Darien Danielle Mizuta

**Contribuição do estudo oceanográfico para a produção
comercial de ostras *Crassostrea gigas*: estudo de caso da
Baía Sul, Ilha de Santa Catarina, SC**

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Oceanografia Biológica.

Orientador:

Prof. Dr. Daniel E. L. de Lemos

São Paulo

2010

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

**Contribuição do estudo oceanográfico para a produção comercial de
ostras *Crassostrea gigas*: estudo de caso da Baía Sul,
Ilha de Santa Catarina, SC**

Darien Danielle Mizuta

“Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências, Programa de Oceanografia Biológica”.

Julgada em __/__/____ por

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 <i>Status</i> da aquicultura mundial e nacional	1
1.2 A ostra do Pacífico: <i>Crassostrea gigas</i>	7
1.2.1 Características	7
1.2.2 Breve histórico de cultivo de ostras	10
1.2.3 Sobrevivência e crescimento das ostras	12
1.3 Motivação	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. ÁREA DE ESTUDO	17
3.1 Plataforma Sudeste e litoral do Estado de Santa Catarina	17
3.2 Baías da Ilha de Santa Catarina	18
3.3 O Ribeirão da Ilha	23
3.4 Principais aspectos ambientais estudados	23
3.4.1 Água Central do Atlântico Sul	23
3.4.2 Influência da pluma do Rio da Prata	24
3.4.3 Influência de fenômenos de larga escala: El Niño e La Niña	26

3.4.4 Frentes frias	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Dados oceanográficos e meteorológicos	33
4.1.1 Dados providos de sensoriamento remoto	34
4.1.2 Temperatura	35
4.1.3 Clorofila <i>a</i>	36
4.1.4 Eventos El Niño/ La Niña	42
4.1.5. Vento	44
4.1.6 Frentes frias	44
4.2 Dados de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> na Fazenda Marinha Atlântico Sul	46
4.2.1 Práticas de manejo durante as safras de cultivo de ostras	49
4.2.2 Considerações acerca de fatores que influenciariam o desempenho de moluscos bivalves em cultivo	55
4.2.3 Arranjo e interpretação dos dados de cultivo de ostras	57
4.2.4 Sobrevivências: das classes de tamanho, das fases de cultivo e final	57
4.2.5 Índice de desempenho (ID)	58
4.2.6 Particularidades e tratamento da safra 2008/09	59
4.3 Dados ambientais <i>versus</i> dados de cultivo de ostras	59
4.4 Análises estatísticas	60
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1 Temperatura	60
5.2 Clorofila <i>a</i>	64

5.3 Eventos El Niño/ La Niña	67
5.3.1 Relação com variações de clorofila <i>a</i>	67
5.4 Frentes frias	71
5.4.1 Relação com variações de temperatura	71
5.4.2 Relação com variações de clorofila <i>a</i>	73
5.5 Desempenho das ostras em cultivo	76
5.6 Efeitos ambientais sobre o desempenho das ostras em cultivo	83
6. CONCLUSÕES	94
7. SUGESTÕES E PERSPECTIVAS	95
8. REFERÊNCIAS	97
ANEXOS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1:	Produção global de pescado durante o período de 1987 a 2007, indicando a contribuição da pesca extrativa e da aquicultura.	1
Figura 2:	Contribuição dos diferentes ambientes de cultivo para o volume produzido pela aquicultura mundial em 2007.	2
Figura 3:	Produção e consumo global de pescado desde 1980 e projeções futuras até 2050.	3
Figura 4:	Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela aquicultura mundial em 2007: quantidade e valor.	4
Figura 5:	Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela maricultura mundial e valor total da maricultura em 2007.	5
Figura 6:	Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela maricultura nacional em 2007.	5
Figura 7:	<i>Crassostrea gigas</i> .	7
Figura 8:	Distribuição natural das principais espécies de ostras comercializadas.	8
Figura 9:	Produção de ostras no Estado de Santa Catarina durante o período de 1991 até 2008.	11
Figura 10:	Percentual de ostras ovadas: os períodos de desova, em que as ostras se encontrariam fragilizadas, coincidem com os meses de alta temperatura.	13
Figura 11:	Localização da área de estudo: detalhe da Ilha de Santa Catarina com a localização da Baía Sul e do Ribeirão da Ilha.	19
Figura 12:	Profundidades reportadas para as Baías da Ilha de Santa Catarina.	21
Figura 13:	Modelo sugerido para a (a) entrada e (b) saída de água das Baías da Ilha de Santa Catarina.	22
Figura 14:	Região de ressurgência da ACAS na região do Cabo de Santa Marta, ao sul da Ilha de Santa Catarina.	24

Figura 15:	Deslocamento da Pluma do Rio da Prata: detalhe da pluma de baixa salinidade atingindo o sul da Ilha de Santa Catarina.	25
Figura 16:	Regiões do Oceano Pacífico estudadas para caracterização dos fenômenos El Niño/La Niña: Niño 1+2, Niño 3 e Niño 3.4 e Niño 4; destaque para a região do Niño 3,4.	27
Figura 17:	Efeitos globais do El Niño, com maior destaque ao Hemisfério Sul.	29
Figura 18:	Efeitos globais do La Niña, com maior destaque ao Hemisfério Sul.	30
Figura 19:	Modelo conceitual da passagem de uma frente fria na região de Santa Catarina.	32
Figura 20:	Imagem da temperatura superficial do mar obtida a partir do satélite AQUA.	36
Figura 21:	Imagem de clorofila <i>a</i> gerada a partir do satélite AQUA.	37
Figura 22:	Localização dos pontos de amostragem utilizados no presente trabalho para determinação de clorofila <i>a in situ</i> reportado na literatura.	39
Figura 23:	Variações das anomalias de temperatura superficial do mar no Oceano, Pacífico, área 3.4, durante o período de 1990 a meados de 2009.	42
Figura 24:	Direção mensal predominante do vento na estação meteorológica de São José em Santa Catarina, no período de estudo das safras de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> .	44
Figura 25:	Exemplo de progressão dos sistemas frontais medidos no Brasil, com destaque para os eventos medidos pela estação meteorológica em Florianópolis (indicados pelas flechas). Os pontos indicam que a frente passou pela estação entre 09:00h (hora local) do dia anterior e 09:00h (hora local) do dia indicado.	45
Figura 26:	Localização da Fazenda Marinha Atlântico Sul no município de Florianópolis (a) e detalhe dos sítios de cultivo (b).	47
Figura 27:	Desenho esquemático com as características do sistema de cultivo do tipo <i>longline</i> (ou espinhel) empregado na Fazenda Marinha Atlântico Sul.	48

Figura 28:	<i>Longlines</i> (a) e detalhe do cabo de cultivo horizontal no qual as lanternas são atadas (b).	48
Figura 29:	Fôrma para fabricação de 'poita' trapezoidal utilizada para fundear os <i>longlines</i> , na Fazenda Marinha Atlântico Sul.	49
Figura 30:	Esquema explicativo das etapas de cultivo de ostras e os aparelhos em que são cultivadas em cada uma das etapas, de acordo com o tamanho do indivíduo.	51
Figura 31:	Detalhe dos diferentes tamanhos de sementes de ostras <i>Crassostrea gigas</i> : (a) sementes #3 (3mm); (b) sementes #5 (5mm) e (c) sementes #6 (6mm).	51
Figura 32:	Aparelhos para o cultivo de ostras no mar pelo método suspenso de <i>longlines</i> : (a) caixa berçário para sementes (b) bandeja para jovens (c) lanterna para adultas e terminadas.	52
Figura 33:	a) Peneira de rotação para triagem de ostras por tamanho. b) Detalhe da seleção: ostras de tamanho menor que a malha caem na mesa placa de alumínio e as ostras de tamanho maior que a malha escorregam até o tanque de plástico. c) Detalhe de uma das peneiras circulares de diferente tamanho de malha que pode ser acoplada no equipamento rotativo para seleção de outro tamanho. d) Recolocação de ostras de tamanho homogêneo na lanterna de cultivo.	53
Figura 34:	Manejo de lanternas que são periodicamente retiradas da água para triagem (a) e detalhe da lanterna (b).	54
Figura 35:	Exemplo de 'castigo' na forma de banhos de água doce que são aplicados quando necessários para eliminar o <i>fouling</i> ou predadores (a) e detalhe do aspecto das ostras após esta limpeza (b).	55
Figura 36:	Regressão entre os dados de temperatura <i>in situ</i> medidos em estação fixa e os dados de temperatura obtidos por sensoriamento remoto no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.	61
Figura 37:	Médias mensais de 5 anos de temperatura determinadas <i>in situ</i> para cada mês obtidas no período de 2005-2009 no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.	62
Figura 38:	Médias mensais de temperatura determinadas <i>in situ</i> durante os períodos de	63

2005-2009, em uma estação fixa no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.

- Figura 39:** Variação da temperatura determinada *in situ* ao longo do período 2005-2009 em uma estação fixa no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, com indicação do início de cada safra. 64
- Figura 40:** Regressão entre os dados de concentração clorofila *a in situ* (Ferreira, 2004; Rupp, 2007; Parizzoto, 2009) e os dados de concentração clorofila *a* provindos de sensoriamento remoto nas Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina. 65
- Figura 41:** Variação da clorofila *a* ao longo do período 2005-2009, na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, com indicação do início de cada safra, sendo a concentração de clorofila *a* obtida após a correção de dados de sensoriamento remoto. 66
- Figura 42:** Valores médios trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade do El Niño estimada pelo Índice Oceânico El Niño (ONI). 67
- Figura 43:** Valores médios trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade do La Niña estimada pelo Índice Oceânico El Niño (ONI). 68
- Figura 44:** Regressão dos dados de médias trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade de El Niño pelo Índice Oceânico El Niño (ONI). 68
- Figura 45:** Regressão dos dados de médias trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade de La Niña pelo Índice Oceânico El Niño (ONI). 69
- Figura 46:** Regressão entre a concentração média trimestral de clorofila *a* e o ONI na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina durante eventos de El Niño e ventos de N favoráveis à ressurgência da ACAS no Sul da Ilha de Santa Catarina. 70
- Figura 47:** Regressão entre as médias mensais de temperatura no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, e número de sistemas frontais que atingiram a região de Florianópolis. 72

Figura 48:	Regressão entre as médias mensais de concentração de clorofila <i>a</i> na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, e número de sistemas frontais que atingiram a região de Florianópolis.	74
Figura 49:	Produção das ostras <i>Crassostrea gigas</i> de diferentes classes de tamanho durante o cultivo, correspondendo à média de 4 ciclos de safras (2005/06, 2006/07, 2007/08 e 2008/09).	77
Figura 50:	Produção de ostras <i>Crassostrea gigas</i> , por classe de tamanho de cada safra, de acordo com os dias de cultivo.	79
Figura 51:	Valores dos índices de desempenho, IDs (sobrevivência/ meses de duração) para cada fase de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.	82
Figura 52:	Distribuição média de temperatura por classe de tamanho no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, ao longo do período de cultivo das safras estudadas.	85
Figura 53:	Distribuição média de concentração de clorofila <i>a</i> por classe de tamanho na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina ao longo do período de cultivo das safras estudadas.	86
Figura 54:	Variação da clorofila <i>a</i> ($\Delta\text{Clo } a$) com as frentes frias e comparação com a sobrevivência.	87
Figura 55:	Variação da temperatura no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, durante as safras de ostras <i>Crassostrea gigas</i> estudadas, e a sobrevivência por fases do ciclo de cultivo das mesmas.	90
Figura 56:	Variação da clorofila <i>a</i> na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, durante as safras de ostras <i>Crassostrea gigas</i> estudadas, e a sobrevivência por fases do ciclo de cultivo das mesmas.	91
Figura 57:	Regressão entre sobrevivência e temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) da fase do ciclo de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.	92
Figura 58:	Regressão entre sobrevivência e clorofila média (mg.m^{-3}) da fase do ciclo de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.	93

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Variáveis ambientais avaliadas com possível influência no cultivo de ostras e suas respectivas referências.	34
Tabela 2- Identificação das referências utilizadas neste estudo para determinação dos teores de clorofila <i>a in situ</i> nas Baías da Ilha de Santa Catarina e respectivos métodos de análise.	40
Tabela 3- Intensidade de eventos El Niño e La Niña indicado pelo índice ONI (<i>Oceanic Niño Index</i>) em períodos trimestrais durante os anos de estudo das safras de ostras <i>Crassostrea gigas</i> na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.	43
Tabela 4- Média da temperatura mensal e número de frentes frias no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, durante o período das safras de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> estudadas.	71
Tabela 5- Média mensal de clorofila <i>a</i> e número de frentes frias na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina durante o período das safras de cultivo de ostras <i>Crassostrea gigas</i> estudadas.	73
Tabela 6- Eventos de frente fria e teores de clorofila <i>a</i> na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.	75
Tabela 7- Sobrevivência e duração das diferentes fases de cultivo e ao final das safras de ostras <i>Crassostrea gigas</i> na Fazenda Marinha Atlântico Sul.	80
Tabela 8- Valores de R^2 e P das correlações ($n=4$) entre sobrevivência final e sobrevivência das fases e entre o índice de desempenho (ID) final e os IDs correspondentes a cada fase.	83

SIGLAS

AC- Água Costeira

ACAS - Água Central do Atlântico Sul

AT- Água Tropical

CEDAP – Centro de Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca

CEPA- Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola

Ciram - Centro de informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina

CPTEC - Centro de previsão do Tempo e Estudos Climáticos

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa S.A.

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

FAO - Food and Agriculture Organization

ID – índice de desempenho

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LMM - Laboratório de Cultivos de Moluscos Marinhos da UFSC

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration – United States Department of Commerce

ONI - Oceanic Niño Index

Prossiga - Programa de Informação para Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

SACC -The South Atlantic Climate Change Consortium.

SIF – Serviço de Inspeção Federal

SMM – Summer mass mortality

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí

UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina

UNIVILLE – Universidade da Região de Joinville

USEPA - United States Environmental Protection Agency

TSM – temperatura superficial do mar

AGRADECIMENTOS

Há muitas pessoas que merecem minha mais sincera gratidão por terem possibilitado a execução deste trabalho.

Primeiramente gostaria de expressar minha profunda gratidão e admiração ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Eduardo Lavanholi de Lemos, pelo conhecimento passado, por ter acreditado em mim, nesta pesquisa e principalmente pela paciência durante todo o período em que trabalhamos juntos!

Gostaria de agradecer a todos da Fazenda Marinha Atlântico Sul, em especial Néelson Silveira Jr. e Christine E. Fischer por me receberem na Fazenda, prontamente me fornecerem dados do cultivo e muitas vezes cederam seu tempo para sanar minhas dúvidas. Sem a colaboração de vocês esse trabalho não seria possível, muito obrigada!

Agradeço ao apoio constante da minha família e de Will Hall.

Agradeço a CAPES pela bolsa de pesquisa; ao IO-USP; a Rede ANTARES, CPTEC/INPE, a EPAGRI pela disponibilização de dados e a JICA pela oportunidade de estágio na área do meu estudo.

Muitas pessoas atenciosamente me auxiliaram quando eu precisei das mais variadas informações e aqui eu gostaria de agradecê-las: André C. A. Dos Santos, Profa. Aurea M. Ciotti, Profa. Carla Bonetti, Prof. Edmo J. D.Campos, Fábio Brognoli, Felipe M. Suplicy, Flávia M. P. Salsanha-Corrêa, Guilherme Rupp, Prof. Jaime F. Ferreira, Prof. Jarbas Bonetti Filho, Maysa Pompeu, Milton Kampel e Prof. Paulo S. Polito.

Agradeço sempre o apoio dos meus queridos professores Prof. Dr. Afrânio Rubens de Mesquita e Prof. Dr. Felipe Antonio de Lima Toledo.

Agradeço aos meus ombros amigos em horas de crises: Ana Cláudia Aoki Santarosa e Fanny Yasumaru!!! Não poderia me esquecer também de todos os amigos (vocês sabem quem são) que sempre torceram por este trabalho (incluindo claro, os três barulhentos do laboratório)!

Finalmente, agradecimentos a Ana Paula e Silvana, e ao pessoal de biblioteca.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Os resultados da produção comercial de quatro lotes de 'Ostras do Pacífico', espécie *Crassostrea gigas*, correspondentes às safras dos anos 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 foram obtidos de uma fazenda marinha localizada no sul da Ilha de Santa Catarina, no Estado que lidera a produção nacional de moluscos bivalves. Como o processo de engorda das ostras nestas áreas é totalmente realizado em águas marinhas, a relação das características do ambiente de cultivo e o sucesso da produção se fazem evidentes. Dados de temperatura superficial *in situ*, de concentração de clorofila *a* obtidos por sensoriamento remoto, de eventos de frentes frias e períodos de El Niño e La Niña foram analisados com o objetivo de estudar possíveis influências destas variáveis ambientais sobre o cultivo das ostras. Os resultados indicaram que os primeiros estágios de cultivo parecem ser decisivos para sobrevivência e rendimento final das safras. A temperatura parece ser o fator principal para a sobrevivência das ostras apresentando uma correlação negativa com a mesma, sendo a clorofila fator secundário, podendo, aparentemente, mitigar os efeitos negativos das altas temperaturas quando em concentrações elevadas. Para o desenvolvimento das ostras a clorofila foi o fator principal. Os eventos de frentes frias, associados a períodos de El Niño e La Niña, parecem influenciar na variação da clorofila na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.

Palavras-chave: maricultura, oceanografia, ostra *Crassostrea gigas*, temperatura, clorofila *a*, Santa Catarina.

ABSTRACT

Results of four allotments from a commercial culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, relative to the 2005/06, 2006/07, 2007/08 and 2008/09 crops were obtained from a marine farm located in the South of Santa Catarina Island, in the main national area for bivalve production. As the grow-out phase of those mollusks is completely performed in the marine environment, the relation between environmental characteristics and the culture success is made clear. *In situ* sea surface temperature data, remote sensing chlorophyll *a* concentration data, cold fronts events and El Niño and La Niña periods were evaluated in order to study possible influences of the environmental characteristics upon oyster performance. Results indicated the performance in the first stages as critical regarding both final survival and output of the crops. Temperature seems to be the main responsible factor for survival, based on a negative regression, whereas chlorophyll plays a secondary role in survival but apparently can mitigate the negative effects of elevated temperatures when available in elevated concentrations. On the other hand, chlorophyll is apparently the main factor for oyster development. Cold fronts events associated with El Niño and La Niña periods seem to influence chlorophyll variation in the South Bay of Santa Catarina Island.

Key words: mariculture, oceanography, *Crassostrea gigas* oysters, temperature, chlorophyll *a* and Santa Catarina.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Status da aquicultura mundial e nacional

Com a maioria dos estoques pesqueiros mundiais classificados entre altamente explorado a altamente sobre-explorado, a produção da pesca extrativa vêm permanecendo em um patamar de 90 milhões de toneladas por ano, com pequenas flutuações anuais (FAO, 2009a; Lucas, 2005). Segundo estimativas da FAO (2009b), em 2007, aproximadamente 156,4 milhões de toneladas de pescado foram produzidas, das quais aproximadamente 42% provinham da aquicultura (Figura 1).

Figura 1: Produção global de pescado durante o período de 1987 a 2007, indicando a contribuição da pesca extrativa e da aquicultura (Fonte: FAO, 2009b).

Dos 65,1 milhões de toneladas produzidos pela aquicultura em 2007, a maricultura, cultivo de organismos marinhos, contribuiu com aproximadamente 48% desta produção, enquanto os cultivos de água doce e água salobra responderam por 45% e 7%, respectivamente (Figura 2). Os moluscos, dos quais a grande maioria bivalves, são o segundo produto de cultivo da maricultura (41%) em 2007, ficando somente atrás das algas.

A aquicultura tem crescido a uma taxa de 7% ao ano (FAO, 2009b), taxa maior do que qualquer outro tipo de produção de proteína de origem animal. O consumo de pescados no mundo supera o consumo de todos os outros tipos de carnes e equivale ao consumo de carne bovina e de frango juntas (Carvalho & Lemos, 2009). Nas últimas estatísticas, de 2007, a demanda mundial de pescados de aproximadamente 120 milhões de toneladas foi atendida por 91 milhões de toneladas provindos da pesca extrativa e 65 milhões provindos da aquicultura. Sendo que em torno de 30% da pesca extrativa é destinada à produção de farinha e óleo de peixe, ao invés da alimentação humana, a aquicultura atualmente fornece metade de todo o pescado que é consumido no mundo (Carvalho *et al.*, 2009).

Figura 2: Contribuição dos diferentes ambientes de cultivo para o volume produzido pela aquicultura mundial em 2007 (Fonte: FAO, 2009a).

Considerando-se a escassez de água doce e de terra, a aquicultura, principalmente em águas marinhas e salobras, apresenta um grande potencial de expansão devido à necessidade de suprir a demanda mundial por pescados por causa de uma população crescente. Juntos, os ambientes de cultivo de águas salobras e marinhas contribuem com mais da metade da produção da aquicultura tanto em quantidade (55%), quanto em valor (56%) (FAO, 2009a; Figura 2). Tendo em vista a situação da pesca, a aquicultura se apresenta como alternativa para suprir a demanda mundial de pescados, que continuará crescendo, e contribuir para a produção de alimentos (Figura 3).

Figura 3: Produção e consumo global de pescado desde 1980 e projeções futuras até 2050 (Fonte: Carvalho *et al.*, 2009).

Os principais grupos cultivados mundialmente são, em ordem, os peixes (49%), as plantas aquáticas (23%) e os moluscos (20%), estes últimos representados principalmente pelo cultivo em águas marinhas de bivalves como ostras, mexilhões e vieiras (Figura 4). Este grupo se destaca cada vez mais na aquicultura mundial, uma vez que em 40 anos (até 2007) seu consumo passou de 0,6 kg para 2 kg per capita, graças ao aumento da oferta por essa atividade, além de aumento da demanda devido ao crescimento da população

e procura por alimento de qualidade (Carvalho *et al.*, 2009; Carvalho & Lemos, 2009).

Figura 4: Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela aquicultura mundial em 2007: quantidade e valor (Fonte: FAO, 2009a).

Na maricultura mundial os moluscos e as plantas aquáticas representam juntos mais 87% da produção, cada um contribuindo com aproximadamente metade desta porcentagem, totalizando 37,5 bilhões de dólares ao ano (Figura 5).

O consumo de bivalves no Brasil é conhecido há mais de 8000 anos (Mizuta, 2007) quando os sambaquieiros realizavam a coleta destes organismos; que constituíam uma das principais fontes de alimento para este grupo coletor (Figuti, 1993). Porém, o Brasil, um país com aproximadamente 8000 km de costa, representando mais de 12% da área total do território nacional, mesmo com grande potencial para a maricultura (Matsuura, 2001), utiliza pouco dessa extensão de costa para a produção aquícola (no *ranking* mundial o Brasil ocupa a 17^a posição na produção de aquicultura quanto à quantidade e quando considerada somente a maricultura e cultivo em águas salobras o Brasil cai para a 27^a posição) (FAO, 2009a).

Figura 5: Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela maricultura mundial e valor total da maricultura em 2007 (Fonte: FAO, 2009a).

Na aquicultura nacional, os moluscos ocupam a terceira posição em produção (5%), atrás de peixes de água doce (72%) e crustáceos, grupo representado principalmente pelo cultivo de camarões (23%, Figura 6).

Figura 6: Contribuição dos principais grupos cultivados para o volume produzido pela maricultura nacional em 2007 (Fonte: FAO, 2009a).

Os bivalves são considerados ótimos organismos para a aquicultura, pois as técnicas de cultivo, em geral, não exigem muita tecnologia e não há

despesas durante a fase de engorda com alimentação, uma vez que retiram o alimento da coluna de água marinha (Lucas, 2005). Neste aspecto, Matsuura (2001) destaca a importância do cultivo de bivalves que *aproveita a alta produtividade natural de águas costeiras, permitindo a transformação da produção primária do fitoplâncton em proteína animal* de elevada qualidade nutricional. Para o crescimento adequado, portanto, os moluscos bivalves requerem um ambiente costeiro produtivo, com adequada disponibilidade de fitoplâncton e outros recursos nutricionais orgânicos (Silva, 1998), bem como níveis adequados das variáveis abióticas como temperatura e salinidade. A característica de ser um cultivo de baixo impacto ambiental quando comparado a outros é uma qualidade adicional do cultivo de bivalves (Davenport *et al.*, 2003). O cultivo de bivalves foi considerado como uma atividade que obteria facilmente licenciamento, após terem sido considerados fatores como possíveis impactos ambientais e sociais; posicionada em termos de impacto negativo apenas atrás do cultivo de macroalgas (Boyd *et al.*, 2005).

Segundo Curtius *et al.* (2003), *a maricultura constitui atualmente um dos setores produtivos mais dinâmicos de Santa Catarina*. O cultivo de bivalves é desenvolvido em diferentes pontos da costa catarinense, respondendo por 85% da produção de moluscos bivalves cultivados do país, sendo o maior produtor nacional de ostras e mexilhões (Prossiga, 2007). O estado tem capacidade estimada para uma produção de 100.000 toneladas por ano (Prossiga, 2007) e, no entanto, produziu na safra de 2007 em torno de 14.000 toneladas (sendo destas, 1.385 toneladas de ostras e 12.000 toneladas de mexilhões); o que indica o quanto ainda pode expandir (FAO, 2009a). A urgência global da produção de alimentos e a importância da produção da maricultura para a economia em Santa Catarina recentemente afloraram em discussões nos meios de comunicação. No jornal Folha de São Paulo (23 de fevereiro de 2010) uma reportagem (Anexo I) ilustrou a influência da alta temperatura na produção de ostras, ressaltando a estreita relação entre o ambiente de cultivo e a maricultura.

1.2 A ostra do Pacífico: *Crassostrea gigas*

1.2.1 Características

Em 2007, foi a segunda espécie mais produzida em volume pela aquicultura no mundo (FAO, 2009a), sendo comumente chamada de ‘Ostra do Pacífico’ ou ‘Ostra Japonesa’ (Gosling, 2004; Figura 7) devido a sua área de ocorrência natural no Pacífico Indo-oeste (Figura 8). Devido à sua introdução (tanto accidental quanto comercial) em outras regiões do globo como América do Norte, Oeste da Europa e Austrália, apresenta uma distribuição global.

Figura 7: *Crassostrea gigas* (Fonte: FAO, 2009c).

Figura 8: Distribuição natural das principais espécies de ostras comercializadas (Modificado de Gosling, 2004).

São proterândricas e podem mudar de sexo, primeiramente se desenvolvendo como machos e podendo mudar para fêmeas, porém sempre permanecem como um sexo durante uma estação inteira, mudando de sexo somente na próxima estação. As ostras são organismos filtradores que se alimentam de partículas na coluna d'água por meio de uma corrente inalante, sendo que o alimento é passado para o sistema digestivo através da boca enquanto o material que não é alimento é expelido pelos palpos da boca e dispensado como pseudofeces (Huner & Brown, 1985). Por serem estuarinas suportam uma larga variação de salinidade que deve estar entre 20 a 35‰ e não estar sujeita a variações abruptas pela água doce.

As ostras começam o processo de desenvolvimento de gametas e desova quando as temperaturas se encontram mais elevadas, durante o verão.

Elas alocam um esforço energético considerável na desova e uma grande proporção do material corporal é transformado em ovos ou gametas. Ostras que estão desenvolvendo seu material genético perdem a firmeza apresentando gametas oleosos e de sabor acentuado. Após a reprodução a carne fica com menos sabor e as ostras são magras (Huner & Brown, 1985). Ostras desovadas se alimentam mais rapidamente e estocam glicogênio de forma mais acentuada (Dore, 1991).

Os bivalves se alimentam de uma variedade de partículas orgânicas suspensas no meio como: bactéria, fitoplâncton, micro-zooplâncton, detrito e também material orgânico dissolvido, como amino ácidos e açúcares. São muitos os mecanismos de que eles se utilizam para controlar a qualidade e a quantidade de sua dieta, tais como: variação da taxa pela qual a água passa pelas brânquias (filtração), taxa de eficiência em que as partículas são removidas desta corrente por unidade de tempo (taxa de limpeza), seleção de material do seston entre materiais de baixo valor nutricional, regulação do volume de material processado e ingerido, e modulação do processo de digestão ou absorção. Mudanças na taxa de filtração dos moluscos bivalves resultam em variação na quantidade de comida obtida, o que por sua vez implica em alterações no crescimento. A taxa de filtração depende da concentração de partículas no meio, estimulando e mantendo a filtração. Esta concentração de partículas também influencia na taxa de produção de pseudofezes estando positivamente relacionada a esta. Temperatura e salinidade também influenciam na taxa de filtração de partículas sendo que quando organismos bivalves experimentam mudanças bruscas destas características no meio a taxa de filtração é reduzida, sendo necessário um período de aclimação para que as taxas normais de filtração sejam novamente atingidas (Gosling, 2004).

A área ideal para o cultivo das ostras deve ter fluxo de maré ou corrente suficiente para promover a renovação da água (Spencer, 2002). A velocidade de corrente da região de cultivo dos bivalves influencia na taxa de filtração dos bivalves, pois há indícios de que eles podem maximizar a taxa de filtração de forma a explorar todo o suprimento de alimento. Walne (1979) em

um experimento com *Crassostrea gigas* obteve um incremento de 50% na taxa de filtração com aumento de 100% na velocidade de corrente que banhava os aparelhos de cultivo. Geralmente a engorda das ostras é realizada em águas costeiras, fato que caracteriza esta atividade como altamente dependente de características ambientais (Brandini *et al.*, 2000; Spencer, 2002) e altamente exposta às mudanças ambientais.

1.2.2 Breve histórico do cultivo de ostras

No Brasil esta espécie alóctone foi introduzida em 1974 pelo Instituto de Pesquisas da Marinha de Cabo Frio, sendo as sementes oriundas da Grã-Bretanha. Alguns experimentos com esta espécie foram realizados no Rio de Janeiro, mas sem sucesso econômico (Ferreira & Oliveira Neto, 2007). Inicialmente as iniciativas de produção de moluscos bivalves eram restritas a Instituições Públicas em nível experimental e de pesquisa, sem participação da comunidade produtiva envolvida. No estado de Santa Catarina a colaboração entre instituição de pesquisa (UFSC) e órgão de extensão (EPAGRI) convergiu em um objetivo em comum: a transferência de tecnologia de cultivo para o setor produtivo, formado inicialmente em sua maioria por pescadores e expescadores (Conceição, 2002). Posteriormente outras instituições de pesquisa (UNIVALI, UNISUL, UNIVILLE) bem como associações e cooperativas de produtores vieram a se unir aos esforços iniciais. O grande incentivo e desenvolvimento dado ao cultivo de moluscos possibilitaram que nos anos 90 a atividade se caracterizasse como comercial e no início do século XXI elevou o Estado de Santa Catarina ao posto de primeiro Estado produtor de ostras do Brasil (Ferreira & Oliveira Neto, 2007), com uma produção de 2213 toneladas em 2008 (Figura 9). O município de Florianópolis contribui com 53,13% desta produção (Dos Santos *et al.*, 2009).

Figura 9: Produção de ostras no Estado de Santa Catarina durante o período de 1991 até 2008 (Fonte: CEDAP/EPAGRI, 2009).

Outros fatores também contribuíram para o desenvolvimento da atividade em Santa Catarina, que vão desde as características sócio-culturais dos moradores da região (que tinham em sua dieta alimentar uma base de moluscos antes coletados em costões, além de familiarização com o ambiente marinho) às características ambientais do litoral do Estado (formado por baías e enseadas abrigadas favoráveis à localização de fazendas marinhas) (Wolff, 2007). Atualmente as ostras têm sido comercializadas na Grande Florianópolis ao preço médio de R\$ 5,00/dúzia de ostras grandes em embalagem de saco plástico com SIF¹ (CEPA/EPAGRI, 2009).

¹ 'SIF' corresponde à marca dada aos produtos de origem animal de estabelecimentos registrados junto ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal que certifica que estes estão aptos para o consumo sob aspecto sanitário e tecnológico, em conformidade com a legislação. Há 94 anos o Serviço de Inspeção Federal - SIF - atesta a qualidade sanitária dos produtos de origem animal oferecidos aos brasileiros e a milhares de consumidores em todo o mundo.

O cultivo no Estado de Santa Catarina se dá a partir de ostras obtidas em laboratório, identificada como a melhor forma de obtenção de sementes em termos de eficiência, garantia de produção e menor impacto sobre populações naturais (Ferreira & Oliveira Neto, 2007).

1.2.3 Sobrevivência e crescimento das ostras

Mortalidades em massa da Ostra do Pacífico ocorrem predominantemente durante o verão em diversas regiões do mundo (Summer Mass Mortality), relacionadas com cultivos realizados em locais de elevada produtividade, altos níveis de nutrientes, fundos lodosos, temperatura superior a 28°C, e máxima maturação gonadal das ostras; devido ao estado de fragilidade em que estas se encontrariam, fazendo-as suscetíveis às doenças (Wolff, 2007; Malhan *et al.*, 2009). Para a Ostra Japonesa a temperatura ideal da água não deve ultrapassar 28°C, sendo que a espécie apresenta crescimento maior em temperaturas menores que 24°C (Manzoni, 2001). Ao estudar a mortalidade de verão das ostras na Baía Sul, Wolff (2007) relatou que as mortalidades ocorreram concomitantemente às épocas de temperatura da água elevadas, períodos estes propícios para reprodução (Figura 10). Segundo este autor, o período entre a desova e a recuperação para a próxima desova é apontado como de fragilidade por balanço energético negativo, ou seja, o organismo gasta mais energia do que estoca. Apesar do autor não ter conseguido relacionar os dados de temperaturas com os momentos de desova, foi sugerida uma correlação positiva entre o aumento de temperatura e a mortalidade das ostras após a desova. A temperatura da água não poderia ser identificada como único fator para a mortalidade; e sim, um agravante do quadro de fragilidade das ostras em períodos reprodutivos.

Figura 10: Percentual de ostras ovadas: os períodos de desova, em que as ostras se encontrariam fragilizadas, coincidem com os meses de alta temperatura (Fonte: Wolff, 2007).

A taxa de crescimento dos moluscos pode ser medida de duas formas: pelo crescimento absoluto, quando o tamanho do organismo é relacionado com a idade; ou pelo crescimento alométrico, quando a taxa de crescimento de uma variável de tamanho é relacionada com outra variável (Gosling, 2004),.

O principal fator que influencia no crescimento é a disponibilidade de alimento. Aparentemente o crescimento é limitado por fitoplâncton devido à enorme capacidade de filtração dos bivalves, e, portanto o carbono não fitoplanctônico seria explorado na forma de sedimento ressuspenso, que compreende uma mistura de microflora bêntica e microalga, detrito orgânico fino, bem como quantidades de material inorgânico (Gosling, 2004). A autora enfatiza que, em pequenas concentrações, o sedimento ressuspenso na coluna de água contribuiria para o aumento do crescimento. Como a coluna d'água e o sedimento contém concentrações de clorofila, um bom indicativo de alimento para o fitoplâncton seria a concentração de clorofila *a*. A disponibilidade de material ressuspenso como alimento para os bivalves depende de vários fatores, estando mais disponível para ostras cultivadas em modo suspenso

(Gosling, 2004) do que em outros métodos de cultivo (por exemplo, cultivo de fundo). O potencial para a ressuspensão da matéria orgânica é maior sobre lama do que sobre areia. A autora, porém, ressalta que o crescimento dos bivalves é menor sobre lama do que sobre fundos arenosos devido ao excesso de turbidez que os primeiros proporcionariam e a diluição do seston em meio a partículas inorgânicas.

A temperatura também influencia no crescimento das ostras, e apesar dos bivalves cultivados em latitudes menores crescerem mais rapidamente do que os em alta latitudes, ainda não foi descrita na literatura uma relação linear entre aumento da temperatura e crescimento. De fato, foi proposto por Griffiths & Griffiths (1987) que temperaturas acima do limite das espécies poderiam afetar o mecanismo de compensação dos bivalves, o que causaria um aumento do custo metabólico e diminuição na filtração, consequentemente comprometendo o crescimento.

Em Santa Catarina, são necessários em torno de 8 meses para que as ostras atinjam o tamanho comercial (8cm), entretanto, como as ostras não apresentam crescimento uniforme, cerca de 20% podem ser comercializadas em até 5-6 meses (Manzoni, 2001). No litoral da França, por exemplo, as ostras precisam ser cultivadas por períodos de 2 a 4 anos para que atinjam o mesmo tamanho comercial (Gosling, 2004; Panorama da Aquicultura, 2009), fato que evidencia o Estado de Santa Catarina como uma região produtora de ostras de modo rápido e eficiente.

1.3 Motivação

Com aproximadamente 8000 km de extensão de costa, altas temperaturas e água de boa qualidade; o Brasil tem grande potencial para a maricultura. Porém o cultivo de bivalves no Brasil ainda é uma atividade pequena, contribuindo com 5% da produção total da aquicultura brasileira (Carvalho & Lemos, 2009), quando comparada a outros países.

Uma vez que o cultivo de bivalves é realizado no ambiente marinho e que os organismos retiram seu alimento do meio, não são necessárias despesas com ração, o principal encarecedor do cultivo de peixes e crustáceos, e fator importante da preocupação atual sobre a sustentabilidade de alguns cultivos. A importância das características do meio em que o cultivo se insere, segundo Brandini *et al.* (2000) e Spencer (2002), se fazem evidentes não somente por definirem a sustentabilidade ambiental, como também para a sustentabilidade econômica e manejo apropriado do mesmo. Especificamente na maricultura, destacam as diferenças no crescimento dos produtos (bivalves) em cada sítio, refletindo as diferenças específicas do ambiente.

Algumas pesquisas voltadas ao estudo da área de produção de moluscos bivalves vêm sendo realizada nas principais áreas de cultivo do Brasil, tanto sobre a influência do cultivo no ambiente (Marenzi, 2002; Torrens, 2005), quanto sobre diferentes influências do ambiente sobre o cultivo e os produtos cultivados (Marenzi & Branco, 2006; Curtius *et al.*, 2003 - contaminantes; Freitas & Barroso, 2006 - uso costeiro). Gosling (2004) destaca, porém, que o ambiente tem um efeito mais adverso no cultivo de bivalve do que *vice-versa*.

Especificamente na região das Baías da Ilha de Santa Catarina, uma das principais áreas produtoras de bivalves do Estado, pouco se relatou sobre as características do meio (Silva, 2002 – sedimentológicas; Ferreira *et al.*, 2004 – físico-químicas). Ainda mais escassos são os trabalhos que tentaram relacionar os dados ambientais com os dados de produção de moluscos da região (Wolff, 2007; Besen, 2005). Assim sendo, este estudo objetiva estudar possíveis influências das condições oceanográficas sobre o cultivo de ostras de uma fazenda marinha em Santa Catarina.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Compreender como as características oceanográficas da região da Baía Sul de Santa Catarina, entre sul da Ilha de Santa Catarina e o continente adjacente (de latitudes 27°33'S a 27°50'S), podem estar relacionadas à produção de ostras cultivadas na região.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar e agrupar informações sobre as características oceanográficas gerais da área de estudo, a partir de trabalhos pretéritos;
- Caracterizar as técnicas de manejo empregadas em uma fazenda de cultivo comercial de ostras;
- Verificar possíveis correlações entre os processos oceanográficos locais e os resultados de produção em cultivo.

Hipótese de trabalho: As possíveis variações de rendimento nos dados de cultivo de ostras estariam relacionadas a variáveis como temperatura da superfície do mar, clorofila *a* na coluna d' água, e ventos da região de estudo e poderiam estar associadas a eventos como: penetração da Pluma do Rio da Prata e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na Baía Sul, de entradas de frentes frias, e mesmo influência de eventos de El Niño e La Niña.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Plataforma Sudeste e litoral do Estado de Santa Catarina

A área de estudo se insere na região sudeste do Brasil (de 20° a 29°), entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o de Santa Marta (SC), e é caracterizada como a costa granítica do sudeste devido a aspectos geológicos. A plataforma continental da região é, em sua maior parte, coberta de areias, lama e argilas, e apresenta larguras que variam de 80 a 220 km, com a quebra da plataforma entre 100 e 160m de profundidade. A plataforma continental é abrangida pelas águas da Corrente do Brasil e da Água Central do Atlântico Sul ou ACAS (Knopper *et al.*, 2002).

Na parte mais interna da plataforma continental sudeste é encontrada a AC (Água Costeira) que é caracterizada pelas misturas de águas costeiras com as oceânicas (salinidade <33,7‰). A Água Tropical (AT) transporta águas mais quentes (20°C) da corrente do Brasil na direção sul-sudoeste e a ACAS transporta águas mais frias (6°C < temperatura < 18°C) na mesma direção (Mascarenhas Júnior & Ikeda, 1994), e ambas fluem ao largo da AC. Durante o verão, as águas da ACAS podem se dirigir em direção à costa, provocando ressurgências (Pereira *et al.*, 2009; Matsuura, 1986). Também a Zona de Convergência Subtropical, situada em frente à costa do Uruguai durante os meses de verão, pode atingir a Ilha de Santa Catarina nos meses de inverno, influenciando na dinâmica da região (Emílson, 1961).

Matsuura (1986) destaca a presença de uma massa de água fria na região costeira sul da Ilha de Santa Catarina durante um cruzeiro oceanográfico no mês de Janeiro/78. A origem da massa era a região de 200-300m de profundidade, ou seja, fora da plataforma continental. A massa de água, no entanto, não foi identificada. O

mesmo autor define a costa de Santa Catarina como uma área de penetração da massa de Água Tropical, com a penetração desta variando de ano para ano. Emílson (1961) caracteriza a região costeira do setor sudeste do Brasil como uma área que recebe pouca contribuição de água doce provinda do continente, apesar do regime de precipitação tropical e subtropical da região. Ao longo da plataforma catarinense, porém, a variação da concentração de clorofila *a* pode ser atribuída à drenagem continental (Noernberg, 2007). Segundo este autor, a concentração de clorofila *a* é influenciada no verão pela drenagem continental que fertiliza áreas costeiras (até 40 km) e em profundidade maiores pela drenagem remota do Rio da Prata e Lagoa dos Patos durante o inverno. Esta região com alta produtividade, e juntamente com as águas do setor mais ao sul do país, responde por cerca de 50% da produção pesqueira nacional (Knopper *et al.*, 2002).

Quanto às condições meteorológicas, nas áreas costeiras litorâneas os ventos predominantes são o de quadrante NE e S, sendo o NE predominante em 80% do ano (Leal, 1999). A variação maregráfica em Florianópolis é pequena, podendo ser caracterizada como de micromarés (<2m), sendo estas semidiurnas (Cruz, 1998; Knopper, 2002). As ondas, marés e correntes produzem uma rápida modificação morfológica praial (Cruz, 1998). Em toda a costa de Santa Catarina a salinidade é alta (34,5‰-35,5‰, Emílson, 1961; Matsuura, 1986) comparada com regiões de Estados mais ao norte.

3.2 Baías da Ilha de Santa Catarina

No litoral de Santa Catarina localiza-se a Ilha de Santa Catarina que apresenta uma área de 401km² e relações físicas com o continente. Na parte continental adjacente localizam-se os municípios de Governador Celso Ramos, Biguaçu, São José e Palhoça, de norte

ao sul, respectivamente. A face oeste da Ilha, na porção sul, abrange enseadas e duas Baías: a Sul e a Norte (Figura 11); constituindo um canal de 550 metros de largura (Silva, 2002), de águas tranqüilas, com deságues de rios que muitas vezes formam bancos arenosos (Cruz, 1998).

Figura 11: Localização da área de estudo: detalhe da Ilha de Santa Catarina com a localização da Baía Sul e do Ribeirão da Ilha (modificado de Wolff, 2007).

As águas de baixa energia hidrodinâmica das Baías se devem à fisiografia da Ilha de Santa Catarina, que se apresenta como um obstáculo à ação de ondas provenientes do oceano aberto (Silva, 2006). A região sul da Ilha de Santa Catarina é considerada uma área de ressurgência costeira (Matsuura, 1986). A Baía Sul distingue-se da Norte pela presença de assoreamentos, áreas de fundos rasos, águas tranquilas e marismas (Cruz, 1998). Além disso, a Baía Sul conecta-se com o oceano através de um canal bem estreito, enquanto a Baía Norte possui uma conexão maior com o oceano (Melo *et al.*, 1997).

As profundidades na Baía Sul (Figura 12) são pequenas, raramente excedem 9m, com canais mais profundos ao centro e próximo a desembocaduras (Silva, 2002) e profundidades mais elevadas (até 24m) próximo a Ponta dos Naufragados, ao sul da Ilha (Carta Náutica nº 1902, DHN 1956). A Baía Sul, por ser um ambiente comparativamente mais energético devido às forçantes hidrodinâmicas como correntes de maré e ondas geradas pelo vento, apresenta sedimentos que são caracterizados como areia, diferentemente da Baía Norte que apresenta sedimentos que vão de lama a silte.

No meio da Baía Sul há um tombo de maré, local onde as ondas de maré provindas das embocaduras da Baía Norte e Sul se encontram, portanto, as correntes tendem a ser muito fracas (Melo *et al.*, 1997). Nas extremidades da Baía, porém, as correntes são mais fortes.

Na região próxima à conexão da Barra Sul com o oceano aberto há um forte fluxo e renovação de água em função das marés (Rupp, 2007). Na maré enchente o fluxo na Baía Sul se dirige diretamente ao meio da Baía, tanto pela conexão que tem com a Baía Norte como pela conexão com o mar aberto ao sul, sendo mais intenso nesta última conexão. Já na vazante, as águas são

direcionadas ao mar aberto pelas duas extremidades da Baía Sul (Melo *et al.*, 1997; Figura 13). Marés meteorológicas fazem com que a elevação na Baía Sul seja de maior intensidade do que na desembocadura da Baía Norte (Bonetti *et al.*, 2007).

Figura 12: Profundidades reportadas para as Baías da Ilha de Santa Catarina (Figura: Melo *et al.*, 1997).

O vento tem um papel importante na dinâmica das Baías sendo que eles podem gerar marés meteorológicas e correntes (Melo *et al.*, 1997). As águas da Baía Sul apresentam variação sazonal de temperatura, com previsíveis máximas no verão e mínimas no inverno, porém durante o verão, há registros de temperaturas que chegam a se igualar às temperaturas de inverno, como 18°C (Rupp, 2007). Além de conexões com o mar aberto a Baía Sul recebe deságue de mais de dez rios, que contribuem com a variação da salinidade da região e aporte de matéria orgânica. O Rio Cubatão deságua bem ao centro da Baía, região em que há uma facilidade na deposição de sedimentos devido à baixa circulação local descrita.

Figura 13: Modelo sugerido para a (a) entrada e (b) saída de água das Baías da Ilha de Santa Catarina (Modificado de: Melo *et al.*, 1997).

3.3 O Ribeirão da Ilha

Apresentando uma profundidade média de 3,4m e sedimento predominantemente arenoso, a localização do Bairro de Ribeirão da Ilha está direcionada para noroeste e o vento influente é de sul (Ferreira *et al.*, 2004).

De 4 principais sítios de cultivo tanto da Baía Norte quanto da Baía Sul (Enseada do Brito, Ribeirão da Ilha, Santo Antonio de Lisboa e Sambaqui), a região foi caracterizada como sendo a área de menor enriquecimento orgânico sedimentar (Bonetti *et al.*, 2007), sendo propício para o cultivo de bivalves.

3.4 Principais aspectos ambientais estudados

3.4.1 Água Central do Atlântico Sul (ACAS)

Trata-se de uma massa de água fria e rica em nutrientes, com temperaturas inferiores a 20°C e salinidade entre 35-36,5‰. Flui entre 200-500m de profundidade e próximo à borda da plataforma. Essa massa de água pode aflorar à superfície devido ao transporte horizontal induzido pelo vento na camada superior do oceano, o que ocorrendo em proximidade à costa caracteriza a ressurgência costeira. A ascensão da ACAS com temperatura de 16-17°C e salinidade 35,5‰ ocorre na região de Cabo de Santa Marta Grande quando ventos nordeste predominam, que apesar de ser um fenômeno conhecido ainda foi pouco estudado (Pereira *et al.*, 2009; Figura 14). Ventos de leste-nordeste causam transporte de Ekman em direção ao oceano e, portanto direcionamento das águas superficiais costeiras em direção ao oceano aberto, possibilitando a chegada da ACAS à superfície (ressurgência costeira). Já ventos de sul e sudoeste

transportam na região águas superficiais em direção à costa, desfavorecendo a ressurgência (Braga & Niencheski, 2006).

Figura 14: Região da ressurgência da ACAS na região do Cabo de Santa Marta, ao sul da Ilha de Santa Catarina (Modificado de Pereira *et al.*, 2009).

3.4.2 Influência da pluma do Rio da Prata

Na plataforma sudeste e sul da Ilha de Santa Catarina, uma influência na circulação é a descarga do Rio da Prata, segundo pesquisas do programa SACC (The South Atlantic Climate Change Consortium). As águas desta descarga são menos salinas e mais enriquecidas de nutrientes comparadas às águas de entorno (Garcia *et al.*, 2004). A influência destas águas é acentuada com o aumento do volume de água pela pluviosidade na bacia hidrológica, porém a distribuição de baixa salinidade depende muito mais do regime de ventos no Atlântico Sul do que da descarga fluvial (Pimenta *et al.*, 2005; Piola *et al.*, 2005). A descarga do Rio da Prata apresenta somente variações sazonais moderadas, com máximas relativas em maio e outubro-novembro (Piola *et al.*, 2008). A descarga, de vazão

média de $23,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, forma uma pluma superficial de água menos salina que pode deslocar-se para baixas latitudes com variações sazonais (Piola *et al.*, 2000; Figura 15). Os registros indicam que a pluma vai até 28°S de latitude durante o inverno (junho-setembro) (Möller *et al.*, 2008), apesar de especulações de que esta pluma poderia ter atingido latitudes tão baixas quanto as de Santos (24°S ; Campos *et al.*, 2008). No verão (dezembro-março), a Pluma se retrairia a latitudes de 32°S .

Figura 15: Deslocamento da Pluma do Rio da Prata: detalhe da pluma de baixa salinidade (valor de salinidade, ‰, indicada pela escala de cores) atingindo o sul da Ilha de Santa Catarina - indicado pela flecha. A linha preta delinea as áreas de salinidade $<33,5\text{‰}$. (Modificado de Campos *et al.*, 2008).

A pluma de água da descarga do Rio da Prata, menos densa devido à baixa salinidade, se desloca em direção ao norte sobre a plataforma continental até se misturar definitivamente com as águas oceânicas. No entanto, se estiver associada a regimes de ventos de SO, que são predominantes durante o inverno, estes ventos propiciam o deslocamento da Pluma em direção a baixas latitudes mesmo durante períodos de baixa descarga fluvial. Forçada por estes ventos, a Pluma pode atingir 50-150 km de largura e 1500 km de extensão (Pesquisa FAPESP, 2008), atingindo regiões costeiras. No verão, os ventos predominantes de NE forçam a retração da Pluma em direção ao sul e direcionam a pluma de baixa salinidade em direção ao mar aberto (Möller *et al.*, 2008).

Ao interromper o afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), massa de água reconhecida como fonte de nutrientes importantes para a produção primária (Braga *et al.*, 2008), a pluma do Rio da Prata poderia influenciar indiretamente na produção primária da região (Pesquisa FAPESP, 2008).

3.4.3 Influência de fenômenos de larga escala: El Niño/ La Niña

El Niño e La Niña representam fenômenos oceânico-atmosféricos de grande escala da região do Oceano Pacífico Equatorial. Enquanto o El Niño é caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais oceânicas e baixa pressão atmosférica na região do Oceano Pacífico leste, o fenômeno La Niña se caracteriza pelo oposto: esfriamento anormal das águas superficiais e alta pressão atmosférica na região citada.

Simplificadamente é possível identificar a ocorrência destes eventos por meio de diferenças nas pressões atmosféricas, como por exemplo: pelo índice de Oscilação Sul (IOS) em pontos pré-estabelecidos do Oceano Pacífico leste (Taiti) e oeste (Darwin), por meio de anomalias na temperatura da superfície do mar (TSM), pela intensidade dos ventos alísios, dentre outros (CPTEC/INPE, 2009a). Algumas áreas do Oceano Pacífico Tropical que apresentam altas correlações com o clima em diversas partes do mundo em anos de El Niño e La Niña foram definidas, sendo elas: Niño 1 e 2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4 (Figura 16). A energia térmica acumulada nestas áreas influencia o clima (Oliveira, 1999), portanto, o estudo destas áreas gera indicadores para a detecção de fenômenos El Niño/La Niña. A área 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W) é uma região com altíssima correlação entre o IOS e a temperatura da superfície do mar (Oliveira, 1999), sendo a região mais utilizada em estudos dos fenômenos, por informar com maior certeza a intensidade do El Niño.

Figura 16: Regiões do Oceano Pacífico estudadas para caracterização dos fenômenos El Niño/La Niña: Niño 1+2, Niño 3 e Niño 3.4 e Niño 4; destaque para a região do Niño 3,4 (Modificado de Marques *et al.*, 2005).

A atuação de El Niño (Figura 17) e La Niña (Figura 18) causa flutuações nos padrões de temperatura não só no Oceano Pacífico como em todo o globo. Na região sul do Brasil causa aumento ou diminuição na precipitação e temperatura acima ou abaixo da média climatológica, caso o evento seja El Niño ou La Niña, respectivamente (Oliveira, 1999). Eventos como o El Niño e La Niña foram caracterizados também como influentes no deslocamento das águas da pluma do Rio da Prata, devido às influências que ocasionam no campo de vento. Durante os eventos de El Niño, apesar da vazão do Rio da Prata ser aumentada pelo aumento da precipitação na região da Bacia, a tendência de deslocamento da Pluma para o norte seria desviada para mar aberto devido ao aumento da frequência de ventos NE paralelos à costa, sendo estes relacionados com a intensificação da parte oeste do Centro de Alta pressão do Atlântico Sul (Piola *et al.*, 2005). Já durante anos de La Niña, mesmo a vazão do Rio da Prata sendo menor; a maior incidência dos ventos de sudeste aumentaria o deslocamento de águas de menor salinidade ao longo da costa, em direção nordeste.

3.4.4 Frentes Frias

A frente é uma zona de transição entre duas massas de ar de diferentes densidades e temperaturas, causando uma grande mudança nas variáveis meteorológicas.

Figura 17: Efeitos globais do El Niño, com maior destaque ao Hemisfério Sul (Figura: CPTEC/INPEa).

Figura 18: Efeitos globais do La Niña, com maior destaque ao Hemisfério Sul (Figura: CPTEC/ INPEa).

As frentes causam uma forte mudança de temperatura em uma distância relativamente curta, variações na umidade, variações na direção do vento e na presença de nuvens, além de precipitação.

As frentes podem ser classificadas pelos movimentos relativos das massas de ar quente e frias envolvidas, sendo classificadas em:

- Frente Fria: uma massa de ar frio avança sob uma massa de ar quente.
- Frente Quente: o ar quente avança sobre o ar frio.
- Frente Estacionária: não há o avanço do ar frio nem o avanço do ar quente relativamente ao outro. Gera uma precipitação associada que é geralmente leve e estratiforme, porém pode tornar-se bem significativa se a frente permanecer estacionária por muito tempo.

Na região sudeste do Brasil a passagem de frentes frias é um evento comum. Os sistemas frontais exercem marcante influência sobre esta região (Rezende, 2003). A região é constantemente atingida por frentes frias, sendo a média de 3 a 4 frentes em um intervalo de 8 dias. A trajetória, em geral, é de sudoeste para nordeste com uma ocorrência maior de sistemas frontais durante o inverno. Nos meses de verão, no entanto, os sistemas frontais são de maior duração (Rodrigues *et al.*, 2004).

Os efeitos da passagem de frentes frias no ecossistema marinho costeiro de Santa Catarina durante o período de inverno foram estudados por Gallucci & Netto (2004). Na região que precede a frente fria, ou seja, no setor quente; os ventos sopram de NE, mas com a aproximação da frente os ventos rotacionam no sentido anti-horário para NO. Com a passagem da frente os ventos passam a soprar de S retornando o sentido predominante de NE somente após 1 dia da passagem da frente (Figura 19). Os mesmos autores

identificaram um aumento da clorofila *a* logo depois da passagem da frente fria, e associaram o aumento da clorofila à retenção e acumulação do fitoplâncton próximo a costa, à ressuspensão do microfitobentos e ao aumento da disponibilidade de nutrientes; fatores associados aos efeitos dos ventos de sul. Também foram observadas mudanças no seston que atingiu um valor máximo durante a passagem da frente. Contrariamente, é também especulado que a ressuspensão de sedimentos poderia provocar a inibição da produtividade primária devido à diminuição da penetração de luz, dificultando também a filtração de água pelos moluscos que despenderiam maior energia para alimentação (Bonetti *et al.*, 2007).

Figura 19: Modelo conceitual da passagem de uma frente fria na região de Santa Catarina (Modificado de: Gallucci & Neto, 2004).

Gosling (2004) cita que quanto maior a concentração de partículas em suspensão maior a produção de pseudofeces (material que é filtrado da água, porém posteriormente rejeitado antes da ingestão).

A passagem de frentes meteorológicas pode impedir a chegada da ACAS à superfície segundo estudos de Silveira & Möller

(1998; 1999). Como a ressurgência da ACAS depende da duração de ventos nordeste, e as frequências de frentes frias são maiores no outono e inverno; as ressurgências de águas mais profundas como a ACAS se dão principalmente no verão. Os ventos de sul associados às frentes frias trariam águas comparativamente mais quentes e menos salinas da descarga continental.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente dados ambientais obtidos da literatura ou dados de órgãos públicos e dados de produção de ostras de uma fazenda marinha localizada na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina entre o início do ano de 2005 até meados do ano de 2009 foram analisados individualmente. Esses dados, posteriormente, foram analisados também em conjunto, para estudo das influências oceanográficas sobre os dados de cultivo de forma a se obter uma possível relação entre os mesmos.

4.1 Dados oceanográficos e meteorológicos

Os dados oceanográficos e meteorológicos foram obtidos por meio de referências da literatura, de base de dados abertas e de órgãos públicos e em determinações *in situ*. A Tabela 1 indica as fontes para os principais dados obtidos.

Tabela 1 - Variáveis ambientais avaliadas com possível influência no cultivo de ostras e suas respectivas referências.

Variável	Fonte
Temperatura	Determinações <i>in situ</i> *
	Rede ANTARES
Clorofila a	Rede ANTARES
Eventos de El Niño/La Niña	NOAA**
Ventos	EPAGRI/Ciram/Inmet***
Frentes Frias	Boletins Climanálise (CPTEC/INPEb)****

(*Dados coletados pela Fazenda Marinha Atlântico Sul **NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration – U. S. Department of Commerce ***EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina-S.A., Ciram - Centro de informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina, Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia ****CPTEC/INPE Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/ INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

4.1.1 Dados providos de sensoriamento remoto

No endereço eletrônico da Rede ANTARES (www.antares.ws) encontram-se disponíveis dados diários de temperatura superficial e clorofila a da plataforma sudeste do Brasil, onde se insere a área de estudo deste projeto. As imagens foram obtidas por meio do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) de resolução espacial de 1.1Km (Kampel, *comunicação pessoal*, 2010). Apesar de dados de satélites muitas vezes não corroborarem com resultados observados *in situ* (a acurácia e a precisão dos dados obtidos

dependem dos algoritmos usados para correção dos dados de satélite e estes algoritmos por sua vez dependem de dados *in situ* utilizados para o seu desenvolvimento, de acordo com Kampel *et al.*, 2007), estes são instrumentos que permitem a obtenção de dados diários de uma vasta área, estão disponíveis para o público em geral, e são de grande utilidade quando o estudo não dispõe de campanhas de observação *in situ*. Os dados de sensoriamento remoto da base de dados ANTARES têm sido validados por meio de determinações *in situ*. No sítio da internet, é possível se escolher o ponto (latitude, longitude) em que se quer obter os dados.

Uma questão associada a este tipo de dado é que, dependendo da cobertura de nuvens, alguns locais podem não apresentar dados disponíveis, sendo que o fato pode se repetir por vários dias seguidos, comprometendo assim, o trabalho a ser realizado pelo usuário (Pereira *et al.*, 2009).

4.1.2 Temperatura

Dados de temperatura foram coletados em um ponto localizado em frente à Fazenda Marinha Atlântico Sul (27°44'S; 48°33'O). A temperatura superficial do mar (TSM) foi medida com um termômetro de mercúrio de 50cm. A partir de dados de coletas diárias foi feita uma média mensal que possibilitou delinear tendências sazonais de temperatura. Adicionalmente foram obtidos dados de temperatura medidos por satélite por meio da Rede Antares (www.antares.ws). Os dados de temperatura determinados *in situ* foram comparados por meio de regressão (n=182) com dados de temperatura superficial do mar obtidos por sensoriamento remoto para plataforma sudeste do Brasil (Figura 20). A regressão foi analisada a fim de verificar a capacidade de previsão entre os dois. Com os dados de temperaturas dos anos de 2005-2009 foram calculadas médias mensais para cada um dos anos.

Além disso, a fim de se obter uma análise geral da variação deste parâmetro no período inteiro, foram calculadas também médias mensais com base nestes quatro anos. As variações de temperatura também foram analisadas levando-se em consideração os períodos das safras de cultivo e posteriormente os dados de sobrevivência das ostras.

Figura 20: Imagem da temperatura superficial do mar obtida a partir do satélite AQUA distribuído pela Rede ANTARES: www.antares.ws.

4.1.3 Clorofila *a*

Por estar presente em todos os organismos fitoplanctônicos, a clorofila *a* tem sido utilizada como um estimador da biomassa fitoplanctônica no oceano. Como dados *in situ* de clorofila *a* (Clo *a*) não estavam disponíveis, foram obtidos dados por meio de sensoriamento remoto da cor dos oceanos novamente pelo sítio da Rede Antares (Figura 21). A absorção seletiva dos comprimentos de onda de espectro eletromagnético na faixa de azul e verde pelos pigmentos fotossintéticos, em especial a clorofila, permite a posterior estimativa da biomassa fitoplânctonica por satélite (Morel & Prieur, 1977).

Assim é possível se estimar zonas de diferentes concentrações de clorofila *a* no oceano.

Figura 21: Imagem de Clorofila *a* gerada a partir do satélite AQUA distribuído pela Rede ANTARES: www.antares.ws. As regiões em cinza não apresentam dados devido à intensa cobertura de nuvens.

Um problema dos dados obtidos por sensoriamento remoto em águas do tipo 2² é o fato de que além de fitoplâncton, as medidas de clorofila *a* do satélite podem medir também matéria orgânica dissolvida (folhagem continental morta, substâncias húmicas e fitoplâncton em decomposição) e matéria orgânica particulada em suspensão (detrito, sedimento e poeira continental) (Polito, 2009), podendo tornar os dados de difícil interpretação. Especulou-se sobre a influência das águas da Pluma do Rio da Prata na região de estudo que, se presente, poderia causar a sobreestimativa da clorofila *a* medida por sensoriamento remoto devido à alta absorção pela matéria orgânica colorida dissolvida de origem continental (Garcia& Garcia, 2008).

² As águas são classificadas como águas do tipo 1 e 2. As águas do tipo 1 são aquelas em que as propriedades ópticas são determinadas por fitoplâncton, ou seja, águas oceânicas. Águas do tipo 2 são águas em que material orgânico dissolvido e sedimentos em suspensão estão presentes, como no caso de águas costeiras (Morel & Prieur, 1977).

Pelo descrito anteriormente e, como os dados de Clo *a* obtidos por satélite podem ser considerados valores sobreestimados se comparados com valores *in situ* descritos na literatura (Ferreira *et al.*, 2004; Parizotto, 2009), procedeu-se a correção dos dados de satélite a partir de uma regressão utilizando dados de Clo *a* determinados *in situ* nas áreas das duas Baías obtidos na literatura (totalizando n=24).

Para obtenção de valores de clorofila *a* correspondentes aos determinados *in situ* a partir dos valores de satélite, e obtenção do modelo de regressão, foram considerados os dados de amostragem *in situ* como variável dependente (eixo y) e os de satélite como variável independente (eixo x), embora na realidade a resposta do satélite dependa do que é 'lido' no ambiente.

Os valores de clorofila *a* determinados *in situ* foram obtidos das referências descritas a seguir:

Ferreira *et al.*(2004) ao estudarem as condições físico-químicas da águas de cultivo de molusco de Santa Catarina, realizaram determinações de clorofila entre os anos de 1999 e 2002 em cinco pontos distintos das Baías de Santa Catarina, sendo eles: Sambaqui, Santo Antônio de Lisboa, Ribeirão da Ilha, Enseada do Brito e Pinheira (Figura 22). A técnica empregada para a determinação da clorofila *a* foi o método fluorimétrico com extração da clorofila em acetona 90% (Tabela 2). Os autores discutem que nas Baías aparentemente não há variações na concentração de clorofila *a* entre superfície e fundo. Devido ao fato, foi realizada uma média entre os valores de clorofila *a* sazonais de superfície e fundo de todas as estações. Estas médias sazonais foram comparadas com médias sazonais (n= 20) dos dados do satélite. No entanto, não se dispunha de dados de sensoriamento remoto para o período estudado por Ferreira *et al.*(2004), sendo portanto, utilizados dados dos anos de 2005 a 2008.

Figura 22: Localização dos pontos de amostragem utilizados no presente trabalho para determinação de clorofila *a in situ* reportados na literatura (Mapa: modificado de Ferreira *et al.*, 2005).

Rupp (2007), a fim de estudar a influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza em cultivos de vieira (*Nodipecten nodosus*) amostrou águas em um ponto localizado em Caieira da Barra do Sul (Figura 22) e determinou a Clo *a* segundo o método fluorimétrico com extração da clorofila em acetona 90% (Tabela 2). Devido ao estudo ter sido realizado entre fevereiro de 2004 e abril de 2005 somente duas coletas foram correlacionadas com os dados do satélite da mesma série temporal.

Dados *in situ* de Clo *a* foram também obtidos do trabalho de Parizotto (2009) que estudou as condições nos estuários dos rios que desembocam nas águas das Baías Norte e Sul (Figura 22). Os dados utilizados (n=2) foram restritos aos pontos de amostragem dentro das Baías, portanto, excluíram-se as amostragens próximas da foz ou dentro dos rios. O método utilizado no trabalho foi o método espectrofotométrico com extração da clorofila (Tabela 2).

Tabela 2- Identificação das referências utilizadas neste estudo para determinação dos teores de clorofila *a in situ* nas Baías da Ilha de Santa Catarina e respectivos métodos de análise.

Referência	Método	Referências de procedimento e equação final de determinação
Ferreira <i>et al.</i> (2004)	Fluorimétrico	- Strickland and Parsons (1972) - Littlepage (1998).
Rupp (2007)	Fluorimétrico	- USEPA método 445.0 (1997) - Aminot (1983)
Parizzoto (2009)	Espectrofotométrico	- Parsons <i>et al.</i> (1984) adaptado por Paranhos (1996) - Brandini (2006)

Comparações entre os métodos existentes para medição de clorofila *a* foram temas de diversas pesquisas (Rivera *et al.*, 2005; Murray *et al.*, 1986; Dos Santos *et al.*, 2003).

Segundo Rivera *et al.* (2005) os valores de clorofila obtidos por espectrofotometria são sobreestimados em relação aos valores obtidos pelo método de fluorescência. O método fluorimétrico parece ser mais sensível e preciso que os métodos espectrofotométricos, pois não são afetados pela presença de clorofila *a* e feopigmentos.

No entanto, ainda que os valores entre as duas técnicas difiram um pouco, ambas mostram a mesma tendência sendo que os autores ressaltam a utilidade do método espectrofotométrico em lugares cuja concentração de clorofila *a* não exceda 60mg.m^{-3} . Já Murray *et al.* (1986) comparou quatro diferentes métodos de determinação de clorofila em águas marinhas, sendo dois deles o método espectrofotométrico e o método fluorimétrico, e concluiu que não há evidências para afirmar a existência de diferenças fundamentais entre os métodos para medida de clorofila *a*. Também Dos Santos *et al.* (2003) encontrou coeficientes de correlação linear de Pearson entre os métodos fluorimétrico e espectrofotométrico muito altos ($r= 0,97$ e $0,98$) quando comparados resultados de 120 amostras em reservatórios, o que indicaria que ambos os métodos apresentam resultados muito similares. Os autores afirmam que ambos os métodos sobreestimam clorofila se comparados com um terceiro mais sensível (separação por HPLC seguido de espectrofotometria) e são afetados por interferência dos produtos da degradação da clorofila como: feofitina, clorofilídeo e feoforbídeo. Portanto, apesar dos métodos apresentarem por si só alguns erros, a utilização de dados obtidos por métodos experimentais diferentes não invalida uma pesquisa, existindo assim a possibilidade do uso dos mesmos em um mesmo estudo, como foi realizado no presente trabalho.

Além dos fatos descritos, os dados *in situ* de clorofila *a* obtidos pelo método de espectrofotometria, que segundo a literatura, não diferencia clorofila *a* de outros estados de pigmentos; compartilham esta característica com os de sensoriamento remoto, o que possibilitou a utilização dos dados no presente trabalho.

4.1.4 Eventos El Niño / La Niña

Dados de ocorrência e intensidade de eventos de El Niño e de La Niña foram obtidos no sítio da National Oceanic and Atmospheric Administration dos Estados Unidos (www.cpc.noaa.gov/) (Figura 23).

Figura 23: Variações das anomalias da temperatura superficial do mar no Oceano Pacífico, área 3.4, durante o período de 1990 a meados de 2009 (Modificado de: NOAA, www.cpc.noaa.gov).

O índice para detecção do El Niño e La Niña utilizado pela NOAA foi o Índice Oceânico Niño, ou *Oceanic Niño Index* (ONI) que se baseia em oscilações além da média da TSM na região Niño 3.4, sendo este indicador a principal ferramenta para acessar, monitorar, e prever o El Niño. O ONI é definido como a média corrente de três meses dos desvios da TSM na região do El Niño 3.4. O El Niño é caracterizado por um ONI maior ou igual a $+0,5^{\circ}\text{C}$, e a contrário, o La Niña é caracterizado por um ONI igual ou menor que $-0,5^{\circ}\text{C}$. Para serem considerados como episódios de El Niño ou La Niña os desvios mencionados devem ocorrer por um período de no mínimo 5

trimestres consecutivos. Durante o período de 2005 a 2009 foram considerados os ONI que caracterizam a intensidade e ocorrência tanto de eventos El Niño como La Niña (Tabela 3).

Tabela 3 - Intensidade de eventos El Niño (negrito e itálico) e La Niña (itálico e sublinhado) indicado pelo índice ONI (*Oceanic Niño Index*) em períodos trimestrais (os meses estão indicados por suas letras iniciais) durante os anos de estudo das safras de ostras *Crassostrea gigas* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina (Fonte: NOAA, www.cpc.noaa.gov/, 2009). Os valores representam desvios acima da média de temperatura superficial do mar para a região 3.4 do Oceano Pacífico, sendo que os desvios positivos $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$ caracterizam o El Niño e os desvios negativos $\leq -0,5^{\circ}\text{C}$ caracterizam o La Niña.

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2005	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	-0,1	-0,4	-0,7
2006	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9	1,1	1,1
2007	0,8	0,4	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	<u>-0,7</u>	<u>-1</u>	<u>-1,1</u>	<u>-1,3</u>
2008	<u>-1,4</u>	<u>-1,4</u>	<u>-1,1</u>	<u>-0,8</u>	<u>-0,6</u>	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,6
2009	-0,8	-0,7	-0,5	-0,1	0,2							

A fim de verificar a influência dos eventos de El Niño e La Niña nas variações de concentração de clorofila *a* na área de cultivo foram feitas correlações entre os índices que estimam a intensidade dos eventos (ONI) e as concentrações de clorofila *a* na Baía nos mesmos períodos do índices, ou seja, foram obtidas médias trimestrais de clorofila de períodos correspondentes aos dos índices (ONIs). Em uma segunda abordagem foram levados em consideração também os ventos favoráveis atuantes para a análise dos efeitos dos eventos El Niño e La Niña, uma vez que a análise neste caso partiu

do presuposto que a entrada de águas na Baía Sul seria responsáveis pela variação da clorofila.

4.1.5 Vento

Os dados de direção predominante do vento da estação meteorológica da região de São José (Grande Florianópolis- SC) foram obtidos através de contato com a EPAGRI/Ciram/Inmet (ciram.epagri.rct-sc.br; Figura 24). Estes dados, juntamente com valores de ONI, foram fundamentais para a consideração da entrada de águas na Baía Sul, tanto águas supostamente da ACAS, como provindas da pluma do Rio da Prata.

Figura 24: Direção mensal predominante do vento na estação meteorológica de São José em Santa Catarina, no período de estudo das safras de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* (Fonte: EPAGRI/Ciram/Inmet: ciram.epagri.rct-sc.br).

4.1.6 Frentes frias

Os dados de sistemas frontais expressos por frentes frias foram adquiridos no site do CPTEC-INPE (2009b), na base dos Boletins Climanalise

(<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>). O número de sistemas frontais por mês medidos na base de Florianópolis (Figura 25) foram contabilizados para posterior comparação com dados de clorofila *a* no mesmo período em busca de uma possível relação entre os mesmos.

Figura 25: Exemplo de progressão dos sistemas frontais medidos no Brasil, com destaque para os eventos medidos pela estação meteorológica em Florianópolis (indicados pelas flechas). Os pontos indicam que a frente passou pela estação entre 09:00h (hora local) do dia anterior e 09:00h (hora local) do dia indicado. (Fonte: Boletim climanálise, CPTEC –INPE: www.inpe.br).

Durante eventos de frente fria existe a hipótese da participação dos ventos de sul empurrando a entrada de águas da plataforma para dentro da Baía Sul. Caso estas águas da plataforma adjacente possuam teores de Clo *a* diferentes daqueles da Baía Sul, os eventos de frentes frias poderiam se relacionar com variações de Clo *a* (Silveira Jr. *et al.*, 2006a, 2006b). A variação de clorofila *a* ($\Delta\text{Clo } a$) na Baía Sul foi calculada como sendo a diferença entre a concentração de clorofila *a* (mg.m^{-3}) durante eventos de frentes frias ($\text{Clo } a_{\text{FF}}$) e a concentração de clorofila *a* (mg.m^{-3}) em dias adjacentes (imediatamente antes ou após os eventos, dependendo da disponibilidade de dados) não

afetados por eventos de frentes frias ($Clo_{a_{VD}}$), de acordo com os dados meteorológicos. A variação de ΔClo_a nestas condições foi então analisada em relação aos períodos de El Niño e La Niña, bem como junto aos dados de sobrevida das safras (%). A ocorrência de frentes frias também foi relacionada com a variação da temperatura na Baía Sul, por meio de análise de regressão.

4.2 Dados de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* na Fazenda Marinha Atlântico Sul

Devido à necessidade de se dispor de dados de produção e manejo para a comparação com dados oceanográficos da área, era necessário obter uma série temporal significativa e dados consistentes incluindo de manejo padronizado, dados que, em geral, não são facilmente obtidos com pequenos maricultores da região. Portanto, foi contatada a Fazenda Marinha Atlântico Sul, considerada a maior fazenda do Brasil no cultivo de moluscos bivalves, por dispor de dados com as características necessárias. A fazenda está localizada no Ribeirão da Ilha, bairro do município de Florianópolis na parte insular sul (Figura 26) e possui área de cultivo de aproximadamente 35 ha, na qual estão distribuídos 92 *longlines* (ou espinhéis) de cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*), mexilhões (*Perna perna*) e em menor escala, ainda em fase experimental, vieiras (*Nodipecten nodosus*).

O tipo de cultivo em *longlines* consiste em flutuadores de bombonas plásticas amarrados em linha por um cabo horizontal que flutua na superfície do mar, ao qual são atadas as lanternas de cultivo de ostras (Figuras 27 e 28). Os *longlines* são fundeados por uma poita em cada extremidade do mesmo. A forma da poita é de trapézio para que mesmo com correntes mais fortes possa tombar para qualquer lado e ainda assim manter a estabilidade no fundo (Figura 29), possibilitando a estabilidade dos espinhéis em superfície (Brognoli, comunicação pessoal). Cada *longline* de cultivo de ostra têm 100 metros de

comprimento com distância entre bóias (e apetrechos de cultivo) de 1 metro e 10 metros de distância com o *longline* adjacente em superfície (Figura 27).

Figura 26: Localização da Fazenda Marinha Atlântico Sul no município de Florianópolis (a) e detalhe dos sítios de cultivo (b). Os *longlines* foram destacados em branco, para realçar a imagem obtida no programa (Modificado de: Google Earth).

Figura 27: Desenho esquemático com as características do sistema de cultivo do tipo *longline* (ou espinhel) empregado na Fazenda Marinha Atlântico Sul (Modificado de: Ferreira & Oliveira Neto, 2007).

Figuras 28: *Longlines* (a) e detalhe do cabo de cultivo horizontal no qual as lanternas são atadas (b).

Figura 29: Fôrma para fabricação de ‘poita’ trapezoidal utilizada para fundear os *longlines*, na Fazenda Marinha Atlântico Sul.

Obteve-se dados de 4 safras de cultivo comercial de ostras *Crassostrea gigas* tais como: número de sementes estocadas, produção de ostras jovens, adultas e terminadas, bem como a produção final. A série temporal disponível compreendeu o período de 2005 a 2009. A partir desses dados tentou-se relacionar a produção com as características oceanográficas da região.

4.2.1 Práticas de manejo durante as safras de cultivo de ostras

Uma característica favorável da série temporal obtida é que durante estes anos as safras foram cultivadas segundo um mesmo protocolo de manejo.

O processo produtivo de ostra compreende basicamente 5 etapas³ do ciclo de vida: pré-semente, semente, jovem, adulta e terminada (Figura 30). Primeiramente as pré-sementes adquiridas de um laboratório produtor, o Laboratório de Cultivos de Moluscos Marinhos da UFSC (LMM), geralmente com tamanhos variando de 1,0-1,5 mm, e são acondicionadas em caixas flutuantes de malha apropriada. Após 15 dias as ostras que atingem o tamanho maior que 3 mm, são colocadas em berçários com malha de 1,5 mm. A fase de semente compreende ostras de tamanho aproximado ou maior que 3 mm (#3) (Figura 31). É possível também que as sementes sejam obtidas diretamente do laboratório. Passados mais 30 dias os indivíduos que atingem tamanho maior que 3 cm, agora na fase de jovens, são colocados em bandejas, estruturas plásticas em forma de lanterna que acomodam as ostras em andares. Para a passagem dos indivíduos das bandejas para as lanternas são necessários pelo menos mais 30 dias, período no qual se espera que os indivíduos atinjam um tamanho maior que 5 cm, sendo portanto caracterizados como em fase adulta (exemplo de artefatos de cultivo, ver Figura 32). Após aproximadamente mais 3 meses as ostras na fase 'terminada' terão atingido tamanho comercial, sendo classificadas de acordo com o tamanho do indivíduo como pequena (7-8 cm), média (9-11cm), ou grande (maior que 12cm), a partir da separação de tamanho em uma 'mesa de triagem' com diferentes espaçamentos entre as grades.

³ Entende-se aqui por etapa a denominação que os indivíduos recebem **segundo o tamanho** que apresentam e que determina a possibilidade de recolocação nos diferentes artefatos de cultivo.

Figura 30: Esquema explicativo das etapas de cultivo de ostras e os aparelhos em que são cultivadas em cada uma das etapas, de acordo com o tamanho do indivíduo (indicado entre parênteses). As setas indicam possibilidade de retorno das ostras ao mesmo aparelho de cultivo, caso não tenham atingido o tamanho necessário para serem transferidas para o próximo artefato de cultivo.

Figura 31: Detalhe dos diferentes tamanhos médios de sementes de ostras *Crassostrea gigas*: (a) sementes #3 (3mm), (b) sementes #5 (5mm) e (c) sementes #6 (6mm).

Entre cada etapa, e depois de percorridos os períodos de tempo especificados são realizados peneiramentos⁴ em uma peneira rotativa circular (Figura 33), a fim de determinar se os indivíduos atingiram ou não o tamanho desejado para seguir para o próximo artefato de cultivo. O tamanho da malha da estrutura de triagem é trocada de acordo com o tamanho dos indivíduos que se deseja separar, sendo os peneiramentos realizados em malhas diferentes para posterior recolocação em cada artefato de cultivo. Os indivíduos que ainda se encontram em um tamanho inferior ao requerido para o próximo artefato, e que, portanto, passam pela malha escolhida para o peneiramento, voltam àquele artefato anterior e permanecem neste pelo período de tempo necessário para atingir o tamanho para o próximo artefato.

Figura 32: Aparelhos para o cultivo de ostras no mar pelo método suspenso de *longlines*: (a) caixa berçário para sementes, (b) bandeja para jovens e (c) lanterna para adultas e terminadas.

⁴ 'Peneiramentos' são as separações por malha de uma peneira que parte de um lote sofre, sendo que, após um número de peneiramentos suficiente para que todo o lote tenha sido remanejado, obtém-se uma 'triagem'.

Figura 33: a) Peneira de rotação para triagem de ostras por tamanho. b) Detalhe da seleção: ostras de tamanho menor que a malha caem na placa de alumínio e as de tamanho maior que a malha escorregam até o tanque de plástico. c) Detalhe de uma das peneiras circulares de diferente tamanho de malha que pode ser acoplada ao equipamento rotativo para seleção de outro tamanho. d) Recolocação de ostras de tamanho homogêneo na lanterna de cultivo.

Após todo o lote ter sido completamente peneirado considera-se que o lote sofreu uma triagem. Assim, ao longo do período de cultivo, um certo lote inicial será paulatinamente dividido entre vários artefatos de cultivo, devido ao crescimento diferenciado que o lote de ostras pode apresentar. Com o passar do tempo da safra os artefatos de cultivo destinados a ostras de tamanhos maiores apresentaram maior quantidade de indivíduos, enquanto os artefatos destinados a ostras de tamanhos menores apresentaram cada vez menos número de indivíduos. O processo de manejo com retirada dos aparelhos da

água (Figura 34), peneiramento e novamente reposição ao mar, se repete até que todas as ostras do lote tenham sido retiradas do mar em tamanho de terminada, ou seja, quando o lote é completamente colhido para que possa ser levado ao mercado em tamanho satisfatório. Durante os meses de verão quando o *fouling* é intenso e os predadores existem em maior quantidade são realizados durante os manejos os chamados ‘castigos’, de dois tipos: exposição ao ar ou banhos de água doce (Figura 35). Ambos os castigos têm o intuito de eliminar os organismos da fauna acompanhante que prejudica a ostra, seja por predação ou por agregação à concha, o que afeta o crescimento por competição por espaço e/ou alimento dentro dos aparelhos de cultivo.

Figura 34: Manejo de lanternas que são periodicamente retiradas da água para triagem (a) e detalhe da lanterna (b).

Figura 35: Exemplo de ‘castigo’ na forma de banhos de água doce que são aplicados quando necessários para eliminar o *fouling* ou predadores (a) e detalhe do aspecto das ostras após esta limpeza (b).

As ostras da primeira fração de um lote que atinge o tamanho adequado para o mercado (terminadas), ou seja, aquelas que estão no artefato mais avançado, são chamadas de ‘cabeças-de-lote’.

4.2.2 Considerações acerca de fatores que influenciariam o desempenho de moluscos bivalves em cultivo

Os principais fatores que influenciariam a produção de moluscos bivalves em uma fazenda seriam três, a saber:

- genética;
- manejo;
- condições ambientais: fatores bióticos e abióticos.

Tais fatores atuam tanto isolados como combinados. A interação genética *versus* condições ambientais pode causar efeito significativo sobre o desempenho das ostras em cultivo (Gosling, 2004).

As condições ambientais incluem as características oceanográficas. Sendo assim, procurou-se selecionar os dados de produção disponíveis na Fazenda de modo a minimizar influências genéticas e de manejo, e assim obter dados que podiam ser trabalhados considerando-se apenas as influências ambientais sobre os mesmos. Assumiu-se a premissa de que a linhagem genética não seria fator interferente significativo nas séries de dados a serem analisadas, uma vez que de 2005 a 2008 as sementes foram adquiridas da mesma fonte, do LMM (Laboratório de Cultivos de Moluscos Marinhos da UFSC).

O manejo, ou seja, a constante intervenção nos artefatos de cultivo (como recolocação de indivíduos, limpeza, e outros) é também um fator que influencia na produção final de uma safra na fazenda de cultivo de moluscos bivalves marinhos. Por exemplo, uma alta densidade de indivíduos no artefato de cultivo pode inibir crescimento, assim como a falta de limpeza de aparelhos de cultivo pode obstruir as malhas e impedir passagem de água para os bivalves, acontecimentos estes que podem causar mortalidade. Como o presente trabalho se direciona ao entendimento das influências oceanográficas no cultivo, a influência do manejo no resultado final de produção (e acompanhamento do desenvolvimento) deveria ser minimizada. Concluiu-se que os dados de lotes inicialmente estocados em março melhor se adequariam ao presente estudo, pois além de serem semeados segundo o protocolo de manejo já descrito, gozam de importante característica:

- os lotes ⁵ de março iniciam a primeira safra ⁶ anual, sendo semeados em uma época em que não há muitas ostras da safra

⁵ Lote será a denominação dada às diferentes semeaduras durante um ano. No presente estudo serão trabalhados os lotes de março ou abril dos anos de 2005 a 2009.

⁶ Safra será a denominação utilizada para se referir aos estoques cultivados anuais de cada lote e seus rendimentos. Como no presente trabalho só foram estudados um lote de cada safra, as palavras “safra” e “lote” podem ser usadas como ‘sinônimos’.

passada para a comercialização. Sendo assim, as ostras destes lotes são colhidas em suas diferentes frações tão logo atingem o tamanho comercial, devido à necessidade de suprir o mercado (as ostras destes lotes não são estocadas em ambiente marinho, mesmo quando já estão em tamanho comercial, como geralmente acontecem com outros lotes. Caso as ostras fossem estocadas no mar a mercê da demanda comercial, resultaria em uma despadronização de dados e impossibilitaria a comparação de lotes de diferentes anos).

4.2.3 Arranjo e interpretação dos dados de cultivo de ostras

Como todas as planilhas e dados recebidos contemplavam aspectos comerciais da fazenda foi necessário primeiramente entender a organização dos dados da empresa para posterior arranjo dos dados para manipulação científica. Com os lotes de março selecionados, a partir dos dados de manejo, foram obtidas as triagens mensais até o término de cada lote.

A safra de 2005/06 teve seu cultivo iniciado no mês de abril, e as safras de 2006/07, 2007/08 e 2008/09 no mês de março, diferença esta que foi considerada nas análises dos dados.

4.2.4 Sobrevivências: das classes de tamanho, das fases de cultivo e final

Para a obtenção das sobrevivências por classe de tamanho (sementes, jovens, adultas e terminadas) foi feita uma divisão do número de ostras de uma classe de tamanho no mês pelo número inicial de sementes da safra estudada. Como as quantidades de sementes iniciais eram diferentes em cada safra, o cálculo permitiu a obtenção da quantidade em porcentagem e posterior comparação das safras. A escala de meses foi convertida então em dias de

cultivo devido ao fato da safra de 2005/06 ter começado em mês diferente das safras dos outros anos.

A partir da média das sobrevivências das quatro safras nas classes de tamanho de jovens, adultas, e terminadas foi feito um gráfico que resumiu as características da produção de ostras. Com o intuito de se descobrir qual classe de tamanho apresentaria maior variação nos valores de triagem foi calculado o coeficiente de variação das triagens para as mesmas classes de tamanho citadas.

Para o cálculo das sobrevivências por fases do ciclo de cultivo foram identificadas fases diferentes, sendo estas divididas em:

- de sementes a jovens = fase 1,
- de jovens a adultas = fase 2,
- de adultas a terminadas = fase 3.

A partir dos dados de quantidades de sementes, jovens, adultas e terminadas; foram calculadas as sobrevivências (%) para cada fase dividindo-se o número de ostras da classe de tamanho final da fase estudada pelo número de ostras da classe de tamanho inicial da fase estudada.

A sobrevivência final de cada safra (%) foi obtida dividindo-se o número final de terminadas pelo número inicial de indivíduos semeados no lote.

4.2.5 Índice de desempenho (ID)

Uma sobrevivência alta não necessariamente indica que um lote ou uma safra é melhor em comparação com outras de sobrevivência mais baixa, uma vez que o tempo de cultivo também é uma variável importante para o maricultor, complementando as informações de porcentagem de sobrevivência. Quanto menor o tempo de cultivo e maior sobrevivência da fase, melhor será o lote/safra em questão. De forma a se obter um índice para comparação entre

as safras de sobrevivência levando-se em consideração o tempo, foi calculado o índice de desempenho (ID) dividindo-se a sobrevivência da fase (%) pela duração da mesma (meses).

4.2.6 Particularidades e tratamento de dados da safra 2008/09

Devido aos dados do lote de 2008/09 serem recentes e do lote só ter sido totalmente colhido em maio de 2009, os dados de manejo das ostras adultas e das ostras em tamanho de terminadas não foram contabilizados em detalhes pela fazenda de cultivo e, portanto estavam disponíveis somente até o mês de outubro de 2008. Sabia-se, porém, os valores das sobrevivências finais de adultas e terminadas, o que permitiu que fossem realizadas projeções baseadas nas tendências médias dos meses disponíveis da safra de 2008/09 em relação à média das triagens dos anos anteriores e assim, obtidas as triagens faltantes a partir de estimativas razoáveis para a safra de 2008/09 (Fischer, *comunicação pessoal*, 2009).

4.3 Dados ambientais *versus* dados de cultivo de ostras

Os eventos de frentes frias e sua possível influência na variação de clorofila foram estudados junto aos dados de sobrevivência das diferentes fases. Os desenvolvimentos das safras nas diferentes fases (semente-jovem, jovem-adulta e adulta-terminada) foram relacionados com a variação de clorofila *a* e temperatura. Os dados de sobrevivência e período de cultivo foram relacionados com as médias de temperatura e clorofila nas diferentes fases de cada safra por meio de regressões.

4.4 Análises estatísticas

A correlação de Pearson (programa SigmaStat) testou a significância das relações nas regressões, como denotado pelo coeficiente de determinação (R^2) e o valor de P. As correlações foram checadas para as regressões de sensoriamento remoto *versus* correlações *in situ*, bem como para as relações envolvendo sobrevivência, duração das fases, ID, valores de temperatura e clorofila *a*. A relação entre variáveis foi considerada significativa quando $P \leq 0,05$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão discutidos primeiro os fatores ambientais e suas inter-relações, seguidos da análise dos dados de cultivo de ostras e finalmente as interações entre os dados de cultivo e os fatores ambientais considerados.

5.1 Temperatura

A regressão quantificada pela equação ($y=0,965x+0,238$) entre a temperatura *in situ* e a temperatura obtida pelo dados de satélite apresentou excelente previsibilidade ($R^2= 0,93$, $P<0,05$ e $SE=0,99$) (Figura 36). Isto prova que os dados de temperatura por sensoriamento remoto podem quase substituir coletas *in situ* para a área em questão, fornecendo um resultado muito similar. Apesar da alta correlação entre os dados *in situ* e de sensoriamento remoto, foram utilizados daqui por diante, em todo o trabalho, os dados *in situ*, cujo número amostral era maior. Os dados de temperatura na Baía Sul de Santa Catarina já tinham sido estudados no período de 2001-2007 por Silveira *et al.* (2008a), porém no presente trabalho são estudados mais dois anos: 2008 e 2009. Como já descrito por esses autores, o mês do ano que apresenta maior valor de temperatura superficial do mar (TSM) média é o mês de março, enquanto o mês que apresenta menor valor de temperatura média

Figura 36: Regressão entre os dados de temperatura *in situ* medidos em uma estação fixa e os dados de temperatura obtidos por sensoriamento remoto no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina (dados de sensoriamento remoto: distribuído pela Rede ANTARES, www.antaes.ws).

é o mês de julho (Figura 37). Há, porém, flutuações de ano para ano do mês que apresenta menor temperatura variando entre os meses de junho, julho e agosto (Figura 37). São nos meses mais frios também que se encontram os maiores desvios padrões indicando que as temperaturas mínimas na região podem variar muito de ano para ano, caracterizando invernos mais ou menos rigorosos. Os meses de outubro e novembro apresentam temperaturas quase previsíveis devido ao baixo desvio padrão apresentado nos dados.

Figura 37: Médias mensais de 5 anos de temperatura determinadas *in situ* para cada mês obtidas no período de 2005-2009, no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina (no ano de 2009 somente foram utilizadas as temperaturas que estavam disponíveis até o mês de maio).

Durante o período estudado o ano que atingiu temperaturas médias mais frias foi o ano de 2007, com temperaturas ($\sim 16^{\circ}\text{C}$) abaixo daquelas reportadas como de inverno na literatura (Rupp, 2007), sendo este também o ano que atingiu as temperaturas médias mais altas ($>27^{\circ}\text{C}$), bem próximas ao limite máximo de 28°C considerado limite da temperatura ideal para a espécie *Crassostrea gigas* (Manzoni, 2001; Figura 38). No anos de 2006 e 2008 as temperaturas anuais médias variaram pouco em comparação aos outros anos. Na Figura 39 apresenta-se a variação da temperatura durante o período de estudo (2005-2009) com as delimitações dos períodos referentes às diferentes safras. Pôde-se observar que sempre no início e final de uma safra as temperaturas se encontravam elevadas, com excessão do início da safra de 2005/06, que experimentou temperaturas mais amenas devido à semeadura em abril, fato este que diferenciou a safra de 2005/06 das outras estudadas. Durante a safra

Figura 38: Médias mensais de temperatura determinadas *in situ* durante os períodos de 2005-2009, em uma estação fixa no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.

2005/06 as temperaturas médias em geral foram comparativamente baixas e variaram gradualmente sem mudanças abruptas, salvo o período de julho a setembro. Durante o período todo da safra de 2006/07 as temperaturas foram mais elevadas em geral do que a safra anterior porém as variações foram ainda menos acentuadas durante todo o ano. A safra de 2007/08 começou em temperaturas altas se comparadas às outras safras, porém experimentou, comparativamente, as mais baixas temperaturas no inverno em quedas bruscas, sendo que partir de setembro a temperatura começou a subir novamente. A última safra estudada, 2008/09, experimentou em geral temperaturas médias altas, porém em um intervalo de tempo menor que o da safra de 2007/08.

Como variações bruscas de temperatura podem causar stress nas ostras e fazer com que a taxa metabólica dos indivíduos diminua até novamente ocorrer a aclimação para as novas características ambientais, os

anos em que as temperaturas variaram gradualmente, por exemplo 2005 e 2006, caso a temperatura fosse o único fator a ser considerado, seriam os melhores anos para o cultivo de ostras.

Figura 39: Variação da temperatura determinada *in situ* ao longo do período 2005-2009, em uma estação fixa no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, com indicação do início de cada safra. Os espaços em branco entre as barras de temperatura são períodos de ausência de dados.

5.2 Clorofila a

Através de um modelo linear ($y = ax + b$) a partir de dados de diferentes pontos das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina, foi obtida uma correlação ainda mais realística do que se tivessem sido utilizados dados de um único local de amostragem. O coeficiente de determinação ($R^2=0,66$) obtido é um valor razoável para correlação

de dados ambientais e o valor de P ($P < 0,05$) confirmou sua significância. Os valores de clorofila do satélite foram então corrigidos por meio da equação ($y = 0,3533x - 0,4153$) após a análise de regressão entre os dados de medições de clorofila *a in situ* e as medições de sensoriamento remoto na Baía Sul (Figura 40).

Figura 40: Regressão entre os dados de concentração clorofila *a in situ* (Ferreira, 2004; Rupp, 2007; Parizzoto, 2009) e os dados de concentração clorofila *a* provindos de sensoriamento remoto (dados de sensoriamento remoto: distribuído pela Rede ANTARES, www.antares.ws) nas Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina.

Mesmo sendo uma abordagem inicial, os valores de clorofila obtidos por sensoriamento remoto para qualquer ponto das Baías acessado na Rede Antares podem ser facilmente corrigidos por meio da equação linear descrita.

Na Figura 41 está a variação de clorofila ao longo do período das safras de abril de 2005 a maio de 2009. O início de cada safra foi identificado e é possível observar que a clorofila apresentou concentrações diferentes entre os diferentes períodos das safras. Os anos em que a clorofila foi alta foram 2007, 2008 e 2009, ou seja, os períodos de cultivo das safras 2007/08 e 2008/09. O período em que a safra 2005/06 estava sendo cultivada foi um período em que a clorofila se encontrava mais baixa. O período da safra de 2006/07 foi, em termos de concentração de clorofila, intermediário aos citados apresentando porém um período de muito baixa clorofila *a*, logo após o início da safra.

Figura 41: Variação da clorofila *a* ao longo do período 2005-2009, na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, com indicação do início de cada safra, sendo a concentração de clorofila *a* obtida após a correção de dados de sensoriamento remoto (Figura 35). Os espaços em branco entre as barras de concentração de clorofila *a* são períodos de ausência de dados.

5.3 Eventos El Niño/ La Niña

Durante o período de cultivo das safras estudadas ocorreram: um período de El Niño e um período de La Niña. O período de El Niño compreendeu os meses de julho de 2006 a fevereiro de 2007. Já o período de La Niña foi maior, compreendendo os meses de agosto de 2007 a junho de 2008.

5.3.1 Relação com variações de clorofila *a*

Não foi possível descrever uma relação entre a concentração de clorofila *a* e a intensidade do evento El Niño (Figuras 42 e 44) ou La Niña (Figura 43 e 45) na área da Baía Sul.

Figura 42: Valores médios trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade do El Niño estimada pelo Índice Oceânico El Niño (ONI).

Figura 43: Valores médios trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade do La Niña estimada pelo Índice Oceânico El Niño (ONI).

Figura 44: Regressão entre os dados de médias trimestrais de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade de El Niño pelo Índice Oceânico El Niño (ONI).

Figura 45: Regressão entre os dados de médias trimestrais de clorofila a na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e intensidade de La Niña pelo Índice Oceânico El Niño (ONI).

Os gráficos foram então refeitos levando-se em consideração os ventos NE associados aos períodos de El Niño e ventos SO associados aos períodos de La Niña, fatores estes relacionados às possíveis entradas de águas da ACAS e da Pluma do Rio do Prata, respectivamente, na Baía Sul. Na Figura 46, além de eventos de El Niño, foram considerados ventos NE que seriam favoráveis à ressurgência ao Sul da Ilha de Santa Catarina. Pode-se observar uma forte correlação do ONI com a com a concentração de clorofila. A baixa no valor do índice porém causou pequenos aumentos no valor de clorofila a. Isso pode ser explicado por uma simples consideração: ao invés da ressurgência, que depende muito da duração de ventos NE favoráveis, o que pode ter ocorrido foi o deslocamento de águas superficiais mais quentes provindas de norte e pobres em nutrientes, que tomando conta da plataforma poderiam entrar na Baía Sul.

Figura 46: Regressão entre a concentração média trimestral de clorofila a e o ONI na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina durante eventos de El Niño e ventos de N favoráveis à ressurgência da ACAS no Sul da Ilha de Santa Catarina.

* o n corresponde a 4 pontos distintos, porém 2 deles não podem ser distinguidos aqui devido à quase sobreposição, sendo eles: $p_1(0,5; 3,21)$ correspondente ao trimestre JMF/05 e $p_2(0,5; 3,22)$ correspondente a JAS/06.

Na correlação da clorofila a e o ONI durante eventos de La Niña (figura não utilizada), ao serem considerados apenas trimestres de ventos SO/S predominantes, ventos estes que são associados a possível deslocamento para norte da pluma do Rio da Prata, restaram somente dois dados para correlação. Apesar da análise de regressão não ser válida neste caso, foi possível identificar uma tendência de aumento na concentração de clorofila relacionada à intensificação do La Niña, fato que comprovaria a possível presença de nutrientes trazidos junto a Pluma por deslocamento desta em direção a latitudes menores.

5.4 Frentes frias

5.4.1 Relação com variações de temperatura

Na Tabela 4 encontram-se os valores médios de temperatura e o número de frentes frias mensais na área estudada.

Tabela 4 – Média da temperatura mensal e número de frentes frias no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, durante o período das safras de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* estudadas.

Mês/ ano	Média Temp. (°C)	Número de Frentes Frias	Mês/ ano	Média Temp. (°C)	Número de Frentes Frias
jan/05	25,12	5	abr/07	25,15	6
fev/05	24,71	4	mai/07	20,24	7
mar/05	25,02	7	jun/07	17,9	9
abr/05	23,73	6	jul/07	16,2	11
mai/05	21,71	6	ago/07	16,5	14
jun/05	21,14	7	set/07	20,76	8
jul/05	17,95	6	out/07	22,2	7
ago/05	19,43	5	nov/07	22,6	10
set/05	17,71	3	dez/07	25,53	5
out/05	21	9	jan/08	26,02	4
nov/05	23,2	7	fev/08	26,24	4
dez/05	23,7	10	mar/08	24,78	4
jan/06	26,73	9	abr/08	22,55	6
fev/06	26,42	3	mai/08	20,68	4
mar/06	26,86	6	jun/08	17,9	7
abr/06	24,53	5	jul/08	19,63	6
mai/06	20,55	4	ago/08	19,24	15
jun/06	19,68	8	set/08	19,2	5
jul/06	20,19	6	out/08	20,8	5
ago/06	18,72	6	nov/08	22,35	1
set/06	18,78	9	dez/08	23,68	1
out/06	21,21	5	jan/09	24,23	2
nov/06	22,35	3	fev/09	25,77	2
dez/06	25,75	3	mar/09	25,8	2
jan/07	25,58	8	abr/09	24,78	1
fev/07	25,18	2	mai/09	22,73	4
mar/07	27,31	3			

Conforme o esperado, a passagem de frentes frias na região causou uma diminuição na temperatura da água na Baía Sul (Figura 47). Já foram reportadas para a região variações acentuadas de temperatura, principalmente no verão, quando ocorre a ressurgência da ACAS ao sul da Ilha de Santa Catarina, sendo que águas frias desta massa de água poderiam ser empurradas para dentro da Baía com as frentes (Silveira *et al.*, 2006; Wolff, 2007). Nos dados da tabela 4 as médias mensais não permitiram a visualização de eventos diários detalhados mas fica claro que a interação mar-atmosfera faz com que ocorram mudanças nos parâmetros oceanográficos, e influenciam a temperatura da água durante todo o ano, mesmo durante meses de inverno, quando a temperatura já está baixa, devido a maior frequência dos eventos.

Figura 47: Regressão entre as médias mensais de temperatura no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, e número de sistemas frontais que atingiram a região de Florianópolis.

5.4.2 Relação com variações de clorofila *a*

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios de clorofila *a* e o número de frentes frias mensais na região de estudo.

Tabela 5 – Média mensal de clorofila *a* (Clo *a*, dados de sensoriamento remoto corrigidos por valores *in situ*, Figura 35) e número de frentes frias na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina durante o período das safras de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* estudadas (o símbolo ‘ - ’ indica um mês de ausência de dados).

Mês/ ano	Média Clo <i>a</i> (mg.m ⁻³)	Número de Frentes Frias	Mês/ ano	Média Clo <i>a</i> (mg.m ⁻³)	Número de Frentes Frias
mar/05	3,21	7	mai/07	1,29	7
abr/05	2,65	6	jun/07	1,55	9
mai/05	3,38	6	jul/07	4,72	11
jun/05	2,39	7	ago/07	2,71	14
jul/05	1,47	6	set/07	5,25	8
ago/05	2,45	5	out/07	5,71	7
set/05	2,48	3	nov/07	4,16	10
out/05	1,67	9	dez/07	3,37	5
nov/05	1,88	7	jan/08	2,81	4
dez/05	2,26	10	fev/08	4,33	4
jan/06	2,92	9	mar/08	6,03	4
fev/06	2,30	3	abr/08	4,16	6
mar/06	4,87	6	mai/08	3,08	4
abr/06	-	5	jun/08	2,64	7
mai/06	1,45	4	jul/08	2,69	6
jun/06	2,69	8	ago/08	3,34	15
jul/06	3,78	6	set/08	1,53	5
ago/06	2,29	6	out/08	5,03	5
set/06	3,46	9	nov/08	3,59	1
out/06	2,82	5	dez/08	4,70	1
nov/06	3,36	3	jan/09	4,59	2
dez/06	2,83	3	fev/09	2,25	2
jan/07	2,62	8	mar/09	5,18	2
fev/07	1,75	2	abr/09	5,12	1
mar/07	5,03	3	mai/09	5,56	4
abr/07	2,96	6			

Nenhuma relação ($P > 0,05$) entre o aumento de clorofila *a* e a passagem de frente frias foi encontrada em escala mensal (Figura 48).

Figura 48: Regressão entre as médias mensais de concentração de clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, e número de sistemas frontais que atingiram a região de Florianópolis.

Gallucci & Neto (2004), porém, reportaram um aumento de clorofila em torno de $1\mu\text{g.L}^{-1}$ logo após a passagem de frente fria no litoral de Santa Catarina, em escala de dias, o que foi relacionado à ressuspensão de sedimentos. A não detecção do aumento de clorofila com a passagens de frentes neste caso talvez deva-se à utilização de análise por média mensal. No entanto, em escala diária, considerando os dias anteriores e posteriores a passagem de sistemas frontais, observa-se na Tabela 6 que, em geral, a passagem de uma frente fria realmente pode provocar um aumento na concentração de clorofila na Baía. Notavelmente nos eventos II, X, XIV e XV há um grande aumento na concentração de clorofila no dia da passagem de uma frente fria. Como já descrito pelos mesmos autores, o decaimento da concentração de clorofila após a passagem de frente também pode ocorrer no dia seguinte a este evento, o que acontece nos eventos V, X, IX, XIV e XV.

Tabela 6- Eventos de frente fria e teores de clorofila *a* (dados de sensoriamento remoto corrigidos por valores *in situ*, Figura 35) na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina. O 'X' marca os dias exatos da passagem da frente fria na região do estudo, dias não marcados são dias imediatamente adjacentes aos citados.

EVENTO	FRENTE FRIA	CLOROFILA (mg.m ⁻³)	EVENTO	FRENTE FRIA	CLOROFILA (mg.m ⁻³)
I	14-abr-05	2,84	X	9-mai-08	5,29
	15-abr-05	X		10-mai-08	1,07
II	5-ago-05	2,47	XI	10-jun-08	2,80
	6-ago-05	X		11-jun-08	2,46
III	29-jan-06	2,90	XII	2-jul-08	2,84
	30-jan-06	X		3-jul-08	X
IV	14-jun-06	8,96		4-jul-08	3,27
	15-jun-06	X		22-jul-08	X
V	20-ago-06	X	XIII	23-jul-08	X
	21-ago-06	X		24-jul-08	X
	22-ago-06	1,04		25-jul-08	X
VI	29-abr-07	X	XIV	31-jul-08	X
	30-abr-07	X		1-ago-08	X
VII	29-mai-07	X		2-ago-08	X
	30-mai-07	X	XV	3-ago-08	X
	31-mai-07	1,48		4-ago-08	0,89
VIII	15-jul-07	X		5-ago-08	X
	16-jul-07			6-ago-08	X
	17-jul-07	X		7-ago-08	X
	18-jul-07	X		8-ago-08	X
	19-jul-07	9,57	XVI	26-ago-08	X
	20-jul-07	5,31		27-ago-08	1,70
IX	20-ago-07	X		28-ago-08	X
	21-ago-07	1,45		14-mar-09	9,73
				15-mar-09	X

É possível que dias consecutivos de frente fria em Florianópolis, ou seja, em frentes estacionárias, promovam um aumento gradual da mesma clorofila *a* na Baía Sul (eventos V, VI e XIII) por proporcionarem a entrada de águas da plataforma nesta Baía devido aos ventos sul que acompanham as frentes e que empurrariam as águas através para dentro da Baía através da estreita extremidade sul. Eventos de baixa de clorofila, como no evento VII e XVI, não foram passíveis de serem explicados, uma vez que mesmo se a entrada de águas com nutrientes na Baía Sul não ocorresse era esperado que a ressuspensão de sedimentos pudesse elevar por si só os níveis de clorofila *a* na coluna de água.

5.5 Desempenho das ostras em cultivo

A fim de se obter uma visão geral sobre as diferenças de sobrevivência existentes durante todo o cultivo foi feito um gráfico com as médias de triagens das quatro safras estudadas e seus desvios padrões. Na Figura 49 fica clara a existência de uma assincronia no desenvolvimento das ostras sob as condições de cultivo. As ostras juvenis foram obtidas entre 30 e 240 dias de cultivo, as ostras adultas foram obtidas entre 60 e 450 dias de cultivo e as terminadas foram obtidas entre 150 e 510 dias de cultivo após a semeadura. Essas diferenças no crescimento de cultivo possivelmente se devem às condições ‘de cultivo’, pois, por exemplo, mesmo que as ostras sofram o mesmo manejo, dentro das lanternas as ostras que se localizam na região externa são geralmente mais favorecidas pela disponibilidade de alimento do que as ostras que localizam no centro da lanterna, o que provoca grandes diferenças no desenvolvimento dos indivíduos (Silveira Jr., *comunicação pessoal*, 2010). Percebe-se, porém que as condições ‘de cultivo’ mudam as condições ‘do ambiente do cultivo’, evidenciando a importância das características ambientais na produção.

Como o desvio padrão é relativo à média e como duas distribuições podem ter médias diferentes o desvio dessas distribuições não seria comparável. O coeficiente de variação das triagens permitiu a comparação entre duas distribuições diferentes. Pela Figura 49 pôde-se observar que a classe de tamanho terminadas foi a que apresentou valores de mínimo e de máximo do coeficiente de variação das triagens mais discrepantes, se comparado às outras classes de tamanho. A classe de tamanho das adultas, por outro lado, foi a que apresentou a menor variação entre valores mínimos e máximos do coeficiente de variação. Essa diferença nos limites de coeficientes de variação para cada classe indica que os volumes retirados nas diferentes triagens na classe adultas é bem mais constante do que o volume nas triagens de jovens e terminadas. Pelos limites extremos de coeficientes de

Figura 49: Produção de ostras *Crassostrea gigas* de diferentes classes de tamanho durante cultivo, correspondendo a média de 4 ciclos de safras (2005/06, 2006/07, 2007/08 e 2008/09). As colunas indicam as médias (m) das triagens de 4 safras e as barras de erro indicam o desvio padrão (dp). Os coeficientes de variação (cv) foram calculados segundo a fórmula $cv = [(dp/m).100]$.

variação foi possível afirmar que as diferenças interanuais entre a produção obtidas em diferentes safras nos cultivos pode ser grande. Este fato foi uma premissa importante no presente trabalho, que foi desenvolvido com o intuito de entender as relações destas variações dos dados de cultivo com as variações de parâmetros ambientais.

Observando-se a Figura 50, foi possível acompanhar as triagens das diferentes classes de tamanhos das safras estudadas. A safra 2007/08 foi a colhida mais rapidamente e a de 2005/06, a que teve maior número de triagens, porém com quantidades muito pequenas de ostras remanescentes nas triagens do final da colheita. Quanto maior a classe de tamanho menor a quantidade de ostras obtidas nas triagens, devido principalmente à mortalidade, ou seja, perdas que ocorrem durante o processo.

Pela Tabela 7 foi possível observar que a fase de cultivo em que a sobrevivência é maior é a fase 2, de jovens a adultas, em todas as safras, seguida da fase de 3 e posteriormente a fase 1. A sobrevivência final foi maior na safra de 2008/09 (43,15%), seguida da 2005/06 (27,85%) e 2007/08 (27,39%) ambas com pequena variação entre elas e por último a safra de 2006/07 (com diminutos 19,4%). Como se pode notar a quantidade de sementes iniciais em cada safra variou, como já citado anteriormente, sendo a safra de 2007/08 a qual foram colocadas maior número de sementes se comparadas às outras. A sobrevivência na safra 2007/08 foi praticamente igual à da safra de 2005/06 (27%). A safra de 2008/09, com o menor número de sementes, foi a que obteve melhor desempenho final (43,15%).

A duração das fases de cultivo foi maior quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento das ostras, ou seja, a fase 1 apresentou, em geral, os menores períodos de duração, enquanto a fase 3 apresentou os maiores períodos de duração, em todas as safras. A duração total de cultivo variou entre 13 a 18 meses. A safra 2007/08 foi a mais rápida em todas as fases, o que resultou na curta duração final de cultivo, somente 13 meses. Enquanto as safras de 2005/06 e 2006/07 apresentaram as durações de cultivo mais longas, 18 e 17 meses, respectivamente. Com um tempo máximo de cultivo de 1 ano e

Figura 50: Produção de ostras *Crassostrea gigas* por classe de tamanho de cada safra, de acordo com os dias de cultivo.

*Dados da safra de 2008/09 obtidos por meio de projeção.

Tabela 7- Sobrevivência e duração das diferentes fases de cultivo e ao final das safras de ostras *Crassostrea gigas* na Fazenda Marinha Atlântico Sul (Obs.: fase 1= semente-jovem, fase 2= jovem-adulta, fase 3= adulta-terminada e fase final= semente-terminada).

Safra	Número inicial de sementes	Número de jovens obtidas	Número de adultas obtidas	Número final de Terminadas	Sobrevivência (%)				Duração de fase (meses)			
					fase 1	fase2	fase 3	final	fase 1	fase 2	fase 3	final
2005/06	1.227.964	526.300	461.520	341.988	42,85	87,69	74,1	27,85	8	7	13	18
2006/07	1.896.435	604.800	481.680	367.931	31,89	79,64	76,38	19,40	6	8	12	17
2007/08	2.148.680	788.200	785.520	588.564	36,68	99,66	74,93	27,39	5	6	8	13
2008/09	913.980	611.100	536.760	394.410	66,86	87,84	73,48	43,15	6	6	10	15

meio a região de Florianópolis constitui uma área de cultivo de crescimento rápido de ostras, se comparado com outras áreas do mundo (Panorama da Aqüicultura, 2009; Gosling, 2004).

Observando-se as Figuras 42 e 43 pode-se notar que durante as fases 1 e 2 da safra 2006/07 ocorreu o evento El Niño com ONIs altos (entre 0,9 e 1,1). As sobrevivências destas fases em relação às fases correspondentes das outras safras apresentaram os menores valores (31,89% na fase 1 e 70,64% na fase 2). Ao contrário, nas fases 2 e 3 da safra de 2007/08 e fase 1 da safra de 2008/09 ocorreu o evento de La Niña, com o ONIs mais baixos (entre -1,1 e -1,4). Estas fases tiveram as sobrevivências mais altas em relação às outras safras, com exceção da fase 3 da safra de 2007/08 que não apresentou uma sobrevivência mais alta em relação às outras safras. Períodos de El Niño em que predominam ventos de NE foram descritos por aumentarem a temperatura da água na Baía Sul, até que ocorram frentes frias para baixar a temperatura das águas. As menores sobrevivências devem estar relacionadas aos períodos de aquecimento da água, enquanto que estes períodos desfavoráveis não ocorrem em eventos La Niña.

Verificou-se que os índices de desempenho (ID) foram diferentes tanto de safra para safra quanto entre diferentes fases de cultivo intersafra. A fase que apresentou, em geral, melhor desempenho levando-se em conta a sobrevivência e o tempo de cultivo da mesma, foi a fase 2; correspondente a jovens-adultas. Vê-se pela Figura 51 que o IDs e também as sobrevivências nas safras de 2007/08 e 2008/09 foi alta quando comparadas aos anos anteriores.

A safra de 2008/09 apresentou altos valores de ID nas fases de cultivo (média: $9,00 \pm 5,05$) especialmente o final (alta sobrevivência em pouco tempo de cultivo). Isso pode estar associado à clorofila a mais alta e disponível durante toda a safra. A safra de 2007/08 apresentou altos IDs nas diferentes fases de cultivo (média: $8,85 \pm 6,00$) apresentando uma alta sobrevivência na fase de jovem-adulta e rapidez no tempo de cultivo de ostras da fase adultas-

terminadas, indicando crescimento alto das ostras nesta última fase. A safra 2006/07 não foi uma safra de alta sobrevivência, e adicionalmente, na fase 3, teve seu ID diminuído devido ao longo período de cultivo (12 meses). A safra 2005/06 apresentou boa sobrevivência, porém apresentou baixos valores de ID nas fases de cultivo (média: $6,28 \pm 4,56$) devido a muitos meses de cultivo, sendo que em muitos meses finais da safra um número muito pequeno de ostra estava sendo colhido.

Figura 51: Valores dos índices de desempenho, ID (sobrevivência/ meses de duração), para cada fase de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.

A sobrevivência e o ID das fases foram relacionados com as sobrevivência finais e o IDs finais (Tabela 8), para obtenção de valores de R^2 e P , de forma a identificar uma possível influência das fases no desempenho final de cada safra. Tanto a sobrevivência quanto o ID final só apresentaram correlação significativa com a fase 1 ($P \leq 0,05$), indicando que os primeiros

estágios do cultivo, ou seja, as primeiras classes de tamanho, são as que mais influenciariam na produção final. A sobrevivência final das safras também foi correlacionada com o índice ID final, mas a ausência de relação indica que o ID está condicionado também ao tempo de cultivo.

Tabela 8 - Valores de R^2 e P das correlações (n=4) entre sobrevivência final e sobrevivência das fases e entre o índice de desempenho (ID) final e os IDs correspondentes a cada fase. Assumiu-se a existência de relação quando $P \leq 0,05$.

	R^2	P
Sobrevivência final x sobrevivência semente-jovem	0,96	0,02
Sobrevivência final x sobrevivência jovem-adulta	0,17	0,58
Sobrevivência final x sobrevivência adulta-terminada	0,18	0,57
ID final x ID semente-jovem	0,93	0,04
ID final x ID jovem-adulta	0,57	0,24
ID final x ID adulta-terminada	0,24	0,51

5.6 Efeitos ambientais sobre o desempenho das ostras em cultivo

A partir do gráficos das Figuras 52 e 53 foram realizadas comparações das médias de clorofila *a* e temperatura por classe de tamanho em cada safra. A safra de 2005/06 apresentou os valores médios mais baixos de clorofila *a* ($2,45\text{mg.m}^{-3}$) e temperatura se comparados com todas as outras safras. A temperatura variou pouco e gradualmente com os menores valores nas classes iniciais de cultivo e maiores valores médios na classe de terminada. Na safra de 2006/07 os valores médios de clorofila se encontram elevados na classe de semente #3 (em torno de 5mg.m^{-3}) e a temperatura também estava elevada ($\sim 25^\circ\text{C}$). A clorofila *a* se manteve em níveis médios estáveis no resto da safra com leve decréscimo na classe de tamanho adulta. A temperatura após a classe

de semente, manteve valores médios estáveis e comparativamente altos ($\sim 22^{\circ}\text{C}$). Na safra de 2007/08 os valores de clorofila *a* encontravam-se elevados durante todo o ano (em torno de 3mg.m^{-3}). A temperatura seguiu a mesma tendência da clorofila porém com um valor alto médio de $26,2^{\circ}\text{C}$ na classe de semente #5, e valores mais baixos que o citado (em torno de 21°C) nas classes intermediárias, aumentando novamente na fase de adulta e terminada (média em torno de 23°C). A safra 2008/09 apresentou valores médios altos de clorofila durante todo o ano. Os valores foram altos na classe de semente #3 (6mg.m^{-3}), baixaram para níveis de 3mg.m^{-3} (que ainda são valores comparativamente altos), e aumentaram novamente em terminadas. A temperatura foi mais alta na fase de semente (a $24,8^{\circ}\text{C}$), apresentando no resto da safra temperaturas amenas.

Com fundo arenoso e circulação intermediária (Ferreira *et al.*, 2004) a área de estudo apresenta características favoráveis ao constante suprimento de alimento, tanto por ressuspensão moderada de sedimentos na área em questão que fará com que a matéria orgânica volte a coluna de água, quanto pela circulação, que não sendo forte não inibiria a filtração. As frentes frias, neste sentido, colaborariam com a ressuspensão e a disponibilização de alimento para as ostras na coluna de água. Neste trabalho porém, as frentes frias foram estudadas em relação a entrada de águas da plataforma na Baía Sul, uma vez que os ventos de sul empurrariam essas águas para dentro da Baía e possivelmente trariam mais nutrientes e alimento elevando os teores de clorofila *a* (Silveira Jr. *et al.*, 2006a). A variação de clorofila *a* com as frentes frias possivelmente influenciando a sobrevivência por fase foi analisada pela Figura 54. Em 2005, 2006 e meados de 2007 as variações de clorofila *a* antes e depois das passagens de frentes frias foram ou levemente positivas, ou negativas. No anos de 2007 e 2008 as passagens de frentes frias parecem ter favorecido um aumento na concentração de clorofila. Ainda que os eventos de frentes frias estudados foram pontuais, houve uma tendência de acompanhamento das sobrevivências das safras com o aumento ou diminuição de clorofila *a* proporcionado pelas frentes nas fases 1 e 2. A fase 3 porém, que

Figura 52: Distribuição média temperatura por classe de tamanho, no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, ao longo do período de cultivo das safras estudadas.

Figura 53: Distribuição média de concentração de clorofila a por classe de tamanho na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, ao longo do período de cultivo das safras estudadas.

compreende a fase final, não demonstrou relação com as frentes frias, talvez por que as ostras em tamanhos de adultas para terminadas sejam menos suscetíveis às variações de clorofila do meio. Já a fase 1, que compreende ainda tamanhos de semente, seriam mais suscetíveis, respondendo às mudanças do meio. As sobrevivências das fases 1 e 2 foram afetadas em junho de 2006 e julho de 2007, e aumentaram entre maio a dezembro de 2005 e de 2008, quando as frentes frias possibilitaram aumento de clorofila.

Figura 54: Variação da clorofila *a* ($\Delta\text{Clo } a$) com as frentes frias e comparação com a sobrevivência. Período de evento El Niño estão identificados por sombreamento cinza claro e o de La Niña por sombreamento cinza escuro. Sendo: $\Delta\text{Clo } a$ = diferença entre a concentração de clorofila *a* (mg.m^{-3}) durante eventos de frente frias ($\text{Clo } a_{FF}$) e a concentração de clorofila *a* (mg.m^{-3}) em dias adjacentes, antes ou depois ao evento ($\text{Clo } a_{A/D}$).

Levando-se em consideração o período predominante de evento de El Niño no ano de 2006 e o período de fenômeno La Niña a partir de agosto de

2007 foi suposta uma relação entre os eventos de larga escala do Oceano Pacífico, as frentes frias e a produção de ostras. Durante eventos El Niño as frentes frias não resultariam em impacto positivo para o cultivo, seja por não aumentar significativamente a disponibilidade de alimento, seja por causar sua diminuição. Ao contrário, passagens de frentes frias durante eventos de La Niña influenciariam positivamente o cultivo por aumentarem a disponibilidade de alimento. Conforme descrito por Silveira Jr. *et al.* (2006a, 2006b), em meses de verão principalmente as passagens de frente fria pela região costeira de Santa Catarina não somente provocam diminuição da temperatura da água da Baía mas também propiciam as maiores variações após dias anteriores por efeito de vento NE. Ventos NE são reportados por possibilitarem a ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) ao Sul da Ilha, no Cabo de Sta. Marta (Castro *et al.*, 1987; Pereira *et al.*, 2009), porém, estes ventos não promovem a entrada de água na Baía, fato que só ocorreria com ventos de sul associados às frentes frias (Silveira Jr. *et al.*, 2006a, 2006b). Ao contrário, os autores discutem que com os ventos NE a temperatura da água na Baía é elevada, e que somente após a frente fria a água da ressurgência adentraria na Baía Sul, baixando a temperatura na mesma. Wolff (2007) também discutiu a fenômeno da ressurgência na Baía e as bruscas variações de temperatura, porém não discutiu os efeitos sobre as variações de clorofila resultantes destes eventos. Especula-se, no presente trabalho, que a entrada da ACAS na Baía, sendo essa massa de água rica em nutrientes, possivelmente traria mais nutrientes e alimento elevando os teores de clorofila *a*. Porém, mesmo quando passagens de frentes frias ocorrem após períodos de ventos NE, é possível que a ressurgência não ocorra, devido ao fato da ACAS nem sempre atingir as camadas superficiais. A complexidade do processo e a incerteza da ocorrência de ressurgência talvez explique o por quê do pequeno aumento de clorofila *a* durante o período de 2005, 2006 (Figura 54).

No inverno/primavera de 2007 a pluma do Rio da Prata foi constatada na Baía Sul por Silveira *et al.* (2008b) e Couto *et al.* (2008), tanto por bruscas quedas de salinidade associados a períodos de baixa pluviosidade e vento sul, como por intenso assentamento, na Baía Sul, de mexilhões do Rio da Prata, da

espécie *Mytilus edulis platensis* e três outros pectinídeos (*Aequipecten tehuelchus*, *Ostrea puelchana* e *Flexopecten felipponei*) que apesar de ocorrerem desde o sul do Brasil até a costa do Uruguai e litoral da Argentina, não são comumente encontrados na região de Santa Catarina nas quantidades que foram reportadas por aqueles autores. Apesar de haver no período de primavera de 2007 uma lacuna nos dados de variação de clorofila ($\Delta\text{Clo-a}$) após as frentes frias especula-se que os valores poderiam ser altamente positivos, seguindo a tendência do mês de agosto/07. Isso devido à entrada da pluma do Rio da Prata na Baía num período de grande número de frentes (entre 7-10 frentes/mês, conforme Tabelas 5 e 7). Durante o ano de 2008 parece ter ocorrido o mesmo que em 2007, para primavera e inverno, uma vez que as condições (La Niña e frentes frias) continuaram as mesmas e assim a explicação para os altos valores de $\Delta\text{Clo a}$ nos meses de maio a agosto.

Observando as Figuras 55 e 56 pode-se inferir algumas hipóteses em relação à influência da temperatura e da clorofila na sobrevivência. A temperatura parece ser fator importante nos primeiros estágios de cultivo (ostras em classe de tamanho entre semente e jovem) sendo que a menor temperatura neste fase contribuiria para melhor sobrevivência. E, ao contrário, altas temperaturas nestes estágios aumentariam a mortalidade (Malhan *et al.*, 2009, Dégrement *et al.*, 2007; Wolff, 2007; Soletchnik *et al.*, 2005). Altas temperaturas deixariam as ostras mais suscetíveis às infecções, risco que é aumentado conforme o tamanho dos indivíduos e sua fragilidade, sendo que as sementeiras durante períodos de alta temperatura teriam rentabilidades menores do que aquelas sementeiras em períodos de baixas temperaturas (Burge *et al.*, 2007). Isso explicaria o sucesso dos primeiros estágios da safra de 2005 e a baixa sobrevivência da safra de 2006, ambas cultivadas em anos de pouca clorofila, mas diferenciadas porém pela temperatura mais alta no início do ano de 2006, quando a safra 2006/07 começava a ser cultivada. Como descrito anteriormente, os dados de temperaturas anuais estudados indicam que o mês de março apresenta as maiores temperaturas médias, sendo menos indicado para o início do cultivo de ostras do que, por exemplo, o

mês de abril que apresenta menores médias de temperatura. A safra de 2005/06, semeada em abril, se beneficiou de temperaturas mais amenas o que provavelmente possibilitou a sobrevivência razoável no final da safra.

Na safra de 2007/08 as temperaturas estavam inicialmente elevadas mas a maior concentração de clorofila parece ter mitigado os efeitos negativos da temperatura na fase 1, resultando em uma sobrevivência maior que a safra de 2006/07. Temperaturas prevalentemente mais baixas possibilitaram a alta sobrevivência na fase 2 da safra de 2007/08. A combinação de temperaturas amenas nos primeiros meses de cultivo na safra de 2008/09 e as altas concentrações de clorofila possibilitaram sobrevivências muito mais altas (43%) em comparação com as demais safras, com as concentrações de clorofila compensando as temperaturas às vezes mais altas para algumas classes de tamanho.

Figura 55: Variação da temperatura no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina, durante as safras de ostras *Crassostrea gigas* estudadas, e a sobrevivência por fases do ciclo de cultivo das mesmas. A temperatura está indicada pelas colunas enquanto as linhas horizontais se referem às distintas safras e suas fases de cultivo.

Figura 56: Variação da clorofila *a* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, durante as safras de ostras *Crassostrea gigas* estudadas, e a sobrevivência por fases do ciclo de cultivo das mesmas. A concentração de clorofila *a* está indicada pelas colunas enquanto as linhas horizontais se referem às distintas safras e suas fases de cultivo.

A fase de cultivo de adulta a terminada (fase 3) de todas as safras (cujo período de cultivo incluiu o verão) parece ter tido suas sobrevivências prejudicadas igualmente pelas mortalidades de verão, não respondendo diretamente às pequenas diferenças de temperatura e clorofila entre safras. Por exemplo, anos em que as temperaturas médias foram mais baixas nesta fase, não necessariamente apresentaram maiores sobrevivências.

Os resultados de temperatura apresentados parecem estar relacionados à fragilidade dos estágios iniciais do cultivo, ou seja, das sementes e jovens. Apesar da fase 1 não ter sido cultivada em períodos de verão, diferentemente das fases 2 e 3 que sofrem com o verão; durante o cultivo da safra as ostras foram selecionadas em relação às altas temperaturas, sendo que as mais resistentes, foram seguindo para os próximos estágios após

várias triagens. Na fase 2 que engloba períodos de primavera e verão também ocorreu o mesmo, apesar de que nesta fase a seleção de ostras mais resistentes quanto a temperatura não foi tão intensa quanto na fase 1, uma vez que as ostras apresentavam um tamanho maior, além do início da fase 2 ocorrer geralmente no outono/inverno. Quando as ostras atingiram o estágio mais avançado, a fase 3, já teriam sido suficientemente selecionadas para resistir à alta temperatura, o que resultou na pequena diferença nas sobrevivências entre as safras, uma vez aparentemente, não eram tão prejudicadas por pequenas mudanças das características do meio de cultivo.

As hipóteses levantadas puderam ser parcialmente comprovadas por exercícios matemáticos. Regressões entre a sobrevivência e a temperatura média das fases indicam uma ‘tendência’ (pois $P > 0,05$) de correlação negativa entre os fatores, especialmente na fase de cultivo de semente a jovem (Figura 57).

Figura 57: Regressão entre sobrevivência e temperatura média (°C) de cada fase do ciclo de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* no Ribeirão da Ilha, Ilha de Santa Catarina.

A clorofila não apresentou relação significativa com a sobrevivência, porém como já mencionado, seria possível sugerir um efeito sinérgico desta com a temperatura, de forma a amenizar os efeitos negativos da temperatura elevada sobre as ostras quando a clorofila apresentava níveis mais elevados. Esse efeito sinérgico pode ser claramente observado na safra de 2007/08 que apesar de ter apresentado temperaturas mais altas no início e final do ciclo de cultivo quando comparada às outras safras estudadas, apresentou clorofila também comparativamente alta, características que possivelmente possibilitaram a sobrevivência final razoável da safra (27%). Assim, para a sobrevivência final seria importante que as primeiras fases de cultivo não sejam afetadas principalmente por temperaturas altas, ou que estas sejam pelo menos compensadas por altas concentrações de clorofila.

Por outro lado, a regressão entre a duração da fase e a clorofila *a* média das fases (Figura 58) apresentou uma correlação negativa significativa ($P < 0,01$) como já reportada nas fases 1 e 3, apresentando na fase 2 uma tendência de correlação ($P = 0,66$) (Brown & Hartwick, 1988; Gosling, 2004).

Figura 58: Regressão entre sobrevivência e clorofila *a* média (mg.m⁻³) de cada fase do ciclo de cultivo na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.

A regressão da duração da fase contra a temperatura média porém, não apresentou correlação significativa.

Considerando-se que a taxa de filtração de moluscos bivalves seja estimulada pela disponibilidade de alimento no meio, dentro de limites aceitáveis, é razoável esperar que a duração de cada fase, relacionada ao crescimento do indivíduo diminua com a concentração de clorofila *a* no meio, uma vez que maior filtração implicaria em altas taxas de obtenção de alimento e assim crescimento acentuado.

6. CONCLUSÕES

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados de sensoriamento remoto, dados estes que constituem uma ferramenta útil para obtenção de medidas frequentes e de série temporal extensa. Na região de estudo, o fato se aplicou principalmente aos dados de temperatura obtidos pelo satélite que demonstraram alta previsibilidade quando correlacionados aos dados de temperatura *in situ* medidos. Outra característica positiva dos dados do presente trabalho foi a obtenção dos dados de cultivo de ostras *Crassostrea gigas* em níveis comerciais, que poderiam ser uma ótima complementação para experimentos de pesquisa, por unirem a realidade comercial de uma fazenda marinha e condições reais de manejo, permitindo a análise científica. Das safras estudadas, sem dúvida a melhor safra de cultivo, em termos de rendimento, foi a do ano de 2008/09, seguida de 2007/08 juntamente a 2005/06, e por último 2006/07. As diferenças nas produções finais das safras mostraram-se relacionadas às variações nas características do meio de cultivo. Baseado nos dados estudados, as ostras nos estágios de tamanhos sementes a jovens e jovens a adultas (fases 1 e 2) sofrem mais com pequenas variações nas condições ambientais do que as ostras nas fases 3 (com tamanho entre adultas e terminadas), que sofrem com condições extremas de temperatura. A fase intermediária (jovens a adultas) mostrou-se a menos crítica do cultivo, ou

seja, com maiores sobrevivências. Ainda em relação às fases de cultivo a fase inicial se mostrou de extrema importância para a sobrevivência final das safras.

As sobrevivências das ostras parecem ter sido mais afetadas pela temperatura, sendo que elevadas temperaturas causariam maiores mortalidades principalmente nas fases iniciais. Provavelmente a clorofila atuaria como um fator secundário na sobrevivência, possivelmente amenizando efeitos das elevadas temperaturas e potencializando os efeitos de temperaturas ideais para cultivo, quando em concentrações elevadas. Já a taxa de desenvolvimento das ostras teria como principal fator de influência a disponibilidade de alimento, acessado no presente trabalho pela concentração de clorofila *a*. Assim sendo, períodos de temperatura mais amenas seriam melhores para a sementeira da safra do que períodos de temperaturas mais elevadas, como por exemplo a safra 2005/06, que apresentou sobrevivência final razoável e cujo o cultivo foi iniciado em abril, mês de temperaturas mais amenas.

As frentes frias contribuiriam de forma positiva à disponibilidade de alimentos na coluna de água. Porém, quando considerados teores de clorofila *a* não foi sempre possível verificar um aumento daquela na Baía Sul pois estas parecem estar relacionadas a fenômenos de maior escala e entrada de águas de diferentes características na Baía. A determinação da característica deste impactos parece estar ligada a eventos El Niño e La Niña, que por afetar o regime de ventos, influenciariam a entrada de águas na Baía Sul possivelmente da ACAS ou da Pluma do Rio do Prata, respectivamente.

7. SUGESTÕES E PERSPECTIVAS

Como foram utilizados neste estudo somente lotes de março e abril do cultivo de ostras *Crassostrea gigas*, sugere-se aqui que dados de lotes com sementeiras em outros meses do ano sejam estudados de forma a comparar as sobrevivências entre lotes que possuam período de cultivo de cada classe

de tamanho em estações totalmente variadas. Isso possibilitaria, por exemplo, o estudo de mortalidades massivas de verão em safras que apresentam classes de tamanho menores durante o período desta estação.

Espera-se que o presente trabalho possa servir no auxílio à compreensão de algumas variáveis ambientais relacionadas à produção, além de servir de referência para ferramentas abertas e úteis ao próprio maricultor, que fazendo uso das mesmas, poderia acompanhar as condições experimentadas pelo cultivo e tomar decisões quanto a melhor forma de manejo. O acompanhamento das características ambientais da área de cultivo se faz ainda mais importante quando considerada a mudança climática global que pode afetar a aquicultura direta ou indiretamente. O reconhecimento da atual mudança climática e seus possíveis impactos sobre o ambiente de cultivo permitirá o futuro planejamento do desenvolvimento da aquicultura, portanto a relevância de estudos ambientais que possibilitem a determinação da vulnerabilidade, resiliência, adaptação e mitigação nas áreas de cultivo (Handisyde *et al.*, 2006).

Assim, ressalta-se a importância do estudo do ambiente de cultivo para a maricultura, especialmente nesta região, que se caracteriza por ser a maior produtora de moluscos bivalves nacional, de forma que novos trabalhos sobre o tema possam ser realizados, possam ajudar no aperfeiçoamento das técnicas de cultivo para maximizar a produção e sirvam de apoio ao desenvolvimento da maricultura no Brasil.

8. REFERÊNCIAS

- AMINOT, A. 1983. Dosage de la chlorophylle et des phéopigments par spectrophotométrie. *In*: Aminot, A & Chaussepied, M. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO. Brest. xv: 177-92.
- ANTARES. Projeto e rede. 2008. Disponível em: www.antares.ws. Último acesso: agosto/ 2009.
- BESSEN, K. 2005. Avaliação comparada de variações temporais de características físico-químicas da água do mar em áreas de produção de moluscos em Santa Catarina – Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Aquicultura. 42p.
- BONETTI, C.; BONETTI, J. & BARCELOS, R. L. 2007. Caracterização sedimentar e geoquímica de sistemas costeiros com ênfase na avaliação da influência de sítios de cultivo de moluscos. 1: 139-149. *In*: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S. & CAVALLI, R. O. (Org.). Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Ed. Museu Nacional. Série de Livros 26, 316p.
- BOYD, C. E.; MCNELVIN, A.; CLAY, J. & JOHNSON, H. M. 2005. Certification issues for some common aquaculture species. *Rev. Fish. Sci.*, v.13: 231-279.
- BRAGA, E. S. & NIENCHESKI, L. F. H. 2006. Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo d São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). 161-218. *In*: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & MADUREIRA, L. S-P. O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo, Edusp. 472p.
- BRAGA, E. S.; CHIOZZINI, V. C.; BERBEL, G. B. B.; MALUF, J. C. C.; AGUIAR, V. M. C.; CHARO, M.; MOLINA, D.; ROMERO, S. I. & EICHLER, B. B. 2008. Nutrient distributions over the Southwestern South Atlantic continental shelf from Mar del Plata (Argentina) to Itajaí (Brazil): Winter-summer aspects. *Continent Shelf Res.*, v.28 (13): 1649-1661.
- BRANDINI, F. P. 2006. *In*: Avaliação ambiental de estuários brasileiros: diretrizes metodológicas. Projeto RECOS – Uso e apropriação de Recursos Costeiros,

- Grupo Temático Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Organizadores LANA, P. C.; BIANCHINI, A.; RIBEIRO, C.; NIENCHESKI, L. F. H., FILMANN, G. & SANTOS, C. S. G., Rio de Janeiro: Museu Nacional, 156p. – Série Livros 22.
- BRANDINI, P. F.; SILVA, A. S. & PROENÇA, I. A. O. 2000. Oceanografia e maricultura. 107-141. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A. & BORGHETTI, J. R. Aquicultura no Brasil – Bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília, CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 339p.
- BROWN, J. R. & HARTWICK, E. B. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*: II condition index and survival. Aquaculture 70: 253-267.
- BURGE, C. A.; JUDAH, L. R.; CONQUEST, L. L.; GRIFIN, F. J.; CHENEY, D. P.; SUHRBIER, A.; VADOPALAS, B.; OLIN, P. G.; RENAULT, T.; & FRIEDMAN, C. S. 2007. Summer seed mortality of the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, Thunberg grown in Tomales Bay, California, USA: the influence of oyster stock, planting time, pathogens and environmental stressors. J. Shellfish Res., v. 26 (1):163:172.
- CAMPOS, E. J. D.; MATANO, R. P.; MILLER, J. L. & PIOLA, A. R. 2008. Plata: a synoptic characterization of the southwest Atlantic shelf under influence of the Plata River and Patos Lagoon outflows. Continent Shelf Res., 28: 1551-1555.
- CARVALHO, R. & LEMOS, D. 2009. Aquicultura e consumo de carnes no Brasil e no Mundo. Panaroma da Aquicultura, v.19 (112): 46-49.
- CARVALHO, R. A .P. L .F.; MIZUTA, D. D.; SUPLICY, F. M.; CYRINO, J. E. P. & LEMOS, D. 2009. Criações nas águas. Scientific American Brasil (Edição Especial), 2: 42-49.
- CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. Bolm. Inst. Oceanogr., 35 (2): 135-151.
- CEDAP, 2009. Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – EPAGRI. Disponível em:

http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/sintese_2009/aquicultura_sintese_2009.pdf

Último acesso: fevereiro /2010.

CEPA, 2009. Disponível em:

http://cepa.epagri.sc.gov.br/produtos/precos/Preco_maricultura_15abril_09.xls

Último acesso: outubro/2009.

CPTEC - INPE. 2009a. El Niño e La Niña. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br>.

Último acesso: março /2010.

CPTEC-INPE. 2009b. Boletins Climanálise.

Disponível em: <http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>. Último acesso: outubro/2009.

CEPA/EPAGRI, 2009. Disponível em: <http://www.epagri.rct-sc.br/> Último acesso: dezembro/2009.

CONCEIÇÃO, S.S. 2002. Serviços de informação para negócios: uma aplicação às comunidades pesqueiras de mitilicultura e ostreicultura em Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de produção. 108p.

COUTO, F. R.; SILVEIRA JR., N.; BROGNOLI, F. F.; FISCHER, C. E.; ALMEIDA, M. C. C.; & WOLFF, R. A. 2008. Expressivo recrutamento de *Mytilus edulis platensis* d'Orbigny, 1846 na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil, em 2007. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Fortaleza. 20 a 24 de maio.

CRUZ, O. 1998. A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis, Ed. da UFSC. 280p.

CURTIUS; A. J.; SEIBERT, E. L.; FIEDLER, H. D.; FERREIRA, J. F. & VIEIRA, P.H.F. 2003. Avaliando parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil. Quim. Nova, 26 (1): 44-52.

- DAVENPORT, J.; BLACK, K; BURNELL, G.; CROSS, T.; CULLOTY, S.; EKARATNE S.; FURNESS, S.; MULCAHY, M. & THETMEYER, H. 2003. Aquaculture - the ecological issues. British Ecological Society. 96p.
- DÉGREMONT, L.; ERNANDE, B.; BÉDIER, E. & BOUNDRY, P. 2007. Summer mortality of hatchery-produced Pacific oyster spat. I. Estimation of genetic parameters for survival and growth. *Aquaculture*, 262:41-53.
- DHN 1956. Carta Náutica nº 1902.
- DORE, I. 1991. Shellfish – a guide to oysters, mussels, scallops, clam and similar products for the commercial user. Van Nostrand Reinold. Osprey book. 240p.
- DOS SANTOS, A. A.; NOVAES, A. L. T.; MULLER, F.; RUPP, G. S. & VENTURA, R. 2009. Síntese informativa da maricultura. EPAGRI/Cedap. Florianópolis. Disponível em: <http://www.epagri.rct-sc.br/>. Último acesso: dezembro /2009.
- DOS SANTOS, A. C. A.; CALIJURI, M. Do C.; MORAES, E. E.; ADORNO, M. T.; FALCO, P. B. de; CARVALHO, D. P.; DEBERDTH, G. L. B. & BENASSI, S. F. 2003. Comparison of three methods for chlorophyll determination: spectrophotometry and flurimetry in samples containing pigment mixtures and spectrophotometry in samples with separate pigments through high performance liquid chromatography. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, 15 (3): 7-18.
- EPAGRI, 2009. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/>. Algumas informações obtidas por contato por e-mail.
- EMÍLSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 11(2): 101-112.
- FAO, 2009a. Fishstat Plus datasets, dados 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>
- FAO, 2009b. SOFIA: The state of world fisheries and aquaculture 2008.
- FAO, 2009c. Species fact sheets. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/species/3514/> Último acesso: setembro/2009.

- FERREIRA, J. F.; BESEN, K., WORMSBECHER, A. G. & DOS SANTOS R. F. 2004. Physical-chemical parameters of seawater mollusk culture sites in Santa Catarina- Brazil. J. Coast. Res. Edição especial. 39: 1122-1126.
- FERREIRA, J. F. & OLIVEIRA NETO, F. M. 2007. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. 87-88. In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S. & CAVALLI, R. O. (Org.). Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Série de Livros: 26. 316p.
- FIGUTI, L. 1993. O homem pré-histórico. O molusco e o sambaqui: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. Rev. do Museu de Arqueologia e Etmologia, São Paulo, 3: 67- 80.
- FOLHA de SÃO PAULO. 2010. Calor reduz a produção de ostras em 60%. Agrofolha, 23 de fevereiro de 2010.
- FREITAS R. R. & BARROSO, G. F. 2006. Conflitos de usos dos recursos costeiros: desafios para a sustentabilidade do cultivo de moluscos. Caderno virtual de turismo, 6-2: 43-50. LTDS/ UFRJ/ PEP/ FAPERJ.
- GALLUCCI, F. & NETTO, S. A. 2004. Effects of the passage of cold fronts over a coastal site: an ecosystem approach. Mar. Ecol. Prog. Ser., 281:79-92.
- GARCIA, C. A. E.; SARMA Y. V. B.; MATA, M. M. & GARCIA, V. M. T. 2004. Chlorophyll variability and eddies in the Brazil-Malvinas confluence region. Deep Sea Research II 51: 159-172.
- GARCIA, C. A. E. & GARCIA, V. M. T. 2008. Variability of chlorophyll a from ocean color images in the La Plata continental shelf region. Continent. Shelf Res., 28 (13): 1568-1578.
- GRIFFITHS, C. L. & GRIFFITHS, R. J. 1987. Bivalvia. p.1- 87. In: PANDIAN, T. J. & VERNBERG, F. J. Animal energetics. v.2. San Diego, Academic Press.
- GOSLING, E. 2004. Bivalve Molluscs: biology, ecology and culture. Oxford: Fishing News Books. Blackwell Publishing Company. 443p.
- HANDISYDE, N.T.; ROSS, L.G.; BADJECK, M-C. & ALLISON, E.H. 2006. The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective. Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture. Final

- Technical Report, Department for International Development (DFID), London. Stirling. 151p.
- HUNER, J. V. & BROWN, E. E. 1985. Crustacean and mollusk aquaculture in the United States. AVI publishing company, INC. Westport, Connecticut. 476: 235-273.
- KAMPEL, M.; GAETA, S. A.; LORENZZETTI, J. A. & POMPEU, M. 2007. Satellite estimates of chlorophyll-a concentration in the Brazilian Southeastern continental shelf and slope waters, Southwestern Atlantic. **In:** FROUIN, R.J. & LEE, Z. Proc. of SPIE Vol. 6680, 668012.
- KNOPPER, B.; FIGUEIREDO JR., A. G. & SOARES-GOMES, A. 2002. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. 352-360. **In:** PEREIRA, R.C. & A. SOARES-GOMES. Biologia marinha. Rio de Janeiro, Interciência. 382p.
- LEAL, P. C. 1999. Sistema Praial Moçambique – Barra da Lagoa, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, Aspectos Morfológicos, Sedimentares e Ambientais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Geografia. 132p.
- LITTLEPAGE, J. L. 1998. Oceanografia: Manual de técnicas de oceanográficas para trabalhos em laboratório e a bordo. Fortaleza: EUFC.
- LUCAS, J. 2005. Bivalves. 443-466. **In:** LUCAS, J. S. & SOUTHGATE, P. C. Aquaculture: Farming aquatic animals and plants. Oxford: Fishing News Books. Blackwell Publishing Company. 502p.
- MALHAM, S. K.; COTTER, E.; O'KEEFFE, S.; LYNCH, S.; CULLOTY, S. C.; KING, J. W.; LATCHFORD, J. W. & BEAUMONT, A. R. 2009. Summer mortality of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in the Irish Sea: The influence of temperature and nutrients on health and survival. Aquaculture 287: 128–138.
- MANZONI, G. 2001. Ostras aspectos bioecológicos e técnicas de cultivo. Univali, CTTmar : CGMA. 30p.
- MARENZI, A. W. C. 2002. Influência do cultivo de mexilhões sobre o habitat bentônico na enseada da Armação do Itapocoroy, SC. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 120p.

- MARENZI, A. W. C. & BRANCO, J. O. 2006. O cultivo do mexilhão *Perna perna* no município de Penha, SC. **In:** BRANCO, J.O. & MARENZI, A.W.C. (Org.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC. 291. Editora da UNIVALI, Itajaí, SC, 227-244.
- MARQUES, J. R.; FONTANA, D. & MELLO, R. W. 2005. Estudo da correlação entre a temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico e o NDVI, no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9 (4): 520-526. Campina Grande, PB, DEAG/UFCG.
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciência e Cultura São Paulo*, 38 (8): 1439-50.
- MATSUURA, Y. 2001. Oceanos: fonte de alimentos para o século 21. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro. 28 (168): 54-56.
- MASCARENHAS JR, A. S. & IKEDA, Y. 1994. Massas de água. 19-26. **In:** Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil. Vol.III. Oceanografia Física. Fundespa/Petrobrás/IOUSP. 363p.
- MELO, E.; MARTINS, R. P. & FRANCO, D. 1997. Standing Wave Tide at Florianopolis Bay (Brazil) and its Influence on Bay Pollution. *Proc. of BORDOMER 97- Coastal Environment Management and Conservation*, IFREMER, Tomo 2: 143-151, Bordeaux, França.
- MIZUTA, D. D. 2007. Contribuição das análises isotópicas de oxigênio para o estudo de sambaquis em Cananéia, SP. Monografia de conclusão de curso. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 57p.
- MÖLLER, O. O.; PIOLA, A. R.; FREITAS, A. C. & CAMPOS, E. J. D. 2008. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off Southeastern South America, *Continent Shelf Res.*, 28 (13): 1607-1624.
- MOREL, A. & PRIEUR, L. 1977. Analysis of variations in ocean color. *Limnol. Oceanogr.*, 22 (4): 709-722.

- MURRAY, A. P.; GIBBS, C. F.; LONGMORE, A. R. & FLETT, D. J., 1986. Determination of chlorophyll in marine waters: intercomparison of a rapid HPLC method with full HPLC, spectrophotometric and fluorometric methods. *Mar. Chem.*, 19: 211-227.
- NOERNBERG, M. A.; KAMPEL, M. & BRANDINI, F. P. 2007. Estudo da variabilidade temporal da concentração de clorofila estimada por satélite na plataforma continental catarinense: latitude 26° 46'S. **In:** XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis, Brasil. *Anais...INPE*, 21-26, 4635-4642.
- NOAA, 2009. Disponível em: www.cpc.noaa.gov/ Último acesso: agosto/ 2009.
- OLIVEIRA, G. S. 1999. O El Niño e você – o fenômeno climático. Ed. Transtec. 116p.
- PANORAMA da AQUICULTURA, 2009. Ostras cultivadas – programa de certificação da qualidade das ostras da Grande Florianópolis concede o primeiro selo. *Rio de Janeiro*, 19 (112): 58 e 59.
- PARANHOS, R. 1996. Alguns métodos para análise de água. Cadernos didáticos UFRJ.
- PARIZOTTO, B. A. D. M. 2009. Qualidade da água e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil). Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Geografia. 265p.
- PARSONS, T. R.; MAITA, Y. & LALLI, C. M. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Oxford, Pergamon Press, 173p.
- PEREIRA, M. D.; SCHETTINI, C. A. F. & OMACHI, C. Y. 2009. Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. *Revista Brasileira de Geofísica*, 27(1): 81-93.
- PESQUISA FAPESP. 2008. As poderosas águas dos rios. *Pesquisa Fapesp* 143: 34-37.

- PIMENTA, F. M.; CAMPOS, E. J. D.; MILLER, J. L. & PIOLA, A. R. 2005. A numerical study of the Plata River plume along the southeastern South American continental shelf. *Braz. j. oceanogr.*, v. 53 (3/4): 129-146.
- PIOLA, A. R.; CAMPOS, E. J. D.; MÖLLER, O. O.; CHARO, M. & MARTINEZ, C. 2000. Subtropical shelf front off eastern South America. *J. Geophys. Res.*, 105: 6565-6578.
- PIOLA, A. R.; MATANO, R. P.; PALMA, E. D.; MÖLLER, O. O. & CAMPOS, E. J. D. 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. *Geophysical Research Letters* 32, L01603.
- PIOLA, A. R.; ROMERO, S.I. & ZAJACZKOVSKI, U. 2008. Space-time variability of the Plata plume inferred from ocean color. *Continental Shelf Res.*, 28 (13): 1556-1567.
- POLITO, P. S. 2009. Sensor de cor do oceano: aplicação em medidas de concentração de clorofila. Slides da matéria "Oceanografia por Satélite." Disponível em: <http://los.io.usp.br/cursos.html>. IOF0255 - aula H.
- PROSSIGA, 2007. Vortal de Arranjo e Cadeia Produtiva: Malacocultura. Disponível em:

www5.prossiga.br/arranjos/vortais/malaco_sc_panorama1.html

Último acesso: janeiro /2008.
- RIVERA, C. R.; ZAOATA, A. A.; PINILLA, G.; DONATO, J.; CHAPARRO, B. & JIMÉNEZ, P. 2005. Comparación de la estimación de la clorofila *a* mediante los métodos espectrofotométrico y fluorométrico. *Acta Biológica Colombiana*, v. 10 (2): 95 -103.
- REZENDE, J. H. M. 2003. Intrusões da Água Central do Atlântico Sul na plataforma continental sudeste durante o verão. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 120p.
- RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D. & SUGAHARA, S. 2004. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geofísica* 22(2): 135-151.

- RUPP, G. S. 2007. Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina: influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza. Florianópolis. Epagri, Boletim Técnico, 135. 83p.
- SILVA, S. S. de. 1998. Tropical mariculture: current status and prospects. Tropical mariculture. London. Academic Press. 487: 1-59.
- SILVA, L. F. da. 2002. Identificação de sub-ambientes na Baía Sul (SC) com base na análise de variáveis oceanográfico-sedimentares, Florianópolis, Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Geociências. 105p.
- SILVA, A. F. da. 2006. Determinação do índice de sensibilidade no litoral (ISL) ao derramamento de óleo, na Ilha de Santa Catarina e áreas de entorno. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Vale do Itajaí. Graduação em Oceanografia. 98p.
- SILVEIRA, A. M. R. & MÖLLER, O. O. 1998. Caracterização do processo de ressurgência na região do Cabo de Santa Marta Grande (SC). In: XI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA – Resumos expandidos. Rio Grande, FURG, 18 a 24 de outubro, p.363-365.
- SILVEIRA, A. M. R. & MÖLLER, O. O. 1999. Estudo da dinâmica da Plataforma Continental brasileira na região do Cabo de Santa Marta Grande e áreas adjacentes. In: XII SEMANA NACIONAL de OCEANOGRAFIA – Resumos expandidos. Rio de Janeiro, UERJ, 10 a 17 de novembro, p. 115-117.
- SILVEIRA JR., N.; BROGNOLI, F. F.; FISCHER, C. E.; COUTO, F. R. & ALMEIDA, M. C. C. 2006a. Influência da passagem de frentes frias na diminuição da temperatura da água da baía Sul da Ilha de Santa Catarina durante a primavera e verão de 2001 a 2005. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 58, Florianópolis.
- SILVEIRA JR., N.; BROGNOLI, F. F.; FISHER, C. E.; COUTO, F. R. & ALMEIDA, M. C. C. 2006b. Influência do vento e da passagem de frentes frias no comportamento da temperatura das águas da Baía Sul da Ilha de Santa

Catarina durante o verão de 2004. **In:** III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, São Paulo. 8 a 12 de dezembro.

SILVEIRA JR., N.; FISCHER, C. E.; BROGNOLI, F. F.; COUTO, F. R.; ALMEIDA, M. C. C. & WOLFF, R. A. 2008a. Temperatura superficial do mar na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: 2001 a 2007. **In:** III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Fortaleza. 20 a 24 de maio.

SILVEIRA JR., N.; COUTO, F. R.; BROGNOLI, F. F.; FISCHER, C. E.; ALMEIDA, M. C. C. & WOLFF, R. A. 2008b. Evidências da passagem da pluma do Rio da Prata pela baía Sul da ilha de Santa Catarina, Brasil. **In:** III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Fortaleza. 20 a 24 de maio.

SOLETSCHNIK, P.; LAMBERT, C. & COSTIL, K. 2005. Summer mortality of *Crassostrea gigas* (Thunberg) in relation to environmental rearing conditions. J. Shellfish Res., 24, 1: 197- 207.

SPENCER, B. E. 2002. Molluscan shellfish farming. Oxford: Fishing News Books. Wiley, John & Sons, Incorporated. 274: 228-244.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis (F.B.R. Can Bulletin, 167). Ottawa, Queen's Printer.

TORRENS, B. M. O. Estimativa da matéria sólida orgânica produzida por Mexilhões *Perna perna* em Áreas de Produção na Baía da Babitonga – SC. Dissertação de mestrado. Universidade federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Ambiental. 62p.

USEPA. 1997. Method 445.0: In vitro determination of chlorophyll-a and pheophytin-a in marine and freshwater phytoplankton by fluorescence, Cincinnati Ohio. 14p.

WALNE, P. R. 1979. Culture of bivalve molluscs: 50 years' experience at Conwy. Fishing New Books Ltd., Oxford. 189p.

WOLFF, R. A. 2007. Avaliação da influência de parâmetros ambientais das águas próximas à Ilha de Santa Catarina sobre os cultivos de moluscos marinhos.

Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. 235p.

ANEXO

Anexo I – Reportagem da influência da temperatura na produção de ostras de SC (Fonte: Agrofolha, 2010).

agrofolha

FOLHA DE S. PAULO

TERÇA-FEIRA, 23 DE FEVEREIRO DE 2010 • B10

ALGODÃO +2,47%	TRIGO +2,35%
CAFÉ -3,67%	MILHO +3,19%
Ontem, em Nova York	Ontem, em Chicago

Calor reduz produção de ostras em 60%

Moluscos morrem devido à alta da temperatura da água do mar em até 4°C; os que sobrevivem têm volume menor de carne

Fotos "Diário Catarinense"

"Mortandade de verão", comum nesta época, mais que dobrou em relação a outros verões, passando de cerca de 35% para 82%

PAULO PEIXOTO
DA AGENCIA FOLHA,
EM FLORIANÓPOLIS

O aumento da temperatura da água do mar em até 4°C, consequência do clima aquecido, intensificou a perda da produção de ostras em Santa Catarina, principal produtor nacional. A avaliação dos produtores é que a mortandade do molusco deve atingir 60% das sementes cultivadas na safra.

Esse percentual é muito alto em relação às safras passadas e tem relação com o verão mais quente. A chamada "mortandade de verão", comum nesta época, mais que dobrou em relação a outros verões: saltou de cerca de 35% para 82%. Significa dizer que de cada 100 sementes cultivadas no verão, 82 morreram.

As ostras que sobrevivem às águas quentes do mar chegam às mesas com volume menor de carne. Por isso, restaurantes de Florianópolis estão comunicando o problema aos clientes, mas dizem que a qualidade e as características do molusco estão preservadas.

A perda de sementes só não é maior porque, devido à crise econômica mundial, muitos produtores cultivaram menos na safra atual, afirma a oceanógrafa Flávia Couto, uma das proprietárias da fazenda marinha Atlântico Sul, um dos três

Produção de ostras em fazenda marinha em Santa Catarina; aquecimento da água reduz safra

Ostras produzidas perdem volume devido ao calor da água

maiores produtores do Estado.

O resultado final da safra 2009 pode ser menor do que o da safra anterior, que já não foi boa. Esse resultado, porém, só será conhecido em maio.

A produção média de ostras em Santa Catarina, entre 2004 e 2008, foi de 2.200 toneladas por ano.

Alex Santos, responsável pelo setor de aquicultura da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), não acredita que a perda da safra 2009 atinja 60%, mas 50%.

Para a safra 2010, ele diz que a perda é alta, mas que ainda há tempo para o produtor reagir, comprando mais sementes.

Ocorre que ainda resta um mês para o fim do verão e as perdas vão continuar. As fazendas marinhas em Florianópolis registram temperaturas de até 32°C (o pico foi na semana do Carnaval). Nos últimos dez anos, a temperatura máxima registrada tinha sido de 28°C.

Reduzir perdas

O biólogo Mauro Almeida afirma que era comum que, ao longo do verão, a temperatura das águas atingisse 28°C no máximo em dez dias — o que já é alto para o tipo de ostras cultivado no Estado (a temperatura ideal é entre 17°C e 22°C).

Na atual safra, porém, já são quase 50 dias com temperatura superior a 28°C.

Esta é a época do ano em que mais se consome ostra no Brasil, apesar de ser o pior período para produção. Para atender à demanda, o verão é a estação em que mais ostras estão no mar. Por isso a perda é maior.

Os produtores catarinenses filiados à federação estadual dos aquicultores, presidida por Fábio Brognoli, discutem formas de reduzir essa perda com o aquecimento do clima.

Debater novas técnicas de manejo e também a industrialização do produto, já que 90% do comércio de ostras no Brasil é feito com o molusco vivo.

Brognoli disse que as perdas no setor causam ainda redução — de 130 para 95 — no número de produtores no Estado.