise de mudanças espaço-temporais em comunidades que vivem no sedimento e relacioná-los a parâmetros físicos e químicos que apresentem interface com as algas cultivadas. Essas técnicas vão desde a comparação estatística da presença ou abundância de organismos indicadores através de análise univariada de parâmetros como índices de diversidade e de uniformidade, até a classificação e comparação de toda a comunidade com as variáveis ambientais utilizando-se análise multivariada.

#### **5.5.4 Pontos e frequência amostral mínima**

Ainda que os planos amostrais sejam específicos para as condições de cada parque aquícola, recomenda-se que algumas condições mínimas sejam respeitadas.

Pelo menos cinco pontos de amostragem deverão ser estabelecidos em cada parque aquícola. A definição desses pontos deverá ser baseada na área de influência das balsas flutuantes. Destes pontos, pelo menos um deve ser localizado abaixo do ponto central das balsas, conforme representado na Figura 59. Os demais devem ser definidos em função da direção preferencial das correntes marinhas, de modo que possam refletir os efeitos das estruturas de cultivo e das algas cultivadas sobre as características físicas e químicas da água e do solo. Um ponto controle, localizado fora da área de influência do parque aquícola deve ser igualmente definido.

A frequência de amostragem deve ser determinada segundo o compartimento ambiental. Compartimentos de grande variabilidade natural, como a coluna de água, devem ter frequências maiores. Já compartimentos mais estáveis, como é o caso do solo, podem ser monitorados com uma frequência menor.

O ideal seria que parâmetros como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e transparência fossem medidos diariamente. No entanto, considerando o fato de que os pequenos produtores possivelmente não terão condições financeiras para fazê-lo, seria importante que aqueles parâmetros de mais baixo custo (temperatura, salinidade e transparência da água) fossem medidos diariamente enquanto os demais pelo menos uma vez a cada mês.

Os nutrientes e as concentrações de clorofila "a" são parâmetros fundamentais no caso de cultivo de macroalgas. O ideal é que sejam medidos pelo menos mensalmente, mas em médio e longo prazo, amostragens sazonais poderão ser suficientes para possibilitar o correto gerenciamento dos parques aquícolas.



Já o compartimento bentônico (sedimentos e comunidades) poderá ser amostrado em pelo menos duas campanhas amostrais realizadas em estações extremas (inverno e verão) ou, no mínimo, anualmente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Alston, D.E.; Cabarcas, A.; Capella, J.; Benetti, D.D.; Keene-Meltzoff, S.; Bonilla, J. & Cortés, R. 2005. Environmental and Social Impact of Sustainable Offshore Cage Culture Production in Puerto Rican Waters. NOAA Federal Contract Number: NA16RG1611. Final Report. 207 p.

Alves, C. S. & Mello, G. L. 2007. Manual para o monitoramento hidrobiológico em fazendas de cultivo de camarão. Federação da Agricultura do Estado de Pernambuco - Comissão Estadual de Carcinicultura, Serviço de Apoio às micro e pequenas empresas em Pernambuco, disponível em:

[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/69a5e2bb919eaf2e832574b0004bda60/cfa5d02e5c7ba943832572d8006f4e38/\\$FILE/NT00035A52.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/69a5e2bb919eaf2e832574b0004bda60/cfa5d02e5c7ba943832572d8006f4e38/$FILE/NT00035A52.pdf). Acessado em: 25/05/2010.

Andriguetto Filho, J. M. & Marchioro, N. P. X. 2002. Diagnóstico e Problemática para Pesquisa. In.: Desenvolvimento e Meio Ambiente: em busca da interdisciplinaridade – pesquisas urbanas e rurais. Ed. Raynaut, C.; Zanoni, M.; Lana, P. C.; Floriani, D., Ferreira, A. D. D.; Andriguetto Filho, J. M. Editora UFPR, capítulo 2, 1ª edição, 159-194.

Ask, E.; Azanzab, R.; Simbik, M.; Cay-And, R. & Lagahidd, J. 2003. Technological improvements in commercial euclidean cultivation (a short communication). *Science Diliman* 15(2): 47-51.

Avelar, J. L. 2000. O cultivo de vieiras no estado do Rio de Janeiro. *Panorama da Aquicultura*. 62: 41-47.

AZTI Fundacion. 2001. A protocol for the establishment and environmental monitoring of sea farming cages in Spain. Proceedings of the seminar of the CIHEAM network on technology of aquaculture in the Mediterranean (TECAM), jointly organized by CIHEAM and FAO, Zaragoza (Spain), 17-21 January 2000, pp. 187-192.

Barbosa, C. C.; Câmara, G.; Medeiros, J. S.; Crepani, E.; Novo, E.; Cordeiro J. P. 1998. Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9. Santos/SP. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998. INPE, CD-ROM, p. 487-500.

Batista, B. B.; Silva, H. R. T.; Santos, M. V.; Ortiz, P. E & Marcondes, L. F. T. Bloco Verde – reaproveitamento de resíduos da construção civil e de conchas de ostras e mariscos, disponível em: <http://www.blocoverde.com.br/arquivos/artigofm.pdf>. Acessado em 22/06/2010.

Belle, S.M. & Nash, C.E. 2008. Better management practices for net-pen aquaculture. In C.S. Tucker & J.A. Hargreaves (Eds.). Environmental best management practices for aquaculture. John Wiley & Sons. pp 261-330.

- Benetti, D.D.; Orhun, M.R.; Sardenberg, B.; O'Hanlon, B.; Welch, A.; Hoenig, R.; Zink, I.; Rivera, J.A.; Denlinger, B.; Bacoat, D.; Palmer, K. & Cavalin, F. 2008. *Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus)*. *Aquaculture Research* 39(7): 701-711.
- Bernardino, T. S. 2007. Estudo de mercado: a comercialização de vieiras na região de Florianópolis. 66f. Relatório de estágio de conclusão de curso (Curso de Engenharia Agrônômica). Universidade Federal de Santa Catarina.
- Boicko, A. L.; Hotza, D.; & Sant'Anna, F. S. P. Utilização de conchas da ostra *Crassostrea gigas* como carga para produtos de policloreto de vinila (PVC), disponível em: <http://www.projetoconchas.ufsc.br/upload/arquivos/1198006215.PDF>. Acessado em: 22/06/2010.
- Borgognoni, C. F., Polakiewicz, B. & Pitombo, R. M. N. 2006. Estabilidade de emulsões de d-limoneno em quitosana modificada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas* 26(3): 502-508.
- Braga, A. P.; Ludemir, T.B. & Carvalho, A. C. P. L. F. 2000. *Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações*. LTC editora, Rio de Janeiro. 262 p.
- Brasil. 2003a. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Instrução Normativa nº 62.
- Brasil. 2003b. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Instrução Normativa nº 53.
- Brasil. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001.
- Brasil. Censo demográfico 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 06/04/2010.
- Brett, J.R. 1979. Environmental factors and growth. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett, Editors, *Fish Physiology Vol. VIII*, Academic Press, New York (1979), pp. 599–675.
- Bueno, R. S.; Marques, H. L. A. & Roma, R. P., C. R. 2010. Crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), (Mollusca: Pectinidae) em diferentes estruturas de cultivo na Praia Grande do Bonete, Ubatuba, Estado de São Paulo. *Biotemas*, 23 (1): 121-130.
- Cadernas, E. B. 1984. Status of molluscan aquaculture on the Pacific coast of Mexico. *Aquaculture*, 39(1-4): 83-93.
- Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. & D'alge, J.C. (eds). 2001. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. INPE, São José dos Campos. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acessado em 15/11/2010.

CAMARGO, R.. 1998. Tese de doutorado. Estudo Numérico das Circulações Atmosférica e Oceânica na Região da Baía de Paranaguá. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Carmo, R. L. & Silva, C. A. M. 2009. População em zonas costeiras e mudanças climáticas: redistribuição espacial e riscos. In: Daniel Joseph Hogan; Eduardo Marandola Jr.. (Org.). População e mudança climática: Dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas; Brasília: NEPO / UNFPA, v. 1, p. 137-158.

Carneiro, M. H. 2000. A Sustentabilidade das atividades de aquicultura e pesca. Conferências selecionadas da VI reunião anual do instituto de pesca. São Paulo: Agência Paulista de tecnologia dos Agronegócios, Instituto de Pesca, dez. 2000.

Carter, C.G.; Bridle, A.R. & Katersky, R.S. 2008. Effects of temperature and nutrition interactions on growth, protein metabolism and gene expression in fish: understanding possible impacts of climate change on aquaculture. In: 5th World Fisheries Congress, October 2008, Yokahama, Japan.

Carvalho, A.C.; Braga, A.P. & Ludemir, T.B. 1998. Fundamentos de Redes Neurais. In 11ª Escola de Computação, Rio de Janeiro.

Carvalho, D. A. 2007. Especificidades da gestão de unidades de conservação marinhas: zoneamento tridimensional. 144 fls. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília (UnB). CDS – Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília.

Chapman, A.R.O. 1973. Methods for macroscopic algae. In: , J.R. Stein (Ed.) Handbook of Phycological methods – culture methods and growth measurements. Cambridge University Press. pp. 87-104.

Chaves, P. & Bouchereau, J. 1999. Biodiversitk et dynamique des peuplements ichtyiques de la mangrove de Guaratuba, Brési1. Oceanologica Acta, 22(3): 353-364.

Chaves, P. & Bouchereau, J. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. Oceanologica Acta, 23(3): 273-280.

Chaves, P.; Pichler, H. & Robert, M. 2002. Biological, technical and socioeconomic aspects of the fishing activity in a Brazilian estuary. Journal of Fish Biology, 61 (Supplement A): 52–59.

Chaves, P.T. & Corrêa, M.F.M. 1998. Composição ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Estado do Paraná, Brasil (25° 52' S; 48° 39' W), Revista Brasileira de Zoologia. 15: 195–202.

Choa, B.Y.; Carter, C.G. & Battaglone, S.C. 2010. Effects of temperature regime on growth and development of post-larval striped trumpeter (*Latris lineata*), Aquaculture 305(1-4): 95-101.

Christo, S. W. 2006. Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo. Curitiba: 146f. Tese (doutorado em Ciências, área de concentração Zoologia), Universidade Federal do Paraná.

Cochôa A. R. & Magalhães, A. R. M. 2008. Perdas de sementes de mexilhões *Perna perna* (L., 1758), cultivados na baía norte - Ilha de Santa Catarina/SC. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 34(1): 1 – 10.

Cochôa, A. R. 2005. Perdas de sementes de mexilhão *Perna perna* (L., 1758), cultivado na Baía Norte – Ilha de Santa Catarina/SC. 45 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina.

Codex Alimentarius. 1978. Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para Mariscos Moluscoides, CAC/RCP 18, 9:1-29.

Cognie, B.; Haure, J. & Barillé, L. 2006. Spatial distribution in a temperate coastal ecosystem of the wild stock of the farmed oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). Aquaculture, 259: 249–259.

COLIT. 2010. Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense. Planos Diretores de Desenvolvimento. Disponível em: <http://www.colit.pr.gov.br>. Acessado em: 19/04/2010.

Costa, P.F. 1985. Biologia e tecnologia para o cultivo. In: Brasil. Ministérios da Marinha. Instituto Nacional de Estudos do Mar. Manual de Maricultura. Rio de Janeiro, cap.VIII, parte B.

CULTIMAR. 2010. Disponível em: [www.cultimar.org.br](http://www.cultimar.org.br). Acessado em 09/04/2010.

CULTIMAR. Resumo do Projeto Cultimar, disponível em: <http://www.cultimar.org.br>. Acessado em: 19/04/10.

Curtius, A. J.; Seibert, E. L.; Fiedler, H. D.; Ferreira, J. F. & Vieira, P. H. F. 2003. Avaliando a contaminação por elementos traço em atividades de maricultura: resultados parciais de um estudo de caso realizado na ilha de Santa Catarina, Brasil. Química Nova, 26(1): 44-52.

Domingues, V. 2002. O Esporte como Estratégia de Marketing em Turismo: lazer aquático e eventos náuticos em São Sebastião e Ilhabela/SP. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (ANPUR), 2: 100.

Eastman, R.; Jin, W.; Kyem, P. A.K. & Toledano, J. 1995. Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Bethesda 61(5): 539-547.

Eifac, E.I. 1983. Water quality criteria for european freshwater fish. Water Res. 7, 1011-1022.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Apostila de maricultura. São Francisco do Sul, 1996.

Estades, N. P. 2003. O litoral do Paraná: entre a riqueza natural e a pobreza social. Desenvolvimento e Meio Ambiente – Dinâmicas naturais dos ambientes costeiros: usos e conflitos, 8: 25-41.

Farias, E.G.G; Lorenzetti, J.A.; Monteiro, L.H.U. & Maia, L.P. 2009. Uso de técnicas de geoprocessamento na identificação de áreas propícias para o cultivo de algas marinhas

(*Gracillaria* sp.) na região costeira de Maxaranguape – RN. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4577-4584.

FEEMA, 1997. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Dispõe sobre a diretriz para realização de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diretriz 0041-R.13, de 28 de agosto de 1997. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/legislacao/DZ0041R13.html>. Acessado em 05/07/10.

Ferreira, J. F. & Oliveira Neto, F. M. O. 2006. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. Infofish INFOFISH 4-2006. Disponível em: [http://www.lmm.ufsc.br/data/files/MoluscoemSantaCatarina\\_infofish.pdf](http://www.lmm.ufsc.br/data/files/MoluscoemSantaCatarina_infofish.pdf). Acessado em 14/03/2010.

Franceschi, F. & Pestana, D. 2006. A ostreicultura paranaense. Revista do GIA, 1(1):15-16.

Freitas R. R. & Barroso G. F. 2006. Conflitos de uso dos recursos costeiros: desafios para sustentabilidade do cultivo de moluscos. Caderno Virtual de Turismo 6, N° 2.

Freitas R. R. 2006. Aqüicultura aliada ao turismo como alternativa de lazer e fonte de renda. Caderno Virtual de Turismo 6, N° 4.

Freites, L.; Himmelman, J. H.; Babarro J. M.; Lodeiros, C. J. M. & Vélez, A. 2001. Bottom culture of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* in the Golfo of Cariaco, Venezuela. Aquaculture International, 9: 45-60.

Galvão, M. S. N.; Pereira, O. M.; Machado, I. C. & Henriques, M. B. 2000. Aspectos reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25° S, 48° W), Boletim do Instituto de Pesca. 26(2): 147-162.

García-Prado, A. & Cavalcanti, A. C. Parques aquícolas marinhos: uma atividade viável e sustentável.

Gatlin III, D.M. & Hardy, R.W. 2002. Manipulations of diets and feeding to reduce losses of nutrients in intensive aquaculture. In J.R. Tomasso (Ed.). Aquaculture and the Environment in the United States. United States Aquaculture Society, pp. 155–165.

Gelli, V. C. 2007. Avaliação dos impactos econômicos do potencial de desenvolvimento da mitilicultura no município de Ubatuba-SP. 60 fls. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho. Pós Graduação em Aquicultura. Jaboticabal.

GESAMP. 1996. Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes. IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection Rep. Stud. 57, 38 p.

Góes, H. G. 2009. Monitoramento da produção e do rendimento de carragenana da macroalga exótica *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva e avaliação de técnicas de produção,

em cultivo comercial na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ Escola Nacional de Botânica Tropical. 59 p.

Gowen, R. J. & Bradbury, N. B. 1987. The ecological impact of salmonids farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 25:563-575.

HARARI, J.; CAMARGO, R. Simulação da propagação das nove principais componentes de maré na plataforma sudeste brasileira através de modelo numérico hidrodinâmico. *Bolm Inst. Oceanogr.*, S Paulo, v. 42(1), p. 35-54, 1994.

Hardy, D. 2006. *Scallop Farming*. 2nd ed. Wiley-Blackwell Ltd., Oxford, UK, 328pp.

Hayashi L.; Yokoya, N.S.; Ostini, S.; Pereira, R.T.L.; Braga, E.S. & Oliveira E.C. 2008. Nutrients removed by *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. *Aquaculture* 277: 185-191.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1986. *Microorganisms in Foods 2 - Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*, Blackwell Scientific Publications, 2° ed.

IEA. 2004. Instituto de Estudos Avançados da USP. Projeto Brasil 3 Tempos, Dimensão Global. São Paulo, USP. Relatório Técnico, 44 p.

INPE. 2005. Instituto de Pesquisas Espaciais, Divisão de Processamento de Imagens, Apostila Spring, 2005.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 1995. Diagnóstico ambiental da APA de Guaraqueçaba. Curitiba. 166 p.

ITCG. 2007. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. ZEE-PR, Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br> . Acessado em: 16/04/2010.

Ji, C. Y. 2000. Land-Use classification of remotely sensed data using self-organizing feature map neural networks. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 66 (12): 1451-1460.

JICA/CEM. 2010. JICA (Agência De Cooperação Internacional Do Japão) / CEM (Centro De Estudos Do Mar, UFPR). Projeto para Estabelecimento de Sistemas de Monitoramento e Utilização Contínua de Recursos Vivos na Região Costeira do Paraná. Disponível em: <http://www.cem.ufpr.br/monitoring/> . Acessado em: 15/03/2010.

Kobayashi, M; Hofmann, E. E.; Powell, E. N.; Klinck, J. M. & Kusaka, K. 1997. A population dynamics model for the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquaculture*, 149: 285-321.

Lee, S.; Cho, S. & Wong, P. 1998. Rainfall prediction using artificial neural networks. *journal of geographic information and decision analysis* 2(2): 233-242.

Lemos, S. S., Sant'anna, F. S. P., Silva, F. A. S., Santos, C. L E Cesaro, F. 2007. Avaliação Sócio-ambiental do Destino e da Reutilização dos Resíduos da Ostricultura. In: Anais da 6ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina (SEPEX 2007).

Leung, K.M.Y.; Chu, J.C.W. & Wu, R.S.S. 1999. Effect of body weight, water temperature, and ration size on ammonia excretion by aerolated grouper *Epinephelus areolatus* and mangrove snapper *Lutjanus argentimaculatus*. *Aquaculture* 2790: 215-227.

Lima, G. 2001 Avaliação do potencial de crescimento "in vitro" e do rendimento em carragenana da alga vermelha *Hypnea musciformis* (Hypneacea, Rhodophyta). Trabalho de Conclusão de Curso de Oceanografia. Universidade do Vale de Itajaí, 39 p.

Lodeiros, C. J.; Rengel, J. J.; Freitas, L.; Morales, F. & Himmelman, J. H. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. *Aquaculture*, 165(1-2):41-50.

Machado, M. 2002. Maricultura como base produtiva geradora de emprego erenda: estudo de caso para o Distrito de Ribeirão da Ilha, no Município de Florianópolis – SC – Brasil. 206 fls. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Pós Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis.

Manzoni, G. C. & Schmitt, J. F. 2006. Cultivo de ostras japonesas *Crassostrea gigas* (Mollusca: Bivalvia), na Armação do Itapocoroy, Penha, SC., 245-252p

Manzoni, G. C. E Martins, M. I. E. G. 2006. Análise econômica do cultivo de mexilhões *Perna perna*, em dois sistemas, Penha/SC. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza. Questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento.

Marcelino, R. L. 2000. Diagnóstico sócio-ambiental do estuário do Rio Paraíba do Norte-PB com ênfase nos conflitos de usos e nas interferências humanas em sua área de influência direta. 99 fls. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.

Marenzi, A. W. & Branco, J. O. 2005. O mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Revista brasileira de zoologia* 22(2):349-399.

Mariano, A. & Porsse, M. 2003. Programa de Desenvolvimento Sustentável da Maricultura. Disponível em: <http://www.eaesf.fgvsp.br>. Acessado em 12/03/2010.

Marone, E.; Noemberg, M.A; Lautert, L.F.C.; Santos, I.; Andreoli, O R.; Buba, H. & Fill, H.D. 2004. Hydrodynamics of Guaratuba Bay – PR, Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 39.

Marques, H. L. A. 1994. Crescimento e produtividade de mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) cultivados na região de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Biologia.

- Marques, H. L. A. 1997. Criação comercial de mexilhões. Livraria Nobel S. A.
- Marques, H. L. A.; Gelli, V. C.; Rodrigues, V. C. S. & Kuntz, D.; Contin, E. R. 2004. Crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba-SP. Anais da I Reunião da Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, Vitória, Brasil, p.136.
- Medeiros, J. S. 1999. Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 221 p.
- Ministério do Turismo. 2010. Disponível em: [www.turismo.gov.br](http://www.turismo.gov.br). Acessado em 09/04/2010.
- MMA. 2004. Ministério do Meio Ambiente. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> . Acessado em: 05/04/2010.
- MMA. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília, 2008.
- Moraes, I. R. 2008. Cidades Portuárias Sustentáveis - O caminho para integração Porto-Cidade. 141 fls. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Santos, UNISANTOS, Brasil. Pós Graduação em Direito: Área de Concentração de Direito Ambiental, Santos.
- Moschen, F. V. A. 2007. Análise tecnológica e socioeconômica do cultivo de moluscos bivalves em sistema familiar na baía da ilha grande, Angra dos reis, Rio de Janeiro. 76 fls. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, UNESP - Centro de Aqüicultura. Pós Graduação em Aquicultura, Jaboticabal.
- Moura, A.C.M. 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise de Multicritérios. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.
- Nakashima, M. 2001. Análise dos processos erosivos e da fragilidade ambiental na Bacia do Keller-PR. Acta Scientiarum. 23(6): 1547-1560.
- Nascimento, I. A.; Pereira, S. A. & Souza, R. C. E. 1980. Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*) in Todos os Santos Bay, Brazil. Aquaculture, 20(1): 1-8.
- Nobrega, R. 2001. análise espacial "knowledge-driven" e "data-driven": o uso das lógicas booleana, fuzzy e redes neurais para geração de mapas de favorabilidade mineral na região centro-oeste da Bahia. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas.
- Olin, P.G. 2002. Environmental interactions of bivalve shellfish aquaculture. In Aquaculture and the Environment in the United States. J.R. Tomasso (Ed.). Baton Rouge, Louisiana: United States Aquaculture Society. pp 141–154.
- Oliveira, B. L. 2005. Impacto da Miticultura no desenvolvimento das comunidades tradicionais ao entorno das Praias da Cerca e Guaibura, Guarapari, ES. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Espírito Santo. Graduação em Oceanografia, Vitória.

- Openshaw, C. & Openshaw, S. 1997. Artificial intelligence in geography. Wiley-Blackwell, England, 348 p.
- Openshaw, S.; Kneale, P.; Corne, S. & See, L. 1998. Artificial Neural Network for Floods Forecasting". Final Report, MAFF Project, University of Leeds.
- Paez, M. L. A. 1992. Tecnologia e exploração dos recursos pesqueiros. In: Simpósio Nacional da Gestão da Inovação Tecnológica. Anais. São Paulo, 26-28 out. 1992.
- Paula, E.J.; Pereira, R.T.L. & Ohno, M. 1999. Strain selection in *Kappaphycus alvarezii* var. *alvarezii* (Solieriaceae, Rhodophyta) using tetraspore progeny. Journal of Applied Phycology, 11: 111-121.
- Paulilo, M. I. S. 2003. Maricultura e Território em Santa Catarina - Brasil. Revista Geosul (UFSC), Florianópolis, v. 17(34): 87-112.
- Pearce, I.; Handlinger, J. H. & Hallegraeff, G. M. 2005. Histopathology in Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat caused by the dinoflagellate *Prorocentrum rathymum*. Harmful Algae, 4: 61-74.
- Pellizzari, F.; Absher, T.; Yokoya, N.S. & Oliveira, E.C. No prelo. Cultivation of the edible green seaweed *Gayralia* (Chlorophyta) in southern Brazil. Journal of Applied Phycology.
- Pellizzari, F.; Oliveira, E.C. & Yokoya, N.S. 2008. Life-history, thallus ontogeny, and the effects of temperature, irradiance and salinity on growth of the edible green seaweed *Gayralia* spp. (Chlorophyta) from Southern Brazil. J. Appl. Phycol. 20:75-82.
- Penedo, A.S.T.; Oliveira Neto, J.D.; Oliveira, M.M.B & Castro, P.M.R. 2011. Previsão de preços do açúcar utilizando redes neurais artificiais. 11º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade. São Paulo, julho 2011. Disponível em: [www.congressousp.fipecafi.org/artigos52005/327.pdf](http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos52005/327.pdf). Acessado em 15/11/10.
- Pereira R.T.L.; Oliveira E. C. & Hayashi L. 2004. Cultivo experimental da alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty no litoral de Ubatuba, SP. Relatório apresentado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Documento nº 01027.012953/04-36 IBAMA/MMA – Sup. Estadual/SP. 29 p.
- Pereira, L. A., Silva, M.D., Mellinger, L. L., Ostrensky, A. & Diederichsen, A. 2008 Plano de Conservação e Gestão da Baía de Guaratuba (CAP – Baía de Guaratuba). Relatório Técnico executado por: The Nature Conservancy (TNC), Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA) e Cinco Reinos – Pesquisas e Serviços Ambientais. 47 p.
- Pie, M. R.; Ribeiro, R. O.; Boeger, W. A.; Ostrensky, A.; Falleiros, R. M. & Angelo, L. 2006. A simple PCR-RFLP method for the discrimination of native and introduced oyster species (*Crassostrea brasiliiana*, *C. rhizophorae* and *C. gigas*; Bivalvia: Ostreidae) cultured in Southern Brazil, Aquaculture Research, 37: 1598-1600.

Portal da Maricultura. 2010. Disponível em <http://www.portaldamaricultura.com.br>. Acessado em 09/04/2010.

Porter, C.B.; Krom, M.D.; Robbins, M.D.; Brickell, L & Davidson, A. 1987. Ammonia excretion and total ammonia budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. *Aquaculture*, 66:287-297.

Poxton, M.G. & S.B. Allouse. 1982. Water quality criteria for marine fisheries. *Aquacultural Engng.* 1: 153-191.

Queiroz, J. E. F. & Moura, E. V. 1996. Aquacultura e recursos pesqueiros: alternativa para o desenvolvimento socioeconômico do rio grande do norte. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 13(2): 195-224.

Ramos e Silva, C.A.; Dávalos, P.B.; Lobo, L.S.; Souza, S.F.E.; Spyrides, M.H.C. & Lucio, P.S. 2010. The influence of shrimp farms organic waste management on chemical water quality. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 90 (1): 55-60.

Richards, G. P. 1978. Comparative Study of Methods for the Enumeration of Total and Fecal Coliforms in the Eastern Oyster, *Crassostrea virginica*. *Applied and Environmental Microbiology*, 36(6): 975-978.

Ristori, C.A.; Iaria, S.T.; Gelli, D.S. & Rivera I.N. 2007. Pathogenic bacteria associated with oysters (*Crassostrea brasiliiana*) and estuarine water along the south coast of Brazil. *International Journal of Environmental Health Research*. 17(4):259-269.

Rocha, M. 2010. Projeto Bijupirá Bahia (*Rachycentron canadum*). Bahia Pesca. Disponível em: [www.sebraerj.com.br](http://www.sebraerj.com.br). Acessado em 26/07/2010.

Rodrigues, S.C. 1998. Análise empírico-experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do Planalto Paulistano: sub bacia do reservatório Billings. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

Roma, R. P. C. R.; Marques, H. L. A. & Bueno, R. S. 2009. Controle biológico de organismos incrustantes em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. *Biotemas*, 22 (4): 107-115.

Rosa, D. D. L.; Mayol, F.; Moreno, J. A.; Bonsón, T. & Lozano, S. 1999. An expert system/neural network model (ImpelERO) for evaluating agricultural soil erosion in Andalusia Region, Southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73: 211-226.

Ruffier, A. P., Lisboa, E. A. & Danziger, F. A. B. 1998. Aplicação de Redes Neurais ao Estudo da Capacidade de Carga de Fundações à Tração, COBRAM 98. Disponível em: <http://www.ericolisboa.eng.br/artigos/cobram98.pdf>. Acessado em 15/11/10.

Ruhoff, A. L.; Souza, B. S. P.; Giotto, E & Pereira, R. S. 2005. Zoneamento Ambiental por Inferência Fuzzy da Bacia do Arroio Grande. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Goiás.

- Rumelhart, D., McClelland, J. & The PDP Research Group. 1986. Parallel distributed processing: exploration in the microstructure of cognition. MIT Press, Boston, EUA.
- Rupp, G. 2001. O cultivo da viera *Nodipecten nodosus* no Brasil: subsídios para o desenvolvimento sustentado. *Panorama da Aquicultura*. 66: 48-53.
- Rupp, G. S. & Bem, M. M. 2003. Cultivo de vieiras. In: Poli, C. R.; Poli, A. T. B.; Andreatta, E. & Beltrame, E. (Eds). *Aqüicultura: Experiências brasileiras*. Ed. Multitarefa, Florianópolis, Brasil, p.289-305.
- Saaty T 1978 Exploring the interface between hierarchies, multiple objectives and fuzzy sets. *Fuzzy Sets Syst.* 1. 57-68.
- Sabry, R. C. & Magalhães, A. R. M. 2005. Parasitas em ostras de cultivo (*Crassostrea rhizophorae* e *Crassostrea gigas*) da Ponta do Sambaqui, Florianópolis, SC. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57(2): 194-203.
- Sampaio, Y. & Costa, E. F. 2004. Geração de Empregos Diretos e Indiretos na Cadeia Produtiva do Camarão Marinho Cultivado. *Revista Economia Aplicada*, 8(2): 1-19.
- Sanders, C. J.; Santos, I. R.; Silva-Filho, E. V. & Patchineelam, S. R. 2006. Mercury flux to estuarine sediments, derived from Pb-210 and Cs-137 geochronologies (Guaratuba Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 52:1.085–1.089.
- Sant’Anna, F. S. P.; Silva, F. A.; Santos, C. L.; Cesaro, F.; Lemos, F.; Berto, R. S. & Araújo, E. M. 2007. Projeto valorização dos resíduos da maricultura. Sub-projeto 3: Soluções tecnológicas para o aproveitamento de conchas de ostras. 12p, disponível em: <http://www.projetoconchas.ufsc.br/upload/arquivos/1221488813.PDF>. Acessado em 22/06/2010.
- Santos Jr, O. J. 2006. Análise de dados de instrumentação de túneis do metrô de são paulo: uma abordagem por redes neurais. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Paulo.
- Santos, C. L., Sant’anna, F. S. P., Silva, F. A. & Kusterko, S. K. 2007. Impactos ambientais da criação de ostras em Florianópolis/SC e propostas para uma produção mais limpa In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte.
- Sarmiento, F. J. 1996. Modelagem de Séries Hidrológicas através de Redes de Neurônios”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH*, 1(2): 19-31.
- Schleder, D. D. 2007. Parâmetros hemato-imunológicos na vieira *Nodipecten nodosus* em diferentes etapas do ciclo reprodutivo e submetida a uma dieta rica em carotenóides. 55f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Schoonbee, W. & Bok, A. 2006. Experimental Sea-cage Operational Plan. Irvin & Johnson Holding Company. South Africa. 29 p.

Seiffert, W.Q.; Loch, C. & Beltrame, E. 2001. Carcinicultura marinha e o manejo integrado dos recursos costeiros. *Panorama da Aqüicultura*, 11(68):53-55.

SEMA, 2006. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. PARANÁ - MAR E COSTA: subsídios ao ordenamento das áreas estuarina e costeira do Paraná; Projeto Gestão Integrada da Zona Costeira do Paraná com Ênfase na Área Marinha; Programa Nacional de Meio Ambiente - PNMA II. Organizadores: Rosana Maria Bara Castella, Paulo Roberto Castella, Débora Cristina dos Santos Figueiredo, Sandra Mara Pereira de Queiroz. Curitiba, 144 p.

SEPA. 1999. Regulation and Monitoring of Marine Cage Fish Farming in Scotland. A Procedures Manual Version 1.0. Scottish Environment Protection Agency, Stirling.

Shaffer, R. V. & Nakamura, E. L. 1989. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). U. S. Department of Commerce, FAO Fisheries Synopsis - NOAA Technical Report NMFS. 82(153)1-21.

Silva, C. C. & Silva J. C. 2007. Dossiê Técnico: Cultivo de Ostras. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. 20p.

Silva, E.; Calazans, N; Soares, M.; Soares, R. & Peixoto, S. 2010. Effect of salinity on survival, growth, food consumption and haemolymph osmolality of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (Perez-Farfante, 1967). *Aquaculture* 306(1-4): 352-356.

Smayda, T. 2006. Harmful algal bloom communities in Scottish coastal waters: Relationship to Fish Farming and Regional Comparisons—A Review. Paper 2006/3 prepared for The Scottish Executive Environmental and Rural Affairs Department. Disponível em [www.scotland.gov.uk/Publications/2006/02/03095327/0](http://www.scotland.gov.uk/Publications/2006/02/03095327/0). Acessado em 12/03/2010.

Smith, A. H. & Renard, Y. 2002. Seaweed cultivation as a livelihood in Caribbean coastal communities. ICRI Regional Workshop for the Tropical Americas: Improving Reefs Condition Through Strategic Partnerships. Cancun, Mexico, June 2002. CANARI Communication No. 309:8 pp.

Sodré, F. N. G. A. dos S.; Freitas, R. R. & Rezende, V. L. F. M. 2008. Um panorama da aqüicultura como alternativa socioeconômica as comunidades tradicionais. *Revista Brasileira de Agroecologia* 3(3): 13-23.

Sorokin, C. 1973. Dry weight, packed cell volume and optical density. In: J.R. Stein (Ed.) *Handbook of phycological methods – culture methods and growth measurements*. Cambridge University Press. pp. 321-343.

Spörl, C. 2007. Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 183 p.

Sugiura, S.H. & Hardy, R.W. 2000. Environmentally friendly feeds. In R.R. Stickney (Ed.) *Encyclopedia of Aquaculture*. John Wiley pp. 299–310.

Teixeira, A. L. A; Christofoletti, A. 1997. Sistema de Informações Geográficas: dicionário ilustrado. São Paulo: Editora Hucitec.

Telfer T. C. & Beveridge M.C.M. 2001. Monitoring environmental effects of marine fish aquaculture. In A. Uriarte & B. Basurco B. (eds.). Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, pp. 75-83.

Tine, M.; McKenzie, D.J.; Bonhomme, F. & Durand, J.D. 2010. Salinity-related variation in gene expression in wild populations of the black-chinned tilapia from various West African coastal marine, estuarine and freshwater habitats, Estuarine, Coastal and Shelf Science, in Press.

Tucker, C. S. & Hargreaves, J. A. 2008. Environmental Best Management Practices for Aquaculture. Oxford: Wiley-Blackwell. 594p.

Tucker, C.S. & Hargreaves, J.A. (Eds.). 2008. Better management practices for net-pen aquaculture. Environmental best management practices for aquaculture. John Wiley & Sons. 594 p.

Uribe, E.; Lodeiros, C. J. M.; Felix-Pico, E. & Etchepare, I. 2001. Epibiontes en Pectínidos de Iberoamerica. In: Maeda-Martinez, A. (Ed.). Los moluscos pectinideos de Iberoamerica: Ciencia y acuicultura. Ed Limusa, Ciudad de México, México, p.249-266.

Valença, I.; Cruz, J; Nóbrega, J.; Valença, M.J.S.; Vanderlei Filho, D.; Melo, S. & Ludermir, T. 2007. Apoio a decisão com aplicação de rede neural artificial construtiva e sistema de informações na avaliação de qualidade de água de reservatórios. Spolm, 2007. Rio de Janeiro, pp. 1-15.

Valença, M.J.S & Ludermir, T.B. 2007. Proposta de uma nova função objetivo para ajuste dos parâmetros de modelos de previsão. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - São Paulo, 10p.

Valenti, W. C. 2002. Aqüicultura Sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p. 111-118.

Valenti, W. C. 2008. A aqüicultura Brasileira é sustentável? Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008, Florianópolis, 13-15 de maio de 2008. p. 1-11 ([www.avesui.com/anais](http://www.avesui.com/anais)).

Varela, E. S.; Beasley, C. R.; Schneider, H.; Sampaio, I.; Marques-Silva, N. S. & Tagliaro, C. H. 2007. Molecular phylogeny of mangrove oysters (*Crassostrea*) from Brazil, Journal of Molluscan Studies, 73: 229–234.

Vichas. R. P. 1982. How to mine a natural deposit of dazzling opinions with the Delphi technique. In Complete Handbook of Profitable Marketing Research Techniques. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.

Villmann, T.; Merényi, E. & Hammer, B. 2003. Neural maps in remote sensing image analysis. *Neural Networks* 16(3-4): 389-403.

Vinatea, L. A. & Vieira, P. F. 2005. Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros: o caso do cultivo de moluscos na Baía de Florianópolis, Santa Catarina. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(2): 147 – 154.

Vinatea, L. A. & Vieira, P. H. F. 2005. Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros: o caso do cultivo de moluscos na Baía de Florianópolis, SC. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(2):147-154.

Vinatea, L. A. 2003. Gestão da aqüicultura em ambientes multi-usuários: estudo de caso da maricultura na Baía de Florianópolis, Santa Catarina; *Com Ciência*. 11/03/2003. Disponível em: [www.comciencia.br/reportagens/litoral/lit14.shtml](http://www.comciencia.br/reportagens/litoral/lit14.shtml). Acessado em 13/02/2010.

Wakamatsu, T. 1973. A ostra de Cananéia e seu cultivo. *Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista/Instituto Oceanográfico USP*, 141 p.

Xavier da Silva, J. 2001. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva. 227 p.

Yu, J.P. & Hirayama, K. 1986. The effect of un-ionized ammonia on the population growth of the rotifer in mass culture. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Nissuishi*. 52: 1509-1513.

Zhang, Z.; Li, X.; Vandeppeer, M. & Zhao, W. 2006. Effects of water temperature and air exposure on the lysosomal membrane stability of hemocytes in pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 256: 502–509.

Zhou, Q; Tan, B. P.; Mai, K. S.; Liu, Y. J. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 241: 441–451.