



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA – AQI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.1758)
cultivada em ambiente com alta concentração de seston

Francisco José Lagreze Squella

Florianópolis / SC
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA – AQI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.1758)
cultivada em ambiente com alta concentração de seston

Francisco José Lagreze Squella

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Aqüicultura do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de Santa
Catarina, como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Dr. Jaime Fernando Ferreira

Florianópolis / SC

2008

Lagreze-Squella, Francisco José,

Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.1758) cultivada em ambiente com alta concentração de seston / Francisco José Lagreze Squella. – 2008.

53 f : grafs., tabs.

Orientador: Jaime Fernando Ferreira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

1. *Nodipecten nodosus*; 2. potencial de crescimento; 3. taxas fisiológicas; 4. fisiologia energética.

**Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira
Nodipecten nodosus (L.1758) cultivada em ambiente com alta
concentração de seston.**

Por

FRANCISCO JOSÉ LAGREZE SQUELLA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Jaime Fernando Ferreira - *Orientador*

Dr. Charrid Resgalla Junior

Dr. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha companheira,
pelo exemplo de coragem e determinação
para enfrentar as adversidades.

AGRADECIMENTOS

Quero fazer um agradecimento muito especial para minha amiga e companheira Simone pelo apoio e paciência durante todo o período da realização do mestrado.

A minha Mãe que sempre me apóia em todas as minhas empreitadas, e pelas maravilhosas comidas que preparava na minha volta do Sambaqui nos meses de verão.

Ao meu sogro Norberto pelo apoio logístico de sair de casa e cuidar da Serena na minha ausência.

Agradeço com muito carinho ao meu professor orientador Dr. Jaime Ferreira por acreditar na minha capacidade e competência para atravessar todos os tipos de complexidades que vieram surgir no percurso do presente estudo.

Ao professor Dr. Claudio Mello pela paciência e suporte nas análises estatísticas.

Ao companheirismo presente na estrutura do LMM, que permitiu desenvolver discussões acadêmicas e não tanto nesses agradáveis cafezinhos.

A Mariza pelo suporte com os animais e ao apoio e interesse.

Ao Carlos Henrique (Tatu), Francisco da Silva (Chico), Adriana Pereira, Claudio Blacher, Duda, Zé, Alexandre e toda essa equipe maravilhosa do LMM.

Agradeço o Guilherme Zanette pelo companheirismo e ajuda oferecida na realização do estudo.

Agradeço ao Gaucho por fornecer as informações dos parâmetros ambientais.

Ao pessoal do Sambaqui Itamar e Jackson pelos peixes fritos na coleta de dados em campo.

Agradeço ao Dr. Charrid Resgalla por aceitar participar da banca e pelas sugestões de correção do presente trabalho.

Agradeço a Carlitos pela paciência e trabalho para manter as documentações em dia.

Agradeço a Capes pela bolsa recebida durante a execução dos experimentos.

Quero agradecer a todos aqueles que ajudaram direta ou indiretamente e que possam no estar nesta lista.

Obrigado.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	17
Objetivo Geral	17
Objetivos Específicos	17
CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO	18
TÍTULO, AUTORES	18
RESUMO, PALAVRAS CHAVE	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAIS E MÉTODOS	20
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Material Total Particulado (TPM) entre os meses de março a dezembro de 2007.	30
FIGURA 2. Regressão linear ($P < 0,05$) da relação entre porcentagem de matéria orgânica (%MO) e a quantidade de material particulado total (TPM).	30
FIGURA 3. Relação entre a quantidade de matéria inorgânica (PIM) e a matéria orgânica (POM) entre os meses de março e dezembro de 2007.	31
FIGURA 4. Regressão linear entre o PIM/POM com a quantidade de material particulado total (TPM).	31
FIGURA 5. Temperaturas registradas no período de março a novembro de 2007 na praia de Sambaqui	32
Figura 6. Média e desvio do Índice gonadosomático (IGS) de <i>N. nodosus</i> observado para os dois tamanhos (45 e 60 mm). Não foram observadas diferenças estatísticas ($\alpha = 5\%$)	32
FIGURA 7. Relação entre a taxa de absorção de energia (a) e a taxa de produção de pseudofezes (RR) em animais de 45 mm ($p = 0,052$).	33
FIGURA 8. Relação entre a taxa de absorção de energia (a) e a taxa de produção de pseudofezes (RR) em animais de 60 mm ($P = 0,0452$)	33
FIGURA 9. Média e desvio padrão da taxa de absorção (A) em <i>N. nodosus</i> de 45 e 60 mm, expressa unidade de energia. Não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos ($\alpha = 5\%$).	34
FIGURA 10. Média e desvio da taxa de consumo de energia na respiração (R) em <i>N. nodosus</i> de 45 e 60 mm.	34
Figura 11. Média e desvio padrão da taxa consumo de energia na excreção (U) em <i>N. nodosus</i> de 45 e 60 mm, expressa unidade de energia. Não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos ($\alpha = 5\%$) em <i>N. nodosus</i> de 45 e 60 mm.	35
Figura 12 Média e desvio do potencial de crescimento (SFG) em <i>N. nodosus</i> de 45 e 60mm	35

LISTA DE ABREVIATURAS

TPM	= material Total Particulado
MI	= matéria Inorgânica
MO	= matéria Orgânica
TRbr	= Taxa de respiração do branco
TRc	= Taxa de respiração corrigida
TRo	= taxa de respiração observada
SFG	= potencial de crescimento ($\text{Jh}^{-1}\text{g}^{-1}$)
A	= taxa de energia absorvida ($\text{Jh}^{-1}\text{g}^{-1}$)
R	= taxa de energia gasta em respiração ($\text{Jh}^{-1}\text{g}^{-1}$)
U	= taxa de energia gasta em excreção ($\text{Jh}^{-1}\text{g}^{-1}$)
OER	= taxa de excreção orgânica
ORR	= taxa de rejeição orgânica
IER	= taxa de excreção inorgânica
IRR	= taxa de rejeição orgânica
PIM	= material inorgânico particulado na água;
POM	= material orgânico particulado na água.
AE	= eficiência de absorção
AR	= taxa de absorção
OIR	= taxa de ingestão orgânica
OFR	= taxa de filtração orgânica
IFR	= taxa de filtração inorgânica
FR	= taxa de filtração
SE	= eficiência de seleção
CR	= taxa de clareamento
RR	= taxa de rejeição ou de produção de pseudofeces.
IGS	= índice gonadosomático
GDW	= peso seco da gônada
TDW	= peso seco total das partes moles

RESUMO

A vieira *Nodipecten nodosus* é um bivalve filtrador, que obtém o alimento a partir do material em suspensão da água. Um dos principais fatores que afetam a fisiologia alimentar em bivalves é a disponibilidade tanto na quantidade como na qualidade do alimento. Para pectinídeos a bibliografia cita a necessidade de ambientes com baixa quantidade de seston em torno de 10 mgL^{-1} e porcentagem de matéria orgânica (%MO) acima de 25%. No entanto, os dados de diferentes trabalhos mostram que as áreas de cultivo em Santa Catarina o material particulado em suspensão (TPM) está entre 10 e 50 mg L^{-1} e porcentagens de matéria orgânica (POM) geralmente abaixo dos 20 %. Apesar desses valores, as vieiras da espécie *Nodipecten nodosus* têm mostrado boas taxas de crescimento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento (SFG) de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de TPM (17 a 43 mg.L^{-1}) e diferentes temperaturas (18 a 28°C). Nos resultados obtidos a eficiência de absorção (AE) em animais de 45 e 60mm teve uma relação linear positiva com relação ao aumento da %MO. A taxa de clareamento (CR) não teve diferenças significativas com relação a qualidade e quantidade de seston. A taxa de rejeição (RR) teve uma relação linear positiva com o TPM e PIM/POM em animais de 45 mm . Foi observada uma relação quadrática positiva entre a absorção e a RR mostrando uma capacidade de seleção para aumentar a absorção de energia. A taxa de absorção aumenta com o aumento da %MO do mesmo modo a taxa de excreção (U) e o potencial de crescimento (SFG). A energia gasta em respiração foi menor nas temperaturas de 20 e 24° em ambos tamanhos significando um maior potencial de crescimento para estas temperaturas. Assim, fica evidente a possibilidade de cultivo dessa espécie de vieira em ambientes com porcentagem de matéria orgânica de ao redor de 20% e seston elevado sempre que estejam expostos a temperaturas dentre 20 e 24°C .

Palavras chave: *Nodipecten nodosus*; potencial de crescimento; taxas fisiológicas; fisiologia energética;

TITLE: Physiological rates and scope for growth of the scallop *Nodipecten nodosus* (L.1758) reared under high seston concentration environment.

ABSTRACT

The scallop *Nodipecten nodosus* is a filtering bivalve, which obtains its food from the suspended particles in the water. The main factors affecting feeding physiology in bivalves is the quantity and the quality of food available in the water. The bibliography cited that a good environment for pectinids has a low quantity of seston, around 10 mg L^{-1} and a percentage of organic material (MO%) higher than 25%. Mean while, the data of different studies shows that the mollusc farming areas have total particulate material (TPM) between 10 and 50 mg L^{-1} and the MO% is usually under 20. Although when these values are lower than other authors cited, the scallops of the specie *N. nodosus* have shown good growing rates. For this reason the objective of the present work was to study the physiological rates and scope for growth (SFG) in the scallop *N. nodosus* of different sizes farmed in an environment with high concentrations of TPM (17 to 43 mg L^{-1}) in different temperatures around the year (18 to 28°C). In the present study the absorption efficiency (AE) in animals of 45 and 60mm had a positive linear relationship with regard to the increase of % MO. The clearance rate (CR) did not have significant differences with regard to quality and amount of seston. The rejection rate (RR) had a positive linear relationship with TPM and PIM/POM in animals of 45mm. A quadratic positive relationship between the absorption rate and the RR was observed showing a selection capacity to increase the energy absorption. The absorption rate, the excretion rate (U) and the scope for growth (SFG) in a similar way increases with the increase of % MO. The energy spends in oxygen consumption was lesser in the temperatures of 20 and 24° in both sizes meaning a positive scope for growth for these temperatures. Thus, it is evident the possibility of culture of this species of scallop in environments with percentage of organic matter of around of 20% and seston raised whenever the temperatures amongst 20 and 24°C .

Keywords: *Nodipecten nodosus*; scope for growth; physiological rates; energetic physiology.

INTRODUÇÃO

As vieiras são moluscos bivalves da família Pectinidae que apresentam importância econômica a nível mundial, devido ao seu elevado valor comercial. No entanto, a intensa pesca predatória tem levado várias de suas espécies à super exploração. Uma das formas de recuperação de estoques naturais, manutenção da pescaria e fornecimento regular de produto é a produção dessas espécies em cultivo. Entretanto, para o êxito das atividades de cultivo e manejo pesqueiro, é fundamental que exista um bom conhecimento sobre a biologia das espécies envolvidas (SHUMWAY, 1991) e que esses moluscos apresentem bom crescimento e produtividade em cultivo.

No litoral brasileiro, a família Pectinidae, está representada por 9 gêneros e 17 espécies. Dentre estas, destacam-se: *Nodipecten nodosus* (= *Lyropecten nodosus*), *Pecten zic-zac* e *Clamys tehuelchus* (RIOS, 1994). Dessas espécies, a que tem sido mais estudada a nível mundial como tendo potencial para cultivo é a *Nodipecten nodosus* devido ao seu grande tamanho (VÉLEZ E LODEIROS, 1990; RUPP et al., 1992; MANZONI & RUPP 1993, RUPP et al., 2004; VELASCO, 2006).

A espécie *N. nodosus* pode ser encontrada em substrato arenoso e algas calcárias (RIOS, 1994), não possuindo o hábito gregário (VÉLEZ e LODEIROS, 1990; SMITH, 1991; RUPP e PARSON, 2006). Segundo Smith (1991), os dados batimétricos para ocorrência desta espécie são escassos. Rios (1994), descreve a sua ocorrência entre 35 e 150 metros ao longo da costa brasileira e Manzoni e Rupp (1993), relatam ocorrência de exemplares entre 6 e 30 metros de profundidade na Ilha de Arvoredo, Santa Catarina/Brasil.

Nos últimos anos, no Brasil, independentemente, a partir de estudos de grupos do Rio de Janeiro (Intituto de Ecodesenvolvimento da Baía de Ilha Grande) e de Santa Catarina (Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina), tem ficado evidente a possibilidade de produção de sementes de vieiras, base para a produção comercial para o cultivo já que esses organismos até o momento não apresentam grandes estoques naturais e a uma baixa incidência de sementes em coletores colocados diretamente no ambiente marinho (URIARTE et al., 2001).

As vieiras são bivalves filtradores, obtendo o alimento do material em suspensão da água onde vivem. Não apresentam sifão característico, pois a borda do manto não se encontra fusionada como em outros grupos de bivalves filtradores (BRICELJ e SHUMWAY, 1991). O processo de alimentação inicia-se com a entrada da água contendo alimento ao longo da borda ventral anterior da cavidade palial e sendo expulsa através da abertura exalante posterior ou em contra corrente da direção do fluxo de água, pela própria abertura inalante (HARTNOLL, 1967).

No cultivo de bivalves filtradores é importante considerar seu hábito alimentar, pois disto dependerá o sucesso do cultivo em um determinado ambiente. Um dos principais fatores que afetam a fisiologia alimentar em bivalves é a disponibilidade tanto de quantidade como de qualidade do alimento. (RIISGÅRD e RANDLOV, 1981; NAVARRO et al., 1992, 1994; BARILLE et al., 1997; NAVARRO e WIDDOWS, 1997; MacDONALD et al., 1998).

Nos bivalves filtradores como nas vieiras, a alimentação e o aproveitamento da energia dele proveniente para o crescimento, envolve uma serie de etapas seqüenciais (Tabela 1) (WILDISH e KRISTMANSON, 1997).

Tabela 1. Etapas na fisiologia alimentar, assimilação, absorção, metabolismo e eliminação em animais filtradores bentônicos.

Etapa	Numero da etapa	Descrição
	1	Transporte de água pela superfície das brânquias.
	2	Captura de seston em toda a superfície de filtração.
Alimentação	3	Transporte de partículas até a boca envolvendo a seleção e rejeição (pseudofezes).
	4	Ingestão.
Assimilação	5	Transporte até o sistema digestivo
	6	Absorção através da superfície da glândula digestiva.
Metabolismo	7	Metabolismo anabólico.
	8	Metabolismo catabólico.
Eliminação	9	Dejetos sólidos eliminados como fezes verdadeiras.
	10	Dejetos metabólicos eliminados como compostos nitrogenados

O primeiro e principal evento na alimentação dos bivalves é a capacidade de captura, seleção e remoção de partículas em suspensão da água que passa bombeada ativamente pelas brânquias e pelos palpos labiais. Essa não é uma simples filtração, mas um processo de seleção ativa do alimento com alta demanda energética. Esse processo recebe o nome de Clareamento e se entende como a quantidade de partículas retirada de um volume determinado de água bombeada pelas brânquias. Quando medido por unidade de tempo ($L.h^{-1}$), passa a ser chamado de Taxa de Clareamento.

Em baixa concentração de partículas, todo o material capturado da corrente de água pelas brânquias é ingerido pela boca e transportado através do estomago, até a glândula digestiva. Seguindo a absorção do alimento, o material que sobra passa ao intestino e é rejeitado como “fezes glandulares” (WEEL, 1961; THOMPSON e BAYNE, 1972). Na medida em que as partículas em suspensão aumentam, a glândula digestiva não consegue digerir ou absorver todo o alimento e material que entra no estomago. O excesso de material, depois de passar pela glândula digestiva e ser transportado, não digerido, através do intestino é rejeitado como “fezes intestinais” (WEEL, 1961).

Com o progressivo aumento na concentração de partículas em suspensão na água, até aproximadamente 5 mgL^{-1} é atingido um limite (WIDDOWS et al., 1979) no qual o material capturado pelas brânquias não poderá ser totalmente ingerido e é rejeitado fora da boca pelos palpos labiais e eliminado na forma de pseudo-fezes (FOSTER-SMITH, 1975). Bernard (1974) sugeriu que a principal função dos palpos labiais é reduzir o volume de massa antes da digestão e de rejeitar o excesso de material e, estudos (KIORBE et al., 1980; KIORBE e MOHLENBERG, 1981) com *Mytilus edulis*, sugerem que o grau de seleção de partículas está relacionado ao tamanho e quantidade destas, bem como ao tamanho dos palpos labiais.

As taxas de produção de fezes e pseudofezes são representativas das condições naturais e podem ser medidas usando sistemas de fluxo contínuo de água ao invés de sistemas estáticos. Deste modo, a atividade filtradora não causará alterações na disponibilidade das partículas em suspensão, já que estas serão constantemente renovadas. Este foi o procedimento realizado por Razet et al. (1990) para registrar a variabilidade temporal na taxa de produção de biodepósitos (fezes e pseudofezes) por ostras *Crassostrea gigas* na Baía de Marennes-Olerón.

O balanço energético de um organismo representa a integração de todos os processos relacionados à perda o ganho de energia o que permite a determinação da quantidade de energia disponível para o crescimento e reprodução, também chamado de potencial de crescimento (em inglês, "Scope for Growth" - SFG) (BAYNE e NEWELL, 1983). Este índice fisiológico além de ser um meio de indicação para a taxa de crescimento (BAYNE et al., 1979; RIISGÁRD e RANDLOV, 1981) é considerado também um bom indicador da condição de adaptação e saúde do animal (WIDDOWS, 1985). Como evidenciado por Grant e Cranford (1991), esse índice tem um alto grau de precisão e é altamente sensível às mudanças ambientais.

A produção de matéria (crescimento somático e reprodutivo) é uma propriedade fundamental de todos os organismos vivos para que uma população possa sobreviver em um dado ambiente. A quantidade dessa produção está representada pelas diferenças na absorção ou liberação de matéria ou energia e isto pode variar sob condições ambientais diferentes.

As alterações na quantidade de matéria ou energia incorporada para o crescimento somático e reprodutivo podem ser descritas pela equação de balanço energético de Winberg (1960), base para a compreensão de a fisiologia energética alimentar, em moluscos bivalves.

$$\text{SFG} = \text{A} - (\text{R} + \text{U})$$

Onde, R= energia utilizada para a respiração, U= energia utilizada para a excreção, A= energia obtida a partir do alimento, SFG= energia incorporada para o crescimento somático e produção de gametas.

Os trabalhos pioneiros em campo com *M. edulis* (BAYNE e WIDDOWS, 1978) e *Cerastodema edule* (NEWELL e BAYNE, 1980) foram realizados de acordo ao método descrito por Bayne et al. (1977), em que os animais eram mantidos em um barco com fluxo contínuo de água bombeada perto aos bancos naturais o que assegurava serem expostos a condições alimentares do ambiente natural.

Em trabalhos posteriores, Navarro et al. (1991) realizaram uma série de experimentos para caracterizar a fisiologia alimentar de mexilhões cultivados em balsas. Nesses experimentos, as taxas alimentares foram estimadas em forma indireta pela taxa de produção de rejeitos (fezes e pseudofezes), usando como base o conteúdo de cinzas (material inorgânico) dos “pellets” fecais como um rastreador da matéria filtrada em comparação com a mesma matéria contida na água do mar do local.

A partir desses estudos, foi incluída a transformação de todas as taxas fisiológicas para Energia em Joules por tempo. Assim, os trabalhos nessa área passaram a ser conhecidos como Fisiologia Energética em Moluscos Bivalves.

Segundo Widdows (1985), além da possibilidade de verificar a viabilidade de crescimento, as taxas fisiológicas alimentares têm três grandes atributos ao apresentar informações sobre a condição de saúde dos moluscos bivalves, como segue:

1. Elas representam à integração de muitos processos celulares e bioquímicos que podem ser alterados em resposta a mudanças no ambiente;
2. Elas representam respostas não específicas para os estímulos ambientais, os quais são complementares a respostas mais específicas no nível bioquímico;
3. Elas são capazes de refletir a deterioração no ambiente antes que os efeitos se manifestem por si só nas populações ou nas comunidades.

A fisiologia energética alimentar, permite tanto a avaliação do potencial de crescimento (SFG) da espécie para um local específico como também, gera dados para a manutenção e o condicionamento de reprodutores em condições de laboratório. Assim, a fisiologia energética destaca-se, como importante ferramenta para análises sobre ambientes de cultivo e sobre o potencial de uma espécie frente a um ambiente específico de cultivo (WIDDOWS, 1978; BAYNE e WORRAL, 1980; NAVARRO, 2001; VELASCO, 2006).

O potencial de crescimento (SFG) representa a energia disponível para produzir tecido somático e/ou reprodutivo e, tem sido utilizado como um indicador de estresse porque representam a resposta integrada de todos os processos relacionados a ganho de energia por ingestão, absorção e a energia perdida na respiração e excreção. (BAYNE et al., 1987; NAVARRO e GONZALEZ, 1998).

Na área de fisiologia energética, estudos têm tentado estabelecer as relações entre variáveis ambientais tais como o suprimento de alimento e, a produção em cultivo (GOSLING, 2003, VELASCO e NAVARRO, 2003).

Um dos objetivos desses estudos tem sido estabelecer os efeitos de parâmetros físico-químicos como temperatura e salinidade. Outro aspecto bastante explorado tem sido o estudo de várias concentrações de partículas naturais no crescimento e alimentação de bivalves marinhos, especialmente variando a concentração de sedimentos associados a eventos de resuspensão (MOHLENBERG e KIORBOE, 1981; BRICELJ e MALOUF, 1984; WARD e MacDONALD, 1996; CRANFORD et al., 1998).

A temperatura da água do mar durante o ano varia conforme a latitude e as condições oceanográficas locais. Esta variação da temperatura no ciclo anual faz com que os moluscos bivalves apresentem a capacidade de aclimação dentro de certos valores de temperatura. Crisp e Ritz (1967), definem a aclimação térmica como um ajuste não genético que apresenta um organismo em resposta direta a mudanças no ambiente. Deste modo, muitas taxas fisiológicas (alimentação, excreção, respiração) devem ser alteradas para permitir a sobrevivência do organismo na aclimação térmica.

A salinidade é um dos fatores ambientais dominantes no controle da distribuição de espécies, influenciando diretamente vários processos fisiológicos nos organismos marinhos e estuarinos (KINNE, 1967, 1971; DAVENPORT, 1979; WIDDOWS, 1985). As respostas típicas em bivalves a baixas salinidades incluem a redução na atividade alimentar e baixas taxas de crescimento como mostrado, por exemplo, para *Mytilus edulis* (BOHLE, 1972; WIDDOWS, 1985) e para *Argopecten purpuratus* (NAVARRO e GONZALEZ 1998) e também, o fechamento das valvas em *Crassostrea virginica* (HAND e STICKLE, 1977), entre outros.

O material particulado bentônico no ambiente é dominado por grãos minerais de diferentes tamanhos, misturados com uma variedade de matéria orgânica incluindo material proveniente do plâncton, microalgas bentônicas, fezes, detritos, protozoários e bactérias (LOPEZ e LEVINTON, 1987; WARD e SHUMWAY, 2004).

Todos estes trabalhos, realizados em laboratório, têm sido feitos em condições de fluxo estático ou de fluxo contínuo com dietas de microalgas produzidas em laboratório, o que traz diferenças nas respostas fisiológicas de partículas naturais ou em suspensão. (DOERING AND OVIATT, 1986; CRANFORD E GORDON, 1992; IGLESIAS et al., 1992; NAVARRO et al., 1992; PRINS et al., 1994; CRANFORD E HARGRAVE, 1994; HAWKINS et al., 1996). Conseqüentemente, os modelos de comportamento alimentar e principalmente as hipóteses da importância dos organismos filtradores na dinâmica dos ecossistemas costeiros (DAME, 1993), que tem sido baseados principalmente em observações de laboratório, precisam ser testadas em condições reais de vida dos bivalves (CRANFORD et al., 1998).

Os resultados têm sido bastante variáveis observando-se, tanto aumento quanto diminuição no crescimento, quando moluscos bivalves são expostos a situações reais, principalmente àquelas onde aparecem altas concentrações de sedimento (MALOUF e BRICELJ, 1989; TURNER e MILLER, 1991).

O efeito de altas concentrações de partículas depende, portanto, menos da quantidade e, mais da qualidade das partículas, das espécies e da capacidade das espécies em processar e obter suficiente energia para crescer (JØRGENSEN, 1990; CRANFORD e GRANT, 1990; CRANFORD e GORDON, 1992, HAWKINS et al., 2001), o que é caracterizado como potencial de crescimento.

A concentração de material inorgânico particulado (PIM) no total de material particulado ou seston (TPM) pode ser utilizada como um índice nutricional das partículas disponíveis (Mac DONALD et al., 2006). Em estudos realizados com *Chlamys islandica*, Vahl (1980) encontrou-se diferenças na taxa de crescimento e que estas estavam correlacionadas com as mudanças estacionais nas concentrações relativas de seston e no Material orgânico particulado (POM) e PIM e que valores de

PIM superiores a 75% do seston total pode afetar o crescimento e que a matéria orgânica não poderá ser absorvida se os valores de PIM no seston são superiores a 80%, nestes resultados foi verificado que estas diferenças de crescimento não tiveram relação com a temperatura nem a salinidade.

Wallace e Reinsnes (1985) recomendam o uso da relação de PIM / POM como índice nutricional para vieiras, considerando valores maiores de 3,5 como sendo críticos para o crescimento. Alguns autores citam que uma alta proporção de matéria inorgânica pode produzir um efeito de diluição na qualidade do alimento, o que é definido em termos de conteúdo orgânico. (FOSTER-SMITH, 1975; WIDDOWS et al., 1979; URRUTIA et al., 2001; WONG e CHEUNG, 2003).

A disponibilidade de alimento é considerada como sendo um dos fatores mais importantes que afetam a eficiência de absorção em bivalves. Esta relação tem sido estudada em varias espécies incluindo *Perna viridis* (HAWKINS et al., 1998), *Mytilus edulis* (BAYNE et al., 1987; HAWKINS et al., 1997), *Perna perna* (SUPLICY et al. 2003; RESGALLA et al., 2006; RESGALLA et al.. 2007), *Cerastoderma edule* (NAVARRO e WIDDOWS,1997) e *Crassostrea gigas* (BOUGRIER et al., 1995).

Como grande parte dos moluscos bivalves, também os pectinídeos são animais filtradores que se alimentam de fitoplâncton e materiais orgânicos em suspensão na coluna de água. Segundo Silina (1994), os pectinídeos são sensíveis a variações ambientais.

Assim, a escolha do local de cultivo para a produção de moluscos bivalves está intrinsecamente ligada à qualidade da água e, no caso da vieira *Nodipecten nodosus*, esta condição é ainda mais importante por ser um animal que habita ilhas em mar aberto, ambiente com águas de baixa turbidez.

Dessa forma, é de fundamental importância para esse início de atividade comercial, estudos que permitam conhecer melhor as características da fisiologia energética alimentar de *N. nodosus* e de sua relação com ambientes reais de cultivo para, deste modo, poder ter ferramentas concretas para a escolha dos locais para sua produção comercial.

Uma das questões que se coloca, atualmente, para viabilizar a produção comercial de vieiras no Brasil é a definição de ambientes apropriados para cultivo. Um dos principais problemas relacionados à definição dessas áreas é apontado pela literatura mundial que indica, geralmente, limites em torno de 10 mg.L⁻¹ de seston para um bom potencial de crescimento para as vieiras (BACON et al., 1998; MacDONALD et al., 1998; CRANFORD et al., 1998

Como indicam os trabalhos de Ferreira et al. (2004) e de Rupp et al. (2005), grande número dos locais hoje utilizados para cultivo de bivalves em Santa Catarina apresentam valores entre 10 e 50 mgL⁻¹ de seston total. Além disso, esses mesmos trabalhos indicam baixos valores na relação entre Matéria Inorgânica e Matéria Orgânica para esses locais, o que geralmente é apontado como condição desfavorável à fisiologia alimentar de vieiras e moluscos bivalves em geral.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi estudar as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de seston e diferentes temperaturas.

O presente estudo será enviado para a revista Aquaculture para a sua publicação.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Estudar as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de seston e diferentes temperaturas.

Objetivos específicos

- Comparar os efeitos da temperatura nas taxas fisiológicas alimentares e no potencial de crescimento de juvenis e adultos de *N. nodosus*;
- Comparar os efeitos da quantidade e qualidade do seston nas taxas fisiológicas alimentares e no potencial de crescimento de juvenis e adultos de *N. nodosus*;
- Acompanhar a variação de temperatura, TPM e a relação PIM/POM no ambiente de cultivo, ao longo do ano e discutir o efeito dessas variações sobre as taxas fisiológicas alimentares;
- Analisar a relação entre as variações das taxas fisiológicas alimentares em função do índice gonadosomático dos animais utilizados nos experimentos.

Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.1758) cultivada em ambiente com alta concentração de seston

**Francisco José Lagrèze Squella, Simone Sühnel ,
Cláudio Manoel Rodrigues de Melo e Jaime Fernando Ferreira**

Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Rua dos Coroas, s/n, Barra da Lagoa, cep. 8861-600, Florianópolis, SC/Brasil

RESUMO

As vieiras são bivalves filtradores, obtendo o alimento a partir do material em suspensão da água onde vivem assim, do conhecimento do hábito alimentar dependerá o sucesso do cultivo em um determinado ambiente. Um dos principais fatores que afetam a fisiologia alimentar em bivalves é a disponibilidade tanto de quantidade como de qualidade do alimento. Para vieiras, a bibliografia cita a necessidade de ambientes com baixa quantidade de seston (em torno de 10 mgL^{-1}) e porcentagem de matéria orgânica acima de 25%. No entanto, os dados de diferentes trabalhos mostram para as áreas de cultivo em Santa Catarina Material particulado em suspensão (TPM) entre 10 e 50 mg L^{-1} e porcentagens de matéria orgânica (POM) geralmente abaixo dos 20 %. Apesar desses valores, as vieiras da espécie *Nodipecten nodosus* têm mostrado boas taxas de crescimento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de seston e diferentes temperaturas (18 a 28°C). A eficiência de absorção (AE) em animais de 40mm foi influenciado negativamente por el aumento da concentração de seston(TPM>40 mg.l^{-1}) e da diminuição da qualidade do seston (PIM/POM > 3,5) e com os maiores valores de AE aos 24°C (50,69%). Em indivíduos de 60 mm não foram afetados pela qualidade ou quantidade de seston. Os resultados mostraram que a energia absorvida em animais de 40mm é afetada pela qualidade do seston e não pela quantidade. Em animais de 60mm a taxa de absorção aumenta de acordo a uma relação linear positiva com o aumento das pseudo-fezes , o que permite um ganho de energia com seston de $42,54 \text{ mg.L}^{-1}$ e PIM/POM de 4,25. A energia gasta em respiração foi menor nas temperaturas de 20 e 24° em ambos tamanhos o que significou em um maior potencial de crescimento em estas temperaturas. Assim, fica evidente a possibilidade de cultivo dessa espécie de vieira em ambientes com porcentagem de matéria orgânica abaixo dos 20% e seston elevado, desde que o ambiente apresente frequentemente, temperaturas entre 20 e 24 °C .

Palavras chave: *Nodipecten nodosus*; potencial de crescimento; taxas fisiológicas; fisiologia energética;

INTRODUÇÃO

Dentre as características biológicas importantes para cultivo, destaca-se a fisiologia alimentar, pois permite a avaliação do potencial de crescimento (SFG) da espécie para um local específico e a definição das condições de manutenção e maturação de reprodutores em condições de laboratório. (Widdows, 1978; Bayne e Worrall, 1980, Navarro, 2001).

O potencial de crescimento representa a energia disponível para produzir tecido somático e/ou reprodutivo e, tem sido utilizado como um indicador de estresse porque representa a resposta integrada de todos os processos relacionados a ganho de energia por ingestão, absorção e a energia perdida na respiração e excreção (Bayne et al., 1987; Navarro e Gonzalez, 1998).

Nessa área, estudos têm tentado estabelecer as relações entre variáveis ambientais tais como, o suprimento de alimento e a produção em cultivo (Gosling, 2003). Um dos objetivos desses estudos tem sido estabelecer os efeitos de varias concentrações de partículas naturais no crescimento e alimentação de bivalves marinhos, especialmente variando a concentração de sedimentos associados a eventos de resuspensão (Mohlenberg e Kiorboe, 1981; Bricelj e Malouf, 1984; Ward e MacDonald, 1996; Cranford et al., 1998).

Os resultados têm sido bastante variáveis observando-se, tanto aumento quanto diminuição no crescimento, quando moluscos bivalves são expostos a altas concentrações de sedimento (Malouf e Bricelj, 1989; Turner e Miller, 1991).

Segundo diversos autores, o efeito de altas concentrações de partículas depende da capacidade das espécies em processar e obter suficiente energia para crescer e da qualidade das partículas, principalmente no que se refere à porcentagem de matéria orgânica em relação à quantidade total de matéria particulada (Jørgensen, 1990; Cranford e Grant, 1990; Cranford e Gordon, 1992, Hawkins et al., 2001).

Alguns autores citam que uma alta proporção de matéria inorgânica causa diluição na qualidade do alimento, definido em termos de conteúdo orgânico. (Foster-Smith, 1975; Widdows et al., 1979; Urrutia et al., 2001; Wong e Cheung, 2003). A concentração de matéria inorgânica (PIM) na matéria total particulada ou seston (TPM) pode ser utilizada como um índice nutricional das partículas disponíveis (Shumway, 2006). Valores de PIM superiores a 75% do seston podem afetar o crescimento e valores de PIM superiores a 80% podem dificultar a absorção de matéria orgânica (Vahl, 1980; Wallace e Reinsnes, 1985). Wallace e Reinsnes (1985) recomendam o uso da relação de PIM/POM como índice nutricional para vieiras, considerando valores maiores de 3,5 como sendo críticos para o crescimento.

Além das relações de matéria orgânica e inorgânica e da quantidade total de seston, diversos outros fatores podem afetar a fisiologia energética e o potencial de crescimento dos bivalves. Entre eles, destacam-se as variações de temperatura e de salinidade.

A temperatura da água do mar durante o ano varia conforme a latitude e as condições oceanográficas locais. Esta variação da temperatura no ciclo anual faz com que os moluscos bivalves apresentem a capacidade de aclimação dentro de certos valores de temperatura. Crisp e Ritz (1967) definem a aclimação térmica como um ajuste não genético que apresenta um organismo em

resposta direta a mudanças no ambiente. Deste modo, muitas taxas fisiológicas (alimentação, excreção, respiração) devem ser alteradas para permitir a sobrevivência do organismo na aclimatação térmica.

A salinidade é um dos fatores ambientais dominantes no controle da distribuição de espécies, influenciando diretamente vários processos fisiológicos nos organismos marinhos e estuarinos (Kinne, 1967, 1971; Davenport, 1979; Widdows, 1985). As respostas típicas em bivalves a baixas salinidades incluem a redução na atividade alimentar e baixas taxas de crescimento como mostrado, por exemplo, para *Mytilus edulis* (Bohle, 1972; Widdows, 1985) e para *Argopecten purpuratus* (Navarro e Gonzalez 1998) e também, o fechamento das valvas em *Crassostrea virginica* (Hand e Stickle, 1977) e em *Modiolus modiolus* (Shumway 1977), entre outros.

No Brasil, a atividade de produção comercial de vieiras da espécie *Nodipecten nodosus* está em fase inicial. Nessa etapa, é de fundamental importância, estudos que permitam conhecer melhor as características fisiológicas de *N. nodosus* e sua relação com os ambientes de cultivo para, deste modo, ter ferramentas concretas para a escolha dos locais para cultivo bem como, as condições ideais para a manutenção de reprodutores e sementes em laboratório.

Um dos principais problemas relacionados à definição dessas áreas de cultivo é o limite em torno de 10 mg.L^{-1} de seston apontado pela literatura mundial para um bom potencial de crescimento em vieiras (Bacon, 1998; Mc. Donald, 1998). Como indicam os trabalhos de Ferreira et al. (2004) e Rupp et al. (2005), boa parte dos locais hoje utilizados para cultivo de bivalves em Santa Catarina apresentam valores entre de 10 e 50 mg.L^{-1} de seston total. Além disso, esses mesmos trabalhos indicam baixos valores na relação entre Matéria Inorgânica e a Matéria Orgânica para esses locais, o que geralmente é apontado como condição desfavorável para fisiologia alimentar de vieiras e moluscos bivalves em geral (Foster-Smith, 1975; Widdows et al., 1979; Urrutia et al., 2001; Wong e Cheung, 2003; Vahl, 1980; Wallace e Reinsnes, 1985).

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi estudar as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de seston e diferentes temperaturas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local dos experimentos

Os experimentos de medida das taxas fisiológicas foram realizados na praia de Sambaqui localizada no município de Florianópolis, na Ilha de Santa Carina - Brasil ($27^{\circ}29'22''\text{S}$ - $48^{\circ}32'15''\text{W}$), na área de cultivo experimental da Universidade Federal de Santa Catarina. Este local apresenta profundidades de 2,5 a 3 m com fundo lodoso (Ferreira et al., 2004).

As análises de material particulado da água, peso seco dos animais e quantificação da amônia foram realizadas no Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), do Departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis.

Delineamento experimental

Para a realização deste estudo foram utilizados exemplares da vieira *Nodipecten nodosus* provenientes de larvicultura produzidas pelo LMM e mantidos na área de cultivo experimental da UFSC. As análises foram realizadas no local, com água sendo bombeada diretamente para as cubas onde se encontravam os animais.

Para este estudo, os animais foram divididos em duas classes de tamanho de $44,73 \pm 3,85$ mm e animais de $60,44 \pm 3,57$ mm. Os dados de fisiologia energética foram coletados em quatro temperaturas diferentes e, em diferentes concentrações de seston, diretamente no ambiente de cultivo, durante o período de março a dezembro de 2007.

As coletas de dados foram feitas utilizando 4 animais para cada tamanho em cada teste, e ambos tamanhos eram avaliados no mesmo dia. Quando foi possível, os testes foram repetidos mais de uma vez para cada temperatura. As temperaturas testadas foram as de 18, 20, 24 e 28°C.

Parâmetros ambientais.

Pelo período de março a dezembro de 2007 foram coletadas semanalmente amostras de água no local de cultivo em Sambaqui. As amostras eram levadas para o Laboratório de Moluscos Marinhos – UFSC (LCMM). Para cada amostra, era feita a avaliação da matéria total particulada (TPM) no qual era determinada a parte orgânica (POM) e inorgânica (PIM). A metodologia utilizada foi baseada na descrita por Strickland e Parsons (1972).

As amostras eram filtradas através de uma malha de 230µm para reter partículas maiores e, em seguida, em filtros de fibra de vidro GF3 (Macherey-Nagel, 47 mm e porosidade de 0.45 µm, equivalente ao GFC da Whatmann) que já tinham sido previamente lavados, queimados e pesados. Para determinar as partes orgânicas e inorgânicas de cada amostra de água, os filtros eram lavados com Formiato de Amônia (0,5 N), secos em estufa a 60°C por 48 horas, pesados e queimados a 450°C por 2 horas, sendo posteriormente pesados novamente em balança analítica de precisão (0,00001 g).

Análise da fisiologia energética

Para a determinação das taxas fisiológicas, foi preparado um conjunto de equipamentos, bandejas e cubas, na praia de Sambaqui, em frente ao cultivo experimental, o qual era montado para cada dia de análise.

Os experimentos foram organizados em 6 etapas: Seleção de animais, análise das taxas alimentares e eficiência alimentar, excreção de amônia, consumo de oxigênio, índice gonadosomático, e potencial de crescimento.

Etapa 1: Seleção e aclimação dos animais

Para iniciar cada análise, os animais provenientes do cultivo eram selecionados por tamanho, limpos dos organismos incrustantes, acondicionados em lanternas e depois, aclimatados por pelo menos 7 dias na área de cultivo. A aclimação era fundamental devido ao estresse provocado pela retirada de organismos incrustantes (fouling) que poderia provocar mortalidades.

Etapa 2: Análise das Taxas Fisiológicas e eficiência alimentar

Os dados de eficiência alimentar foram utilizados para determinação da Taxas Fisiológicas Alimentares, de acordo com método descrito por Iglesias et al. (1998).

Os animais e, uma concha vazia utilizada como controle, foram acondicionados em uma bandeja plástica com um compartimento para cada animal, com fluxo contínuo constante (de forma a evitar re-suspensão de material ou a falta de alimento) de água do mar, através de perfurações laterais (Suplicy et al., 2003).

O tempo de análise foi fixado em 2 horas de duração, sendo que na primeira hora os animais eram aclimatados até abrirem as valvas. Após a aclimação, as caixas eram limpas (retirados todos os sedimentos) e iniciadas a coleta das fezes e pseudofezes, durante 1 hora, para posterior análise. As coletas de fezes e pseudo-fezes eram realizadas, a cada 5 minutos, com auxílio de pipeta Pasteur plástica de 5 mL. As fezes e pseudofezes de cada animal incluído o branco, foram colocadas, separadamente e armazenadas em potes plásticos com tampa, previamente rotulados para cada animal. Os potes eram mantidos em caixas térmicas com gelo até chegarem ao laboratório, no mesmo dia.

No início e no final de cada análise, a cada dia de experimento, era coletada amostra de água da entrada no sistema para avaliação do TPM, PIM e POM.

No LMM, tanto as amostras de fezes, pseudofezes e branco eram filtradas em filtros de fibra de vidro (47 mm de diâmetro e porosidade de 0,45 µm) previamente lavados em água destilada, queimados (450°C por 2 horas) e pesados (peso seco do filtro limpo). Após filtragem, os filtros foram secos em estufa a 60°C. Após 48 horas os filtros eram pesados à temperatura ambiente (mesma da balança), para obtenção de peso seco das amostras de fezes e pseudo-fezes, logo queimados (450°C por 2 horas) e pesados à temperatura ambiente (mesma da balança) para obtenção da matéria inorgânica presente nas fezes e pseudo-fezes e, por diferença, obtida a quantidade de matéria orgânica nas fezes e pseudo-fezes.

Com as amostras recolhidas do compartimento com a concha vazia, foi feita a correção dos valores de pseudofezes subtraindo os valores de matéria orgânica e inorgânica. Esta correção não foi realizada nas amostras de fezes devido a facilidade de coleta, já que estas eram bastante compactas, dispensando a coleta de excesso de água junto.

Para o cálculo das Taxas Fisiológicas eram utilizadas as seguintes fórmulas descritas por Iglesias et al.,(1998):

$$AE \text{ (eficiência de absorção)} = AR/OIR * 100 (\%)$$

$$AR \text{ (taxa de absorção)} = OIR - OER \text{ mg.h}^{-1}$$

$$OIR \text{ (taxa de ingestão orgânica)} = OFR - ORR \text{ mg.h}^{-1}$$

$$OFR \text{ (taxa de filtração orgânica)} = IFR * (POM/PIM) \text{ mg.h}^{-1}$$

$$IFR \text{ (taxa de filtração inorgânica)} = IRR + IER \text{ mg.h}^{-1}$$

$$CR \text{ (taxa de clareamento)} = IFR/PIM \text{ mg.h}^{-1}$$

$$OFR \text{ também pode ser calculado como: } OFR = ORR + OER + AR \text{ mg.h}^{-1}$$

$$SE \text{ (Eficiência de seleção)} = (ORR/RR)/(POM/TPM)$$

$$FR \text{ (taxa de filtração)} = OFR + IFR \text{ mg.h}^{-1}$$

Onde,

OER= taxa de excreção orgânica; mg.h^{-1}

ORR= taxa de rejeição orgânica mg.h^{-1} ;

IER= taxa de excreção inorgânica mg.h^{-1} ;

IRR= taxa de rejeição orgânica mg.h^{-1} ;

PIM= material inorgânico particulado na água mg.L^{-1} ;

POM= Material orgânico particulado na água mg.L^{-1} ;

RR= Taxa de produção de pseudofeces mg.h^{-1} .

Etapa 3: Excreção de amônia.

A excreção de amônia foi determinada pelo método modificado a partir de Strickland e Parsons (1972) e Widdows (1985), usando-se uma solução padrão de cloreto de amônio (solução padrão= $132,1 \text{ mg.L}^{-1}$).

Os animais, após análise de eficiência alimentar eram aclimatados por 1 hora para então, serem transferidas para copos de Becker de 1 L (previamente lavados com HCl 10% e enxaguadas com água destilada) com 800 mL de água do mar por 1 hora. Um becker com uma concha vazia foi utilizado como controle. Após este período, eram coletadas amostras, em triplicata, de 10 mL, separadamente, do becker de cada animal e do becker controle com a concha vazia e transferidas para tubos de ensaio lacrados, previamente queimados (450°C , por 2 horas).

As amostras nos tubos de ensaio eram mantidas sob refrigeração até a chegada no laboratório. Para avaliação da concentração de amônia nas amostras de água, estas eram filtradas, em filtros de fibra de vidro (GF3 de 24 mm de diâmetro), previamente lavados em água destilada e queimados (450°C por 2 horas) e transferidas para tubos limpos e queimados. Às amostras eram adicionados 0,4 mL de solução de nitroprussiato e 0,4 mL de solução oxidante (fenol- hipoclorito). As amostras eram mantidas em ausência de luz à temperatura ambiente, por 12 horas para a determinação da concentração de amônia a partir da curva padrão, usando-se um espectrofotômetro (SHIMADZU UV VIS 1203), com os valores de absorbância registrados a 640 nm.

As taxas de excreção de amônia ($\text{mg NH}_4\text{-N h}^{-1}$) eram calculadas como descreve Mac Donald (1998), com a seguinte equação:

$$\mu\text{g NH}_4\text{-N excretadas.h}^{-1} = ([A-B] \cdot 28 \cdot V) / T$$

Onde,

A= $\text{NH}_4\text{-N}$ no recipiente experimental (μM)

B= $\text{NH}_4\text{-N}$ no recipiente controle com a concha vazia (μM)

V= volume de água no recipiente (L);

T= tempo de incubação (h).

Etapa 4: Consumo de oxigênio

Para determinar o consumo de oxigênio foram utilizados os mesmos animais utilizados no teste de biodepósitos e de excreção de amônia. Para isto, cada animal foi marcado com uma cor diferente com auxílio de um giz de cera.

Os animais e, uma concha vazia como controle, eram colocados individualmente em respirômetros cilíndricos de acrílico de 150 mm de diâmetro e 200 mm de altura, com tampa de fechamento hermético com três orifícios, um central para a introdução da sonda de oxigênio e dois laterais para fluxo de água. Os respirômetros eram mantidos em uma caixa de água de 100 L com fluxo contínuo de água do mar (para manter a temperatura constante e homogênea).

Para manter o meio homogêneo dentro do respirômetro era utilizado um agitador magnético no fundo de cada respirômetro, com baixa rotação, sem permitir a formação de bolhas de ar.

Os animais eram mantidos com fluxo de água contínuo por uma hora e até abrirem as valvas, em seguida, com as valvas já abertas, eram colocadas a sonda polarográfica (YSY 555) e as rolhas de borracha, nos orifícios laterais da tampa, para manter o sistema sem troca gasosa.

Foi registrado o tempo inicial bem como os mg.L^{-1} de oxigênio inicial. Após 30 minutos ou, até que a saturação de oxigênio atingisse o valor de 70%, era registrado o tempo e a concentração final de oxigênio, como descreve Mc Donald (1998). O mesmo procedimento foi realizado com o controle (respirômetro contendo apenas a concha).

Para o cálculo da Taxa de Respiração foi utilizada a seguinte fórmula proposta por Widdows e Johnson (1988):

$$TR = (C_i - C_f) \cdot (V / \Delta T)$$

Onde,

TR= taxa de Respiração observada (mL O₂/h);

C_i=concentração inicial de O₂ (ml de O₂/L);

C_f concentração de O₂ final (ml de O₂/L);

V= volume de água no respirômetro (L);

ΔT =intervalo de tempo de incubação (h)

A mesma fórmula foi utilizada para calcular a Taxa de Respiração no respirômetros contendo a concha vazia (TR_{br}). Para obter o valor da Taxa de Respiração corrigida (TR_c) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$TR_c = TR_o - TR_{br}$$

Onde: c = corrigida; o= observada; br=branco

Etapa 5: Índice gonadosomático

Imediatamente após o término das análises de fisiologia energética os animais eram mantidos em gelo até a chegada no laboratório onde era realizada a biometria e a retirada das partes moles e da gônada, para obtenção do índice gonadosomático. Para isto, a gônada e as partes moles,

separadamente, eram colocadas em potes de alumínio previamente rotulados e pesados (peso seco do pote limpo) para então, serem colocados para secar por 48 horas em estufa a 60°C. Após este período, os potes eram pesados e obtido o peso seco das partes moles e da gônada e calculado o índice gonadosomático (IG) segundo a fórmula abaixo:

$$IG = (GDW) / (TDW)$$

IG = Índice Gonadosomático

GDW = peso seco da gônada

TDW = peso seco total das partes moles e da gônada

Etapa 6: Determinação do potencial de crescimento ("Scope for Growth - SFG")

Para o cálculo do SFG foi utilizada a fórmula de balanço de energia $P = A - (R + U)$, proposta por Newell e Bayne (1980) em que:

SFG = potencial de crescimento ($Jh^{-1}g^{-1}$)

A ($Jh^{-1}g^{-1}$) (taxa de energia absorvida) = $AR \cdot 23,5 J.mg^{-1}$ (Bayne, 1985)

R ($Jh^{-1}g^{-1}$) Taxa de energia gasta em respiração = $TRc \cdot 20,33 J.mlO_2^{-1}$ (Bayne, 1985)

U = Taxa de energia gasta em excreção ($Jh^{-1}g^{-1}$) = $\mu g NH_4 - N \text{ excretadas} \cdot h^{-1} \cdot 0,025 J (\mu g NH_4)^{-1}$

Todos os valores de excreção de amônia foram convertidos a Joule usando o fator de conversão $1 \mu g NH_4 - N = 0,025 J$ (Elliot e Davidson, 1975).

Todas as medições de taxa de consumo de oxigênio foram convertidas a Joules ($1 mL O_2 = 19,9 J$) (Winberg, 1960)

Para a determinação do potencial de crescimento foram calculadas as taxas fisiológicas de animais de 60 mm e para os animais de 45 mm. Todos os dados foram standardizados para 1 grama de tecido seco. Para fazer a standardização foi utilizada a fórmula proposta por Bayne e Newell (1983):

$$Y_s = (W_s/W_e)^a \cdot Y_e$$

Onde,

Y_s = taxa fisiológica para um animal de peso padrão.

W_s = peso padrão do animal

W_e = peso observado do animal;

Y_e = taxa fisiológica sem as correções de medida;

a = expoente do peso para as funções das taxas fisiológicas.

Os valores de a utilizados para standardizar as taxas fisiológicas, foram os mesmos calculados por Velasco (2007) obtidos utilizando uma regressão exponencial entre a taxa fisiológica e o peso seco dos animais. Os valores de a para cada taxa foram os seguintes: para a produção de

biodepósitos ^a = 0,41, para o consumo de oxigênio ^a = 0,43 e para a taxa de excreção de amônia ^a = 0,97.

Análises Estatísticas

Para comparação de temperatura e TPM ao longo do ano foi utilizando método não paramétrico de Kruskal-Wallis. A relação entre a quantidade (TPM) e qualidade (PIM/POM e %MO) de seston foi avaliada por regressão linear e teste de Spearman.

Os dados obtidos nas taxas fisiológicas foram submetidos à análise de covariância (ANCOVA), utilizando o pacote computacional SAS[®] (2003). No modelo estatístico utilizado consideraram-se a temperatura, o tamanho e a interação entre tamanho e a temperatura como efeito fixo sendo a porcentagem de matéria orgânica (%MO), a relação entre matéria inorgânica e matéria orgânica (PIM/POM) e o total de material particulado (TPM) considerados como covariáveis (efeito linear e quadrático). Quando houve relação entre a temperatura ou tamanho e as variáveis fisiológicas, os dados foram comparados utilizando-se o teste de comparação entre médias segundo Tukey, ao nível de 5%.

RESULTADOS

Parâmetros ambientais

A média do seston (TPM) entre os meses de março a dezembro de 2007 foi de $38,6 \pm 14,87$ mg.L⁻¹. O maior valor foi registrado no mês de Setembro (primavera) com $85,52$ mg.L⁻¹ e o menor valor, registrado no mês de Abril (outono) com $13,76$ mg.L⁻¹, com diferença significativa entre estes valores ($P < 0,01$) (FIGURA 1).

A porcentagem de matéria orgânica (% POM) entre os meses de março a dezembro de 2007 foi de $18,78 \pm 6,44$ % sendo o maior valor de $47,85\%$, registrado nos meses de maio e junho (outono) e o menor valor de $8,24\%$, registrado no mês de dezembro (primavera). Os valores de MO apresentaram uma relação linear negativa significativa com o TPM ($P < 0,05$) (FIGURA 2).

Nos cálculos da relação PIM/POM do seston, o valor mínimo foi de 1,09 e o máximo de 11,14 com uma média de $4,84 \pm 1,70$ para todo o período de coleta de março a dezembro de 2007 (FIGURA 3). Quando analisada a relação de PIM/POM e TPM foi observada uma relação linear positiva ($P < 0,01$) (FIGURA 4).

Os valores de temperatura registrados de janeiro a dezembro de 2007 apresentaram uma media anual de $23,41^{\circ}\text{C} \pm 3,85$. O menor valor de temperatura registrado foi no mês de julho com 13°C e o maior valor registrado no mês de março com 30°C (FIGURA 5).

Durante todo o período de coleta dos dados fisiológicos, a salinidade media registrada foi de $34,03 \pm 1,56$ ppm.

Índice Gonadosomático

O IGS não apresentou diferenças estatísticas entre os tamanhos e temperaturas testadas. Assim como não foi observada uma relação significativa com nenhuma das taxas fisiológicas testadas (FIGURA 6).

Taxas Fisiológicas Alimentares

Os resultados obtidos na taxa de clareamento (CR) não apresentaram diferenças significativas para animais de 45 e de 60 mm, com respeito a temperatura, quantidade e qualidade do seston.

Quando avaliada a CR em ANCOVA entre os dois tamanhos foi observada uma interação significativa entre o tamanho e a temperatura com diferença entre animais de 45 e 60 mm em temperaturas de 28°C, com a menor taxa de clareamento em animais de 45mm com $0,57 \pm 0,15 \text{ L.h}^{-1}$ (Tabela 1).

Na taxa de produção de pseudo-fezes (RR) nos animais de 45 mm observou-se uma relação linear significativa ($P < 0,01$) com uma diminuição da RR com o aumento da temperatura, apresentando valores entre $7,73 \pm 2,61 \text{ mg.h}^{-1}$ e $3,69 \pm 1,70 \text{ mg.h}^{-1}$ (Tabela 1). A TPM e o PIM/POM tiveram uma relação linear positiva ($P < 0,05$) com a RR em animais de 45 mm. (Tabela 2).

Já para os animais de 60 mm não foram observadas diferenças significativas na produção de pseudofezes nas temperaturas e na qualidade e quantidade do seston testada.

A RR não teve diferenças entre os tamanhos e nas temperaturas, mais foi observada uma interação significativa ($P = 0,0198$) entre o tamanho e temperatura. Através do desdobramento da interação verificou-se que os tamanhos de 45 e 60mm respondem em forma diferente a 28°C, com os menores valores de rejeição para animais de 45mm.

A taxa de filtração nos animais de 45 mm foi afetada significativamente ($P = 0,015$) pela temperatura apresentando uma relação linear negativa com o aumento da temperatura (Tabela 2). A concentração de partículas (TPM) influenciou positivamente em forma significativa ($P = 0,0029$) a FR em animais de 45 mm. Já nos animais de 60 mm não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre as temperaturas, a concentração e qualidade do seston não com a FR.

Quando avaliados os dois tamanhos foi observada uma interação entre o tamanho e temperatura ($P < 0,05$), com uma maior FR para animais de 60 mm a 28°C.

Eficiência de Seleção

Não foi observada relação lineal significativa ($P > 0,05$) entre a temperatura e a quantidade e qualidade do seston com a eficiência de seleção (SE) para animais de 45 e 60 mm (Tabela 2).

A temperatura não afetou significativamente a eficiência de seleção para os dois tamanhos juntos mais estes tiveram uma relação linear positiva significativa ($P < 0,05$) entre a %MO e PIM/POM com a SE. (Tabela 3).

Eficiência de Absorção

A eficiência de absorção (AE) não apresentou relação linear significativa para animais de 45 e 60 mm, quando analisada em função da temperatura e da qualidade e quantidade de alimento (Tabela 2). Contudo, na análise de covariância entre os dois tamanhos, foi observada uma relação linear significativa entre a AE e a %MO (tabela 3). Foram observadas diferenças significativas entre os dois tamanhos e uma interação entre tamanho e temperatura, com diferentes respostas em

animais de 45 mm entre as temperaturas de 18 e 20°C e entre animais de 40 e 60mm entre as temperaturas de 20 e 28°C.

Taxa de energia Absorvida

A taxa de *energia Absorvida* (A) em animais de 45 mm apresentou relação linear ($P<0,05$) positiva com a %MO. A temperatura não afetou significativamente a taxa de absorção de energia (A), que apresentou os maiores valores em 20 e 24°C (Tabela 2, FIGURA 9).

Para os animais de 60 mm não foi observada relação linear entre a absorção e a quantidade e qualidade do seston.

Quando comparada a taxa de absorção de energia com os dois tamanhos não foi observada diferenças entre os tamanhos e temperaturas, contudo foi observada uma relação linear positiva entre a %MO e a energia absorvida ($P<0,05$). (Tabela 3).

Ao avaliar a relação entre a taxa de rejeição (RR) e a taxa de absorção (A) foi possível observar uma relação quadrática nos animais de 45 mm ($P=0,052$) e 60 mm ($P=0,0452$), com o aumento da absorção em relação ao aumento da rejeição (FIGURA 7 e FIGURA 8).

Taxa de gasto de energia na respiração

A energia gasta para respiração (R) em *Nodipecten nodosus* de 45 mm e 60 nas diferentes temperaturas (FIGURA 10) apresentou os menores valores de consumo em 20 e 24°C com uma relação quadrática significativa ($P<0,05$) (Figura 10).

Em animais de 45 e 60 mm não foi observada uma relação linear significativa entre energia gasta para respiração e o TPM,%MO e PIM/POM (Tabela 2).

Na taxa gasto energético pelo consumo de oxigênio, avaliando os dois tamanhos 45 e 60 mm, foi observada diferença ($P<0,01$), ocorrendo o maior gasto de energia na respiração a 28°C e o menor de gasto de energia em 24°C.

Quando avaliado o R com o IGS não foi observada relação linear significativa para ambos os tamanhos.

Taxa de gasto de energia pela excreção de amônia

O gasto de energia pela excreção de amônia (U) para *N. nodosus* de 45 e 60 mm nas diferentes temperaturas testadas não apresentou diferenças significativas (FIGURA 11). Não foi observada uma relação linear significativa entre a excreção e a quantidade e qualidade do seston em animais de 45 mm e 60 mm (Tabela 2).

A taxa de energia utilizada para excreção de amônia, avaliando os dois tamanhos 45 e 60 mm apresentou uma relação linear positiva ($P<0,05$) com a quantidade de %MO (Tabela 3).

Potencial de crescimento (Scope for growth – SFG)

Para *Nodipecten nodosus* de 45 e 60 mm o potencial de crescimento apresentou diferenças significativas nas temperaturas testadas ($P<0,05$, $P<0,01$), observando-se uma tendência a uma curva polinomial com os maiores valores em 20 e 24°C (FIGURA 12).

Para *Nodipecten nodosus* de 45 mm o SFG apresentou uma relação linear positiva ($P < 0,05$) com o TPM, PIM/POM e %MO. (Tabela 2).

Para animais de 60 mm o potencial de crescimento não foi observada uma relação entre a quantidade e a qualidade do seston.

No potencial de crescimento avaliado entre os dois tamanhos 45 e 60 mm foi observada uma relação linear positiva com a %MO e o PIM/POM ($P < 0,05$) (Tabela 3).

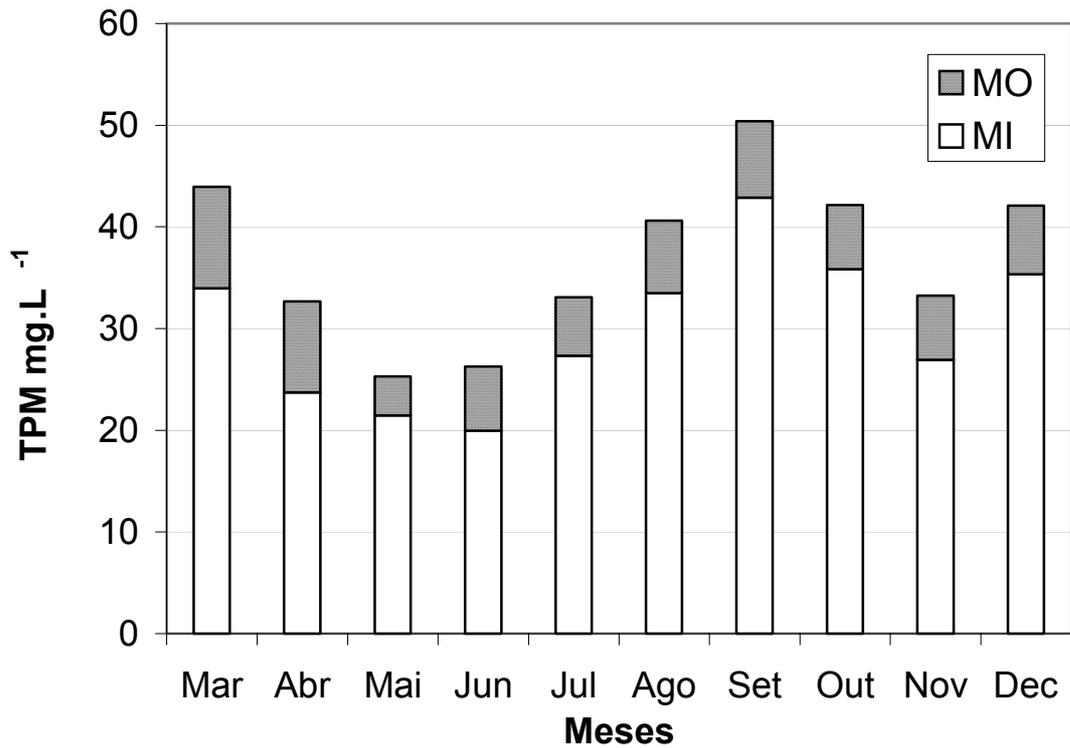


FIGURA 1. Material Total Particulado (TPM) e as proporções de matéria Inorgânica (MI) e matéria orgânica (MO) entre os meses de março a dezembro de 2007

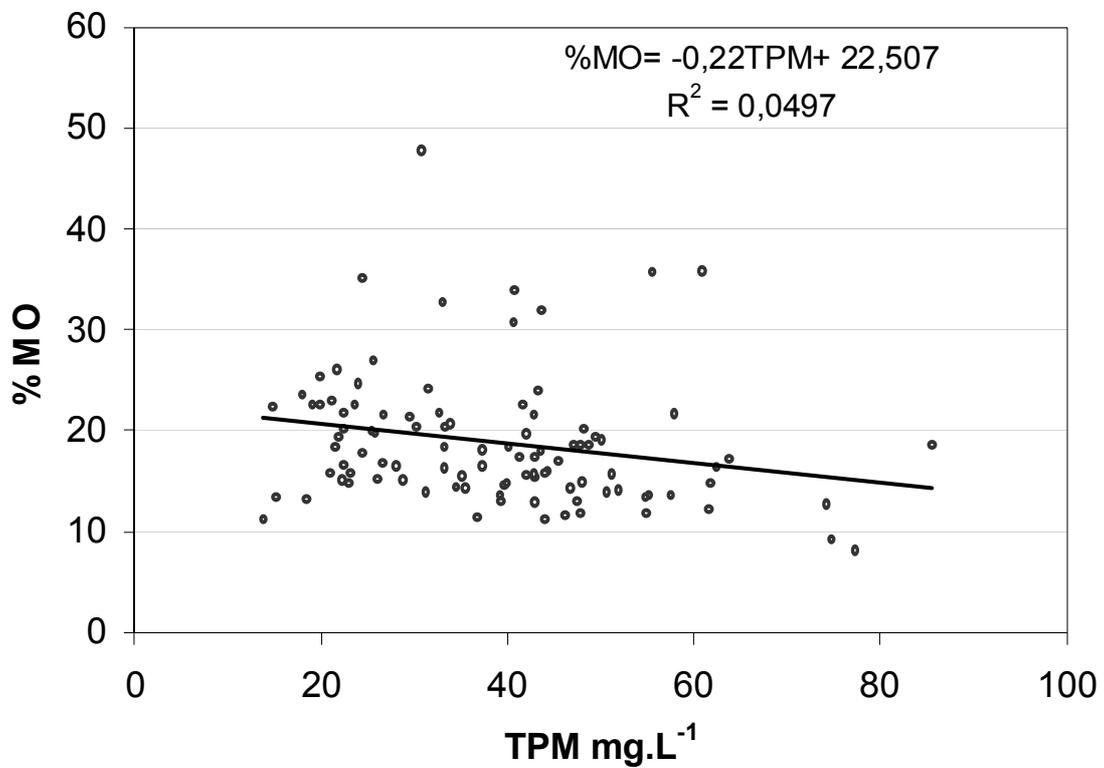


FIGURA 2. Regressão linear ($P < 0,05$) da relação entre porcentagem de matéria orgânica (%MO) e a quantidade de material particulado total (TPM).

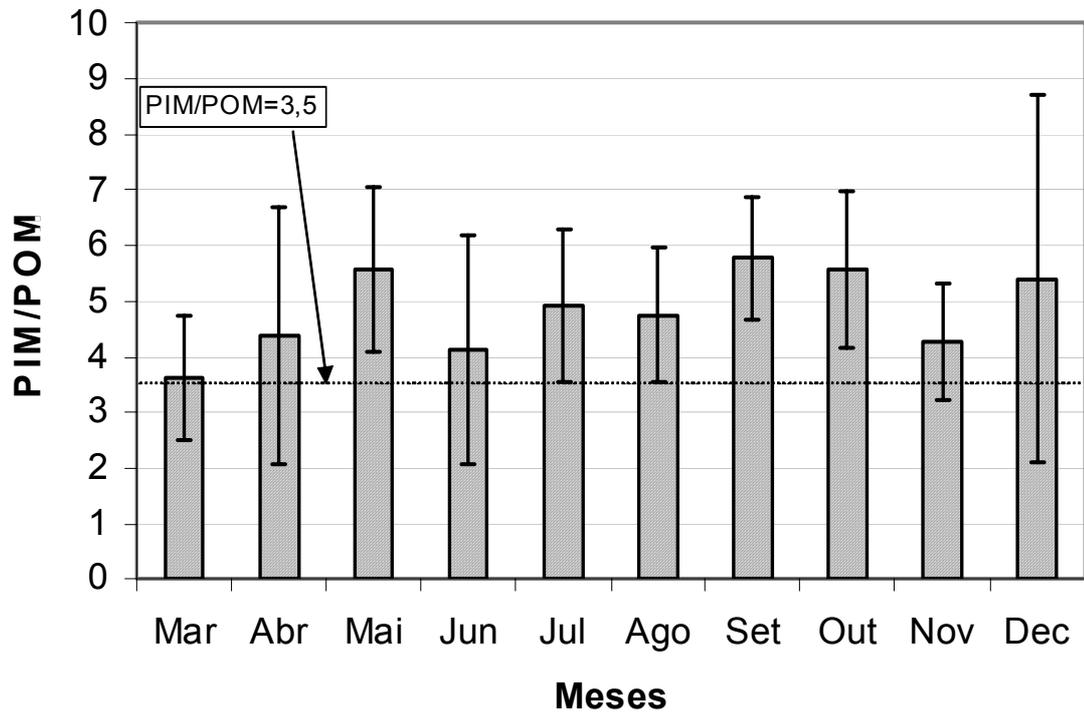


FIGURA 3. Relação entre a quantidade de matéria inorgânica (PIM) e a matéria orgânica (POM) entre os meses de março e dezembro de 2007. A seta indica o valor de 3,5 considerado crítico par o crescimento de bivalves (Wallace e Reisnes (1985).

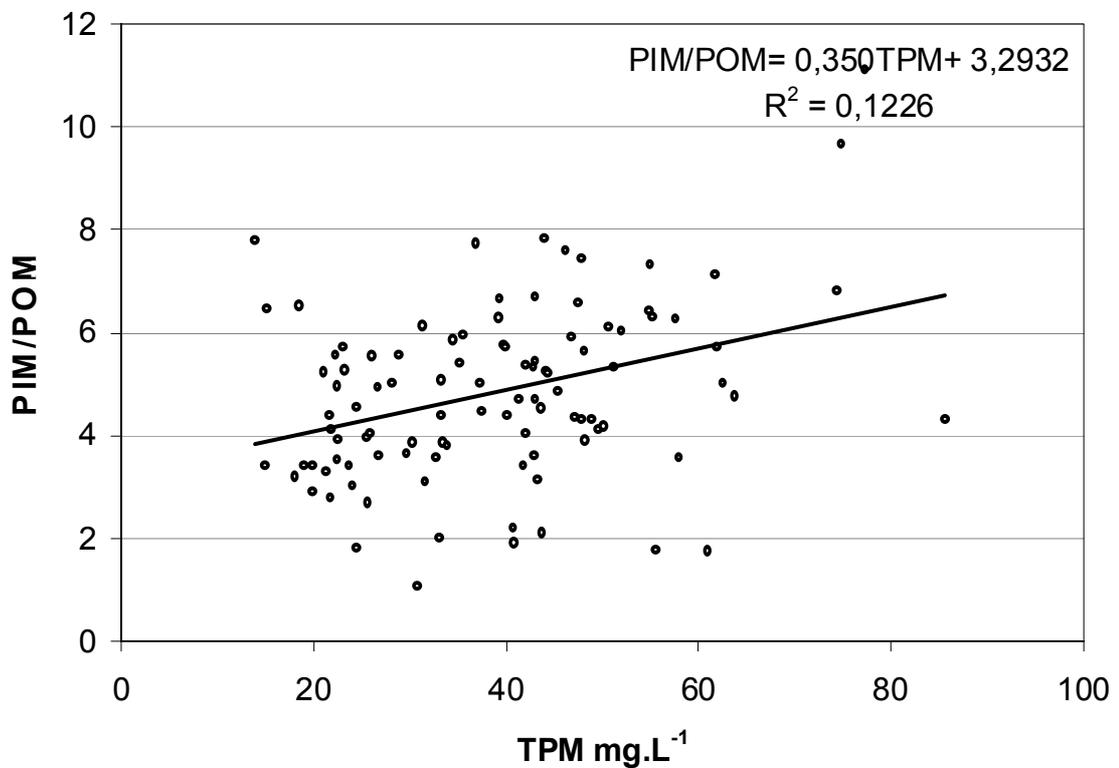


FIGURA 4. Regressão linear entre o PIM/POM com a quantidade de material particulado total (TPM).

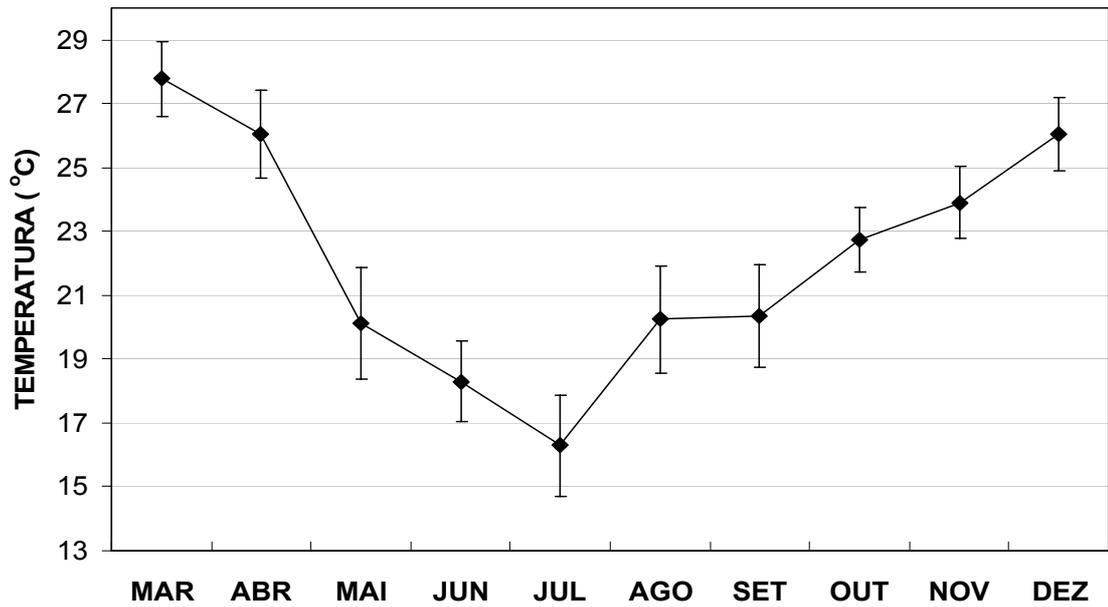


FIGURA 5. Temperatura observada entre janeiro e dezembro de 2007 na praia de Sambaqui registrados na região de estudo.

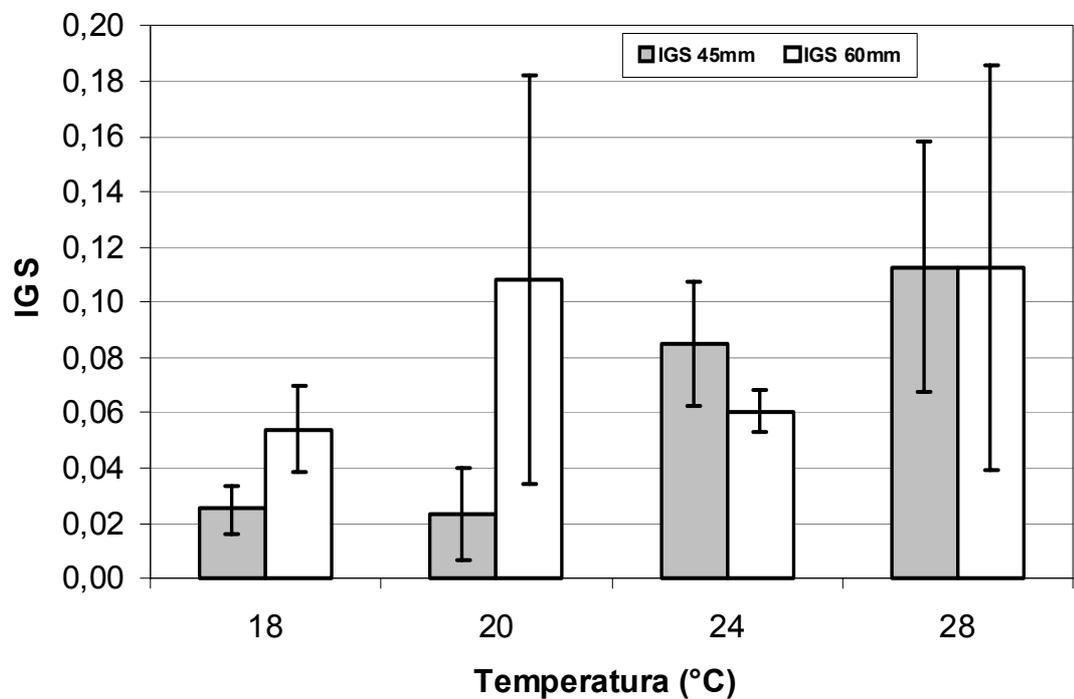


FIGURA 6. Média e desvio do Índice gonadosomático (IGS) de *N. nodosus* observado para os dois tamanhos (45 e 60 mm). Não foram observadas diferenças estatísticas ($\alpha=5\%$)

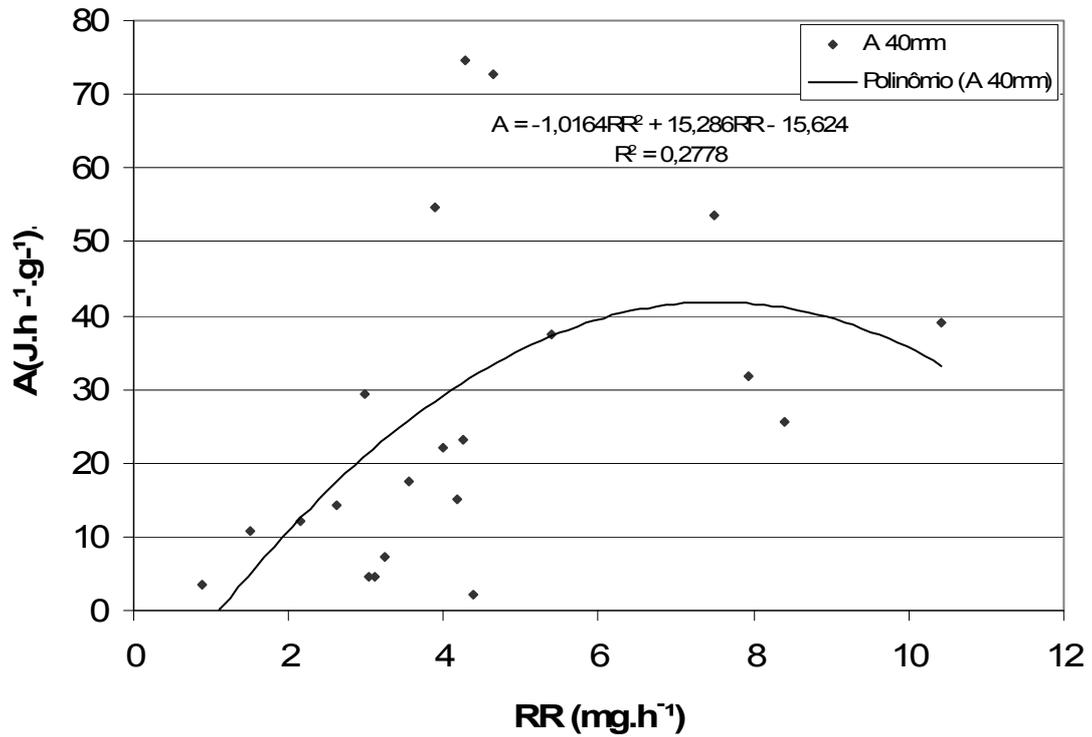


FIGURA 7. Relação entre a taxa de absorção de energia (A) e a taxa de produção de pseudo-fezes (RR) em animais de 45 mm ($p = 0,052$).

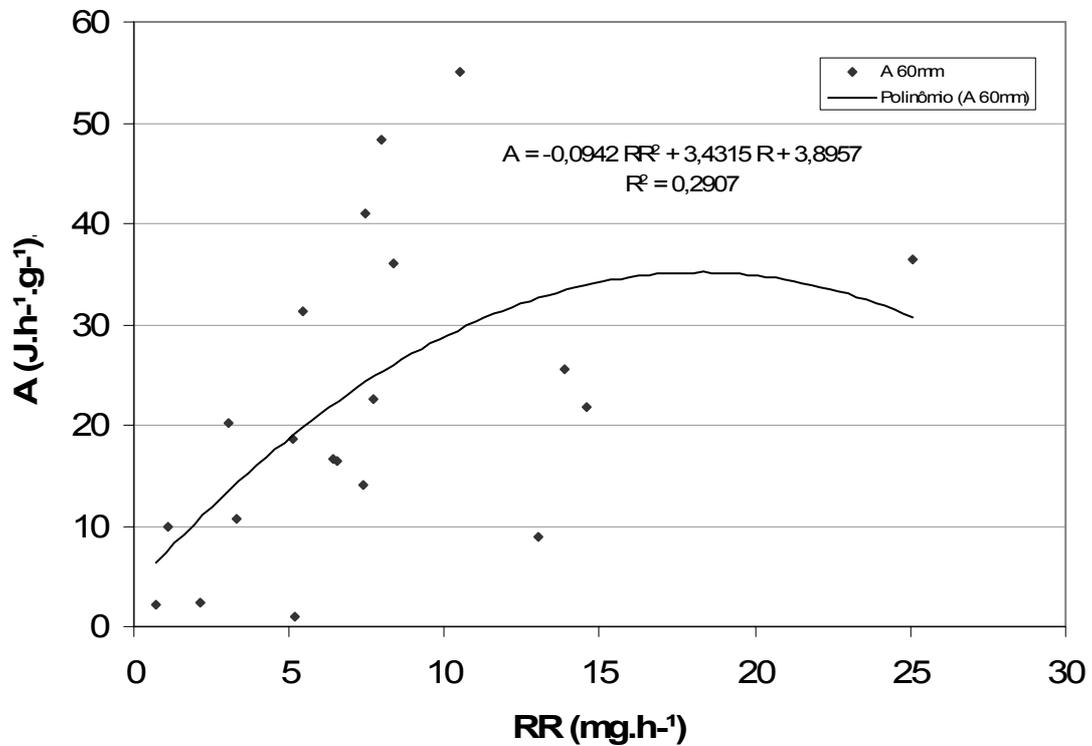


FIGURA 8. Relação entre a taxa de absorção de energia (A) e a taxa de produção de pseudo-fezes (RR) em animais de 60 mm ($P=0,0452$)

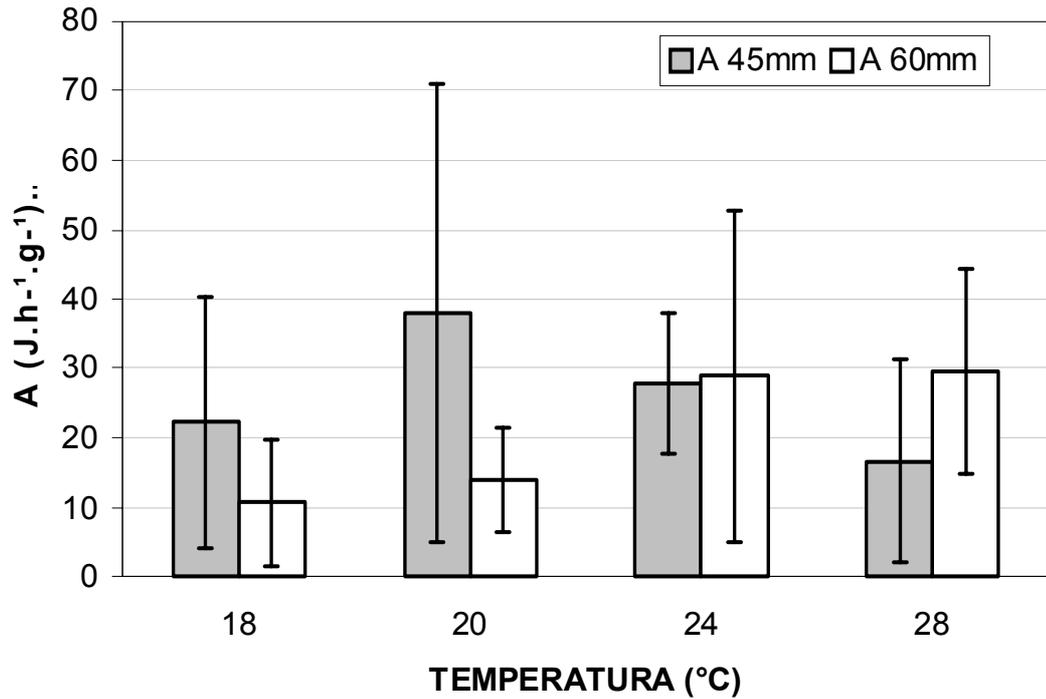


FIGURA 9. Média e desvio padrão da taxa de absorção (A) em *N. nodosus* de 45 e 60 mm, expressa unidade de energia. Não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos ($\alpha=5\%$).

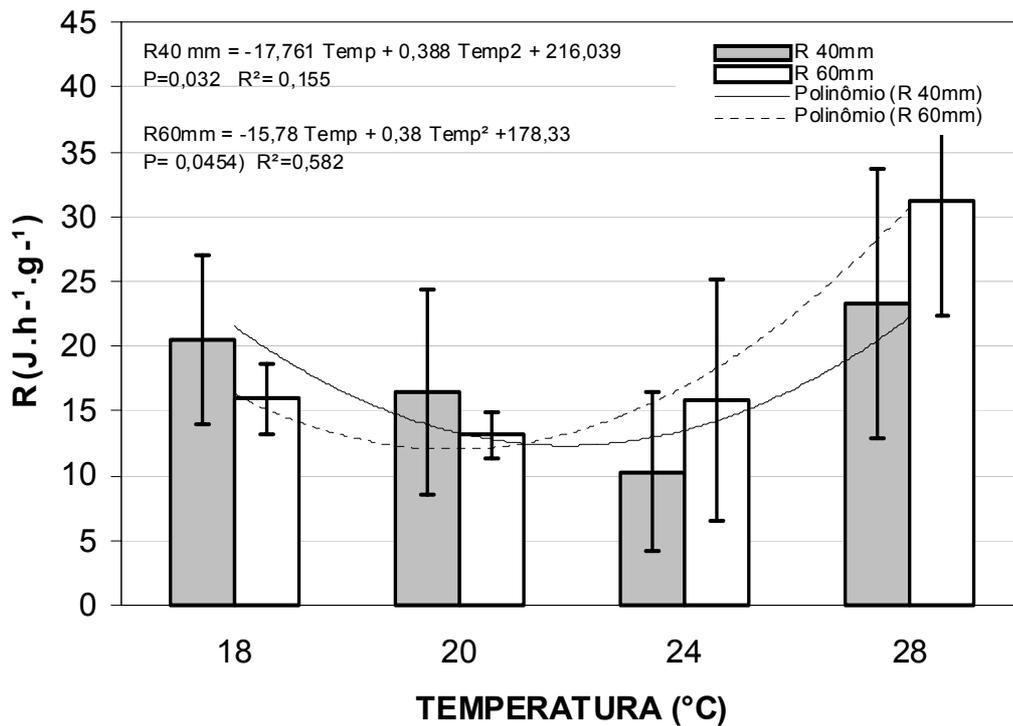


FIGURA 10. Média e desvio da taxa de consumo de energia na respiração (R) em *N. nodosus* de 40 e 60 mm.

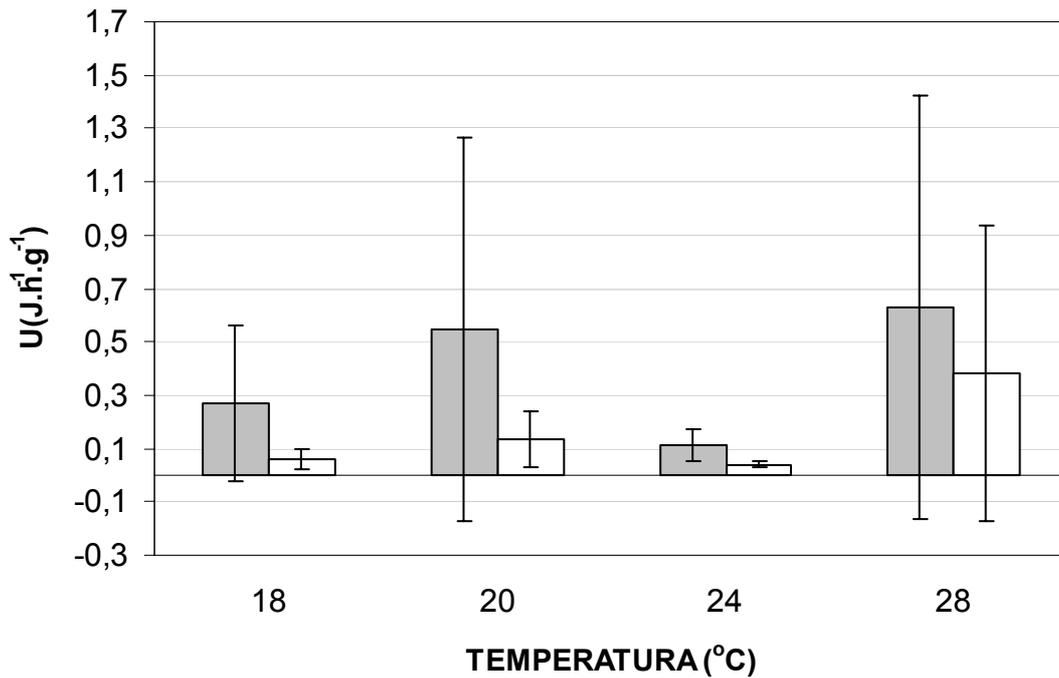


FIGURA 11. Média e desvio padrão da taxa consumo de energia na excreção (U) em *N. nodosus* de 45 e 60 mm, expressa unidade de energia. Não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos ($\alpha=5\%$) em *N. nodosus* de 45 e 60 mm.

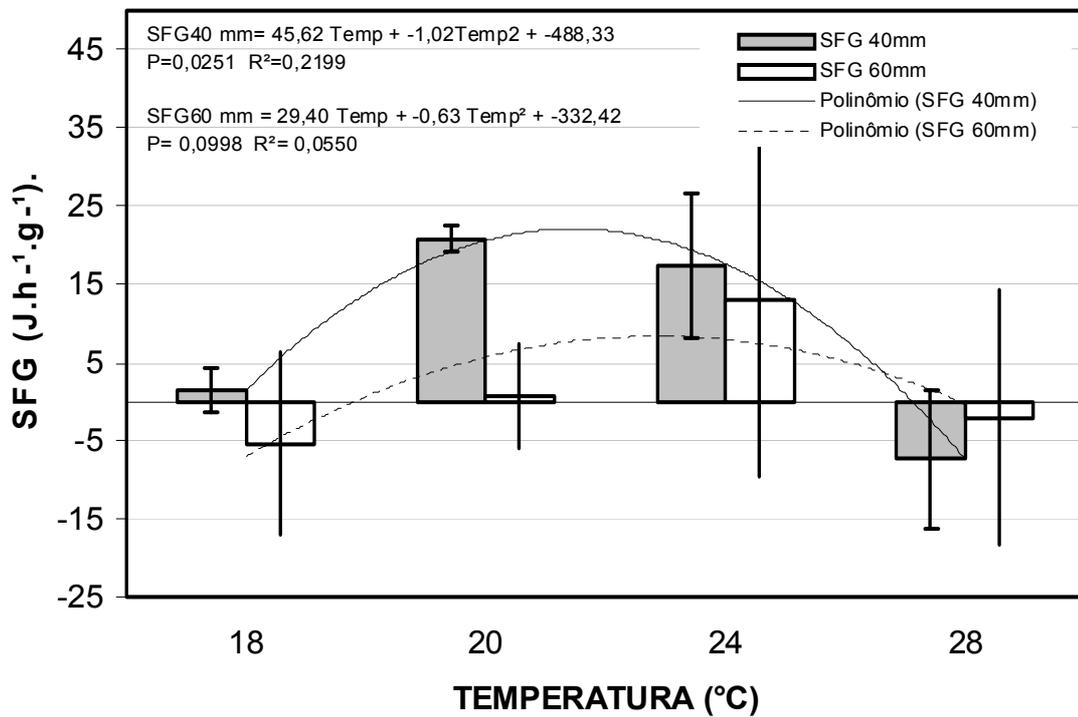


FIGURA 12. Média e desvio do potencial de crescimento (SFG) em *N. nodosus* de 45 e 60mm.

Tabela 1 – Taxas fisiológicas alimentares para *N. nodosus* obtidas nas diferentes temperaturas e do tamanho dos animais testados.

Animais de 45mm												
Temp. °C	RR mg.h ⁻¹ .g ⁻¹	FR mg.h ⁻¹ .g ⁻¹	CR L.h ⁻¹ .g ⁻¹	SE	AE%	A J.h ⁻¹ .g ⁻¹	R J.h ⁻¹ .g ⁻¹	U J.h ⁻¹ .g ⁻¹	SFG J.h ⁻¹ .g ⁻¹	TPM mg.L ⁻¹	PIM/POM	%MO
18 (n=6)	2,94 ± 0,97	9,05± 0,98	0,80 ±0,07	0,51±0,33	48,60 ± 18,41	22,26±18,17	20,48±6,5	0,27±0,29	1,52±13,37	16,55	3,59	23,03
20 (n=6)	4,21 ± 1,78	11,23±4,24	0,78±0,17	0,31±0,29	47,17 ± 25,36	37,89±32,90	16,5±7,92	0,55±0,72	20,85±30,0	20,3	2,16	32,09
24 (n=4)	7,73 ± 2,61	17,59 ±2,75	0,69±0,04	0,30±0,07	50,69 ± 16,49	27,87±10,09	10,32±6,10	0,11±0,06	17,44±11,9	41,75	4,25	19,04
28 (n=5)	3,69 ± 1,70	10,31 ±6,25	0,57±0,15	0,29±0,22	37,78 ± 15,10	16,74±14,66	23,31±10,39	0,63±0,79	-7,19±6,5	42,55	3,99	20,03
Animais de 60 mm												
Temp. °C	RR mg.h ⁻¹ .g ⁻¹	FR mg.h ⁻¹ .g ⁻¹	CR L.h ⁻¹ .g ⁻¹	SE	AE%	A J.h ⁻¹ .g ⁻¹	R J.h ⁻¹ .g ⁻¹	U J.h ⁻¹ .g ⁻¹	SFG J.h ⁻¹ .g ⁻¹	TPM mg.L ⁻¹	PIM/POM	%MO
18 (n=3)	1,62 ± 1,22	4,73 ± 1,75	0,57±0,09	-0,04±0,37	43,39± 26,55	10,75± 9,09	15,94±2,71	0,06±0,04	-5,26±11,71	28,33	2,67	27,25
20 (n=5)	5,88 ± 1,68	9,45 ± 1,90	0,8±0,08	0,31±0,07	44,50± 21,86	13,91± 7,49	13,12±1,72	0,13±0,1	0,66±6,64	27,95	3,18	24,36
24 (n=3)	6,16 ± 3,49	13,00± 8,86	0,68±0,25	0,38±0,03	58,92± 23,11	28,91± 23,80	15,85±9,31	0,04±0,01	13,08±22,5	41,75	4,25	19,04
28 (n=8)	12,04 ±6,31	18,83 ±7,71	0,83±0,15	0,33±0,12	60,54 ± 8,50	29,60± 14,67	31,16±8,81	0,38±0,55	-1,95±16,22	42,54	3,88	20,50

RR= taxa de produção de pseudo-fezes; FR= taxa de filtração; CR= taxa de clareamento; SE= eficiência de seleção; AE%= eficiência de absorção; A= taxa de energia absorvida; R= Taxa de energia utilizada na respiração; U= taxa de energia utilizada na excreção; SFG= potencial de crescimento; TPM= total de material particulado; PIM/POM= relação entre o material particulado inorgânico e o material particulado orgânico; %MO= porcentagem de matéria orgânica.

Tabela 2. Análise da regressão múltipla entre os parâmetros de temperatura, quantidade e qualidade do seston (TPM, %MO e PIM/POM) e as taxas fisiológicas de *N. nodosus*.

	45 mm N=21				60 mm N=19			
	%MO	PIM/POM	TPM	Temp.	%MO	PIM/POM	TPM	Temp.
SE	0,090	0,622	-0,009	0,006	-0,452	-2,034	0,016	-0,049
AE %	0,088	0,445	0,021	-0,053	-0,141	-0,624	-0,001	0,001
RR	0,903*	4,834	0,426*	-0,962*	-11,496	-61,361	0,447	0,189
CR	0,041	0,218	0,004	-0,029	-0,358	-1,826	0,005	-0,001
FR	1,810	9,500	0,809*	-1,811*	-7,463	-38,924	0,357	0,624
R	-2,556	-17,831	-0,739	2,282	7,561	27,990	-0,397	3,828*
U	0,134	-0,701	-0,016	0,040	0	-0,089	0,001	0,029
A	10,086*	46,318	1,704	-3,612	5,823	38,282	-0,096	1,143
SFG	13,877*	70,430*	2,467*	-5,877*	-2,108	8,583	0,325	-2,783

Observação: os valores com * apresentam valores de $P < 0,05$, sendo os coeficientes angulares significativos.

Tabela 3. Análise de Covariância (ANCOVA) entre as taxas fisiológicas e as covariáveis de efeito fixo para os dois tamanhos

N=40	%MO	PIM/POM	TPM
SE	0,141*	0,865*	0,002
AE%	0,099*	0,330	-0,017
RR	-0,126	-2,262	-0,080
CR	0,0327	0,122	-0,009
FR	0,693	1,374	-0,031
R	-0,331	-7,112	-0,026
U	0,210*	1,105	0,006
A	10,38*	39,026	-0,726
SFG	11,690*	51,039*	-0,750

Observação: os valores com * apresentam valores de $P < 0,05$, sendo os coeficientes angulares significativos.

DISCUSSÃO

Os dados coletados durante o período de estudo são semelhantes com os resultados obtidos por Ferreira et.al. (2004), os quais mostram uma condição ambiental de alta concentração de TPM, com escassos valores menores de 20 mg.L^{-1} e por sua vez valores de PIM/POM altos, geralmente maiores que 3,5 (FIGURA 3), o que indica uma grande diluição do material orgânico dissolvido na água. Segundo Wallace e Reinsnes (1985) valores de PIM/POM maiores que 3,5 são críticos para o crescimento de pectinídeos.

O local de estudo na Praia de Sambaqui, apresenta profundidade de 3 a 4 metros e se encontra a menos de 200 m da costa, estas características podem afetar a quantidade e a qualidade do seston, pois foram observados, para este local, valores elevados de TPM e baixa POM. Além da profundidade, as características do seston podem estar relacionadas também com a maré e os ventos, os quais podem produzir uma re-suspensão do material particulado depositado no fundo. Foi

observada também uma tendência lineal positiva com o aumento da diluição da MO e o aumento da concentração do material em suspensão (TPM) (FIGURA 4).

O comportamento das temperaturas da água do mar em Sambaqui, assim como no restante do Estado de Santa Catarina é estacional, o que é característica de uma região quente e temperada (Carvalho et al., 1998). A costa catarinense está influenciada pela corrente proveniente das ilhas Falklands, a qual traz águas frias durante o inverno (temperaturas menores de 17°C), pela Corrente do Brasil e pela corrente do Limite Oeste da Zona de convergência Subtropical, as quais trazem temperaturas maiores de 26°C, durante o verão.

A influência da concentração do seston tem sido bastante estudada na taxa de clareamento e outros aspectos da fisiologia dos moluscos bivalves filtradores (Foster-Smith, 1975; Winter, 1976; Bayne et al., 1993; De Villiers and Hodgson, 1993; Cranford and Hargrave, 1994; MacDonald and Ward, 1994; Iglesias et al., 1996; Arifin and Bendell-Young, 1997; Barille et al., 1997; Bayne, 1998; Cranford et al., 1998; Hawkins et al., 1998).

Os resultados da taxa de clareamento (CR) observados no período estudado não apresentaram diferenças significativas sendo independente das variações da temperatura bem como da quantidade de seston. Quando os bivalves são expostos a um aumento de partículas em suspensão estes são capazes de controlar o total de material ingerido, com um comportamento descontínuo na alimentação, reduzindo a taxa de clareamento ou aumentando o material rejeitado na forma de pseudofeces (Foster- Smith 1975)

A uniformidade nas médias de CR obtidas nas diferentes temperaturas testadas é consistente com o estudo de Cranford et al. (1998) com *Pecten magellanicus* em ambiente natural, onde não foram encontradas diferenças nas CR, por este autor, mesmo com valores elevados de TPM e de baixa qualidade do seston (baixa %MO). Resultados semelhantes foram observados por MacDonald e Ward (1994).

Segundo Hawkins et al. (2001) concluem que o potencial de ajustamento da alimentação poderia ter maior importância fisiológica e ecológica quando a disponibilidade de alimento é baixa, porque teria proporcionalmente mais impacto no balance energético.

Em estudos em laboratório realizados por Velasco (2007) com *Nodipecten nodosus* e por Navarro e Gonzalez (1998), com *Argopecten purpuratus*, os valores de CR variaram de 2,3 a 6,44 L.h⁻¹ (por grama de tecido seco) com um valor de TPM menor que 1 mg.L⁻¹. Os valores de CR obtidos por estes autores são superiores aos valores encontrados no presente trabalho com medidas diretamente realizadas no ambiente de cultivo. Cranford e Gordon (1992), demonstraram que existe uma resposta alimentar anormal de vieiras para as dietas de microalgas, sendo até 3 vezes mais rápida taxa de clareamento, com microalgas, do mesmo animal a uma mesma concentração de partículas e de POM, com seston natural.

As vieiras têm demonstrado ter a habilidade de rejeitar preferencialmente partículas de baixa qualidade nutricional quando são expostas a misturas de microalgas e material inorgânico em laboratório bem como, em ambiente marinho (MacDonald e Ward 1994, Bacon et al., 1998). Estes autores descrevem que a eficiência com a qual *P. magellanicus* seleciona as partículas diminui com a diminuição do POM. Essa relação só foi observada quando avaliada a SE nos dois tamanhos, em que

foi obtida uma relação linear positiva com respeito ao %MO. Segundo Hawkins et al (1998), o aumento da eficiência de seleção (SE) auxilia a manter a absorção de nutrientes constante, independente de mudanças na qualidade do seston. Nos animais de 60 mm não foi possível observar nenhuma relação linear significativa, alguns valores chegaram a ser negativos devido, principalmente, a baixa produção de pseudo-fezes em temperatura de 18°C.

A produção de pseudofezes tem mostrado ser um mecanismo pré-ingestivo importante porque facilita o processo e seleção de partículas, onde as partículas de baixa qualidade nutricional podem ser rejeitadas e conseqüentemente a qualidade do material ingerido aumentaria proporcionalmente.

Neste estudo, a taxa de filtração (FR) e a taxa de rejeição nos animais de 45 mm foi afetada significativamente pela temperatura com uma diminuição da FR e do RR, e nas concentrações de seston testadas foi observada uma relação linear positiva. Em animais de 45 mm a RR representou aproximadamente 32 a 44% da FR.

A taxa de Filtração em animais de 60mm não foi afetada significativamente pela temperatura, obtendo-se o maior valor a 28 e 24°C. Os maiores valores de seston estão também relacionados com estas temperaturas, já que os valores de TPM em 24 e 28°C estão em aproximadamente 42 mg.L⁻¹. A RR representou em torno de 34 a 64% do total da FR.

Bricelj e Malouf (1984) citam que clams e vieiras são capazes de regular a ingestão diminuindo a taxa de Clareamento, o que as tornam mais vulneráveis a altas concentrações de sedimento. Já para ostras e mexilhões, estes autores descrevem que o mecanismo para controlar a ingestão é o aumento da produção de pseudofezes. Podem também ocorrer estratégias intermediárias, em que as respostas para concentrações de sedimentos possam variar entre as espécies dependendo das características do seston. (Navarro e Iglesias, 1993). No trabalho realizado por Bacon et al (1998) foi observada uma resposta no aumento da produção de pseudofezes e diminuição da taxa de clareamento, quando *P. maximus* foi exposto a uma mistura de microalgas e sílica em concentrações de 7 a 14 mg.L⁻¹. Com tudo a taxa de rejeição foi de 7 a 14%, em quanto em *Mytilus edulis* a rejeição foi de 40 a 93% quando estudado em ambiente natural com seston de 10 a 90 mg.L⁻¹ (Bayne, 1993; Hawkins et al., 1996).

A eficiência pela qual o alimento ingerido é absorvido pelos bivalves filtradores é um parâmetro que tem mostrado mudar de acordo a variabilidade das características do seston (Bayne and Newell, 1983), principalmente quando os bivalves se alimentam em seston natural ou em preparações que imitam o seston natural. A condição orgânica do alimento parece ser o principal fator afetando a AE (Bricelj e Malouf, 1984; Bayne et al., 1987; Navarro et al., 1991). Isto também foi observado no presente estudo quando foi avaliada a AE com os dois tamanhos, em que o aumento da AE esta relacionado significativamente com o aumento da %MO no seston.

A temperatura apresentou uma influência significativa na AE na interação entre tamanho e temperatura, obtendo-se diferenças significativas entre 20 e 28°C, com o maior valor de AE a 28°C em animais de 60mm. Esta mesma relação foi observada em *Argopecten nucleus* com temperaturas desde 20 a 25°C (Velasco, 2007) produzindo um aumento na AE e para *Meretrix meretrix* (Zhuang e Wang, 2004). Segundo Eckert et al (1990) uma possível explicação para esse fenômeno seria a

diminuição da energia cinética das moléculas as baixas temperaturas e a diminuição da probabilidade de reagir ao colidir, retardando a hidrólise de diferentes substratos e reduzindo a eficiência na digestão.

Para animais de 60 mm e 45 mm, a AE não foi significativa com a variação na quantidade ou na qualidade do seston, isto também foi observada para *Nodipecten nodosus* e *Argopecten nucleus* por Velasco (2007) e, para *Placopecten maguellanicus* (MacDonald et al., 1998), em que a manutenção da AE em altas concentrações de alimento pode estar relacionada com a regulação da taxa de ingestão, evitando a super saturação do trato digestivo o que afeta a eficiência do processo digestivo (Velasco 2006). Os valores obtidos de AE para animais de 60 mm e de 45 mm em média não ultrapassaram os 60%, sendo semelhante aos obtidos para *Placopecten maguellanicus* exposto ao seston natural no ambiente (Cranford, 1995) e aos resultados de MacDonald et al. (1998), com a mistura de microalgas e partículas inorgânicas.

Iglesias et al. (1996) descreve alguns fatores que definem como é afetado o comportamento de bivalves filtradores em flutuações no seu ambiente alimentar. Um desses fatores é a adaptação fisiológica dos bivalves a níveis alimentares e digestivos, agindo para maximizar a absorção de energia sob condições de alta turbidez e paralelamente de baixa qualidade nutricional das partículas em suspensão. Estas adaptações incluem a capacidade de ajustar as taxas de filtração e de produção de pseudofeces em resposta às trocas nas concentrações e de composição de partículas, a habilidade dos órgãos da cavidade palial de selecionar partículas e, a possibilidade manter uma taxa de absorção positiva mesmo com um baixo conteúdo orgânico da matéria ingerida.

Em nosso trabalho, a taxa de absorção (A) em *N. nodosus* de 45 mm apresentou uma relação linear positivo com a %MO, o mesmo foi observado quando avaliados os dois tamanhos nas análises de Covariância. O TPM não afetou significativamente a taxa de absorção, contudo acompanhou a relação linear positiva.

Quando avaliada a relação entre a taxa de rejeição (RR) e a taxa de absorção nos animais de 45 e de 60 mm foi observado o aumento da absorção mostrando que os animais selecionam as partículas orgânicas.

Essa seleção diferencial de partículas orgânicas também foi evidenciada em estudos com *P. maguellanicus* que mostraram a capacidade desta espécie de rejeitar partículas de baixa qualidade nutricional preferencialmente baseado na quantidade de POM e da concentração de clorofila-a no seston natural (Cranford e Gordon, 1992; MacDonald e Ward, 1994; Bacon et al., 1998).

Segundo Shumway e Parsons (2006) a maior parte dos pectinídeos tem uma habilidade limitada de aclimatar suas taxas metabólicas para as mudanças estacionais de temperatura o que os impede de conservar energia em altas temperaturas. Para *N. nodosus*, no presente estudo, o gasto de energia no consumo de oxigênio teve uma relação linear positiva, somente nos animais de 60 mm esta relação foi significativas. Na interação entre tamanho e temperatura, a taxa de energia utilizada na respiração teve diferenças significativas observadas entre 24 e 28°C. Os valores de R foram semelhantes aos obtidos por Velasco (2007) com *N. nodosus* e aos resultados obtidos por Resgalla et al (2007) com *P. perna*.

O gasto de energia na respiração não apresentou diferenças significativas quando avaliado com o TPM ou PIM/POM. Ao contrário de outros estudos, que descrevem a associação entre o consumo de oxigênio e a qualidade e concentração do seston, onde uma alta concentração de partículas traz a diminuição na taxa respiratória (Griffiths e King, 1979; Bayne et al., 1984, 1989; MacDonald et al., 1998, Velasco e Navarro, 2003).

Outro aspecto que influencia o consumo de oxigênio é o custo da reprodução que tem sido documentado para *Argopecten irradians* (Bricelj et al., 1987) e para *Placopecten maguellanicus* (Shumway et al., 1988). No presente estudo, o gasto energético no consumo de oxigênio não foi influenciado pelo índice gonadosomático. Cabe destacar, no entanto, a alta variabilidade presente nos resultados de IGS para os animais de 40 e 60 mm. É possível propor que o padrão de consumo de oxigênio pode estar sendo mascarado pela alta concentração do seston que força a haver um baixo consumo de oxigênio pelos animais para assim obter um equilíbrio energético.

Os bivalves utilizam proteínas armazenadas no tecido corporal como fonte de energia quando o alimento disponível é incapaz de satisfazer os requerimentos metabólicos, resultando em um aumento da taxa de excreção (Bayne e Newell, 1983). Em nosso trabalho não foi possível observar a relação linear entre a temperatura ou do seston na taxa de excreção em animais de 45 mm e 60 mm. A taxa de excreção foi observada uma relação linear positiva pelo %MO quando avaliados os dois tamanhos juntos.

A taxa de excreção do presente estudo se manteve em valores semelhantes aos obtidos por MacDonalds (1998) com 14mg.L^{-1} de seston e 20% POM para *P. maguellanicus*. Isso evidencia que, apesar das condições potencialmente desfavoráveis do ambiente, as vieiras *N. nodosus* conseguiram se aproveitar e selecionar suficiente energia do ambiente, não necessitando utilizar a quebra de suas proteínas para sua manutenção. A taxa de excreção representou de 0,4 a 3% da energia utilizada no metabolismo. Em mytilidos a perda de energia associada a excreção de amônio pode representar de 1 a 10% (Navarro, 2001)

O potencial de crescimento observado em *N. nodosus* de 45 mm foi influenciado pela temperatura e TPM e PIM/POM. O principal aspecto que influenciou neste estudo no valor do SFG foi a energia utilizada na respiração, principalmente, quando em temperatura de 28°C . É possível observar, mais uma vez, a tendência de valores positivos entre as temperaturas de 20°C e 24°C , em acordo os resultados obtidos em laboratório por Velasco (2007).

Segundo Navarro et al. (2000) o SFG de *A. purpuratus* é principalmnte afetado pela composição da dieta e secundariamente pela temperatura, em um intervalo de temperaturas de 16°C a 20°C .

Widdows (1978) descreve a capacidade de *M. edulis* para se aclimatar em um amplo intervalo de temperatura (5°C a 20°C), em que a temperatura nesse intervalo teria uma influencia menor nas taxas fisiológicas tais como alimentação, respiração e crescimento. Entre tanto sobre os 20°C acontece um quebre dos mecanismos fisiológicos de compensação térmica, o que leva a um aumento da taxa de respiração e a uma diminuição da capacidade de filtração, resultando em valores de SFG próximo a zero ou negativos.

Nos resultados obtidos neste estudo foi possível observar que nas temperaturas de 20 e 24 °C os animais de 45 e 60 mm apresentaram um menor consumo de oxigênio e conseqüentemente a uma maior quantidade de energia disponível para crescimento ou reprodução, evidenciando estas temperaturas como sendo as de “conforto térmico” para *Nodipecten nodosus*.

A capacidade apresentada por esta espécie para selecionar as partículas de maior valor nutricional permitiria uma disponibilidade de energia suficiente para crescer e se reproduzir em ambientes com alta concentração de partículas com baixa quantidade de matéria orgânica, gerando a possibilidade de cultivo desta espécie neste tipo de ambiente.

Agradecimentos.

Agradecemos pelo suporte financeiro a CAPES/UFSC pelo suporte financeiro e a bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacon, G. S., MacDonald, B. A., Ward, J. E. 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles I. Feeding activity and selection. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 219, 105–125.
- Bayne, B.L., Moore, M.N., Widdows, J., Livingstone, D.R. e Salked, P. 1979. Measurements of the responses of individuals to environmental stress and pollution: studies with bivalve molluscs. *phil. trans. r. soc. lond., ser. b* 286, pp. 563–581.
- Bayne, B.L., Newell, R.C. .1983. Physiological energetics of marine molluscs. In: Saleuddin, A.S.M., Wilbur, K.M. (Eds.), *The Mollusca*, Vol. 4, Academic Press, New York, pp. 407–515.
- Bayne, B. L., Widdows, J., 1978. The physiological ecology of two populations of *Mytilus edulis* L. *Oecologia. Berl.* 37, 137-162.
- Bayne, B. L., Widdows, J., Newell, R. I. E. 1977. Physiological measurements on estuarine bivalve mollusks in the field. IN *Biology of Benthic Organisms*, Keegan, B. K. O’Ceidigh, P. e Boaden, P. J.(eds), Pergamon, New York.
- Bayne, B. L., Worrall, C. M. 1980. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 3, 317-328.
- Bayne, B. L., Hawkins, A.J.S., Navarro, E. 1987. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Molusca) in mixtures of silt and algal cells t low concentrations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 111, 1-2.
- Barillé L., Prou. J., Héral, M., Razet, D.. 1997. Effects of high natural séston concentrations on the feeding, selection and obsorption of the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 212, 149-172.
- Bernard, F.R.. 1974. Particle sorting and labial palp function in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). *Biol.* 146,1-10.
- Bougrier, S., Geairon, P., Deslous-Paoli, J.M., Bacher, C., Jonquières, G..1995. Allometric relationships and temperature effects on clearance rates and oxygen consumption rates in *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture* 134, 143–154.
- Bricelj, V.M., Malouf, R.E.. 1984. Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam *Mercenaria mercenaria*. *Mar. Biol.* 84, 155–165.
- Bricelj, V.M., Shumway, S., 1991. Physiology : Energy acquisition and utilization. In : S. E. Shumway (Ed.). *Scallops : Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 21. Elsevier, Amsterdam. pp. 305-376.
- Carvalho, J.L.B., Schettini, C.A.F., Ribas, T.M., 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinenense. *Notas Téc. Facimar* 2, 181-197.
- Conover, R.J., 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 11, 338–354.
- Cranford, P. J., Grant, J.. 1990. Particles clearance and absorption of phytoplankton and detritus by the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Journal of Experimental marine biology and Ecology.* 137, 105-121.
- Cranford P. J., Gordon, D. C. Jr.. 1992. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. *Netherlands Journal of Sea Research* 30, 107- 120.
- Cranford P.J., Emerson C.W., Hargrave B.T., Milligan T.G.. 1998. In situ feeding and absorption responses of sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) to storm-induced changes in the quantity and composition of the seston. *J Exp Mar Biol Ecol* 219, 45–70.
- Cranford, P.J., Hargrave, B.T..1994. In situ time-series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placopecten magellanicus*. *Limnol. Oceanogr.* 39, 730–738.
- Dame, R.F., 1993. The role of bivalve filter feeder material fluxes in estuarine ecosystems. In: Dame, R.F. (Ed.), *Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystem Processes*, NATO ASI Series, Vol. G 33, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 371–420.
- Doering P.H., Oviatt C.A.. 1986. Application of filtration rate models to field populations of bivalves: an assessment using experimental mesocosms, *Marine Ecology Progress Series* 31, 265–275.
- Elliot, J.M., Davidson, W.. 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. *Oecologia* 19, 195–201.
- Ferreira J. F., Besen, K., Wormsbecher, A. G., Santos, R. F. dos. 2004. Physical-chemical parameters of seawater mollusc culture sites in Santa Catarina- Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39, 1122-1126.
- Foster-Smith, R. L. 1975. The effect of concentration of suspension and inert material on the assimilation of algae by three bivalves. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 55, 411-418.

- Gosling, E. (2003). *Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture*. Blackwell Science, 443 pp.
- Grant J., Cranford P.J.. 1991. Carbon and nitrogen scope for growth as a function of diet in the sea scallop *Placopecten magellanicus*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 71, 437–450.
- Hartnoll, R.G.. 1967. An investigation of the movement of the scallop, *Pecten maximus*. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 15, 523–533.
- Hawkins, A.J.S., Smith, R.F.M., Bayne, B.L., Héral, M.. 1996. , Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 131, 179–190.
- Hawkins, A.J.S., Bayne, B.L., Bougrier, S., Héral, M., Iglesias, J.I.P., Navarro, E., Smith, R.F.M. and Urrutia, M.B., 1998. Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 219, 87–103.
- Hawkins A.J.S., Fang, J.G., Pascoe, P.L., Zhang, J.H., Zhang, X.L., Zhu, M.Y.. 2001. Modelling short-term responsive adjustments in particle clearance rate among bivalve suspension-feeders: separate unimodal effects of seston volume and composition in the scallop *Chlamys farreri*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 262: 61–73.
- Hawkins, A.J.S., Smith, R.F.M., Bougrier, S., Bayne, B.L., Héral, M.. 1997. , Manipulation of dietary conditions for maximal growth in mussels, *Mytilus edulis* L., from the Marennes-Oléron, France. *Aquat. Living Resourc.* 10, 13–22.
- Iglesias, J. I. P., Navarro, E., Alvarev, P., Armentia, I.. 1992. Feeding particle selection and absorption in cockles *Cerastodema edule* (L.) Exposed to variable conditions of food concentration and quality. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 162, 177- 198.
- Iglesias, J. I. P., Urrutia, M. B., Navarro, I., Ibarrola, I.. 1998. Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: na appraisal of the biodeposition method. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219, 71-86
- Jørgensen, C. B.. 1990. *Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology*. Ed Olsen & Olsen 140 pp.
- Kjørboe, T Møhlenberg, F., Nøhr, O.. 1980. Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. *Ophelia* 19, 193-205.
- Kjørboe, T Møhlenberg, F.. 1981. Particle selection in suspension feeding bivalves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 5, 291-296.
- Littlepage, J. L.. 1998. *Oceanografia: Manual de Técnicas Oceanográficas para Trabalhos em Laboratório e a Bordo*. Fortaleza: Editora da EUFC, 100 pp.
- Lopez, G. R. & Levinton, J. S..1987. Ecology of deposit-feeding animals in marine sediments. *The Quarterly Review of Biology* 62, 235–259.
- MacDonald, B. A., Bacon , G. S., Ward, J. E.. 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles II. Absorption efficiency and scope for growth. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 219, 127–141.
- MacDonald B. A., Bricelj, V.M., Shumway, S. E.. *Physiology: Energy Acquisition and Utilisation*. In: Shumway, S. E. and Parsons G. J. (eds) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. pp. 417-474. 2006.
- Malouf, R.E., Bricelj, V.M.. 1989. Comparative biology of clams: Environmental tolerances, feeding and growth. In: Manzi, J.J., Castagna, M., Clam (Eds.), *Mariculture in North America*, Elsevier, Amsterdam, pp. 23–73.
- Manzoni, G. C., Rupp, G. S. 1993. Estudo da biologia reprodutiva e viabilidade de cultivo de *Lyropecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Pectinidae) na ilha de Arvoredo- SC. Florianópolis: UFSC, 35 pp.
- Mohlenberg, F., Kiorboe, T., 1981. Growth and energetics in *Spisula subtruncata* (Da Costa) and the effect of suspended bottom material. *Ophelia* 20, 70–90.
- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Ortega, M., 1992. Natural sediment as a food source for the cockle *Cerastoderma edule* (L.): effect of variable particle concentration on feeding, digestion and the scope for growth. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 156, 69–87.
- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Ortega, M., Larretxea, X., 1994. The basis for a functional response to variable food quantity and quality in cockles *Cerastoderma edule* (Bivalvia Cardiidae). *Physiol. Zool.* 67 2, 468–496.
- Navarro, E., Widdows, J., 1997. Feeding physiology of *Cerastoderma edule* in response to a wide range of seston concentrations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 152, 175–186.

- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Camacho, A.P., Labarta, U., Beiras, R., 1991. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different cultivation rafts in the Ría de Arosa (Galicia N.W. Spain). *Aquaculture*, 94, 197–212.
- Navarro J.M., C.M. Gonzalez. 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. *Aquaculture* 167, 315–327.
- Navarro, J. M. .2001. Fisiología energética de pectínideos iberoamericanos. IN: Maeda-Martinez A. N., Los Mouscos Pectínideos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura. Limusa, México, pp. 161-173..
- Newell, R. I. E., Bayne, B. L.. 1980. Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium (=Cerastodema) edule* (Bivalvia: Cardiidae). *Mar. Biol.* 56, 11-19.
- Prins, T.C., Dankers, N., Smaal, A.C.. 1994. , Seasonal variation in the filtration rates of a semi-natural mussel bed in relation to seston composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 176, 69–86.
- Razet, D., Héral, M., Prou, J., Legrand, J., Sornin, J.-M.. 1990. , Variations des productions de biodépôts (féces et pseudoféces) de l'huître *Crassostrea gigas* dans un estuaire macrotidal: Baie de Marennes-Oléron. *Haliotis* 10, 143–161.
- Resgalla Jr., C., Brasil, E.S., Salomão, L.C., 2006. Physiological rates in different classes of sizes of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) submitted to experimental laboratory conditions. *Braz. J. Biol.* 66(1B), 325–336.
- Resgalla, C. Jr. Brasil, E.S., Laitano, K.S. Reis Filho R.W. 2007. Physioecology of the mussel *Perna perna* (Mytilidae) in Southern Brazil. *Aquaculture*. 270, 467-474.
- Riisgard, H.U., Randlov, A.. 1981. Energy budgets, growth and filtration rates in *Mytilus edulis* at different algal concentrations. *Mar. Biol.* 61, 227–234.
- Rios, E. C.. 1994. Seashells of Brazil. Rio Grande: FURG, 2 ED. 328 p.
- Rupp, G. S., Poli C. R., Manzoni, G. C.. 1992. Perspectivas de cultivo de pectínideos na região sudeste-sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 1 SIMBRAq, 7. EMBRAPOA, 2. 27-30/10/92. Peruíbe, SP. Resumos. São Paulo, pp. 130.
- Rupp, G.S.. 1997. Desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (BIVALVIA:PECTINIDAE). Programa RHAE/PIBIQ/UFSC. 71p. (Relatório Final CNPq).
- Rupp, G.S., Parsons, G.J., Thompson, R.T., de Bem, M.M.. 2004. Influences of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lion's paw scallop, *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). *J. Shellfish Res.* 23(2), 473.
- Rupp, G.S., Parsons, G.J.. 2006. Scallop Aquaculture and Fisheries in Brazil. In: Shumway,S.E., Parsons,J.. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. pp1225-1250.
- Rupp G. S., Parsons, G. J., Thompson, R. J., de Bem, M. M.. 2005 Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. *Aquaculture*. 243, 195– 216.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS OnlineDoc® 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Smith, J. T.. 1991. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, "Macrochlamis", *Vertipecten*, and *Nodipecten* species. U. S. Geological Survey Professional Paper. 1391,136pp.
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R.. 1972. A practical handbook of seawater analysis, *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 310 pp.
- Shumway, S. E., 1991. *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Amsterdam: Elsevier. Prefácio, p. vii-viii.
- Silina A.V. .1994. Survival of different size-groups of the scallop, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), after transfer from collectors to bottom. *Aquaculture*. 126, 51-59.
- Suplicy, F.M., Schmitt, J.F., Moltschaniwskyj, N.A., Ferreira, J.F., 2003. Modelling of filter-feeding behavior in the Brown mussel, *Perna perna* (L.) exposed to natural variations of seston availability in Santa Catarina, Brazil. *J. Shellfish Res.* 22 (1),125–134.
- Thompson, R. J., Bayne, B. L.. 1972. Active metabolism associated with feeding in the mussel *Mytilus edulis* L. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 9, 111-124.
- Turner, E.J., Miller, D.C.. 1991. Behaviour and growth of *Mercenaria mercenaria* during simulated stormevents. *Mar. Biol.* 111, 55–64.
- Uriarte, I., Rupp, G. S., Abarca, A.. 2001. Preproducción de juveniles de pectínideos Iberoamericanos bajo condiciones controladas. In: A. N. Maeda- Martinez (Ed.). *Los Moluscos Pectínideos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura*. Editorial LIMUSA, México. pp. 147-171.

- Urrutia, M.B., Navarro, E., Ibarrola, I., Iglesias, J.I.P. 2001. Preingestive selection processes in the cockle *Cerastoderma edule*: mucus production related to rejection of pseudofaeces. *Marine Ecology Progress Series*. 209, 177-187.
- Vahl, O.. 1980. Seasonal Variations in seston and the growth rate of the Iceland scallop, (*Chlamys islandica* (O. F. Müller)) from Balsfjord 70°N. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 48, 195-204.
- Velasco L.A.. 2006. Energetic physiology of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* fed with different microalgal diets, *Aquaculture*. 270, 299–311.
- Velasco, L. A., Navarro, J. M. 2003. Energetic balance of infaunal (*Mulinia edulis* King, 1831) and epifaunal (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854) bivalves in response to wide variations in concentration and quality of seston. *J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol.*, 296, 79-92.
- Vélez, A. and Lodeiros, C..1990. El cultivo de moluscos en Venezuela. In: *Cultivo de moluscos en América Latina* (ed. A. Hernandez), Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Canada, pp. 345–369.
- Wallace, J.C. and Reinsnes, T.G.. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. *Aquaculture* 44, 229–242.
- Ward, J.E., Shumway, S.E.. 2004. Separating the grain from the chaff: Particle selection in suspension- and deposit-feeding bivalves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 300, 83-130.
- Ward, J.E., MacDonald, B.A., 1996. Pre-ingestive feeding behaviours of two sub-tropical bivalves (*Pinctada imbricata* and *Arca zebra*): Responses to an acute increase in suspended sediment concentration. *Bull. Mar. Sci.* 59, 417–432.
- Weel, P. B. van 1961. Comparative physiology of digestion in molluscs. *Am. Zool.* 1:245-52
- Widdows, J., Fieth, P., Worrall, C.M. . 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 50, 195-207.
- Widdows, J.. 1978. Combined effects of body size, food concentration, and season on the physiology of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 58, 109-124.
- Widdows, J. 1985. Physiological measurements. IN: BAYNE, B. L. *The Effects Of Stress And Pollution On Marine Animals*, Praeger Special Studies, New York, pp. 3- 39.
- Wildish, D., Kristmanson, D.. 1997. *Benthic Suspension Feeders and Flow*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 128–169.
- Winberg, G.G.. 1960. Rate of metabolism and food requirements of fishes. *Fish. Res. Bd. Can. Trans. Ser.*, No.194, 239 pp.
- Wong, W.H., Cheung, S.G.. 2003. Seasonal variation in the feeding physiology and scope for growth of green mussels, *Perna viridis* in estuarine MaWan, Hong Kong. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83, 543-552

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O presente estudo avaliou as taxas fisiológicas e o potencial de crescimento de exemplares de *Nodipecten nodosus* de diferentes tamanhos, cultivados em ambiente com altas concentrações de seston e diferentes temperaturas, para assim contar com novas ferramentas para o entendimento da interação entre esta espécie e o ambiente de cultivo.

Ao realizar este estudo foi observado um escasso número de trabalhos que testaram condições naturais com as características ambientais como aquelas encontradas no local em que o presente estudo foi realizado.

Na realização deste trabalho surgem muitas perguntas referentes a outros fatores que podem estar influenciando no potencial de crescimento de *N. nodosus* em ambiente de cultivo, como por exemplo:

- “Fouling”: relacionar as épocas do ano em que o fouling é mais intenso e avaliar isto na resposta fisiológica;
- Densidade de Cultivo: estudar as interações entre a densidade de cultivo e altas concentrações de TPM;
- Ambiente de cultivo: repetir o presente estudo em ambientes de distintas características, como baixa concentração de seston, altas profundidades, entre outras;
- Curva de crescimento: avaliar o Potencial de Crescimento ao longo do ano acompanhado da curva de crescimento.

Uma das maiores dificuldades encontradas na realização deste trabalho foi a montagem experimental, que a cada dia de experimento era necessário implementar um pequeno laboratório ao ar livre exposto as condições climáticas. Com uma infra-estrutura móbil mais compacta ou especialmente projetada para este tipo de trabalho seria muito mais fácil para estudar este tipo de parâmetros em distintos pontos de cultivo.

Informações sobre o potencial de crescimento são de grande utilidade para a aqüicultura local, assim como, acompanhar o efeito no aumento do cultivo de bivalves e o aumento da densidade populacional na orla costeira com a fisiologia energética de bivalves.

Os resultados obtidos neste trabalho apontam uma melhor adaptação de juvenis em ambiente de alta concentração de seston do que animais adultos. Estes resultados sugerem a possibilidade em manter as pré-sementes na praia de Sambaqui como uma forma mais econômica para o LMM de manter os estoques pré-sementes de *N. nodosus*, para a comercialização.

A disponibilidade de energia em *N. nodosus* é maior, em ambos tamanhos testados, entre 20 e 24°C, sugerindo que na escolha de locais para o cultivo desta espécie seja considerado a ocorrência destas temperaturas como predominantes durante o ano.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- BACON G. S.; MACDONALD B. A.; WARD J. E.. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles I. Feeding activity and selection. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.219, p.105–125.1998.
- BAYNE, B.L.,et al.. Measurements of the responses of individuals to environmental stress and pollution: studies with bivalve molluscs. **Phil. Trans. R. Soc. Lond., ser.** v. 286, p. 563–581. 1979.
- BAYNE, B.L.; NEWELL, R.C.. Physiological energetics of marine molluscs. In: Saleuddin, A.S.M., Wilbur, K.M. (Eds.), **The Mollusca**, Vol. 4, Academic Press, New York, pp. 407–515. 1983.
- BAYNE, B. L.; WIDDOWS, J.. The physiological ecology of two populations of *Mytilus edulis* L. **Oecologia. Berl.** v.37, p.137-162. 1978.
- BAYNE, B. L.; WIDDOWS, J.; E NEWELL, R. I. E. . Physiological measurements on estuarine bivalve mollusks in the field. IN: **Biology of Benthic Organisms**, Keegan, B. K. O'Ceidigh, P. e Boaden, P. J.(eds), Pergamon, New York. 1977
- BAYNE, B. L.; WORRAL, C. M.. Growth and production of mussels *mytilus edulis* from two populations. **MAR. ECOL. PROGR. SER.** v. 3, p.317-328. 1980.
- BAYNE, B. L.; HAWKINS, A.J.S.; NAVARRO, E.. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Molusca) in mixtures of silt and algal cells t low concentrations. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v.111, p.1-2. 1987.
- BARILLÉ L, J., et al. Effects of high natural séston concentrations on the feeding, selection and obsorption of the oyster *Crassostrea gigas* (Tunberg). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.212, p.149-172. 1997.
- BERNARD, F.R. Particle sorting and labial palp function in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). **Biol**, v.146, p.I-10. 1974.
- BOHLE, B. Effects of adaptation to reduce salinity on filtration activity and growth of mussels (*Mytilus edulis*). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v.10, p.41-49. 1972.
- BOUGRIER, S. et al.. Allometric relationships and temperature effects on clearance rates and oxygen consumption rates in *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Aquaculture** v.134, p.143–154. 1995.
- BRICELJ, V.M. ; MALOUF, R.E.,. Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam *Mercenaria mercenaria*. **Mar. Biol.**, v.84, p.155–165. 1984.
- BRICELJ, V.M. ; SHUMWAY, S.. Physiology : Energy acquisition and utilization. In : S. E. Shumway (Ed.). **Scallops : Biology, Ecology and Aquaculture**. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 21. Elsevier, Amsterdam. pp. 305-376.
- CONOVER, R.J.. Assimilation of organic matter by zooplankton. **Limnol. Oceanogr.**, v.11, p.338–354. 1966.
- CRANFORD, P. J.; GRANT, J.. Particles clearance and absorption of phytoplankton and detritus by the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). **Journal of Experimental marine biology and Ecology**. v.137, v.105-121. 1990.
- CRANFORD P. J.; GORDON, D.C. JR.. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. **Netherlands Journal of Sea Research**. v.30, p.107- 120. 1992.

- CRANFORD P.J., et al.. In situ feeding and absorption responses of sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) to storm-induced changes in the quantity and composition of the seston. **J Exp Mar Biol Ecol.**, v.219, p.45–70. 1998.
- CRANFORD, P.J.; HARGRAVE, B.T.. In situ time-series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placopecten magellanicus*. **Limnol. Oceanogr.** v.39, p.730–738. 1994.
- CRISP, D. J.; RITZ. D. A. Changes in the temperature tolerance of *Balanus balanoides* during its life cycle. **Helgoländer wiss. Meeresunters.** v15, p. 98–115 1967.
- DAME, R.F.. The role of bivalve filter feeder material fluxes in estuarine ecosystems. In: Dame, R.F. (Ed.), **Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystem Processes**, NATO ASI Series, Vol. G 33, Springer-Verlag, Heidelberg, p. 371–420. 1993.
- DAVENPORT, J. Is *Mytilus edulis* a short term osmoregulator?. **Comp. Biochem. Physiol.** v.64A, p.91-95. 1979.
- DOERING P.H.; OVIATT C.A. Application of filtration rate models to field populations of bivalves: an assessment using experimental mesocosms, **Marine Ecology Progress Series** v.31, p.265–275. 1986.
- ELLIOT, J.M; DAVIDSON, W.. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. **Oecologia**, v.19, p.195–201. 1975.
- FERREIRA J. F., et al.. Physical-chemical parameters of seawater mollusc culture sites in Santa Catarina- Brazil. **Journal of Coastal Research**, v.39, p.1122-1126. 2004.
- FOSTER-SMITH, R. L.. The effect of concentration of suspension and inert material on the assimilation of algae by three bivalves. **J. mar. biol. Ass. U.K.** 55: 411-418
- GOSLING, E. (2003). **Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture**. Blackwell Science. 1975.
- GRANT J.; CRANFORD P.J.. Carbon and nitrogen scope for growth as a function of diet in the sea scallop *Placopecten magellanicus*. **J. Mar. Biol. Assoc. UK**, v.71, p. 437–450. 1991.
- HAND, S. C.; STRICKLE, W. B. Effects of tidal fluctuations of salinity on pericardial fluid composition of the American oyster **Mar. Biol.** v.42, p.259-271. 1977.
- HARTNOLL, R.G.. An investigation of the movement of the scallop, *Pecten maximus*. **Helgol. Wiss. Meeresunters**, v.15, p.523–533 1967
- HAWKINS, A.J.S., et al.. Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** , v.131, p.179–190. 1996.
- HAWKINS, A.J.S., et al.. Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** , v.219, p.87–103. 1998.
- HAWKINS A.J.S., et al.. Modelling short-term responsive adjustments in particle clearance rate among bivalve suspension-feeders: separate unimodal effects of seston volume and composition in the scallop *Chlamys farreri*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.**, v.262, p.61–73. 2001.
- HAWKINS, A.J.S., et al.. Manipulation of dietary conditions for maximal growth in mussels, *Mytilus edulis* L., from the Marennes-Oléron, France. **Aquat. Living Resourc.**, v.10, p.13–22. 1997.
- IGLESIAS, J. I. P., et al.. Feeding particle selection and absorption in cockles *Cerastodema edule* (L.) Exposed to variable conditions of food concentration and quality. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.162, p.177- 198. 1992.

IGLESIAS, J. I. P., et al.. Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: an appraisal of the biodeposition method. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.219, p.71-86. 1998.

JØRGENSEN, C. B. **Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology**. Ed Olsen & Olsen. 1990.

KINNE, O. Physiology of estuarine organisms with special references to salinity and temperature: general aspects. In: LAUFF, G. H. Estuaries. **American Association for the Advances of Science. Washington, DC**. p.525-540. 1967 .

KINNE, O. Salinity animal invertebrates. In: KINNE, O. Marine Biology. **Wiley-interscience, London**. v.1, p.821-995. 1971.

KIØRBOE, T; MØHLENBERG, F. E; NØHR, O.. Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. **Ophelia**, v.19, p.193-205. 1980.

KIØRBOE, T; MØHLENBERG, F.. Particle selection in suspension feeding bivalves. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.5, p. 291-296. 1981.

LITTLEPAGE, J. L.. **Oceanografia: Manual de Técnicas Oceanográficas para Trabalhos em Laboratório e a Bordo**. Fortaleza: Editora da EUFC. 1998.

LOPEZ, G. R. ; LEVINTON, J. S.. Ecology of deposit-feeding animals in marine sediments. **The Quarterly Review of Biology**, v.62, p.235–259. 1987.

MacDONALD, B. A.; BACON , G. S.; WARD, J. E.. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles II. Absorption efficiency and scope for growth. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.219, p.127–141. 1998.

MacDONALD B. A.; BRICELJ, V.M.; SHUMWAY, S. E.. Physiology: Energy Acquisition and Utilisation. In: Shumway, S. E. and Parsons G. J. (eds) **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Elsevier, pp. 417-474. 2006.

MALOUF, R.E. ; BRICELJ, V.M.. Comparative biology of clams: Environmental tolerances, feeding and growth. In: Manzi, J.J., Castagna, M., Clam (Eds.), **Mariculture in North America**, Elsevier, Amsterdam, pp. 23–73. 1989.

MANZONI, G. C. ; RUPP, G. S.. Estudo da biologia reprodutiva e viabilidade de cultivo de *Lyropecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Pectinidae) na ilha de Arvoredo- SC. 35 f. Florianópolis, Dissertação de Mestrado em Aquicultura, **UFSC**. 1993.

MOHLENBERG, F.; KIORBOE, T.. Growth and energetics in *Spisula subtruncata* (Da Costa) and the effect of suspended bottom material. **Ophelia** , v.20, p.70–90. 1981.

NAVARRO, E.; IGLESIAS, J.I.P.; ORTEGA, M.. Natural sediment as a food source for the cockle *Cerastoderma edule* (L.): effect of variable particle concentration on feeding, digestion and the scope for growth. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.156, p. 69–87. 1992.

NAVARRO, E., et al.. The basis for a functional response to variable food quantity and quality in cockles *Cerastoderma edule* (Bivalvia Cardiidae). **Physiol. Zool.**,v.67(2), p. 468–496. 1994.

NAVARRO, E. ; WIDDOWS, J.. Feeding physiology of *Cerastoderma edule* in response to a wide range of seston concentrations. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** , v.152, p. 175–186. 1997.

NAVARRO, E. et al.. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different cultivation rafts in the Ría de Arosa (Galicia N.W. Spain). **Aquaculture** v.94, p.197–212. 1991.

- NAVARRO J.M.; GONZALEZ,C.M.. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. **Aquaculture**, v.167, p.315–327. 1998.
- NAVARRO, J. M.. Fisiologia energética de pectínideos iberoamericanos. IN: MAEDA-MARTINEZ A. N., **Los Mouscos Pectínideos de Iberoamérica: Ciência y Acuicultura**. Limusa, México, pp. 161-173. 2001.
- NEWELL, R. I.; BAYNE, B. L.. Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium (=Cerastodema) edule* (Bivalvia: Cardiidae). **Mar. Biol.** , v.56, p.11-19. 1980.
- PRINS, T.C.; DANKERS, N.; SMAAL, A.C.. Seasonal variation in the filtration rates of a semi-natural mussel bed in relation to seston composition. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.176, p. 69–86. 1994.
- RAZET, D., et al..Variations des productions de biodépôts (féces et pseudoféces) de l'huître *Crassostrea gigas* dans un estuaire macrotidal: Baie de Marennes-Oléron. **Haliotis**, v.10, p.143–161. 1990.
- REGALLA, C.Jr.; BRASIL, E.S.; SALOMÃO, L.C.. Physiological rates in different classes of sizes of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) submitted to experimental laboratory conditions. **Braz. J. Biol.** , v.66(1B), p.325–336. 2006.
- REGALLA, C. Jr. et al.. Physioecology of the mussel *Perna perna* (Mytilidae) in Southern Brazil. **Aquaculture** v.270, p.467-474. 2007.
- RIISGARD, H.U.; RANDLOV, A.. Energy budgets, growth and filtration rates in *Mytilus edulis* at different algal concentrations. **Mar. Biol.**, v.61, p.227–234. 1981.
- RIOS, E. C.. Seashells of Brazil. Rio Grande: FURG, 2 Ed. 1994.
- RUPP, G. S.; POLI C. R.; MANZONI, G. C.. Perspectivas de cultivo de pectínideos na região sudeste-sul do Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 1 SIMBRAq, 7. EMBRAPOA**, 2. 27-30/10/92. Peruíbe, SP. Resumos. São Paulo, pp. 130. 1992.
- RUPP, G.S. Desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (BIVALVIA:PECTINIDAE). Programa **RHAE/PIBIQ/UFSC**. 71p. (Relatório Final CNPq). 1997.
- RUPP, G.S., et al.. Influences of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lion's paw scallop, *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). **J. Shellfish Res.**, v.23 (2), p.473 - 482 .2004
- RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.. **Developments in Aquaculture and Fisheries Science**. In: Shumway, S. E. and Parsons G. J. (eds) **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Elsevier. Pp.417-474. 2006.
- RUPP G. S., et al.. Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. **Aquaculture**, v.243, p.195– 216. 2005.
- SMITH, J. T.. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, "*Macrochlamis*", *Vertipecten*, and *Nodipecten* species. **U. S. Geological Survey Professional Paper**, v.1391, p.136. 1991.
- STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R.. A practical handbook of seawater analysis, **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**. 1972.
- SHUMWAY, S. E.. Scallops: biology, ecology and aquaculture. Amsterdam: **Elsevier. Prefácio**, p. vii-viii.1991.

- SILINA, A.V.. Survival of different size-groups of the scallop, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), after transfer from collectors to bottom. **Aquaculture**, v.126, p.51-59. 1994.
- SUPLICY, F.M., et al.. Modelling of filter-feeding behavior in the Brown mussel, *Perna perna* (L.) exposed to natural variations of seston availability in Santa Catarina, **Brazil. J. Shellfish Res.**, v.22 (1), p.125–134. 2003.
- THORNPSON, R. J.; BAYNE, B. L.. Active metabolism associated with feeding in the mussel *Mytilus edulis* L. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.9, p.111-124. 1972.
- TURNER, E.J.; MILLER, D.C.. Behaviour and growth of *Mercenaria mercenaria* during simulated storm events. **Mar. Biol.**, v.111, p.55–64. 1991.
- URIARTE, I.; RUPP, G. S.; ABARCA, A.. Producción de juveniles de pectinideos Iberoamericanos bajo condiciones controladas. In: A. N. Maeda- Martinez (Ed.). **Los Moluscos Pectinideos de Iberoamerica: Ciência y Acuicultura**. Editorial LIMUSA, México. pp.147-171. 2001.
- URRUTIA, M.B., et al.. Preingestive selection processes in the cockle *Cerastoderma edule*: mucus production related to rejection of pseudofaeces. **Marine Ecology Progress Series**, v.209, p.177- 187. 2001.
- VAHL, O.. Seasonal Variations in seston and the growth rate of the Iceland scallop, (*Chlamys islandica* (O. F. Müller)) from Balsfjord 70°N. **J. Exp. Mar. Bio. Ecol.**, v.48, p.195-204. 1980.
- VELASCO, L.A.. Energetic physiology of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* fed with different microalgal diets, **Aquaculture**, v.270, p.299–311. 2006.
- VELASCO, L. A.; NAVARRO, J. M.. Energetic balance of infaunal (*Mulinia edulis* King, 1831) and epifaunal (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854) bivalves in response to wide variations in concentration and quality of seston. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 296, p.79-92. 2003.
- VÉLEZ, A. ; LODEIROS, C.. El cultivo de moluscos en Venezuela. In: **Cultivo de moluscos en América Latina** (ed. A. Hernandez), Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Canada, pp. 345–369. 1990.
- WALLACE, J.C.; REINSNES, T.G.. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. **Aquaculture**, v.4, p. 229–242. 1985.
- WARD, J.E.; SHUMWAY, S.E.. Separating the grain from the chaff: Particle selection in suspension- and deposit-feeding bivalves. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.300, p.83-130. 2004.
- WARD, J.E.; MACDONALD, B.A.. Pre-ingestive feeding behaviours of two sub-tropical bivalves (*Pinctada imbricata* and *Arca zebra*): Responses to an acute increase in suspended sediment concentration. **Bull. Mar. Sci.**, v.59, p.417–432. 1996.
- WEEL, P. B. van . Comparative physiology of digestion in molluscs. **Am. Zool.**, v.1, p.245-52. 1961.
- WIDDOWS, J.; FIETH, P.; WORRALL, C.M.. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. **Mar. Biol.**, v.50, p.195-207. 1979.
- WIDDOWS, J.. Cobined effects of body size, food concentration, and season on the physiology of *Mytilus edulis*. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, v.58, p.109-124. 1978.
- WIDDOWS, J.. Physiological measurements. IN: BAYNE, B. L. **The Effects Of Stress And Pollution On Marine Animals**, Praeger Special Studies, New York, pp. 3- 39. 1985.
- WILDISH, D.; KRISTMANSON, D.. Benthic Suspension Feeders and Flow. Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 128–169. 1997.

WINBERG, G.G.. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Fish. **Res. Bd. Can. Trans. Ser.**, No.194, 239p.. 1960

WONG, W.H.E; CHEUNG, S.G.. Seasonal variation in the feeding physiology and scope for growth of green mussels, *Perna viridis* in estuarine MaWan, Hong Kong. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, v.83, p.543-552. 2003.