GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQÜICULTURA E PESCA

MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis,* EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES E TEMPERATURAS

Fabio Kiyoshi Onodera

Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do titulo de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Outubro 2012

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQÜICULTURA E PESCA

MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis,* EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES E TEMPERATURAS

Fabio Kiyoshi Onodera

Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do titulo de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Outubro 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

O58m Onodera, Fabio Kiyoshi
Mortalidade dos bivalves estuarinos, *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis*, expostos a diferentes salinidades e temperaturas / Fabio Kiyoshi Onodera. – São Paulo, 2012.
vii, 44f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.
Orientador: Marcelo Barbosa Henriques

1. Tolerância média. 2. Canal de Bertioga. 3. *Mytella sp*. 4. Fatores abióticos. 5. Curvas de mortalidade. I. Henriques, Marcelo Barbosa. II Título.

CDD 693.4

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECONOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

INSTITUTO DE PESCA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQÜICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

"MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis* EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES E TEMPERATURAS"

AUTOR: Fábio Kiyoshi Onodera

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em Aquicultura, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Prof[a]. Dr[a]. Iracy Lea Pecora

Prof[a]. Dr[a]. Ingrid Cabral Machado

Data da realização: 18 de outubro de 2012

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

"Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser; que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver".

(Amyr Klink)

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

A todos que acreditaram no meu trabalho e dedicação ao longo desses dois anos bem “puxados”, mas muito bem aproveitados.

Aos meus pais, Olga e Paulo, pelo carinho e tranquilidade que me passaram ao longo desse tempo e por toda minha vida.

A todos meus amigos de profissão e de estudos pela troca de experiências.

A todos os professores que colaboraram com o término do trabalho.

Ao Dr. Marcelo Barbosa Henriques por confiar a tanto tempo no meu trabalho.

Ao colega Leonardo Castilho Barros, pela sua ajuda em todas as coletas e trocas de informações.

SUMÁRIO

Sumário

AGRADECIMENTOS---------- ii
RESUMO ---------- vi
ABSTRACT ---------- vii
INTRODUÇÃO GERAL ---------- 1
CANAL DE BERTIOGA ---------- 3
CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA ---------- 5
DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ---------- 6
OBJETIVO GERAL ---------- 8
OBJETIVO ESPECÍFICO ---------- 8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 9
APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFOS 1 E 2 ---------- 12

CAPÍTULO 1-MORTALIDADE DE *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis* SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS ---------- 13
RESUMO ---------- 14
ABSTRACT ---------- 15
INTRODUÇÃO ---------- 16
MATERIAL E MÉTODOS ---------- 17
RESULTADOS ---------- 18
DISCUSSÃO ---------- 21
CONCLUSÃO ---------- 23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 23

CAPÍTULO 2 -MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis,* EM DIFERENTES SALINIDADES ---------- 26
RESUMO ---------- 27
ABSTRACT ---------- 28
INTRODUÇÃO ---------- 29
MATERIAL E MÉTODOS ---------- 30
RESULTADOS E DISCUSSÃO ---------- 33
CONCLUSÃO ---------- 37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 37
CONSIDERAÇÕES FINAIS ---------- 41
ANEXO 1 ---------- 43

RESUMO

Este estudo apresenta os resultados da estimativa de mortalidade das espécies de bivalves estuarinos *Mytella falcata e Mytella guyanensis,* expostas a diferentes salinidades e temperaturas. Os experimentos foram realizados em laboratório com o objetivo de estimar o tempo médio necessário para a ocorrência de 50% de mortalidade (TM 50), visando contribuir para o melhor entendimento comportamental de ambas as espécies nativas de valor comercial e com potencial para a maricultura no Brasil. Os exemplares foram coletados ao longo do canal de Bertioga, Estado de São Paulo, local onde residem extratores que complementam sua renda com a comercialização desses bivalves. Temperaturas a partir de 33°C foram consideradas letais para as duas espécies, sendo *M. falcata* mais resistente que *M. guyanensis.* Baixas salinidades também foram consideradas letais, ocorrendo mortalidade nos experimentos com salinidade 2.Nas demais salinidades avaliadas (6-33) todos os bivalves sobreviveram.

Palavras-chave: Tolerância média, Canal de Bertioga, *Mytella sp*, fatores abióticos, curvas de mortalidade

ABSTRACT

This study presents the mortality estimative results of estuarine bivalve species, *Mytella falcata* and *Mytella guyanensis*, exposed in differents salinities and temperatures. The experiments were performed in laboratory with the objective to estimate the medium time of necessary to 50% mortality occurrence (AT 50), looking to contribute for a better behavioral understanding of both native species with commercial value to mariculture in Brazil. The exemplars were collected along the Bertioga's channel, in São Paulo; place were live tappers whose complement their earning with the commercialization of these bivalves. Temperatures from 33°C were considerate deathly to species, being *M. falcata* more resistant than *M. guyanensis*. Low salinity was also considerate deathly, occurring mortality in experiences with valuables under 2. In other salinities evaluated (6-33) all bivalves survived.

Key-words: Average tolerance, Bertioga's channel, *Mytella* sp., abiotic factor, mortality curves

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

A mitilicultura, área da aquicultura responsável pelo cultivo de mexilhões, surgiu na Europa há cerca de 750 anos, tornando-se considerável fonte de alimento e renda para diversas populações litorâneas em vários países (ARANA, 1999). Devido à relativa facilidade, a atividade vem crescendo em todo o mundo e tem sido reportada por diversos autores como excepcional alternativa de produção e renda, principalmente para pescadores artesanais. O Brasil possui grande quantidade de baías, enseadas, regiões estuarinas e lagunares com potencial para a atividade (BRANDINI *et al.,* 2000). Segundo dados da FAO (2012), a produção de mitilídeos no Brasil em 2010 chegou a 13.723 toneladas, movimentando cerca de 11 milhões de dólares. A principal espécie cultivada é o mexilhão *Perna perna,* proveniente quase que totalmente do Estado de Santa Catarina, responsável por 96% da produção nacional. Contudo, há outros mitilídeos nativos de importância econômica no Brasil como o *Mytilus edulis* platensis, no Rio Grande do Sul*; Mytella guyanensis*, distribuído nos estuários do Pará até Santa Catarina; e *Mytella falcata*, encontrado nos estuários em toda costa brasileira, porém seus cultivos ainda não são tecnicamente viabilizados. As comunidades ribeirinhas, principalmente do nordeste brasileiro, são os principais extratores para comercialização e consumo próprio (PEREIRA-BARROS,1987; NISHIDA e LEONEL, 1995; ROSA-FILHO e FARRAPEIRA-ASSUNCAO, 1998; MELLO e TENÓRIO, 2000; BEASLEY *et al.*, 2005).

O ambiente estuarino, área de ocorrência de *M. falcata e M. guyanensis,* regula o fluxo dos mananciais hídricos, pois o escoamento dos rios é alternadamente represado ou liberado pelas marés, formando zonas alagadas, com altas variações de salinidade e deposição de sedimentos finos, com flora e fauna adaptadas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Apesar da sua reconhecida importância ambiental, os estuários vêm sofrendo ao longo dos anos forte exploração comercial, industrial, turística e imobiliária (OLIVEIRA *et al.,* 2007), ocasionando drásticas mudanças ambientais, que alteram a composição faunística local (CINTRON e SCHAEFFER-NOVELLI, 1983; VANNUCCI, 2002). As distribuições dos

organismos dependem de alguns fatores abióticos (FARRAPEIRA, *et al.,* 2009), como a salinidade e temperatura, que variam intensamente em ambientes estuarinos (QUEIROZ *et al*., 2006).

A temperatura da água pode variar naturalmente ou através de ações antrópicas, como por exemplo, a emissão de efluentes industriais, acima da temperatura ambiente. Geralmente, a água utilizada para o resfriamento das caldeiras industriais é descartada em elevadas temperaturas, podendo também alterar toda a fauna exposta a ela. Além disso, é utilizada água doce para o resfriamento das caldeiras com o intuito de evitar o enferrujamento dos equipamentos (STOECKER e JABARDO, 2002), que por sua vez, ao ser descartado no ambiente, pode alterar a salinidade, bem como a temperatura local.

Os organismos *M. falcata* e *M. guyanensis* utilizados para os experimentos do presente estudo são provenientes de bancos naturais situados ao longo do canal de Bertioga, SP, local de alta influência antrópica, devido principalmente à expansão do Porto de Santos.

CANAL DE BERTIOGA

A região metropolitana da Baixada Santista é constituída por nove cidades litorâneas do Estado de São Paulo: Bertioga, Guarujá, Cubatão, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe que ao todo, representam mais de 50% dos manguezais paulistas (LAMPARELLI, 1998). Bertioga detém a maior área de manguezal em bom estado de conservação, fazendo limite com o continente e a ilha de Santo Amaro ao longo de seus 24 km de extensão (CETESB, 2001).

O canal de Bertioga, local onde foram coletados os animais para os experimentos desta dissertação (FIGURA 1), possui a desembocadura sul ligada ao complexo estuarino de Santos e a desembocadura norte voltada ao mar aberto, conhecida como barra de Bertioga, considerada a segunda maior conexão entre o oceano e o complexo estuarino de Santos (MIRANDA *et al.,* 1998), é uma região de clima tropical úmido, tipicamente brasileiro, caracterizado principalmente por manguezais, restingas, Mata Atlântica, praias e rios (SOARES, 1997). Tem como seu principal vetor de abastecimento, o rio

Itapanhaú, que se destaca por ter uma descarga fluvial média de, aproximadamente, 10 $m^3.s^{-1}$ (MIRANDA *et al.,* 1998).

FIGURA 1. Localização da área de coleta dos bivalves *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis*, canal de Bertioga, São Paulo, Brasil. Fonte Google Earth, 2012.

Ao longo do canal, estão instaladas algumas comunidades que dependem da pesca artesanal, que inclui extração de mitilídeos para comercialização e alimentação como fonte de proteína (MARTINS e SOUTO, 2006; MOREIRA *et al.*, 2009), sendo *M. guyanensis* e *M. falcata* (FIGURA 2) um importante e abundante recurso.

CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA

FILO MOLLUSCA

CLASSE BIVALVIA

SUBCLASSE PTERIOMORPHIA

SUPERORDEM MYTILIDA

ORDEM MYTILOIDA

FAMÍLIA MYTILIDAE

GÊNERO MYTELLA

ESPÉCIE *Mytella falcata* (D'ORBGNY,1846)

ESPÉCIE *Mytella guyanensis* (LAMARCK, 1819)

FIGURA 2. Exemplares de *Mytella falcata (a)* e *Mytella guyanensis (b)*.

A alimentação dos bivalves em geral é realizada através de mecanismo de filtração por movimentos ciliares de células das brânquias, que filtram a água para alimentação. O fitoplâncton é o componente principal de sua dieta (MAGALHÃES e FERREIRA, 1997).

Possuem simetria bilateral, divididos em quatro regiões: cabeça, pé, saco visceral e manto. Os moluscos da classe Bivalvia vivem exclusivamente na água; possuem concha formada por duas valvas unidas dorsalmente por um ligamento; geralmente são de sexos separados, raramente ocorrendo hermafroditismo e sua fecundação ocorre livremente na água (LUNETTA, 1969). Possuem ainda o bisso que tem a função de possibilitar a fixação. BOFFI (1979) relatou que *M. guyanensis* pode apresentar comprimento máximo de 80 mm, enquanto *M. falcata* pode crescer até 50 mm. Em todo o mundo, existem classificadas mais de 20.000 espécies de moluscos bivalves (GOTTING, 1974; LINDNER, 1989).

DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES

Mytella guyanensis pode ser encontrada da Venezuela até o Estado de Santa Catarina, Brasil, na porção da Costa Atlântica, e do México até o Peru, no Pacífico. *M. falcata*, por sua vez, distribui-se do México ao Equador na Costa do Pacífico, e, na Costa Atlântica, da Venezuela à Argentina (SOOT-RYEN, 1965). Porém, *M. falcata*, sinônimo de *M. charruana*, também foi observado por alguns autores desde o México até o Equador (BOHES *et al.*, 2004, BOUDREAUX e WALTERS, 2006).

No sudeste da Costa Atlântica dos Estados Unidos, recentemente, foi constatada a presença de *M. falcata* por YUAN *et al*. (2010), considerada espécie invasora do local. A distribuição das espécies está representada na FIGURA 3.

FIGURA 3. Distribuição das populações das espécies de mitilídeos estudadas: *Mytella falcata* e *M. guyanensis.*

No Brasil, ambas as espécies são encontradas por toda costa litorânea, em áreas estuarinas. As primeiras pesquisas com o gênero *Mytella* foram realizadas na região nordeste (PEREIRA-BARROS, 1965). No sudeste, PARANAGUÁ e CARVALHEIRA (1972) iniciaram um dos primeiros estudos sobre ocorrência de *M. falcata* em zonas estuarinas da baía de Guanabara. No litoral do Estado de São Paulo, as primeiras pesquisas com *M. guyanensis* foram realizadas por NARCHI (1974), que observou seus aspectos ecológicos e adaptativos. PEREIRA e GRAÇA-LOPES (1995) avaliaram a captação e crescimento de sementes de *M. falcata,* realizando ainda, experimentos para obtenção de sementes e engorda, no canal de Bertioga.

Devido a escassez de trabalhos sobre o tema, há necessidade de mais estudos sobre cultivo sustentável no Brasil, aumentando o rol de espécies cultivadas, que atualmente está voltada para a espécie *Perna perna*. É

importante direcionar pesquisas para as espécies nativas de interesse comercial, que geram renda às comunidades locais.

OBJETIVO GERAL

Visando promover mais estudos sobre tolerância dos bivalves estuarinos às mudanças ambientais e ações antrópicas, e devido à escassez de trabalhos sobre os temas abordados, esta dissertação objetivou analisar a resistência, através da mortalidade, dos bivalves estuarinos *Mytella falcata e M. guyanensis* expostos aos fatores abióticos temperatura e salinidade, contribuindo para o conhecimento da fisiologia destas espécies e para a definição de locais apropriados para o cultivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estimar a TM 50 de *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis* submetidos a diferentes temperaturas.
2. Elaborar curvas de mortalidade acumulada (%) de ambas as espécies estudadas, submetidas a diferentes temperaturas.
3. Determinar a TM 50 dos bivalves estuarinos, *Mytella falcata e Mytella guyanensis,* expostos a diferentes salinidades.
4. Elaborar curvas de mortalidade acumulada (%) de ambas as espécies estudadas, expostos a diferentes salinidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, L.V. 1999. *Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento da aquicultura brasileira*. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. 310p.

BEASLEY, C.R., FERNANDES, C.M., GOMES, C.P., BRITO, B.A., SANTOS, S.M.L. ; TAGLIARO, C.H. 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of Northern Brazil. *Ecotropica,* 11(1): p.9-20.

BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; CRUZ-KALED, A.C. 2004. Composition and distribution of benthic mollusks on intertidal flats of Paranagua Bay (Parana, Brazil). *Scientia Marina*.(68): p.537–543

BOFFI, V. A. 1979 *Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico*. São Paulo: FAPESP. Editora HUCITEC. 182 p.

BOUDREAUX, M. L. e WALTERS, L. J. 2006. *Mytella charruana* (Bivalvia: Mytilidae): a new, invasive bivalve in Mosquito Lagoon, Florida. *Nautilus, Flórida,* 120:34–36.

BRANDINI, F.P; SILVA, A.S; PROENÇA, L.A.O. 2000. Oceanografia e maricultura. *In: Aqüicultura no Brasil.* Brasília: CNPq. p.107-142.

CINTRON, G. e SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. *Introduccion a La ecologia del manglar*. Unesco, Montevideo.109 p.

CETESB, 2001. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (São Paulo). *Manual de gerenciamento de áreas contaminadas. São Paulo, 2001.* Disponível em:< http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-ACs/7-Manual-de Gerenciamento-das-ACs > Acesso em: 01 jun. 2012.

FARRAPEIRA, C.M.R., RAMOS, C.A.C., BARBOSA, D.F., MELO, A.V.O.M., PINTO, S.L., VERCOSA, M.M., OLIVEIRA, D.A.S.; FRANCISCO, J.A. 2009.Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). *Biota Neotrop*. 9(1), p. 87-100

FAO, 2012. FOOD AGRICULTE ORGANIZATION. Disponível em:< http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/FI/5.5.23/figis/webapps/figis/temp/hqp_56522.xml&outtype=html>, acesso em 07 jun. de 2012.

GOTTING, K.J..1974. *Malakozoologie***.** Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 320 p.

LAMPARELLI, C.C. 1998. Mapeamento dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo: Seccretaria do Meio Ambiente, CETESB. 108 p.

LINDNER, G. 1989. *Moluscos y caracoles de los mares del mundo. Aspecto/Distribución/ Sistemática.* Tercera edición. Barcelona: Ed. Omega, S.A.236 p.

LUNETTA, J.E.1969. Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* – Mollusca Lamellibranchia) *Bol. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo, (26)*: p. 33-111.

MAGALHÃES; A., e FERREIRA, J. 1997. *Mexilhões: Biologia e Cultivo*. Florianópolis: UFSC, Polígrafo. 58 p.

MARTINS, V. S. e SOUTO, F. J. B. 2006. Uma análise biométrica de bivalves coletados por marisqueiras no manguezal de Acupe, Santo Amaro, Bahia: Uma abordagem etnoconservacionista. *Sitientibus Série Ciências Biológicas,* (6): p. 98-105.

MELLO, R.L.S. e TENORIO, D.O. 2000. A malacofauna. In: M. Barros, E. Eskinazi-Leca, S.J. Macedo e T. Lima. *Gerenciamento participativo de estuarios e manguezais* . Ed. Universitaria, Recife. p.103-118.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERRFVE, B. 1998. Circulation and mixing due to tidal forcing in the Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. *Estuaries*, 21 (2): p.204-214.

MOREIRA JUNIOR, W. ; CASTRO, P. M. G. ; MENEZES, L.C.B. .2009. A Explotação dos manguezais da Baixada Santista-SP através da memória de comunidades locais. In: VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, 2009, São Carlos, SP, 2009. *Anais...*São Carlos: AUGM Ambiente. p.1-15.

NARCHI, W. 1974. Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. *Papéis avulsos Zool*., 27(19): p.235-262 .

NISHIDA, A.K. e LEONEL, R.M.V. 1995. Occurrence, population dynamics and habitat characterization of *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraiba do Norte River Estuary. *Bolm. Inst. Oceanogr*. 43(1):p. 41-49.

OLIVEIRA, M.L.J., VIDAL-TORRADO, P., OTERO, J.L. e FERREIRA, J.R. 2007. Mercurio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, estado de Sao Paulo. *Quim. Nova*, 30(3): p.519-524.

PARANAGUÁ, M.N. e CARVALHEIRA, L.V. 1972. Estudos preliminares sobre a ocorrência de sururu na Baía de Guanabara. *Publ. Pesqui. Mar*. 61:p.1-10.

PEREIRA-BARROS, J. B. 1965. Nota prévia sobre a importância e exploração comercial do sururu alagoano. *Bol. Estud. Pesca*. (3): p.29-36.

PEREIRA, O. M. e GRAÇA-LOPES, R. da 1995. Fixação de sementes de *Mytella falcata* (sururu) em coletores artificiais no Canal de Bertioga, Estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 22 (1): p.165 – 173 .

PEREIRA-BARROS, J.B. 1987. Bibliografia comentada sobre o sururu *Mytela falcata* e a bioecologia do complexo estuarino Mundau-Manguaba, AL. Parte I. *Bol. Est. Cienc. Mar* (6): p.36-48 .

QUEIROZ, G.M.N.; SPACH, H.L.; SOBOLEWSKI-MORELOS, M., SANTOS, L.O., SCHWARZ JUNIOR, R., 2006. Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Biociências*, Porto Alegre, 14 (2): p.112-124.

ROSA-FILHO, J.S. e FARRAPEIRA-ASSUNCAO, C.M. 1998. Zonacao vertical da macrofauna bentonica dos andares supra-litoral e medio-litoral dos manguezais da regiao da Ilha de Itamaraca (Pernambuco – Brasil). Cad. Omega, *Ser. Cienc. Aquat*. (4): p.59-68.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.1995. Manguezal: Ecossistema entre a terra e mar. São Paulo*: Caribbean Research*, 64 p.

SOARES, M. L. G.1997. *Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos*. (Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico). Disponível em: < http://www.ubm.br/ubm2007/hotsites/revista/pdf/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Mangue.pdf>. Acesso em: 22 fev.2012.

SOOT-RYEN, T. 1965. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). *Alla Handcock Pacific Expeditions,* 20(1): p.47-57

STOECKER, W.F. e JABARDO, J.M.S. 2002. *Refrigeração industrial*. Ed: Edgard Blucher , 371 p.

VANNUCCI, M. 2002. *Os manguezais e nos: uma sintese de percepcoes*. 2 ed. EDUSP, Sao Paulo. 244 p.

YUAN, W.; WALTERS, L.J.; SCHNEIDER, K. R E HOFFMAN, E.A. 2010. Exploring the Survival Threshold: A Study of Salinity Tolerance of the Nonnative Mussel *Mytella charruana*. 2010. *Journal of Shellfish Research, National Shellfisheries Association*. 29(2): p.415-422.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS 1 E 2

Para facilitar a publicação dos resultados da pesquisa, a dissertação é apresentada em dois capítulos (artigos científicos) seguindo as normas das revistas a que serão submetidos. No capítulo 1 estão apresentados os resultados dos experimentos realizados em diferentes temperaturas, intitulado: "Mortalidade de *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis* submetidos a diferentes temperaturas", que será encaminhado para publicação no Boletim do Instituto de Pesca**.** No capítulo 2, os resultados dos experimentos realizados em diferentes salinidades, intitulado: "Mortalidade dos bivalves estuarinos, *Mytella falcata e Mytella guyanensis,* em diferentes salinidades*,* que será encaminhado para publicação no periódico internacional "*The Jornal of World Aquaculture Society".*

CAPÍTULO 1

MORTALIDADE DE *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis* SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

MORTALIDADE DE *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis* SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Mytella falcata e *Mytella guyanensis* são espécies de potencial valor comercial para a maricultura. O presente estudo teve como objetivo estimar a tolerância média (TM 50) das duas espécies de bivalves estuarinos, expostas a diferentes temperaturas. Observaram-se diferenças significativas através de análise de variância (p=0,02) entre a mortalidade acumulada de ambas as espécies, sendo *M. falcata* mais resistente que *M. guyanensis*, na temperatura de 33°C, com TM 50, respectivamente, de 87,42 e 53,36 horas de exposição. Apesar de não ocorrer mortalidade dos organismos expostos às outras temperaturas, controle (24°C), 27°C e 30°C, constatou-se a diminuição na formação de bisso nas temperaturas de 30°C e 33°C, indicando possível estresse fisiológico.

Palavras-chave: bivalves estuarinos; maricultura; tolerância média; curvas de mortalidade.

MORTALITY OF *Mytella falcata* AND *Mytella guyanensis* SUBMITTED TO DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

Mytella falcata and *Mytella guyanensis* are species with potential commercial value to mariculture. This present study had as objective to estimate the average tolerance (AT 50) from booth specie of estuarine bivalves, exposed in a different temperatures. It was observed through the variance analysis (p=0.02) the mainly differences, between the accumulated mortality from booth species, being *M. falcata* more resistant than *M. guyanensis*, in 33°C temperature, with AT 50, respectively, 87.42 and 53.36 hours from exposition. Despite not occur mortality with organisms exposed to another temperatures, control (24°C), 27°C and 30°C, it was found the decreasing of byssus formation with temperatures 30°C and 33°C, showing a possible physiologic stress.

Key-words: estuarine bivalves, mariculture, average tolerance, mortality curves.

INTRODUÇÃO

Temperatura e salinidade são os fatores abióticos que mais afetam a distribuição, abundância e sobrevivência das espécies aquáticas (ODUM, 1988; FREIRE *et al.*, 2008). A temperatura sofre grandes variações no mar, sendo inversamente proporcional à profundidade e à latitude; é a barreira mais importante para a distribuição das espécies devido ao envolvimento direto nos processos fisiológicos básicos, principalmente a reprodução (HENRIQUES *et al.*, 2007).

A conservação e proteção do ambiente estuarino são extremamente difíceis, devido à complexa relação entre poluição, degradação do hábitat, espécies invasoras, modificações de fluxos de corrente e sobre-explotação dos recursos pesqueiros (DUDGEON *et al.*, 2006).

Inseridos nesse contexto estão os manguezais, ecossistemas com alta diversidade de espécies adaptadas a essas drásticas variações, que oferecerem condições propícias para alimentação, reprodução e proteção, além de serem considerados locais de grande importância na ciclagem de nutrientes e matéria orgânica (SCHAEFFER NOVELLI, 1995).

Em quase toda extensão do estuário de Santos existem instalações industriais, que descartam seus efluentes, podendo elevar a temperatura local quando utilizam água para refrigeração de caldeiras. Esse problema se intensifica devido às oscilações de marés e profundidade do local. Os sistemas refrigerados que utilizam água para trocas térmicas em equipamentos são denominados torres de resfriamento (STOECKER e JABARDO, 2002).

No canal de Bertioga, região estuarina da Baixada Santista, *Mytella falcata e M. guayanensis* são espécies de bivalves estuarinos de importância comercial, explotados por algumas comunidades caiçaras como fonte de alimento e de renda (MARTINS e SOUTO, 2006).

Apesar da sua importância social e ecológica, até o presente momento, poucos trabalhos sobre resistência a variações ambientais como temperatura foram realizados. Este estudo teve o objetivo de avaliar a mortalidade, através da Tolerância Média (TM 50), de *Mytella falcata e M. guayanensis* submetidos a diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em fevereiro de 2012 foram coletados 320 animais das espécies de bivalves estuarinos *Mytella falcata* e *M. guyanensis*, na região do canal de Bertioga, Estado de São Paulo, região sudeste do Brasil (FIGURA 1). Utilizaram-se mexilhões jovens (comprimento máximo de 20 mm) para evitar a emissão de gametas durante o experimento (A.P.H.A., 1998). Os bivalves foram conduzidos ao laboratório, onde foram separados individualmente e limpos de todos os organismos incrustantes nas valvas. A seguir, foram aclimatados por 24 horas em um recipiente contendo água do próprio local de origem, na temperatura de 23°C e salinidade 16, mantidos sob aeração constante, na densidade de 2,0 animais.L.$^{-1}$.

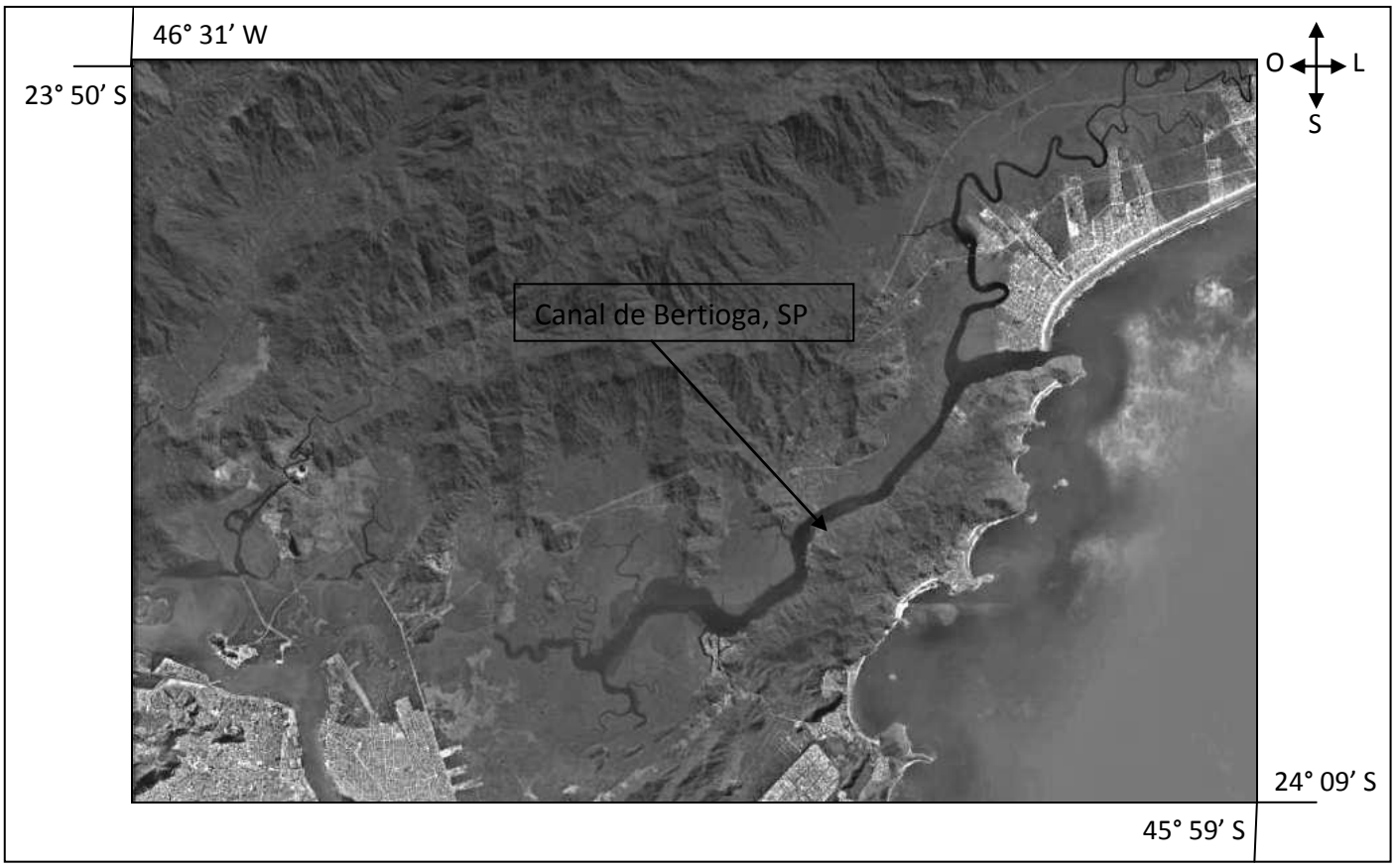

FIGURA 1 – Área de coleta de *Mytella falcata* e *M. guyanensis*, canal de Bertioga, litoral paulista.

O experimento foi instalado em sala climatizada à temperatura do ar de 24ºC, mantidos à salinidade 16. Nos aquários, os organismos das duas espécies foram expostos a três diferentes temperaturas (27°C, 30°C e 33°C), controladas por termostatos automáticos da marca JALLI, modelo JT 500W e termômetros, com quatro repetições. Outro lote de organismos foi utilizado como controle, em temperatura ambiente, ausente de termostatos, totalizando 16 aquários. Determinou-se o tempo necessário para a mortalidade de 50% dos animais (TM 50), cálculo efetuado pelo método Trimmed Sperman-Karber (HAMILTON *et al*., 1977).

As verificações de mortalidade foram realizadas a cada 6 horas até o encerramento do teste que durou 168 horas. A morte foi constatada pela não resposta do animal ao estímulo mecânico do toque de um estilete no manto. A comparação das TM 50 nas diferentes temperaturas foi realizada através de ANOVA (experimento inteiramente casualizado).

RESULTADOS

Durante todo experimento, a temperatura média do tratamento controle foi de 24°C, valores próximos ao registrado em campo, no local da coleta (23ºC).

Após 168 horas de teste, *Mytella falcata* e *M. guyanensis* expostos às temperaturas de 27°C e 30°C não atingiram 50% de mortalidade. Apenas verificou-se TM 50 nos organismos expostos à temperatura de 33°C (FIGURAS 2, 3 e 4).

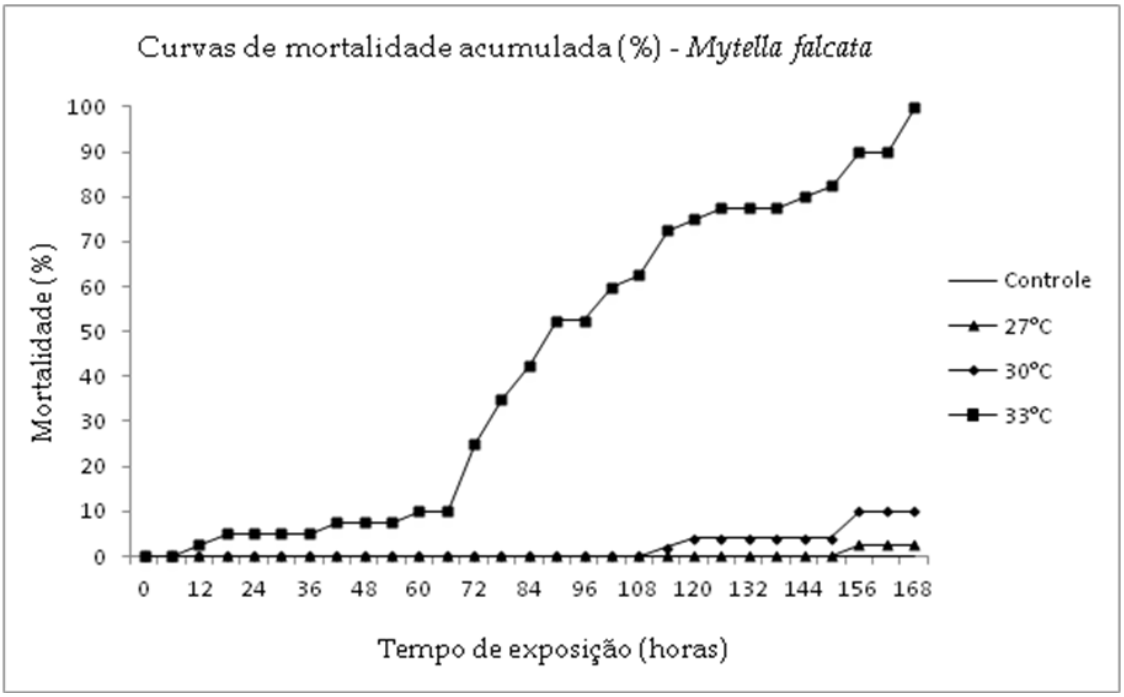

FIGURA 2 - Curvas de mortalidade acumulada (%) obtidas pela média de cada grupo de *Mytella falcata* expostos a diferentes temperaturas.

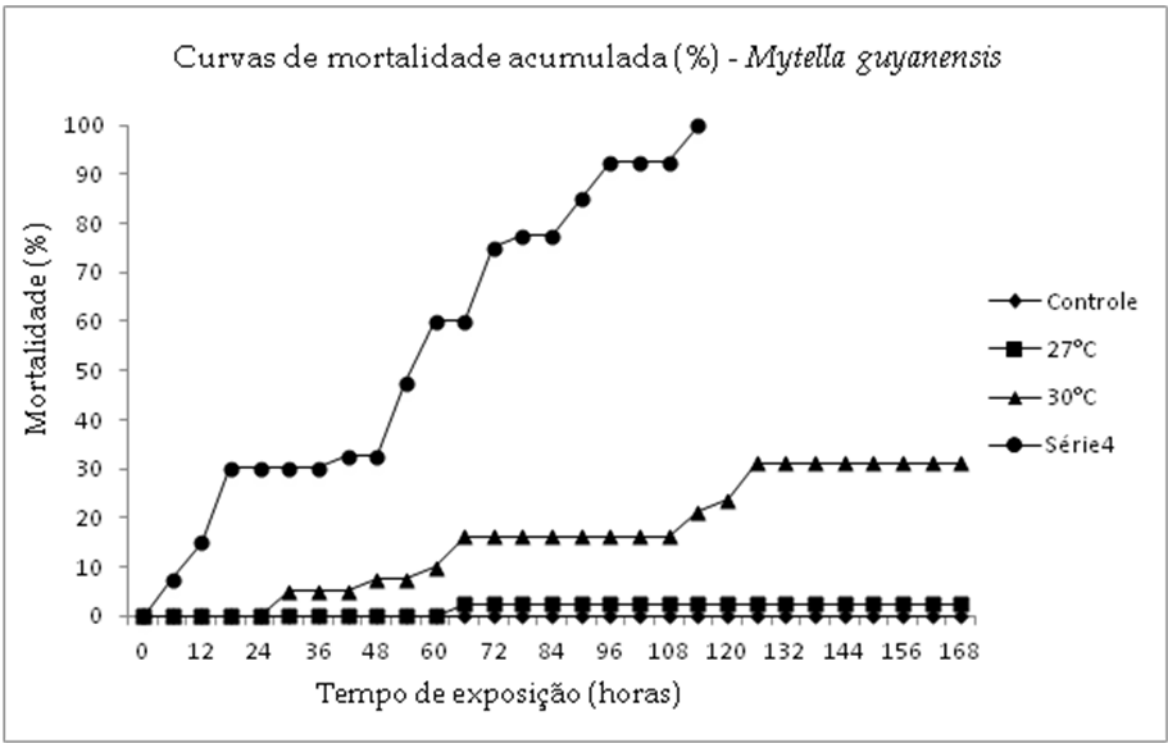

FIGURA 3–Curvas de mortalidade acumulada (%) obtidas pela média de cada grupo de *Mytella guyanensis* expostos a diferentes temperaturas.

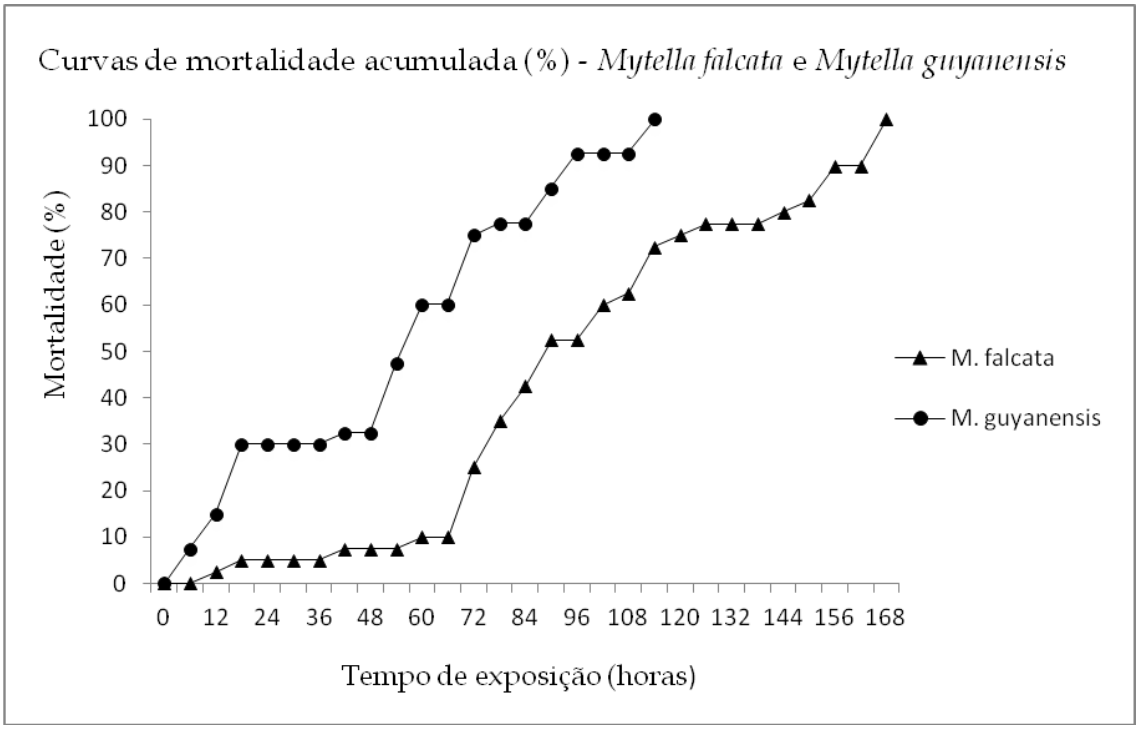

FIGURA 4 – Curvas de mortalidade acumulada (%) de *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis* expostos à temperatura de 33°C.

Na temperatura de 33°C, houve diferença significativa (*p*=0,02) na mortalidade entre as duas espécies. *Mytella falcata* apresentou maior resistência que *M. guyanensis,* com TM 50 de 87,42 e 53,36 horas, respectivamente (TABELA 1). Nas temperaturas 27°C e 30°C o comportamento dos animais foi semelhante ao tratamento controle. Apenas após 168 horas, encerramento do experimento, ocorreu mortalidade total dos mexilhões *M. falcata* submetidos à temperatura de 33°C.

Tabela 1 – Tolerância Média (TM 50) de *Mytella falcata* e *M. guyanensis* expostos à temperatura de 33°C, durante 168 horas de experimento.

TM 50	***Mytella falcata***	***Mytella guyanensis***	**ANOVA (*p*)**
Máximo	102,30 horas	64,71 horas	
Mínimo	74,71 horas	44,00 horas	0,02
Médio	**87,42 horas**	**53,36 horas**	

DISCUSSÃO

No presente estudo optou-se por testar apenas temperaturas acima de 15°C, uma vez que é rara a ocorrência abaixo desse valor na região estudada. BENNETT e JUDD (1992) afirmam que a temperatura que causa mortalidade nos organismos marinhos, depende do tempo de exposição. Corroborando com esta informação, somente após 168 horas de exposição à temperatura de 33°C, ocorreu mortalidade total de *M. falcata*.

Apesar de existirem vários estudos no mundo sobre resistência a diferentes temperaturas em moluscos bivalves, para *Mytella falcata* e *M. guyanensis* não foram encontrados trabalhos com tal abordagem.

GONZÁLES (2003) testou, em Laguna Manuela, México, a resistência da vieira *Nodipecten subnodosus* através do método TLM_{96} (RAND e PETROCELLI, 1985) para diferentes temperaturas, e concluiu que a espécie tolera até 32ºC, resultado similar aos obtidos no presente estudo para *M. falcata* e *M. guyanensis*.

Em bancos naturais da baia de Santos, litoral paulista, HENRIQUES *et al.* (2007) diagnosticaram que a temperatura de 34°C, após 24 horas de exposição, é altamente letal para o mexilhão *Perna perna.* No Golfo do México, HICKS e MCMAHON (2002) concluíram que temperaturas acima de 30°C também são letais para a mesma espécie.

A menor mortalidade de *Mytella falcata* pode estar relacionada ao hábitat que este bivalve ocupa, frequentemente incrustado nas raízes de *Rizhophora mangle,* que permanecem grande parte do tempo submersas na preamar e fora da água na baixamar, dependendo do tipo de maré (sigízia ou quadratura).

Os organismos da espécie *M. guyanensis* são encontrados enterrados no mangue, em locais mais afastados da linha d'água. Por estarem sempre sob a lama, ficam menos expostos às intempéries ambientais, como irradiação solar e mudanças bruscas de temperatura, pois o sedimento lamoso serve de isolante térmico.

Segundo dados da CETESB (2004), no canal de Bertioga, a temperatura da água varia entre 20°C e 26°C, valores próximos dos obtidos por PEREIRA (2010), que observou variação entre 20°C e 28°C ao longo do estuário de Santos, no período de novembro de 2004 a março de 2005. Durante todo

experimento, visualmente observou-se que os organismos, de ambas as espécies, expostos a 27°C, 30°C e controle, se comportaram normalmente, com abertura das valvas e posterior fechamento quando estimulados, já os organismos submetidos ao tratamento de 33°C, permaneceram com as valvas totalmente abertas, grande parte do tempo, demonstrando resposta tardia, mesmo após estímulos físicos.

Apesar da não letalidade nas temperaturas de 27°C e 30°C, funções fisiológicas importantes podem ter sido afetadas, como a gametogênese (VÉLES e EPIFANIO (1981) e o ciclo de vida (BUCKLEY *et al.*, 2001). RESGALLA JR. *et al.* (2007), testando o metabolismo de *Perna perna* para temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C concluíram que sua elevação acarreta aumento significativo do consumo de oxigênio, observando também, nos organismos submetidos a temperatura de 30°C, ausência de formação de bisso, diagnosticado como sintoma de estresse.

Os organismos estudados foram coletados na baixamar, com o substrato de mangue quase ou totalmente seco. Em marés de quadratura, onde a oscilação de maré é menor que nas marés de sizígia, alguns bancos naturais estudados podem permanecer com coluna d´água abaixo dos 30 cm, e juntamente com o efluente térmico das indústrias e insolação natural, pode chegar à temperatura de 33ºC. Esse fato ainda pode ser agravado com as dragagens realizadas em locais específicos do canal de Bertioga, que causam assoreamento das encostas do mangue, tornando outras áreas expostas a essa condição.

No presente estudo, foram realizados apenas testes de mortalidade acumulada, não foram avaliadas mudanças no metabolismo ou estresse fisiológico. Visualmente foi observado formação de bisso em todas as temperaturas testadas, porém, em quantidades inferiores nos organismos expostos às temperaturas de 30°C e 33°C.

CONCLUSÃO

Mytella falcata demonstrou ser mais resistente que *M. guyanensis* em exposição a altas temperaturas da água. Foi constatado que longo período de exposição à temperatura de 33°C é letal para as duas espécies.

Mesmo que a temperatura da água dos estuários raramente alcance 33°C, ou possa se manter por longo período como em laboratório; outros aspectos devem ser levados em consideração como a influência antrópica e a alteração de funções fisiológicas desses organismos, que podem afetar seu ciclo de vida, mesmo não ocorrendo mortalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.P.H.A. 1998. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Toxicity test procedures using mollusks. In: CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A.E. AND TRUSSEL, R.R. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater***.** (ed.), 20ª. ed., Port City Press, Baltimore, 873-880.

BENNETT, W. e JUDD, F. W. 1992. Comparison of methods for determining low temperature tolerance: experiments with pinfish *Logodon rhomboids.* Copeia. (4): 1095-1065.

BUCKLEY, B.A., OWEN, M. e HOFMANN, G.E., 2001. Adjusting the thermostat: the threshold induction temperature for the heat-shock response in intertidal mussels (genus *Mytilus*) changes as a function of thermal history. *The Journal of Experimental Biology*, (204): 3571-3579.

CETESB. 2004. COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2004. Capítulo 5 : Monitoramento da Qualidade dos Rios Litorâneos*. Disponível em: < http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes-/-relatorios>

DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z. I.; KNOWLER, D. J.; LEVEQUE, C.; NAIMAN, R. J.; PRIEUR-RICHARD, A. H.; SOTO, D.; STIASSNY, M. L. J., SULLIVAN, C. A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol Rev*, 81 (2):163-182.

FREIRE, C.A; AMADO, E.M.; SOUZA, L.R.; VEIGA, M.P.T.; VITULE, J.R.S.; SOUZA, M.M.; PRODOCIMO, V. 2008. Muscle water control in crustaceans and fishes as a function of habitat, osmoregulatory capacity, and degree of euryhalinity. *Comp Biochem Physiol* 149A: 435–446.

GONZÁLES, F. 2003. Temperaturas letales y temperature óptima para crecimento em uma población de almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835) 90 p. (Dissertação de Mestrado. Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C. México). Disponível em: <http://oceandocs.net/bitstream/1834/3425/1/gonzalez_f.pdf>. Acesso em: 10 jul.2012.

HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C.; THURSTON, R.U. 1977. Trimmed spearman-karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environm. Sci. Technol.* 11(7): 714 -719.

HENRIQUES, M. B. PEREIRA, O. M. MARQUES, H. L. A. 2007. Resistência do mexilhão *Perna perna* a altas temperaturas e sua relação com a contaminação bacteriológica. *Arquivos de Ciências do Mar*. 40: 52-57.

HICKS, D. W.; e MCMAHON, R. F. (2002), Respiratory responses to temperature and hypoxia in the noindigenous brown mussel *Perna perna* (Bivlavia: Mytilidae), from the Gulf of Mexico. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*., 277:61-78.

MARTINS, V. S. e SOUTO, F. J. B. 2006. Uma análise biométrica de bivalves coletados por marisqueiras no manguezal de Acupe, Santo Amaro, Bahia: Uma abordagem etnoconservacionista. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 6: 98-105.

ODUM E.P. 1988. *Ecologia.* 1ª Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 437p.

PEREIRA, J. B., 2010. *Composição, distribuição, biomassa e produção secundária do zooplâncton do Sistema Estuarino de Santos, São Paulo, Brasil.* (Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da universidade de São Paulo). Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-09082011-135919/pt-br.php>. Acesso em: 12. Jun.2012.

RAND, G. e PETROCELLI,S. 1985. *Fundaments of aquatic toxicology, methods and applications*. 18ª ed. Hemisfere, New York: Universidade de Michigan.666p.

RESGALLA JR, C.; BRASIL, E. S. e SALOMAO, L. C. 2007. The effect of temperature and salinity on the physiological rates of the mussel *Perna perna* (Linnaeus 1758). *Braz. arch. biol. technol*. 50 (3): 543-556.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.1995. Manguezal: Ecossistema entre a terra e mar. São Paulo*. Caribbean Research*, 64 p.

STOECKER W.F., JABARDO J.M. 2002. *Refrigeração industrial*. 2ª Ed. Edgard Blücher. 384p.

VÉLEZ, A.R. e EPIFANIO, C.E.1981. Effects of temperature and ration on gametogenesis and growth in the tropical mussel *Perna perna* (L.). *Aquaculture*, 22(1-2): p 21-26.

CAPÍTULO 2

MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis,* EM DIFERENTES SALINIDADES

MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis,* EM DIFERENTES SALINIDADES

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar a TM 50 de duas espécies de bivalves estuarinos, *Mytella falcata* e *M. guyanensis*, submetidos a diferentes salinidades. As duas espécies foram coletadas ao longo do canal de Bertioga, São Paulo, Brasil em duas épocas do ano, inverno (Experimento A) e verão (Experimento B). Apenas a salinidade 2 foi letal para ambas as espécies, com tolerância média de 127,05 horas no experimento A e 78,64 no experimento B para *M. falcata* e 107,69 horas e 59,17 horas para *M. guyanensis*, respectivamente. Observou-se maior tolerância para os organismos coletados no inverno (Experimento A), onde não ocorreu diferença significativa para ambas as espécies ($p<0,05$). No experimento B, ocorrido no verão, foi constatado maior resistência de *M. falcata* quando comparada a *M. guyanensis* ($p>0,05$).

Palavras-chave: TM 50; bivalves; estuário, curvas de mortalidade.

MORTALITY OF ESTUARINE BIVALVES, *Mytella falcata* AND *Mytella guyanensis*, IN DIFFERENT SALINITIES

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the AT 50 of two species of estuarine bivalves, Mytella falcata and Mytella guyanensis, in different concentrations of salinity, to organisms collected along of the Bertioga's channel, São Paulo, Brazil it's using two experiments (Experiment A and Experiment B). Only the salinity 2 was mortal to both species, then checked the average tolerance of 127.05 hours in the experiment A and 78.64 in the experiment B to M. falcata and 107.69 hours and 59.17 hours to M. guyanensis respectively. It was observed greater tolerance to the organisms exposed in the Experiment A which there was no significant difference to both species ($p<0.05$), then observed in the experiment B, greater resistance of M. falcata compared to M. guyanensis ($p>0.05$).

Key-words: AT 50; bivalves; estuary, mortality curves.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de moluscos bivalves marinhos possui grande potencial de crescimento, destacando-se a produção de ostras e mexilhões, que teve início a partir da década de 1990 (MARQUES, 1998). Os principais Estados produtores são: Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, este último, considerado o principal do país e o segundo maior da América Latina (DE SOUZA *et al.,* 2009). No litoral norte do Estado de São Paulo, a principal espécie de mitilídeo cultivado é o mexilhão *Perna perna*, apesar de também ocorrerem criações de pectenídeos (*Nodipecten nodosus*), algas (*Kappaphycus alvarezii*) e peixes marinhos (SANCHES *et al*., 2006), todos em baixa escala comercial.

Existem duas espécies de bivalves estuarinos com potencial para a mitilicultura no país: *Mytella guyanensis,* que se distribui na Costa Atlântica da América do Sul da Venezuela até o Estado de Santa Catarina, enquanto que na Costa do Pacífico, ocorre do México até o Perú. E *M. falcata*, que distribui-se do México ao Equador na Costa do Pacífico, e, na Costa Atlântica, da Venezuela à Argentina (SOOT-RYEN, 1965). Outros autores (BOHES *et al*., 2004; BOUDREAUX e WALTERS, 2006) relatam ainda a distribuição de *M. charruana*, sinônimo de *M. falcata* também na Costa Atlântica da América do Sul e a Costa do Pacífico da América Central e do Sul, desde o México até o Equador. Porém, no sudeste da Costa Atlântica dos Estados Unidos, recentemente, foram encontradas populações de *M. falcata* (YUAN *et al* , 2010), identificadas como espécies exóticas, invasoras do local.

Mytella falcata e *M. guyanensis* são encontrados geralmente enterrados ou semienterrados em manguezais, áreas que vêm sofrendo constante degradação ambiental, devido à proximidade de grandes centros urbanos, pólos industriais, portos e outras atividades antrópicas (NISHIDA e LEONEL, 1995; MARQUES, 1998).

O litoral paulista destaca-se pela existência de condições oceanográficas favoráveis ao cultivo, por possuírem diversas áreas protegidas, compostas por baías, enseadas e estuários, que possibilitam o bom desenvolvimento biológico de organismos (FAGUNDES *et al.*, 1997). Porém, o estuário de Santos, local das coletas do presente estudo, é um exemplo de ambiente costeiro altamente

degradado por poluição hídrica e atmosférica de origem industrial (LAMPARELLI *et al.,* 2007). Em toda sua extensão há instalações industriais que descartam seus efluentes, podendo alterar a salinidade da água no entorno.

Algumas comunidades tradicionais ribeirinhas possuem poucas alternativas de renda, e dependem da exploração dos recursos naturais locais (MARTINS e SOUTO, 2006). No nordeste brasileiro, *M. falcata* e *M. guyanensis* são considerados os principais recursos pesqueiros de algumas regiões dos Estados de Alagoas, Paraíba e Maranhão (PEREIRA-BARROS, 1987; NISHIDA e LEONEL, 1995). No canal de Bertioga, localizado na área estuarina da Baixada Santista, SP, estão instaladas algumas comunidades que dependem da pesca artesanal, onde está incluída a extração destes mitilídeos, para comercialização e como fonte de proteína (MOREIRA *et al.*, 2009).

Sabendo que a salinidade é um fator de extrema importância para a consolidação de espécies marinhas no ambiente, e que suas alterações ou oscilações já motivaram várias pesquisas sobre influência no crescimento e sobrevivência de diversas espécies de moluscos bivalves (LAING, 2002; TAYLOR *et al*., 2004; HENRIQUES *et al.,* 2006), este estudo objetivou comparar a mortalidade dos bivalves *Mytella falcata* e *M. guyanensis* submetidos a diferentes salinidades, visando contribuir para o conhecimento da biologia e fisiologia da espécie e, assim, fornecer subsídios que auxiliem no ordenamento da atividade extrativa e da maricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os mexilhões foram coletados em duas épocas do ano, junho de 2011 (Experimento A) e fevereiro de 2012 (Experimento B), ao longo do canal de Bertioga, litoral paulista (FIGURA 1).

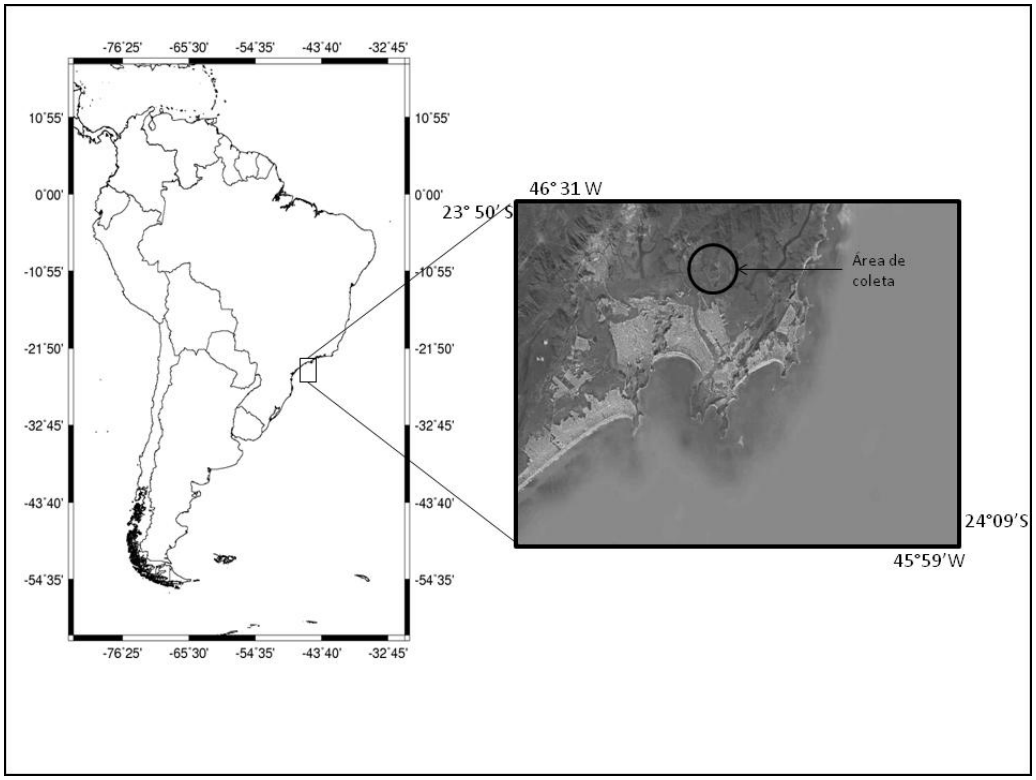

FIGURA 1 – Localização da área de coleta de *Mytella falcata* e *M. guyanensis*, canal de Bertioga, São Paulo.

A seguir, foram transportados ao laboratório do Instituto de Pesca, separados individualmente, limpos de todo o material incrustante, aclimatados durante 24 horas em recipientes com aeração constante, mantidos na densidade de 2 animais.L^{-1} (A.P.H.A., 1998), na temperatura e salinidade registradas no local de coleta para os Experimentos A e B. Optou-se por dois experimentos em momentos distintos pelo histórico de diferenças de Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) nessas duas épocas do ano, com temperaturas mais altas no verão e mais amenas no inverno em toda costa sudeste brasileira (MESQUITA, 1997). LEÃO (2008) verificou um padrão de TSM entre as estações do ano, entre os anos de 1998 e 2006, para o cabo de São Tomé-RJ, cabo Frio-RJ, Ubatuba-SP, Cananéia-SP e cabo de Santa Marta-SC (FIGURA 2), através de dados obtidos por imagens de satélites.

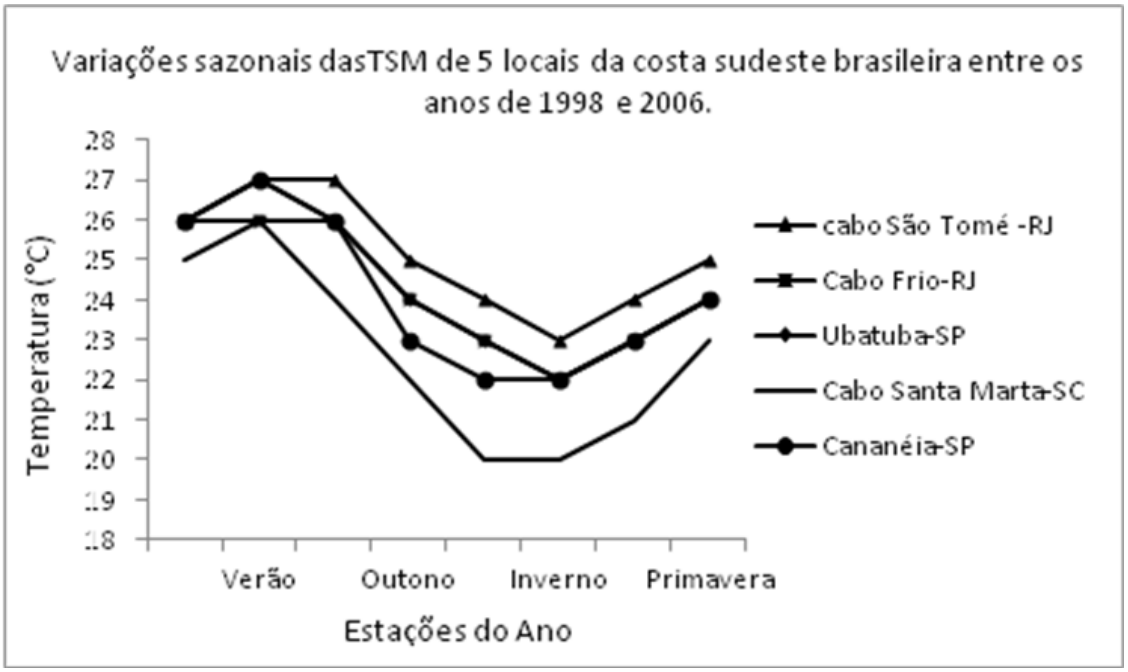

FIGURA 2- Variações sazonais das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) de 5 locais da costa sudeste brasileira, entre os anos de 1998 e 2006. Adaptado de LEÃO (2008).

Corrobora com essa informação, as temperaturas verificadas no presente estudo, de 21°C no inverno e 24°C no verão, na ocasião das coletas dos animais para os experimentos. A salinidade em ambas as coletas foi de 16.

Os experimentos foram conduzidos em aquários de 5 litros, contendo 10 mexilhões cada, constantemente aerados e com renovação diária da água. Para tal, foi utilizada água proveniente do próprio local de coleta, previamente estocada em recipientes com aeração constante e mantida nas salinidades a serem testadas. Utilizaram-se animais jovens (máximo de 20 mm de comprimento) para evitar a emissão de gametas durante o experimento (A.P.H.A., 1998).

Nos testes, foram utilizados organismos das duas espécies coletados em épocas diferentes do ano, inverno (A) e verão (B), período onde estão expostos a temperaturas mais elevadas, objetivando avaliar o tempo médio para ocorrer mortalidade de 50% dos organismos (TM 50). Foram utilizados oito tratamentos, com quatro repetições cada, totalizando 32 parcelas experimentais para cada experimento. As diferentes salinidades, na amplitude entre 2 e 33 (2, 6, 9, 16, 24, 27, 30, 33), foram obtidas pela diluição da água do

mar com água destilada e/ou concentração com água oceânica, aferidas com um salinômetro refratômetro.

A morte dos animais foi verificada a cada seis horas, através de um leve toque no manto por um estilete. As tolerâncias médias em horas (TM 50) foram obtidas através do método de Trimmed Sperman-Karber (HAMILTON *et al.,* 1977). Os experimentos foram encerrados após 168 horas e os resultados obtidos foram comparados através da análise de variância (ANOVA) que verificaram as diferenças de tolerância média entre os experimentos (A e B) e entre as duas espécies de moluscos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção das unidades experimentais (UEs) de salinidade 2, onde ocorreu mortalidade e verificou-se a TM 50 (TABELA 1), nas demais UEs não ocorreram mortes, impossibilitando a determinação de TM 50. Contudo, todas UEs foram mantidas para avaliação visual do comportamento dos organismos, e anotação de qualquer anormalidade.

Apenas não houve diferença significativa (p=0,17) na TM 50 entre as espécies do experimento A, realizado no inverno, em junho de 2011. Nos demais testes foram observados diferenças significativas na resistência a salinidade (ANOVA: p<0,05) (TABELA 1).

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) das TM 50 de *Mytella falcata* e *M. guyanensis* expostos a salinidade 2, nos dois experimentos.

	Experimento A		**Experimento B**		***p***
M.falcata	Mín.	108,30	Mín.	75,90	
	Médio	**127,05**	Médio	**78,64**	**0,01**
	Máx.	149,04	Máx.	81,48	
M. guyanensis	Mín.	102,76	Mín.	54,48	
	Médio	**107,69**	Médio	**59,17**	**0,00**
	Máx.	112,84	Máx.	63,67	
p	**0,17**		**0,00**		

Os organismos utilizados no Experimento B foram coletados no mês de fevereiro, período considerado verão no Brasil, com predominância de águas mais quentes (MESQUITA, 1997), já que a maioria dos bivalves apresentam maior estresse em temperaturas mais altas (RESGALLA JR, *et al.,* 2007), com aumento do consumo de oxigênio, consequente elevação da taxa metabólica e diminuição no tempo de vida.

Em todos os experimentos realizados para salinidade 2, nas primeiras 24 horas não houve mortalidade. No Experimento A, para *M. falcata,* a baixa mortalidade se manteve até 54 horas de teste, quando aumentou rapidamente, chegando a 100% após 168 horas. Para *M. guyanensis,* não foi observado mortalidade nas primeiras 56 horas. Após esse período, houve 10% de mortalidade que se manteve até 84 horas, ocorrendo mortalidade total após 160 horas.

No Experimento B, a mortalidade nas primeiras 30 horas de *M. falcata* foi considerada baixa. Esse quadro permaneceu até as primeiras 48 horas. Para *M. guyanensis*, a baixa mortalidade foi observada nas primeiras 48 horas de experimento, ficando estável (aproximadamente 10% de mortalidade) até às 48 horas iniciais. Após esse período, aumentou rapidamente, chegando à mortalidade total após 102 horas para *M. falcata* e 90 horas para *M. guyanensis* (FIGURA 3).

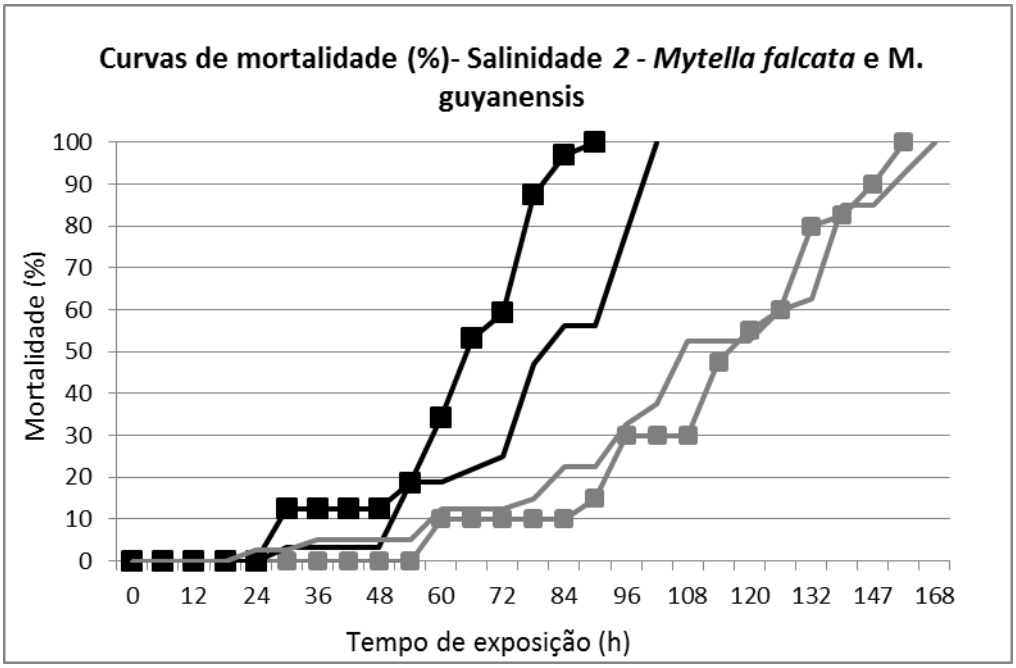

FIGURA 3 - Mortalidade (%) por tempo de exposição(h) nos Experimentos A e B de salinidade 2 para *M.falcata e M. guyanensis.* Legenda: Experimento A (▀); Experimento B (▄); *M. guyanensis* (▬); *M. falcata* (▬)

A maior resistência de *M. falcata* no experimento B se deve possivelmente por sua ocorrência em locais mais expostos as variações de salinidade. Esta espécie geralmente se fixa em raízes de mangue, mais próximos ao nível d'água ou em bancos naturais no meio do canal, *M. guyanensis*, por sua vez, é encontrada em áreas mais abrigadas, geralmente enterrada no sedimento do manguezal.

As duas espécies expostas a salinidade 2 permaneceram com suas valvas fechadas, sem formação de bisso e excreção, demonstrando estresse fisiológico para tal condição. O mesmo fato foi verificado por outros autores, em trabalhos sobre estresse fisiológico em bivalves marinhos (SALOMÃO e LUNETTA 1989; VEIGA, 2009). BERGAN e KHARAZOVA (1997) denominaram esse comportamento de pseudoosmorregulação facultativa.

CASTAGNA e CHANLEY (1973) e WILSON *et al.* (2005), estudaram a espécie tropical de bivalve estuarino, *Crassostrea virginica* e verificaram que sua faixa ótima de salinidade situa-se entre 6 e 28. LOOSANOFF (1953) constatou que a mesma espécie apresenta inibição dos seus gametas, quando exposta a baixas salinidades (0-3), apesar de não ocorrer mortalidade. Nas

salinidades 6, 9, 16, 24, 27 e 30 testadas no presente estudo, *M. falcata* e *M. guyanensis* apresentaram comportamento normal.

A resistência desses bivalves estuarinos a essa amplitude de salinidade deve-se ao fato de serem osmoconformistas, possuindo capacidade de ajustar seu volume celular (HOSSOI, *et al.,* 2003), além de serem espécies eurihalinas, com capacidade de tolerar oscilações bruscas de salinidade (SALOMÃO e LUNETA, 1980).

COSTA e NALESSO (2002) em experimento de cultivo de *Mytella falcata* e *M. guyanensis* observaram alta mortalidade na estação seca, com menor aporte pluvial e salinidade superior a 30. YUAN (2010) constatou alta tolerância de *Mytella charruana*, sinônimo de *M. falcata* em diferentes salinidades, concluindo que esta espécie suporta variação entre 2 e 40, e salinidades extremas de 0 e 45 causam altas taxas de mortalidade.

Geukensia demissa, bivalve encontrado em águas da América do Norte em zonas intertidais, com grande ocorrência em regiões estuarinas da Venezuela (BÁEZ, *et al.,* 2005), podem sobreviver em salinidades variando entre 6 e 70 enquanto que *Brachidontes exustus* possuem sua tolerância na faixa compreendida entre 10 e 41 (BERGQUIST *et al*, 2006).

No presente estudo notou-se que salinidade abaixo de 2 foi letal para ambas as espécies, com TM 50 de 127,05 e 78,64 horas para *M. falcata* e 107,69 e 59,17 horas para *M. guyanensis,* nos experimentos A e B, respectivamente. Apesar da não ocorrência de mortalidade dos organismos testados na salinidade 33, após estímulo mecânico, foi constatada resposta tardia, em comparação com as demais salinidades, indicando possível alteração fisiológica.

CONCLUSÃO

Salinidades variando entre 6 e 33 não causam mortalidade efetiva para *Mytella falcata* e *M. guyanensis,* as duas espécies demonstraram possuir maior resistência na salinidade 2, quando coletados no período de inverno.

No período de verão, com águas predominantemente mais quentes, *M. falcata* demonstrou ser mais resistente à permanência em baixas salinidades que *M. guyanensis.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.P.H.A.1998. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Toxicity test procedures using mollusks. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussel, R.R. Port City Press, Baltimore. (ed.), 20ª. p. 873 – 880.

BÁEZ, M. Y.; SEVEREYN, G. e SEVEREYN, H. 2005 Reprocuctive Cycle of *Geukensia demissa* (Bivalvia Mytilidae) on a Beach at Nazarret El Mojan, Zulia State, Venezuela. Ciencias Marinas. 31 (1A):p.111-118.

BERGAN V.J e KHARAZOVA A.D. 1997. Mechanisms of salinity adaptations in marine molluscs. *Hydrobiologia* 355: p.115-126.

BERGQUIST, D. C.; HALE, J. A.; BAKER, P. e BAKER, S. M. 2006. Development of ecosystemindicators for the Suwannee River estuary: oyster reef habitat quality along a salinity gradient. *Estuaries and Coasts*. 29: p.353–360.

BOEHS, G., ABSHER T.M e CRUZ-KALED, A.C. 2004. Composition and distribution of benthic mollusks on intertidal flats of Paranagua Bay (Parana, Brazil). *Scientia Marina*. 68: p.537–543

BOUDREAUX, M. L. e WALTERS, L. J. 2006. *Mytella charruana* (Bivalvia: Mytilidae): a new, invasive bivalve in Mosquito Lagoon, Florida. *Nautilus* 120: p.34–36.

CASTAGNA, M. e P. CHANLEY. 1973. Salinity tolerance of some marine bivalves from inshore and estuarine environments in Virginia waters on the western mid-Atlantic coast. *Malacologia* 12: p.47–96.

COSTA, K. G e NALESSO, R.C. 2002. Cultivo experimental de *Mytella falcata* (Orbigny, 1846) e *M. guyanensis* (Lamarck, 1819), no estuário do Rio Piraquê-Açu (Aracruz, ES*). Acta Limnologia. Brasileira*:14(1): p.15-22.

DE SOUZA, R.V.; NOVAES, A. L. T.; DOS SANTOS, A. A.; RUPP, G. S.; SILVA, F. M. 2009 Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves no Litoral de Santa Catarina. *Panorama da Aquicultura*, 54-59.

FAGUNDES, L.; HENRIQUES, M.B.; OSTINI, S. e GELLI, V. C. 1997. Custos e Benefícios da mitilicultura em espinhel no sistema empresarial e familiar. *Informações econômicas*, SP, v. 27, n. 2, p. 33-54.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R.U. 1977. Trimmed spearman-karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Journal of Environmental Science and Technology.* 11(7): p.714 -719.

HENRIQUES, M.B.; MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, O.M. e LOMBARDI, J.V. 2006. Resistência do mexilhão *Perna perna* a baixas salinidades e sua relação com a contaminação bacteriológica. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo,* 32 (2): p.107-114.

HOSSOI, M.; KUBOTA, S.; TOYOHARA, H.; HAYASHI, I. 2003. Effect of salinity change on free amino acid content in Pacific oyster. *Fisheries Science,* 69, p.395-400.

LAING, I. 2002. Effect of salinity on growth and survival of king scallops (*Pecten maximus). Aquaculture, Amsterdam*, v. 205, p.171-181.

LAMPARELLI, M. C.; QUINAGLIA, G. A.; TOMINAGA, M. Y.; SANTOS, P. E. ; RECH, C. M.; SATO, M. I. Z. ; BEVILACQUA, J. E. ; UMBUZEIRO, G. A. 2007. Bertioga as a Possible Reference Region for Studies in the Baixada Santista for Carcinogenic Metals, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Mutagenicity. In: VII Congresso Brasileiro de Mutagênese Carcinogênese e Teratogênese, 2007, Mangaratiba, RJ. *Revista Brasileira de Toxicologia*. v. 20. p. 1.

LEÃO, C. 2008*. Variabilidade Espaço-Temporal da Concentração de Clorofila-A e Temperatura da Superfície do Mar Estimadas por Satélites da Margem Continental Sudeste Brasileira*. (Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE). Disponível em < http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2008/02.12.17.39/doc/publicacao.pdf>.

LOOSANOFF, V.L. 1953. Behavior of oysters in water of low salinity. Proceedings. Of the National Shellfish. Association. : p.135-151.

MARTINS, V. S. e SOUTO, F. J. B. 2006. Uma análise biométrica de bivalves coletados por marisqueiras no manguezal de Acupe, Santo Amaro, Bahia: Uma abordagem etnoconcservacionista. Sitiembus *Serie Ciências Biológicas*. (6). p. 98-105.

MARQUES, L. A. 1998. *Criação comercial de mexilhões – São Paulo*: Editora Nobel.

MESQUITA, R. A. 1997. *Marés, Circulação e nível do Mar na Costa Sudeste do Brasil.* Instituto Oceanográfico do Estado de São Paulo (IOUSP). Disponível em: <http://www.mares.io.usp.br/sudeste/sudeste.html>. Acesso em 24. Ago.2012.

MOREIRA JUNIOR, W.; CASTRO, P. M. G.;MENEZES, L. C. B. 2009. A Explotação dos manguezais da Baixada Santista-SP através da memória de comunidades locais. In: VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, 2009, São Carlos, SP. VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM - Ambiente. *Anais..*p. 1-15.

NISHIDA, A. K. e LEONEL, R. M. V.1995. Occurrence, population dynamic and habitat characterization of Mytella guyanensis (Lamarck,1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraíba do Norte river estuary. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 43 (1): 41 – 49.

PEREIRA- BARROS, J.B. 1987. Ecologia do sururu *Mytella falcata* (Mytilidae) da Lagoa Mundaú (Maceió-AL*). Bol. Estudo Cienc. Mar*. (6): 84:86.

RESGALLA JR, C.; BRASIL, E. S. e SALOMAO, L. C. 2007. The effect of temperature and salinity on the physiological rates of the mussel *Perna perna* (Linnaeus 1758). *Braz. arch. biol. technol*. 50(3): 543-556.

SALOMÃO, L.C.; MAGALHÃES, A. R. M. e LUNETTA, J. E.1980. Influência da salinidade na sobrevivência de *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). *Boletim de Fisiologia Animal*. Universidade de. São Paulo, São Paulo, 4:143-152.

SALOMÃO, L. C. e LUNETTA, J. E. 1989. The effects of salinity on the osmotic and ionic concentrations in the hemolymph of *Perna perna* (Molusca: Bivalvia). *Boletim de Fisiologia Animal.* Universidade de São Paulo, S Paulo 13: 29-38.

SANCHES, E. G.; HENRIQUES, M. B.; FAGUNDES, L.; SILVA, A. A. 2006 Viabilidade econômica do cultivo da garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*) em tanques-rede, região Sudeste do Brasil. *Informações Econômicas*. Instituto de Economia Agrícola, *36*: 15-25.

SOOT-RYEN, T. 1965. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda*). Alla Handcock Pacific Expeditions*, 20(1): 47-57.

STOECKER W.F., JABARDO J.M. 2002. *Refrigeração industrial*. 2ª Ed. Edgard Blücher. 384p.

TAYLOR, J. J.; SOUTHGATE, P. C. e ROSE, R.A. 2004. Effect of salinity on growth and survival of silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima*, spat. *Journal of Shellfish Research*, v.23, n.2, p.375-377.

VEIGA, M. P. T. (2009). Comparação da tolerância fisiológica (temperatura e salinidade) entre as cracas (Crustacea, Cirripedia) *Fistulobalanus citerosum* Henry, 1974 (espécie nativa) e *Amphibalanus reticulatus* Utinomi, 1967 (espécie invasora). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil.

WILSON, C., L. SCOTTO, J. SCARPA, A. VOLETY, S. LARAMORE e D. HAUNERT. 2005. Survey of water quality, oyster reproduction and oyster health status in the St. Lucie Estuary. *Journal of Shellfish Research*. 24: p.157–165.

YUAN, W.; WALTERS, L.J.; SCHNEIDER, K. R E HOFFMAN, E.A. 2010. Exploring the Survival Threshold: A Study of Salinity Tolerance of the Nonnative Mussel *Mytella charruana*. 2010. *Journal of Shellfish Research, National Shellfisheries Association.* 29(2): p.415-422.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas estuarinas naturalmente sofrem mudanças de temperatura e salinidade no decorrer do dia, por aporte de águas pluviais, fluviais, oscilações de marés, incidência de sol, entre outros fatores naturais. Porém, o crescente aumento da degradação ambiental motivados por impactos antrópicos como: turismo, instalações industriais, dragagem e construções irregulares, aceleram essas mudanças, podendo acarretar mortalidade e desequilíbrio populacional dos bivalves estuarinos, em níveis ainda não diagnosticados.

Os resultados deste trabalho indicam que apenas a salinidade 2 e a temperatura de 33°C são letais para *Mytella falcata* e *M. guyanensis,* quando expostos a longos períodos. Nos testes realizados com outras salinidades e temperaturas, que comumente oscilam em áreas estuarinas, as espécies demonstraram alta resistência, não sendo possível diagnosticar a TM 50.

Apesar de não ocorrer mortalidade nas outras concentrações de salinidades e temperaturas testadas, os organismos podem ter sofrido alterações fisiológicas, que influenciariam a viabilização da instalação de cultivos marinhos. Outras pesquisas são necessárias para verificação de estresse fisiológico em moluscos bivalves.

No ANEXO 1 estão dispostas as figuras referentes às coletas de campo dos organismos utilizados, bem como os experimentos montados.

ANEXO 1

Figura 1- Coleta de organismos para experimento, manguezal do Canal de Bertioga, SP.

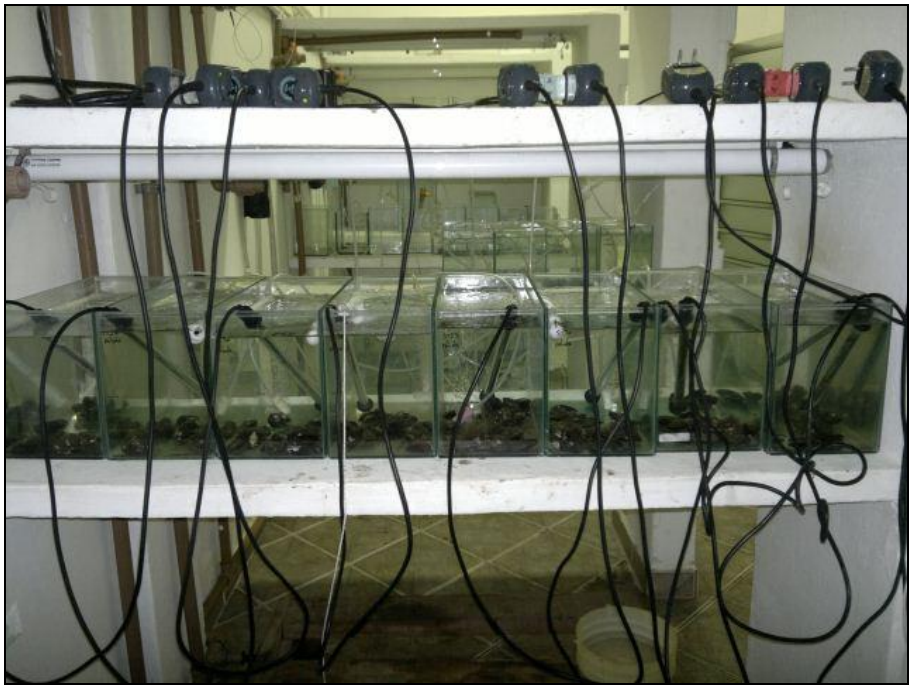

Figura 2 - Experimento em diferentes temperaturas montado no Laboratório de Maricultura, Instituto de Pesca, Santos.

Figura 3 - Experimento em diferentes concentrações de salinidade montado no Laboratório de Maricultura, Instituto de Pesca, Santos.