



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA - PGEAP
LABORATÓRIO DE ULTRAESTRUTURA CELULAR

TESE DE DOUTORADO

Biologia Reprodutiva, Crescimento Cultivo da Ostra-do-Mangue *Crassostrea gasar* Adanson (1757) (MOLLUSCA: BIVALVIA) em manguezais da Costa Amazônica (Curuçá e São Caetano de Odivelas), Brasil.

Maria de Nazaré Bentes de Lima
Orientadora: Prof^a Dr^a Rossineide Martins da Rocha
Co-Orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho

Belém – PA
2015

MARIA DE NAZARÉ BENTES DE LIMA

Biologia Reprodutiva, Crescimento e Cultivo da Ostra-do-Mangue *Crassostrea gasar* Adanson (1757) (MOLLUSCA: BIVALVIA) em manguezais da Costa Amazônica (Curuçá e São Caetano de Odivelas), Brasil.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como quesito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rossineide Martins da Rocha
Co-Orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho

Belém – PA

2015

MARIA DE NAZARÉ BENTES DE LIMA

Biologia Reprodutiva e Crescimento da Ostra-do-Mangue *Crassostrea gasar* Adanson (1757) (MOLLUSCA: BIVALVIA) cultivada em manguezais da Costa Amazônica (Curuçá e São Caetano de Odivelas).

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia Aquática e Pesca, cuja banca examinadora foi constituída pelos Professores listados abaixo. Conceito: BOM.

Orientadora:

Prof. Dra. Rossineide Martins da Rocha

Universidade Federal do Pará – Laboratório de Ultraestrutura Celular.

Co-Orientador:

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho

Universidade Federal de Pernambuco

Examinadores:

Prof. Dr. Colin Robert Beasley –
Universidade Federal do Pará – *Campus*
Bragança.

Prof. Dr. Marko Herrmann - Universidade
Federal Rural/ Instituto Socioambiental e
dos Recursos Hídricos – Belém.

Suplentes:

**Prof. Dr. Constantino Pedro de Alcântara
Neto** – Faculdade Metropolitana da
Amazônia - FAMAZ.

Prof. Dr^a. Bianca Bentes - Universidade
Federal do Pará– *Campus* Bragança

**Prof^a. Dra. Jussara Moretto Martinelli
Lemos** – Universidade Federal do
Pará/Programa de Pós-graduação em
Ecologia Aquática e Pesca – Belém.

**Prof^a. Dr^a. Maria Auxiliadora Pantoja
Ferreira** - Universidade Federal do Pará –
Laboratório de Imunohistoquímica e
Biologia do Desenvolvimento.



“No meio do caminho tinha uma pedra,
tinha uma pedra no meio do caminho...
Jamais esquecerei na vida de minhas retinas tão fatigadas,
que no meio do caminho tinha uma pedra” (Carlos Drummond de Andrade).

... “o rio vinha descendo... sem demora... o quebra-quebra começou...
pedra preta, pedra branca, mas a água não parou...bem de mansinho... pedra rocha,
pedra firme, mas a água não se intimidou... começou polindo as pedras, como quer,
mas não quer, até formar cachoeira, que ficou muito tempo de pé...aquelas água
descendo...o tempo foi passando...eu não sei por que razão, as águas dessa nascente
que rio abaixo corriam tinham um gosto diferente...cuidado... quem imaginaria tal
destruição...o quebra-quebra das pedras...hoje posso até dizer, com grande
convicção, que o rio corria no passado mas hoje não corre não”
(Adaptado de José Gomes de Lima Neto – Nêgo de Belo)

Ajuntei todas as pedras que vieram sobre mim.
Levantei uma escada muito alta e no alto subi.
Teci um tapete floreado e no sonho me perdi.
Uma estrada, um leito, uma casa... tudo de pedra.
Entre pedras que me esmagavam cresceu a minha vida...
Quebrando pedras e plantando flores.
(adaptado de Cora Coralina)

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas
nunca me levei realmente a sério... é que tem
mais chão nos meus olhos do que cansaço nas
minhas pernas, mais esperança nos meus
passos do que tristeza nos meus ombros, mais
estrada no meu coração do que medo na
minha cabeça” (Cora Coralina).



Dedico à minha família!

Dedico esta tese às ostras, aos ostreicultores!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir a vida e conceder a oportunidade de aprimoramento. À minha orientadora Rossineide Rocha pela paciência, dedicação e confiança. À professora Auxiliadora Ferreira pela atenção e acompanhamento. Ao professor Souto pela orientação para elaboração do projeto de tese. À professora Voyner Ravena por ter me conduzido por meio da antropologia a ter outros olhares e percepções sobre a vida do ostreicultor e que resultados de pesquisas precisam ser retornados às comunidades.

Aos colegas do Laboratório de Ultraestrutura Celular e Laboratório de Imunohistoquímica e biologia do desenvolvimento por terem me mostrado o quão pode ser prazeroso o trabalho em equipe, em especial à Fabrícia Sizo por tudo! e a Liziane por “tomar conta” do projeto administrativa e financeiramente (deu trabalho!) e ainda iam pra campo comigo. Aos nossos maridos (Kleber, Augusto e Denilson) que dirigiram para que chegássemos em campo e Messias que morria de pena de quebrar o carro dele. À técnica de laboratório Lia pela tranquilidade com que me explicava e acompanhava cada procedimento do laboratório de técnicas histológicas.

À coordenadora do PPGEAP Jussara Martinelli pela sua dedicação ao curso, atenção aos alunos e por sempre estar disposta a encontrar a melhor solução. Aos colegas do PPGEAP 2011, pela cumplicidade em sala de aula, em especial a Jerônimo por todas suas contribuições matemáticas e estatísticas. Aos colegas de campo Átila que tornava as coletas especialmente divertidas e Daniela, que bravamente esperava o encher e vaziar das marés e pacientemente me aguentava reclamar.

À instrucional designer Waldiza Santos pelas incansáveis leituras da cartilha e orientações para adequação da linguagem e Thayo pela sua paciência durante a diagramação da cartilha.

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente em especial a Paulo Altieri por estar de acordo com meu afastamento para estudo concedido para a qualificação e pela autorização de licenças prêmios em outros momentos cruciais, bem como a Crisomar e Josi pelos “de acordo”. Em especial também a Marcelo Gadelha pela elaboração dos mapas da área de estudo, seu Vilhena pelos seus desenhos na cartilha, Evandra e Fábio por sempre estarem dispostos a me socorrer com planilhas, me ouvindo ou contribuindo com suas áreas de conhecimento.

Aos ostreicultores das Vilas de Pereru de Fátima (São Caetano de Odivelas) e Lauro Sodré (Curuçá) por permitirem os estudos em suas estruturas de cultivo e toda a atenção dispensada durante dois anos e meio de campo. Ao professor Doutor Constantino na época secretário de pesca e aquicultura, que nos possibilitou o contato com as associações.

Ao meu marido Kleber e filhas Gabriela e Camila pela compreensão da minha ausência durante as coletas de finais de semana, pelo mau humor matinal por não ter dormido direito devido às tensões musculares e dores acumuladas ao longo do tempo, e por quererem estar comigo mesmo assim e pelo amor que dava forças pra continuar, afinal trabalhar e estudar é duro.

A minha mãe Rita Bentes por ter mostrado que estudar sempre é o melhor caminho e que me iniciou no mundo da leitura, tia Luiza e avó Sinhá pelos incentivos. À avó Nazaré (*in memoriam*) pela força e avô Clomácio pelos cuidados, ao Avelino pelas palavras de apoio.

Aos demais amigos e familiares que também contribuíram para a construção deste trabalho.

Muito Obrigada!

APOIO FINANCEIRO E LOGÍSTICO



Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado do Pará, FAPESPA, pelo financiamento da Rede de Pesquisas Aplicadas para Suporte ao Desenvolvimento Integrado e Sustentado da Pesca e Aquicultura no Estado do Pará (REPAPAq), da qual fez parte meu projeto de doutorado, desenvolvido pelo Laboratório de Ultraestrutura Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará através do convênio 070/2008 FAPESPA/UFGA/FADESP/SEDECT.

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	12
INTRODUÇÃO GERAL	14
OBJETIVOS	20
Geral	20
Específicos	20
MATERIAL E MÉTODOS	21
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO I	25
ESTRATÉGIA REPRODUTIVA DE <i>CRASSOSTREA GASAR</i>: RESPOSTAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO EM DOIS AMBIENTES, A JUSANTE E A MONTANTE, NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL.	
RESUMO	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS	31
Área de Estudo	31
Variáveis Físico-químicas	31
Processamento de amostras	32
Análise Estatísticas	32
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	41

CAPÍTULO II	44
CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DA OSTRA-DO-MANGUE CRASSOSTREA GASAR CULTIVADA EM SISTEMA FIXO NA COSTA DE MANGUEZAIS DE MACROMARÉS DA AMAZÔNIA, BRASIL.	
RESUMO	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	47
Área de Estudo	47
Parâmetros Ambientais (Salinidade e Precipitação)	47
Sistema de Cultivo	48
Obtenção de Sementes	48
Crescimento	48
Análise histológica	49
Análise Estatística	49
RESULTADOS	49
DISCUSSÃO	53
REFERÊNCIAS	55
CAPÍTULO III	58
CULTIVO DE OSTRAS EM MANGUEZAIS DO PARÁ	
Resumo	59
Cultivo de Ostras em Manguezais do Pará (cartilha)	60
CONCLUSÃO GERAL	86
ANEXO 01 (Autorização de Pesquisa)	88

RESUMO

O presente trabalho foi dividido em três capítulos. O capítulo 1 (artigo 1) intitulado de “Estratégia reprodutiva de *Crassostrea gasar*: respostas a diferentes condições de cultivo em dois ambientes, a jusante e a montante, no Estuário Amazônico, Brasil” aborda como os estudos das variações sazonais dos fatores ambientais são imprescindíveis para a compreensão da influência destes fatores no desenvolvimento de *C. gasar* cultivada em manguezais. Durante doze meses foram mensurados os parâmetros físico-químicos da água de cultivo a fim de correlacionar estes dados com o ciclo reprodutivo da ostra do mangue no Rio Tijoca, município de Curuçá e no Rio Pereru, município de São Caetano de Odivelas. Amostras de tecido gonadal foram processadas segundo técnicas histológicas de rotina. Os estádios de desenvolvimento gonadal foram determinados de acordo com a forma, o tamanho e a coloração das células germinativas. A maturação das gônadas ocorre durante o período transicional chuvoso/seco, enquanto que a desova e espermição ocorrem na estação seca. No capítulo 2 (artigo 2) intitulado “Crescimento e sobrevivência da ostra-do-mangue *Crassostrea gasar* cultivada em sistema fixo na Costa de Manguezais de Macromarés da Amazônia, Brasil”, o objetivo foi comparar o incremento de tamanho e a mortalidade da ostra do mangue em dois cultivos experimentais. Para a análise do crescimento foram implementados cultivos experimentais durante doze meses no Rio Tijoca (águas mais interiores) e no Rio Pereru (mais próximo da costa). Podemos inferir que as diferenças sazonais nas taxas de crescimento estão relacionadas com a precipitação, pois a baixa salinidade do período chuvoso ocasiona a diminuição nas taxas de filtração em ostras; e áreas mais próximas a costa são mais favoráveis ao cultivo de ostras, pois ostras se desenvolvem melhor em salinidades mais altas. O capítulo 3 foi feito em forma de cartilha intitulada Cultivo de Ostras em Manguezais do Pará. Essa cartilha foi o produto gerado no Projeto Cultivo de Ostras do Mangue, da Rede de Pesquisas Aplicadas para Suporte ao Desenvolvimento Integrado e Sustentado da Pesca e Aquicultura no Estado do Pará (REPAPAq), desenvolvido pelo Laboratório de Ultraestrutura Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará através do convênio 070/2008 FAPESPA/UFGA/FADESP/SEDECT. Nosso objetivo com essa cartilha é destinada aos ostreicultores e tem o objetivo de mostrar o ciclo de reprodução e crescimento das ostras e como esses conhecimentos podem ajudar no cultivo da espécie.

ABSTRACT

This study was divided into three chapters. The chapter 1 (Article 1) titled "Reproductive strategy *Crassostrea gasar*: responses to different growing conditions in both environments, downstream and upstream in the Amazon Coast, Brazil" discusses how the study of seasonal variation in environmental factors are essential for understanding the influence of these factors on the development of *C. gasar* grown in mangroves. For twelve months were measured physicochemical parameters of the cultivation water in order to correlate these data with the reproductive cycle of the mangrove oyster in Rio Tijoca, Curuçá and Rio Pereru, São Caetano de Odivelas. Gonadal tissue samples were processed according to standard histological techniques. The gonadal development stages were determined according to the shape, size and coloration of germ cells. The maturation of the gonads occurs during the late rainy season, while spawning and spermiation occur in the dry season. Chapter 2 (Article 2) entitled "Growth and survival of the oyster of the mangrove *Crassostrea gasar* grown in fixed system in Coast Mangrove Macrotide the Amazon, Brazil," the goal was to compare the increase in size and the oyster mortality mangrove in two experimental crops. For the growth analysis were implemented experimental crops for twelve months in Rio Tijoca (more inland) and Rio Pereru (closer to shore). We can infer that the seasonal differences in growth rates are related to precipitation, because the low salinity of the rainy season causes a decrease in filtration rates in oysters; and areas closer to the coast are more favorable to oyster farming because oysters grow best at higher salinities. Chapter 3 was made in the form of booklet titled "Oysters cultivation in Mangroves of Pará". This booklet was the product generated in the Mangrove Oyster Cultivation Project of Applied Research Network to Support Integrated Development and Sustainable Fisheries and Aquaculture in the Pará State (REPAPAq) developed by Mobile Ultrastructure Laboratory of the Institute of Biological Sciences, Federal University of Pará through the agreement 070/2008 FAPESPA / UFPA / FADESP / Sedect. The objective with this booklet is designed to oyster growers to show the cycle of reproduction and growth of oysters and how this knowledge can help in the cultivation of the species.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 01 – a) Vista da Valva direita (inferior) de espécime de *C. gasar*, na seta a indicação de uma linha concêntrica, b) Vista das partes moles de *C. gasar* (Gd – glândula digestiva, G - gônada, ma – músculo adutor, b – brânquias), c) Vista das partes moles recobertas pelo manto, d) Gônada. 16

Figura 02 – Representação esquemática do ciclo reprodutivo de *C. gasar*. 17

Figura 03 – Estrutura de cultivo do tipo mesa- fixa, com travesseiros para acondicionamentos de ostras para crescimento. Principal estrutura utilizada no Estado do Pará. 19

Figura 04 – Mapa de localização das áreas de estudo, A) estuário do Rio Tijoca braço a jusante do Rio Mocajuba (município de Curuçá) que deságua na Baía do Tapari e B) estuário do Rio Pereru braço jusante do Rio Mojuim (município de São Caetano de Odivelas) que deságua na Baía do Tapari. 23

Capítulo 01

Figura 01 – Áreas de estudo, Área I a montante do estuário (Rio Tijoca - Município de Curuçá) – e Área II a jusante do estuário (Rio Pereru - Município de São Caetano de Odivelas), desaguando na Baía do Tapari. 31

Figura 02 - Variação sazonal da Precipitação (mm) e salinidade durante o período de junho de 2009 a maio de 2010 para Área I, Rio Tijoca a montante do estuário e para Área II, Rio Pereru a jusante do estuário, respectivamente. 33

Figura 03 – Frequência relativa de machos, fêmeas e hermafroditas de *C. gasar* na área I, Rio Tijoca a montante do estuário. A – período seco, B – período chuvoso. 34

Figura 04 - Frequência relativa de machos, fêmeas e hermafroditas de *C. gasar* na área II, Rio Pereru a jusante do estuário. A – período seco, B – período chuvoso. 34

Figura 05 - Estádios de maturação gonadal para machos (I) e fêmeas (II) de *Crassostrea gasar*. a) imaturo, b) em maturação, c) maturo e d) espermiado/desovado (TC – Tecido Conjuntivo, TE – Túbulo espermático, SPTZ – Espermatozóide, OPV – Ovócitos Pré-vitelogênicos, OEV – Ovócitos em vitelogênese, OV – Ovócitos Vitelogênicos. Aumento de 400X. 35

Figura 06 – Ciclo gametogênico de machos (a) e fêmeas (b) de *C. gasar* na área I, Rio Tijoca, a montante do estuário. A – período chuvoso, B – período seco. 36

Figura 07 – Ciclo gametogênico de machos (a) e fêmeas (b) de *C. gasar* na área II, Rio Pereru, a jusante do estuário. A – período chuvoso, B – período seco. 37

Capítulo 02

Figura 01 – Área I: Precipitação média mensal e alturas médias das ostras durante os períodos sazonais de outubro de 2009 a setembro de 2010. 50

Figura 02 – Área II: Precipitação média mensal e comprimentos médios das ostras durante os períodos sazonais de outubro de 2010 a setembro de 2011. 51

Figura 03– Área I a) Regressão entre comprimento (mm) e largura (mm) de *C. gasar*, b) Regressão polinomial entre comprimento (mm) e peso (g) de *C. gasar*. 52

Figura 04 – Área II a) Regressão entre comprimento (mm) e largura (mm) de *C. gasar*, b) Regressão polinomial entre comprimento (mm) e peso (g) de *C. gasar*. 52

Tabela 01 - Frequência dos estádios gonadais por período sazonal nas áreas I e II. 51

Capítulo 03

Figura 01 – Rota de migração das larvas de *Crassostrea gasar* da África para o Brasil (adaptado de Lapegue *et al.*, 2002). 67

Figura 02 – Ostra do mangue *Crassostrea gasar*. 68

Figura 03 – Ostra do mangue *Crassostrea gasar* (massa visceral). 68

Figura 04 – Manguezal de São Caetano de Odivelas. 69

Figura 05 – Circulação da água no interior da ostra. 70

Figura 06 – a) Gônada feminina com as células reprodutoras maduras, b) Gônada masculina as células reprodutoras maduras. 71

Figura 07 – Ciclo reprodutivo de ostra do mangue. 71

Figura 08 – Como medir as ostras. 72

Figura 09 – Sistema de cultivo. 76

Figura 10 – Sistema de cultivo suspenso em lanternas. 76

Figura 11 – Coletores artificiais de sementes na Vila de Lauro Sodré, Curuçá. 77

Figura 12 – Modelo de tabela para acompanhar a troca de travesseiros ao longo dos meses de cultivo. 77

Figura 13 – a) Superfície da ostra repleta de cracas (competidores), b) Mexilhão (competidor), c) Sapequara (predador), d) Concha com poliqueto (predador). 78

Figura 14 – Modelo de tabela para acompanhamento da produção. 80

Tabela 01 – Como acompanhar o crescimento de ostras. 73

Gráfico 01 – Demonstração do crescimento de ostras. 74

Introdução Geral

Os manguezais são ecossistemas costeiros tropicais, dominados por espécies de fauna e flora típicas, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés com grandes variações de salinidade (Schaeffer-Novelli, 1999). Expandem-se em áreas alagadas, salinas, com depleção de oxigênio e substratos inconsolidados, apresentando alta capacidade de restauração natural (Schaeffer-Novelli; Cintrón-Molero, 1999).

Estes ecossistemas ocorrem mundialmente em regiões costeiras entre as latitudes 35°N e 38°S, atingindo seu maior desenvolvimento próximo a linha do Equador onde há condições oceanográficas e meteorológicas favoráveis como clima quente e úmido, salinidades moderadas, precipitação e frequência de inundação elevadas (Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1990, Menezes *et al.*, 2008). Estima-se que 70% das zonas costeiras tropicais e subtropicais do mundo, aproximadamente, 15 milhões de hectares sejam cobertas por manguezais (Schaeffer-Novelli e Cintron, 1990, Resende *et al.*, 2009).

Os manguezais no Brasil ocupam cerca de 1,4 milhão de hectares, distribuindo-se de forma descontínua ao longo dos 6800 km de costa do Cabo Orange (04° 30' N), no Amapá até Laguna (28° 30' S), em Santa Catarina. Ao longo da costa, os manguezais estão associados as margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde haja encontro de águas de rios com a do mar ou diretamente expostos a linha da costa (Rebelo, 1988; Schaeffer-Novelli, 1999, Lacerda, 2002).

A costa de manguezais do Estado do Pará ocupa uma área de 2.176 km², que se estende da Baía do Marajó a Baía de Gurupi (Souza-Filho *et al.*, 2009). Ao leste da desembocadura do Rio Amazonas configura-se por uma costa de submersão, extremamente recortada por um grande número de baías e estuários (Litoral de Rias). Estas condições são favoráveis ao estabelecimento de manguezais, resultando em uma maior variabilidade estrutural e diversidade florística, onde a chuva sazonal desempenha um papel crucial sobre a salinidade das águas costeiras (Mendes, 2005).

Em manguezais brasileiros ocorrem duas espécies de ostras nativas, *C. gasar* (sinônima de *C. brasiliana*) que ocorre de Curuçá (PA) até Santos (SP), *Crassostrea rhizophorae* que ocorre de Fortim (BA) até Florianópolis (SC), e *C. gigas* que é uma

espécie exótica, proveniente da Ásia, comumente cultivada em Santa Catarina e São Paulo (Lapègue *et al.* 2002, Varela *et al.*, 2007; Melo *et al.*, 2010). Apesar das duas espécies nativas serem eurihalinas, *C. gasar* suporta uma maior variação de salinidade (8 a 34) em relação a *C. rhizophorae* (7 a 28) (Nascimento, 1991). Devido a essa maior tolerância a grandes variações no teor de sal na água, no estuário amazônico, *C. gasar* é a espécie dominante (Varela *et al.*, 2007). Habita ambientes lodosos ou rochosos formando bancos naturais no leito dos rios, permanecendo submersas ou alternadamente emersas pelas variações da maré (Ajana, 1980).

C. gasar caracteriza-se pela concha de formato oval, pontudo próximo à charneira e de coloração preta acinzentada. Na concha é notável a presença de linhas concêntricas de crescimento bem marcadas na sua superfície (Ajana, 1980). As valvas em geral, externamente, apresentam projeções laminares radiais. A valva direita superior é arqueada e larga, enquanto a esquerda inferior apresenta uma leve depressão. Internamente tem coloração branca e são lisas, com a impressão do músculo adutor em formato arredondado. A massa visceral é composta por sistema digestório, reprodutor, excretor e circulatório, brânquias lamelares recobertos pelo manto (Amaral, 2010) (Figura 1).

O sistema reprodutivo das ostras é bastante simples, consiste em um sistema de túbulos ou folículos envolvidos por tecido conjuntivo, para machos e fêmeas, respectivamente (Gosling, 2003). A fecundação e o desenvolvimento das larvas ocorrem na água, havendo a liberação de 30 a 50 milhões de ovos. Cada ovo sofre clivagem e em 24h origina a larva “D”, e no 14º dia perde este formato e denomina-se véliger. No estágio pé-de-véliger, quando o pé encontra-se bem desenvolvido as ostras procuram um substrato adequado, rochas ou raízes de mangue, para fixação e continuar a metamorfose. Este ciclo dura um total de 21 dias (Torromé, 1990) (Figura 2).

O sucesso reprodutivo em *Crassostrea* está relacionado à otimização da fertilização através do investimento na ovogênese, já que os machos apresentam uma recuperação gonadal mais rápida, a alta proporção de fêmeas é uma possível estratégia reprodutiva do gênero (Lenz e Bohers, 2011). Essas ostras são hermafroditas protândricas, organismos que trocam de sexo em algum momento do desenvolvimento, essa condição é caracterizada pela predominância de machos no início do desenvolvimento e de fêmeas na fase adulta (Galtsof, 1964). A reversão

sexual tende a ocorrer após a liberação de gametas, o que pode ocasionar uma variação na proporção sexual ao longo do ciclo reprodutivo (Dinamani, 1974). Enfim, essa é uma característica ancestral de ostras *Crassostrea*, que em seus estágios evolutivos eliminaram a autofecundação e se tornaram protândricas (Guo *et al.*, 1998).

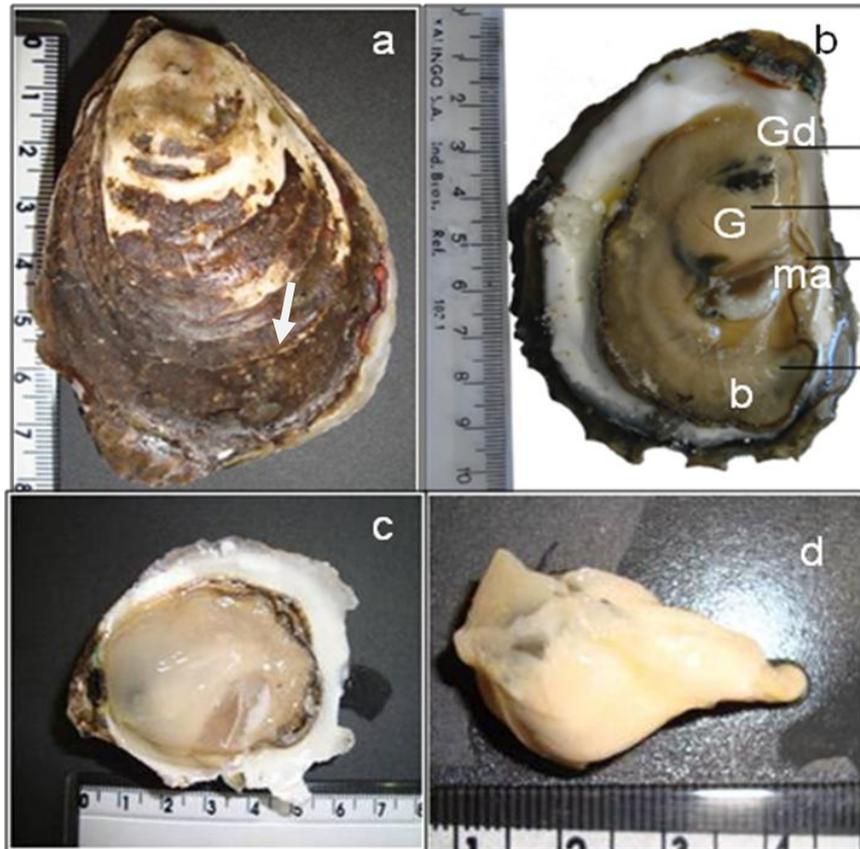


Figura 01 – a) Vista da Valva direita (inferior) de espécime de *C. gasar*, na seta a indicação de uma linha concêntrica, b) Vista das partes moles de *C. gasar* (Gd – glândula digestiva, G - gônada, ma – músculo adutor, b – brânquias), c) Vista das partes moles recobertas pelo manto, d) Gônada.

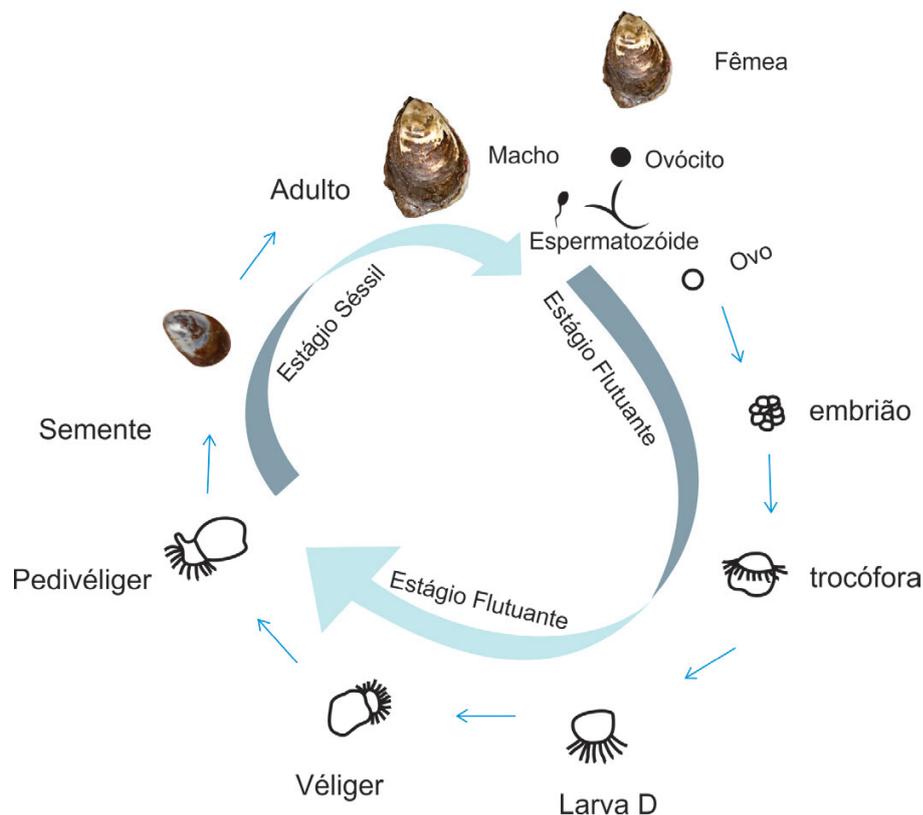


Figura 02 – Representação esquemática do ciclo reprodutivo de *C. gasar*.

Como as ostras são extremamente sensíveis ao ambiente, os estudos sobre as condições ambientais são imprescindíveis para a compreensão dos padrões de ocorrência, no período reprodutivo, recrutamento, crescimento e morfologia das valvas e partes moles em diferentes áreas (Brown, 1988; Pereira *et al.*, 2001; Galvão *et al.*, 2012). Embora as flutuações sejam uma regra em populações naturais, as respostas de diferentes populações da mesma espécie a estressores ambientais podem ser diferenciadas (Rickleffs, 2009), indicando que indivíduos de uma espécie cultivada em condições diversas podem apresentar diferenças no seu desenvolvimento (Brown, 1988; Pereira *Et al.*, 2001; Galvão *Et al.*, 2012).

Em regiões costeiras e estuarinas, a variação da salinidade ocasionada pela entrada de rios, pela precipitação e pelo escoamento superficial de água doce, é provavelmente o fator limitante mais importante na distribuição e respostas fisiológicas das ostras (Gosling, 2003; Paixão *et al.*, 2013; Santerre *et al.*, 2013), que requerem condições ambientais distintas para cada estágio de desenvolvimento (Vilanova e Chaves, 1988).

A interação entre temperatura e salinidade pode descrever o habitat potencial para esses animais (Gosling, 2003). A temperatura atua no metabolismo, podendo

exercer um efeito significativo no desenvolvimento e na sobrevivência de ostras (Cotter *et al.*, 2010). Este fator interfere particularmente na gametogênese e na desova (Costil *et al.*, 2005), além de estar correlacionada positivamente com aumento da filtração e conseqüentemente melhor crescimento (Dame, 1996). A indução da liberação de gametas necessita de um fator estressor que desencadeie o processo, sendo a salinidade um dos principais fatores em regiões tropicais, enquanto em áreas temperadas a temperatura é o fator mais importante (Dame, 1996; Volety, 2008). O assentamento de larvas também é influenciado por fatores ambientais e vem sendo amplamente estudados (Hidu e Haskin, 1971; Tan e Wong, 1996; Devakie e Ali, 2000; Rico-Villa, 2006, 2009). Após o período reprodutivo, o assentamento é maior em salinidades elevadas, até o valor 37, enquanto que o crescimento e engorda é melhor em áreas com salinidades moderadas, entre 15 e 20 (Vilanova e Chaves, 1988).

O movimento das águas também vem sendo reconhecido como um importante fenômeno, pois as correntes podem favorecer a dispersão das larvas em seus diferentes estágios, o processo de filtração, a disponibilidade e qualidade de alimento. Além disso, a temperatura e as condições fisiológicas do animal influenciam na variação da velocidade desta filtração e, conseqüentemente, no consumo e assimilação de partículas, sendo que o fitoplâncton é considerado a melhor fonte de carbono para a nutrição e crescimento destes organismos (Dame, 1996).

O crescimento por sua vez é influenciado por fatores como a densidade de estocagem, salinidade, temperatura e disponibilidade de alimento (Pereira *et al.*, 2001; Chávez-Villalba, 2010). Ostras em ambientes de cultivo podem apresentar taxas de crescimento maiores do que em ambientes naturais em função das técnicas de manejo e seleção de sementes para a engorda (Pereira *et al.*, 2003). No entanto, o sistema de cultivo tem que ser adequado para as características do ambiente a fim de garantir uma maior produtividade (Lodeiros *et al.*, 2002).

Em ambientes de manguezais as ostras são importantes recursos pesqueiros para as comunidades costeiras (Galvão *et al.*, 2012) e a ostreicultura se bem implantada e regulamentada pode reduzir os impactos causados pelo extrativismo nas populações naturais (Gardunho *et al.*, 2012). A ostreicultura é uma atividade promissora que apresenta uma produção mundial de 4.742.000t/ano, sendo a *C. gigas* a espécie mais produzida que corresponde 608.000t/ano (FAO, 2011). A

produção de ostras no Brasil chega a 2.534t/ano (MPA, 2011), no entanto, a atividade requer melhor planejamento e seleção de áreas propícias ao cultivo de ostras, além de estudos sobre fatores físico-químicos da água e ciclo reprodutivo, que são fatores primordiais para o desenvolvimento de metodologias adequadas (Marques-Silva *et al.*, 2006; Christo, 2006).

No Estado do Pará os sistemas de cultivo de ostras utilizados são: *long-line* que são sistemas suspensos com lanternas mais indicados para áreas profundas, e mesa-fixa, que são sistemas fixos com travesseiros mais indicados para áreas com grandes variações nos níveis de maré (Figura 3). Além das balsas, que são conjuntos bóias com armações de madeira. Os municípios envolvidos com a produção de ostras são Augusto Correa, Curuçá, Maracanã, Salinópolis e São Caetano de Odivelas (Hoshino, 2009).



Figura 03 – Estrutura de cultivo do tipo mesa- fixa, com travesseiros para acondicionamentos de ostras para crescimento. Principal estrutura utilizada no Estado do Pará.

Apesar de *C. gasar* se desenvolver bem em condições estuarinas quando comparadas aos ambientes marinhos (Lopes *et al.*, 2013), a reprodução, o crescimento e a mortalidade dessa espécie são extremamente variáveis (Sandison, 1967). Dessa forma, os estudos sobre os fatores físico-químicos da água e reprodução são importantes para determinar a principal época de reprodução e a melhor época de recrutamento de larvas para obtenção de sementes para o cultivo. Enquanto a avaliação do crescimento de ostras a montante e a jusante de rios, com

maior ou menor influência da água do mar pode contribuir para melhorar o desempenho de cultivos.

A proposta deste trabalho foi de realizar estudos sobre a biologia reprodutiva e crescimento da ostra do mangue no estuário amazônico como forma de avaliar o desempenho de cultivos implantados e fornecer subsídios aos futuros projetos para criação de ostras na região. A tese foi estruturada em três capítulos, sendo dois artigos científicos e uma cartilha como produto voltado ao ostreicultor.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Estudar a biologia reprodutiva e o crescimento de *Crassostrea gasar* cultivada em dois locais em manguezais da costa amazônica.

Objetivos Específicos

- Entender como as ostras respondem às variações sazonais em diferentes locais e assim verificar quais fatores ambientais influenciam no ciclo reprodutivo de *C. gasar*.
- Comparar o incremento de tamanho e a sobrevivência da ostra do mangue em cultivos experimentais em dois ambientes estuarinos à montante e à jusante dos dois principais tributários da Baía do Tapari.
- Relacionar a importância da biologia reprodutiva e crescimento ao melhoramento de técnicas de cultivo de ostras através de uma cartilha.

HIPÓTESES

- Há diferenças na dinâmica populacional de ostras (reprodução, crescimento, sobrevivência e mortalidade) cultivadas em dois ambientes diferentes no estuário amazônico.

O entendimento da dinâmica populacional de ostras pode resultar em propostas de políticas públicas sustentáveis para a ostreicultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo pertence à região hidrográfica Costa Atlântica Nordeste do Estado do Pará (Lei Estadual nº6381/2001). Essa região, a leste da desembocadura do Rio Amazonas, configura-se por uma costa de submersão, extremamente recortada por um grande número de baías e estuários, litoral de rias (Mendes, 2005). A dinâmica hidrológica do estuário Amazônico é determinada pela interface rio-oceano onde as macromarés influenciam a salinidade, ocasionando uma estratificação leve durante as marés de quadratura (lua quarto crescente e minguante) e estratificação forte durante as marés grandes (luas cheia e nova), e pela sazonalidade, onde as descargas máximas dos rios ocorrem na estação chuvosa de janeiro a julho, e as mínimas na estação seca de agosto a dezembro (Rosário *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009).

A rica rede de drenagem que deságua no oceano Atlântico lança sedimentos gerando o fenômeno de acresção lamosa que permite o desenvolvimento de extensos manguezais (Prost *et al.*, 2001), com uma área de 2.176 km² denominada de costa de manguezais de macromarés da Amazônia (CMMA) que se estende da Baía do Marajó a Baía de Gurupi (Souza-Filho, 2005).

O clima quente e úmido é regulado pelas mudanças sazonais na posição da Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT) e linhas de instabilidade (Souza-Filho *et al.*, 2009), que são responsáveis pela formação de chuvas próximo a costa litorânea (Fisch *et al.*, 1998) sendo os meses de janeiro a julho os mais chuvosos e agosto a dezembro os mais secos (Moraes *et al.*, 2005). Por ser uma região de convergência dos ventos alísios as precipitações pluviométricas são superiores a 2000 mm anuais (Tessler e Goya, 2005, Berredo *et al.*, 2008; Souza-Filho *et al.*, 2009), variando entre 2.300 a 2.800 mm/ano, e a temperatura média de 26°C aumenta continuamente de fevereiro a outubro, e decresce de novembro a janeiro (Moraes *et al.*, 2005).

O estudo foi realizado em duas áreas da Costa Amazônica: a área A, Rio Tijoca, no Município de Curuçá (S 00°51' 04,0"/ W 047°53'21,2") e área B, Rio Pereru no município de São Caetano de Odivelas (S 00°42'01,0" / W 048°02'21,6") (Figura 04).

Área A: O Rio Tijoca é um afluente da margem direita à montante do Rio Mocajuba, que é o limite natural entre os municípios de Curuçá e São Caetano de

Odivelas, corre em direção a Sudeste-Noroeste formando meandros, para depois tomar a direção Norte, até desembocar no Oceano Atlântico. O Rio Mocajuba é fortemente influenciado pelo ambiente marinho e deságua na Baía do Tapari. Durante o período chuvoso há maior descarga de água doce no oceano, e no período seco ocorre um influxo de água oceânica no rio (Progene *et al.*, 2014). A área de cultivo está distante 25 km do oceano, constituindo-se por águas interiores. Área inserida na Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá.

Área B: O Rio Pereru é um afluente a jusante do Rio Mojuim que apresenta baixa sinuosidade com uma região de meandros no limite superior de influência da maré que juntamente com o Rio Mocajuba deságua na Baía do Tapari, O limite de alcance da maré salina do Rio Mojuim é de 18 km no período chuvoso e de 35 km no período seco (Prost *et al.*, 2001). A área de cultivo está distante em torno de 9 km do oceano. Área inserida na Reserva Extrativista Marinha Mocapajuba.

As duas áreas de estudo estão localizadas em unidades de conservação da natureza do grupo de uso sustentável da categoria Reserva Extrativista Marinha (RESEX). De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC – Lei 9985/2000) estas são áreas de domínio público com uso concedido às populações extrativistas tradicionais com objetivo de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. A área A está inserida na RESEX Mãe Grande de Curuçá e a área B na RESEX Mocapajuba.

Essas áreas foram selecionadas devido às comunidades locais já exercerem atividades de ostreicultura e devido a necessidade de entender quais as condições ambientais são favoráveis ao assentamento das larvas e assim indicar áreas propícias à captação de sementes, uma vez que a região ainda não dispõe de laboratórios para produção de sementes, sendo que os cultivos dependem unicamente da captação em ambientes naturais. Além disso, vários trabalhos vêm indicando que as áreas para reprodução não são as melhores áreas para crescimento, o que torna necessário organizar o cultivo em forma de rodízio. Assim entender o ciclo reprodutivo e o crescimento de *C. gasar* nos dois municípios é imprescindível para que se expanda os cultivos.

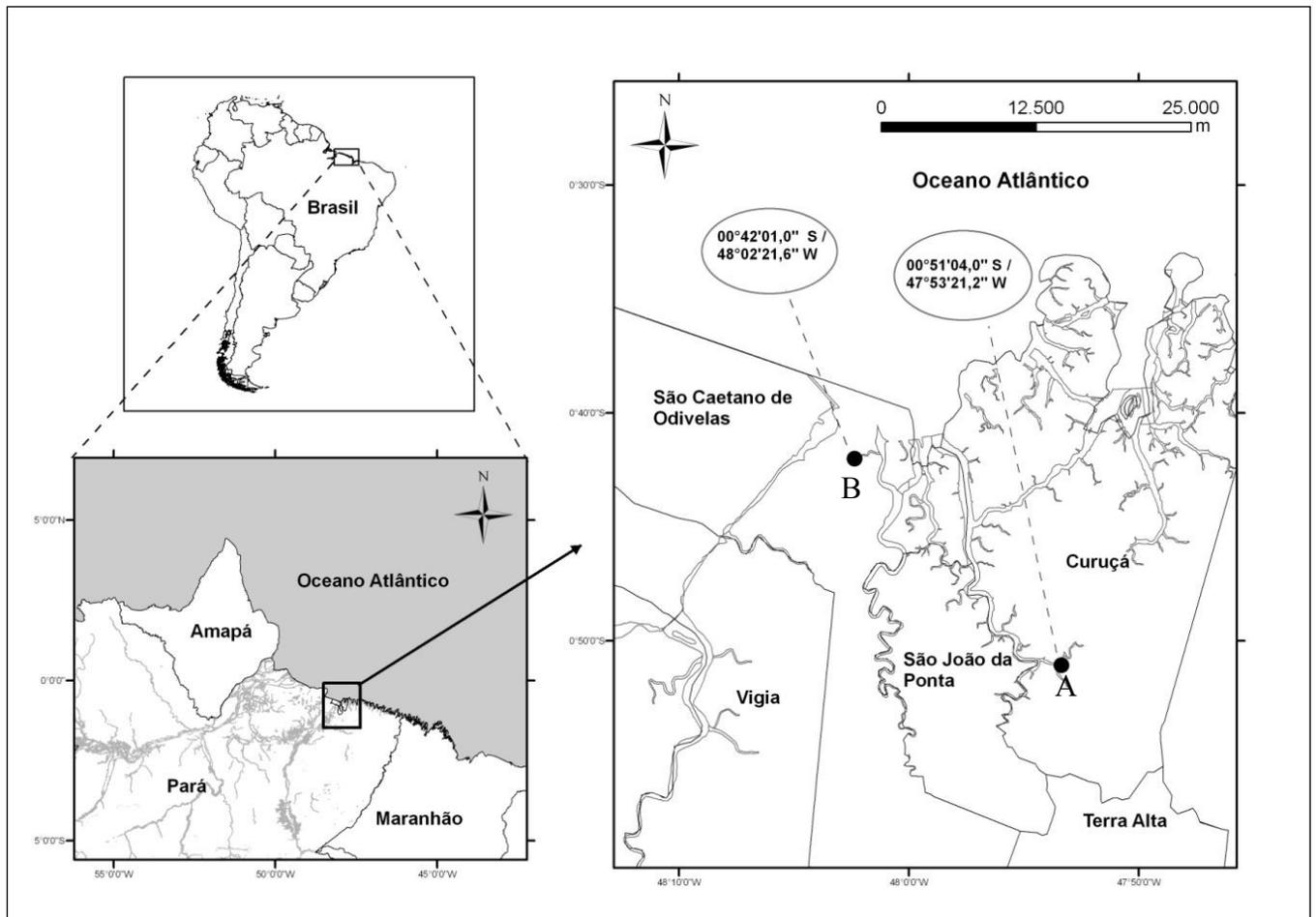


Figura 04 – Mapa de localização das áreas de estudo, A) estuário do Rio Tijoca braço a jusante do Rio Mocajuba (município de Curuçá) que deságua na Baía do Tapari e B) estuário do Rio Pereru braço jusante do Rio Mojuim (município de São Caetano de Odivelas) que deságua na Baía do Tapari.

Referências

- Ajana, A. M. Fishery Of The Mangrove Oyster, *Crassostrea Gasar*, Adanson (1757), In The Lagos Area, Nigeria. **Aquaculture** 21: 129-137. 1980.
- Berredo, J. F.; Costa, M. L.; Progene, M. P. S Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica** 38(3): 473 – 482. 2008.
- Brown, J. R. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. **Marine Ecology** 45: 225-236. 1988.
- Chávez-Villalba, J., Villelas- Ávila, F., Cáceres-Martínez, C. Reproduction, condition and mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) along coastal Sonora, Mexico. **Aquaculture Research** 38, 268–278. 2007.
- Costil, K., Royer, J., Soletchnik, M. R. P., Mathieu, M.. Spatio-temporal variations in biological performances and Summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Normandy (France). **Helgoland Marine Research**. 59: 286–300. 2005.
- Cotter, E., Malham, S., O'Keeffe, S., Lynch, S. A., Latchford, J. W., King, J. W., Beaumont, A. R., Culloty S. C. Summer mortality of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in the Irish Sea: The influence of growth, biochemistry and gametogenesis. **Aquaculture** 303: 8–21. 2010.
- Christo, W. S. Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* Sacco, 1897 na baía de Guaratuba (Paraná - Brasil): um subsídio ao cultivo. **Tese de doutorado**. Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 2006.
- Dame, R. F. 1996. Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach. CRC **Marine Science Series**. New York. 1996.
- Devakie, M. N. e Ali, A. B. 2000. Salinity-temperature and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino). **Aquaculture**. Vol. 184: 105-114. 2000.
- Dinamani, P. Reproductive cycle and gonadal changes in the New Zealand rock oyster *Crassostrea glomerata*. N. S. J. Mar. **Freshwater Research**. 8: 39 – 65. 1974.
- Fisch, G.; Marengo, J. A; Nobre, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica** 28 (2): 101-126. 1998.
- Galtsoff, P.S.. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Fish Bull. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Serv. USA. (480 pp.). 1964.
- Galvão, S. N., Pereira, O. M., Hilsdorf, W.S. Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*Crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. **Aquaculture Research** (1-13). 2012.
- Gardunho, D. C. L.; Gomes, C. P.; Tagliaro, C. H. & Beasley, C. R. Settlement of an unidentified oyster (*Crassostrea*) and other epibenthos on plastic substrates at a northern Brazilian mangrove island. Braz. J. **Aquatic Science Technology**. 16(1): 41-51. 2012.

Gosling, E., 2003. Bivalve mollusks: biology, ecology and culture. Reproduction, Settlement and Recruitment. Fishing News Books, Oxford-UK, pp. 131–161. 2003.

Guo, X., Hedgecock, D., Hershberger, W. K., Cooper, K., Allen Jr, S. K.. Genetic determinants of protandric sex in the pacific oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. **Evolution** 52 (2): 394-402. 1998.

Hidu, H., e Haskin, H. H., 1971. Setting of the American oyster related to environmental factors and larval behavior. **Proceedings of the National Shellfisheries Association**. 61: 35- 49. 1971.

Hoshino, P. Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no nordeste paraense. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca. 2009.

INMET — Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. Conventional monitoring stations. Available at: <http://www.inmet.gov.br/yes/sonabra/ionaconventionis> (Access in January 2015).

INMET — Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. Conventional monitoring stations. Available at: <http://www.inmet.gov.br/yes/sonabra/ionaconventionis> (Access in January 2015).

Lapegue, S; Boutet, I; Leita, A.; Heurtebise, S; Garcia, P, Thiriot-Quie`Vreux, C. & Boudry, P. Trans-Atlantic Distribution of a Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses. **Biological Bulletin**. 202: 232–242. June, 2002.

Lapègue, S; Boutet, I; Leita, A.; Heurtebise, S; Garcia, P, Thiriot-Quie`Vreux, C., Boudry, P. 2002. Trans-Atlantic Distribution of a Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses. **Biological Bulletin**. 202: 232–242. June. 2002.

Lenz, T., Boehs, G. Ciclo reprodutivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu Bahia, Brasil. **Revista de Biología Tropical** 59 (1), 137–149. 2011.

Lodeiros, C.; Pico, D.; Prieto, A.; Narváez, N.; Guerra, A. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctata imbricata* (Roding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. **Aquaculture** 10:327-338. 2002.

Lopes, G. R., Gomes, C. H. A. M., Tureck, C. R. Melo, C. M. R. Growth of *Crassostrea gasar* cultured in marine and estuary environments in Brazilian Waters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.975-982. 2013.

Marques-Silva, M. S.; Beasley, C. R.; Paiva-Gomes, C; Lima-Gardunho, D. C.; Tagliaro, C. H.; Schories, C. Mehlig, U. Settlement dynamics of the encrusting epibenthic macrofauna in two creeks of the Caete´ mangrove estuary (North Brazil). **Wetlands Ecology and Management** 14: 67–78. 2006.

Melo, A.G.C., Varela, E.S., Beasley, C.R., Schneider, H., Sampaio, I., Gaffney, P.M., Reece, K.S., Tagliaro, C.H. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oyster (*Crassostrea*). **Genetics and Molecular Biology** 33, 564–572. 2010.

Menezes, Moirah Paula Machado, Berger, Uta, Mehlig, Ulf. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. **Acta Amazonica** 38(3): 403 – 420. 2008.

Moraes, B. C.; Costa, J. M. N.; Costa, A. C. L.; Costa, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**. 35(2): 207 – 214.

Pereira, O. M., Henriques, M. B. & Machado, I. C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca** 29(1): 19 - 28, 2003.

Pereira, O. M., Machado, I. C. , Henriques, M. B., Yamanaka, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP (25° S, 48° W) [Growth of the oyster *Crassostrea brasiliana* sowed on artificial beds under different densities in the estuarine lagoon of Cananéia, SP, Brazil, 25° S, 48° W]. São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca** 27(2): 163 - 174. 2001.

Pereira, O.M., Henriques, M.B., Machado, I.C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil [Growth curve estimative of the oyster *Crassostrea brasiliana* in the mangrove and a proposal to their sustainable Cananea estuary, SP, Brazil]. **Boletim do Instituto de Pesca** 29 (1), 19–28. 2003.

Prost, M. T., A. C. Mendes, J. F. Faure, J. F. Berredo, M. E. Sales, L. G. Furtado, M. G. Santana, C. A. Silva, I. Nascimento, I. Gorayeb, M. F. Secco & L. Luz. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: M. T. Prost & A. Mendes (Eds.): **Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**: 1-215. FUNTEC, Belém. 2001.

Rezende, C. E.; Lacerda, L. D.; Bertini, E.; Silva, C. A. R.; Ovalle, A. R. C. & Aragon, G. T. Ecologia e Biogeoquímica de Manguezal. In: Pereira, R. C & Soares-Gomes, A. *Biologia Marinha*. 2ª ed. – Rio de Janeiro: **Interciência**, 2009.

Rico-Villa, B., Le Coz, J. R., Mingant, C. e Robert, R. 2006. Influence of phytoplankton diet mixtures on microalgae consumption, larval development and settlement of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Aquaculture**. Vol. 256: 377-388.

Rico-Villa, B., Pouvreau, S. e Robert, R. 2009. Influence of food density and temperature on ingestion, growth and settlement of Pacific oyster larvae, *Crassostrea gigas*. **Aquaculture**. Vol. 287: 395-401.

Ricklefs, R. E. **Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

Rosário, R. P., Bezerra, M. O., Vinzón, S. B. Dynamics of the saline front in the northern channel of the Amazon River – Influence of fluvial flow and tidal range (Brazil). **Journal of Coastal Research**. Special Issue 56, 1414-1418. 2009.

Sandison, E. E. The Effect of Salinity Fluctuations on the Life Cycle of *Gryphaea gasar* (Adanson) in Dautzenberg) in Lagos Harbour, Niger. **Journal of Animal Ecology**, Vol. 35, No. 2: 379-389. 1967.

Santerre, C., Sourdain, P., Marc, N., Mingant., C., Robert, R., A.. Oyster sex determination is influenced by temperature — First clues in spat during first gonadic differentiation and gametogenesis. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A 165: 61–69. 2013.

Schaeffer-NOVELLI, Y & CINTRÓN-MOLERO, G. Brazilian Mangroves: a historical ecology. **Ciência e Cultura** 51 (3/4): may/august, 1999.

Souza-Filho, P. W. M. costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica** 23(4): 427-435. 2005.

Souza-Filho, P.W.M., Lessa, G.C., Cohen, M.C.L., Costa, F.R. & Lara, R.J. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, northern Brazil. In: Dillenburg, S.F. & Hesp, P.A. (eds.) Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil. **Springer**, Berlin & Heidelberg. 347-375pp. 2009.

Tan, S. H. e Wong, T. M. Effect of salinity on hatching, larval growth, survival and settling in the tropical oyster *Crassostrea belcheri* (Sowerby). **Aquaculture**. Vol. 145: 129-139. 1996.

Varela, E. S.; Beasley, C. R.; Schneider, H.; Sampaio, I.; Marques-Silva, N. S. And Tagliaro, C. H. Molecular Phylogeny of Mangrove Oysters (*Crassostrea*) from Brazil. **Journal of Molluscan Studies** pp. 1 of 6. 2007.

Vilanova, M. F. V. e Chaves, E. M. B. Contribuição para o conhecimento da viabilidade do cultivo de ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Mollusca: Bivalvia) no estuário do Rio Ceará, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 27: 111-125. 1988.

Volety, A. K. Effects of salinity, heavy metals and pesticides on health and physiology of oysters in the Caloosahatchee Estuary, Florida. **Ecotoxicology** 17:579–590. 2008.

CAPÍTULO I

ESTRATÉGIA REPRODUTIVA DE *CRASSOSTREA GASAR*: RESPOSTAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO EM DOIS AMBIENTES, A JUSANTE E A MONTANTE, NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL.

ESTRATÉGIA REPRODUTIVA DE *CRASSOSTREA GASAR*: RESPOSTAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO EM DOIS AMBIENTES, A JUSANTE E A MONTANTE, NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL.

Maria de Nazaré Bentes de Lima^{a,c*}, Fabrícia de Jesus Paiva da Fonseca-Sizo^a, Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira^b, Rossineide Martins da Rocha^a

^aLaboratório de Ultraestrutura Celular, Universidade Federal do Pará, Brasil.

^bLaboratório de Imunohistoquímica e Biologia do Desenvolvimento, Universidade Federal do Pará, Brasil.

^c Instituto de Desenvolvimento Florestal e Biodiversidade

*correspondência do autor: maria.bentes@hotmail.com.br

Resumo

Os estudos das variações sazonais dos fatores ambientais são imprescindíveis para a compreensão da sua influência no desenvolvimento de *C. gasar* cultivada em manguezais. Durante doze meses foram mensurados os parâmetros físico-químicos da água de cultivo a fim de correlacionar estes dados com o ciclo reprodutivo da ostra do mangue no Rio Tijoca (Município de Curuçá)- área I, mais distante da costa, e Rio Pereru (Município de São Caetano de Odivelas) – área II, mais próximo da costa. Durante esse período, amostras de tecido gonadal de ostras foram processadas segundo técnicas histológicas de rotina e os estádios de desenvolvimento gonadal foram determinados de acordo com a forma, o tamanho e a coloração das células germinativas. A salinidade variou entre 0 e 22,87 na área I, e variou entre 5,33 e 29,90, na área II, sendo significativamente maior na área II. A precipitação entre 70 e 700 mm para as duas áreas. Os indivíduos amostrados apresentaram comprimento médio de 65 mm na área I, e de 73 mm, na área II, sendo os indivíduos da área II significativamente maior que da área I. A proporção sexual entre machos revelou a predominância de fêmeas na área I. As proporções mantiveram-se iguais por todo período estudado na área II. Foram identificados indivíduos nos estádios imaturo, em maturação, madura e desovado/espermiado. Machos e fêmeas apresentaram sincronia na época reprodutiva, com machos espermiados e fêmeas desovadas no período seco. A maturação das gônadas ocorreu durante no final do período chuvoso caracterizado pelo aumento da salinidade em função da precipitação, enquanto que a desova e espermição parecem ser estimulados pelo pico de salinidade na estação seca, sendo a salinidade possivelmente, o fator estressor que desencadeia o processo de liberação de gametas.

Palavras-chave: maricultura, gônada, reprodução, fatores ambientais, ostras.

Introdução

A ostra do mangue *Crassostrea gasar* é a espécie de ostra nativa que ocorre na costa amazônica (Lapègue *et al.* 2002, Melo *et al.*, 2010) que vem sendo tradicionalmente explorada para consumo local e comercialização regional. Essa espécie habita ambientes lodosos ou rochosos formando bancos naturais no leito dos rios, permanecendo submersas ou alternadamente emersas pelas variações da maré (Ajana, 1980; Varela *et al.*, 2007). Devido ao intenso consumo de ostras na região, a ostreicultura pode ser uma alternativa para atender as demandas de mercado e deve ser desenvolvida de forma responsável através do estabelecimento de cultivos controlados (Borghetti *et al.*, 2003) com metodologias adequadas às condições locais e dessa forma evitar que a exploração do recurso possa atingir seu limite biológico de renovação.

Como as ostras são extremamente sensíveis às condições ambientais, podem apresentar modificações no período reprodutivo, morfologia das valvas e nas partes moles em diferentes áreas estuarinas (Brown, 1988; Pereira *et al.*, 2001; Galvão *et al.*, 2012), e estudos sobre a variação das características físico-químicas da água podem contribuir para o planejamento e gestão dos cultivos, bem como a escolha de áreas mais adequadas a cada etapa de produção como captação de sementes e engorda, uma vez que esses animais requerem condições ambientais distintas para cada estágio de desenvolvimento, larval ou bentônico (Vilanova e Chaves, 1988). O ciclo reprodutivo das ostras, por exemplo, é influenciado, principalmente, pela variação na temperatura e salinidade (Gosling, 2003, Paixão *et al.*, 2013, Santerre *et al.*, 2013). Salinidades muito baixas podem ocasionar um atraso na liberação dos gametas, portanto, o sucesso da desova de *C. gasar* ocorre em salinidades entre 14 e 20, sendo que as larvas migram para assentar em salinidades mais elevadas, entre 30 e 34 (Sandison, 1966). Temperaturas elevadas também são propícias para a maturação gonadal, sendo que a temperatura entre 28 e 30°C a ideal para a desova (Loosanoff, 1942; Santerre *et al.*, 2013). Em zonas entremarés a exposição das ostras ao ar e insolação ocasiona um aumento da temperatura interna durante as marés baixas, o que pode ser um fator de indução da desova nessas áreas (Gosling, 2003). Durante a estação chuvosa, as descargas de água doce dos rios no estuário amazônico influenciam diretamente nos níveis de salinidade, apresentando uma relação inversa (Rosário *et al.*, 2009; Souza-Filho *et al.*, 2009), e o declínio da salinidade média durante a estação chuvosa pode ter um efeito estressante nas ostras, reduzindo sua energia disponível para a reprodução (Gosling, 2003).

Embora temperatura e salinidade sejam primordiais, outros fatores como oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos desempenham papéis inter-relacionados. O consumo de oxigênio através da respiração favorece o acúmulo de reserva energética que será utilizada durante a gametogênese (Bernard, 1983; Gosling, 2003). Estudos sobre os efeitos combinados entre redução do pH, aumento de temperatura e redução de salinidade em *Crassostrea gigas* indicam que há limitação do desenvolvimento larval e crescimento, podendo afetar a reprodução dessas ostras (Ko *et al.*, 2014), além disso o pH ácido pode ocasionar calcificação das larvas, o que interfere negativamente no assentamento, e alimentação reduzida (Haigh *et al.*, 2015). Os sólidos dissolvidos quando em grandes proporções aumentam a turbidez, diminuem a penetração de luz e a fotossíntese, reduzindo o fitoplâncton (Esteves, 1998), principal item alimentar das ostras.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo comparar o ciclo reprodutivo de *C. gasar* em dois ambientes, a jusante e a montante, do estuário amazônico, e assim contribuir para a sustentabilidade do cultivo, visto que nesta região a espécie está sendo cultivada, ainda de forma incipiente, e os estudos sobre a reprodução e fatores físico-químicos da água em regiões estuarinas são importantes para determinar as condições que favorecem desova e o período de recrutamento de larvas para obtenção de sementes para o cultivo.

Material e Métodos

Área de estudo

A costa de manguezais do Estado do Pará se estende por 2.176 km² a leste da desembocadura do Rio Amazonas (Mendes, 2005; Souza-Filho, 2005). O estudo foi realizado em duas áreas da Costa Amazônica: a área I, Rio Tijoca (município de Curuçá) a montante do estuário (S 00°51' 04,0" / W 047°53'21,2") e área II, Rio Pereru (município de São Caetano de Odivelas) a jusante do estuário (S 00°42'01,0" / W 048°02'21,6") (Figura 01). Durante o estudo o período sazonal foi dividido em dois períodos sazonais – período seco (agosto a dezembro de 2009), e período chuvoso (junho a julho de 2009; e janeiro a maio de 2010).

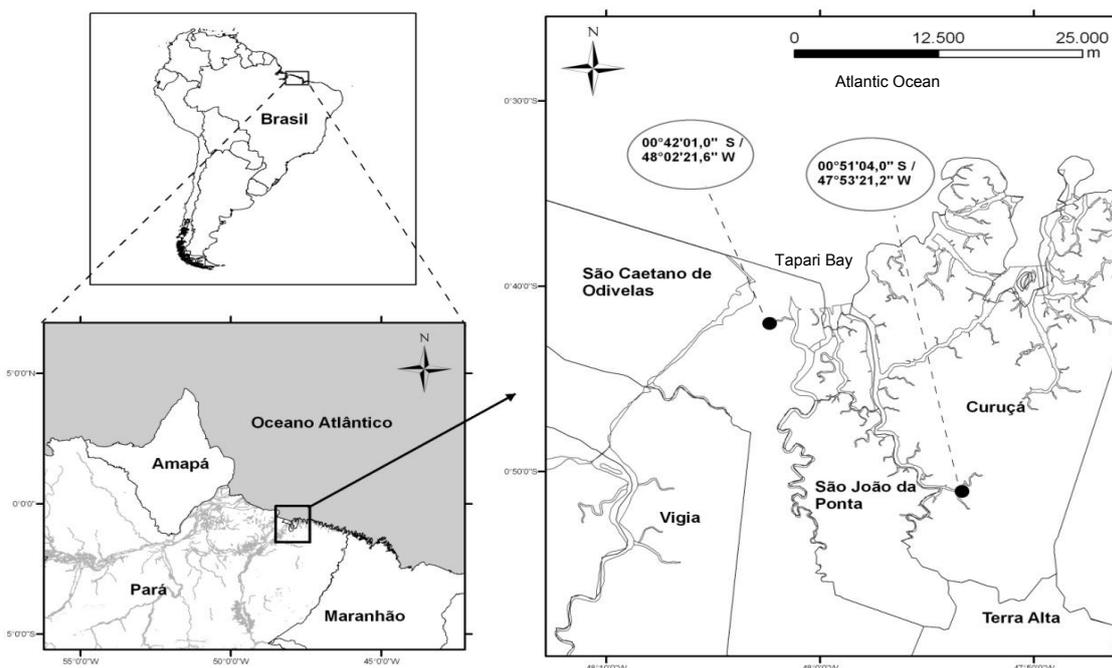


Figura 01 – Áreas de estudo, Área I a montante do estuário (Rio Tijoca - Município de Curuçá) – e Área II a jusante do estuário (Rio Pereru - Município de São Caetano de Odivelas), desaguando na Baía do Tapari.

Variáveis físico- químicas

Salinidade, temperatura (°C), pH (potencial hidrogeniônico), oxigênio dissolvido e sólidos dissolvidos totais foram determinados, mensalmente, utilizando sonda

multiparâmetros – Modelo HANNA HI 9828. A coleta de água foi realizada durante o período de doze meses na vazante das marés de lua nova. A precipitação foi obtida do Instituto Nacional de Meteorologia/Estação Meteorológica de Terra Alta (INMET).

Processamento das amostras

Um total de 417 indivíduos foi analisado. Mensalmente, vinte ostras foram coletadas de cultivos dos dois locais de estudo, no período de maio de 2009 a abril de 2010. Após a coleta os animais foram transportados em caixas isotérmicas. No laboratório, os exemplares foram anestesiados em gelo e logo em seguida foi realizada a biometria (peso g x comprimento mm x largura mm). As amostras de gônadas foram retiradas e fixadas em Solução de Davidson por 24 h, incluídas em parafina, cortadas (5µm) e coradas em Hematoxilina e Eosina (HE), seguindo técnica histológica padrão (Prophet *et al.*, 1995). Os cortes histológicos foram analisados em microscópio óptico Carl Zeiss (Axiostar Plus 1169-151). Após as análises histológicas foram estabelecidos quatro estádios gonadais, de acordo com a classificação de Paixão *et al.* (2013), sendo classificada em quatro estádios gonadais tanto para machos quanto para fêmeas: imaturo (I); em maturação (II); maturo (III) e espermiado para os machos e desovado para as fêmeas (IV).

Análises estatísticas

A variação da precipitação pluviométrica foi analisada através do teste de Kruskal-Wallis (KW-H) e as variáveis físico-químicas da água através do teste *t*. As diferenças entre médias de comprimento das ostras entre sexo e entre locais foram testadas através da Análise de Variância (ANOVA). O teste do qui-quadrado (X^2) foi utilizado para determinar as diferenças nas proporções sexuais, nível de significância 95% para todos os testes.

Resultados

Em ambas as áreas de estudo a precipitação pluviométrica variou entre 80 mm e 700 mm, com valores significativamente maiores no período chuvoso (KW-H, $p < 0,0001$) (Figura 02). Na Área I (Rio Tijoca), a montante do estuário, a salinidade variou de 0,36 a 22,87, sendo significativamente maior no período seco (teste *t*, $p < 0,05$) e Sólidos Totais Dissolvidos de 11,82 a 9718 mg/L, sendo significativamente maior no período chuvoso (teste *t*, $p < 0,05$). A temperatura da água variou de 26,57°C a 30,25°C, o pH de 6,44 a 8,19, oxigênio dissolvido 2,72 a 7,99 mg/L essas variáveis não apresentaram diferenças significativas nos períodos estudados. Área B (Rio Pereru), a jusante do estuário, a salinidade variou de 5,33 a 29,90, sendo significativamente maior no período seco (teste *t*, $p < 0,05$) e Sólidos Totais Dissolvidos de 10,21 a 16000 mg/L, sendo significativamente maior no período seco (teste *t*, $p < 0,05$) devido a um pico isolado no mês de agosto. A temperatura da água variou de 26,83°C a 30,11, o pH de 6,48 a 8,04 e o oxigênio dissolvido de 2,22 a 9,69 mg/L essas variáveis não apresentaram diferenças significativas nos períodos estudados.

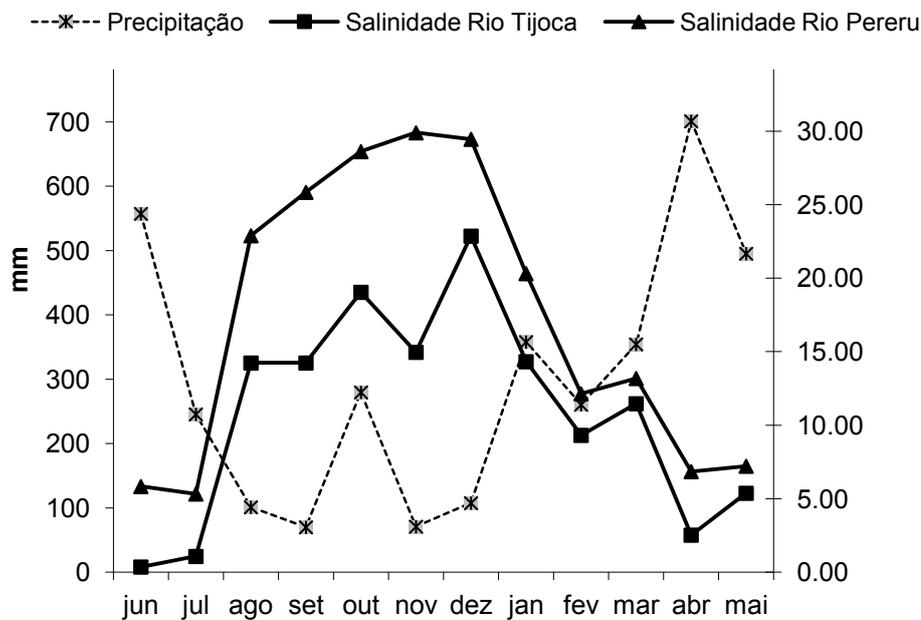


Figura 02 - Variação sazonal da Precipitação (mm) e salinidade durante o período de junho de 2009 a maio de 2010 para Área I, Rio Tijoca a montante do estuário e para Área II, Rio Pereru a jusante do estuário, respectivamente.

Na área I foram analisadas 201 ostras. O comprimento dos machos variou entre 46,66 e 95,40 mm com média de 63,52 mm \pm 9,30 mm desvio padrão (n= 71), para fêmeas variou entre 37,19 e 93,78 mm com média 65,17 \pm 11,15 mm desvio padrão (n=130). As diferenças entre as médias de comprimentos entre machos e fêmeas não foram significativas (ANOVA, F=1,16, $p=$ 0,283). Para o total de indivíduos amostrados verificou-se a predominância de fêmeas em relação aos machos ($X^2=$ 9,04, $p=$ 0,03) com razão sexual 2:1. Na área II foi analisado um total de 216 exemplares. O comprimento dos machos variou entre 29,40 e 104,88 mm com média de 73,15 mm \pm 12,40 mm desvio padrão (n= 104), para fêmeas variou entre 52,12 e 93,40 mm com média 73,15 \pm 9,40 desvio padrão mm (n=112). Não foram observadas diferenças significativas entre as médias de comprimentos de machos e fêmeas (ANOVA, F= 0,31, $p=$ 0,578) e também não ocorreram diferenças significativas nas proporções entre machos e fêmeas ($X^2=$ 0,021; $p=$ 0,9422) com razão sexual 1:1. A ocorrência de hermafroditismo foi de 0,4% para o total de indivíduos, registrado em janeiro para a área I (n=1) e em outubro para a área II (n=1). Quando comparados os comprimentos dos indivíduos das duas áreas, os machos (ANOVA, F= 28,73, $p=$ 0,000) e as fêmeas (ANOVA, F=43,59, $p=$ 0,000) da área II são maiores que os da área I.

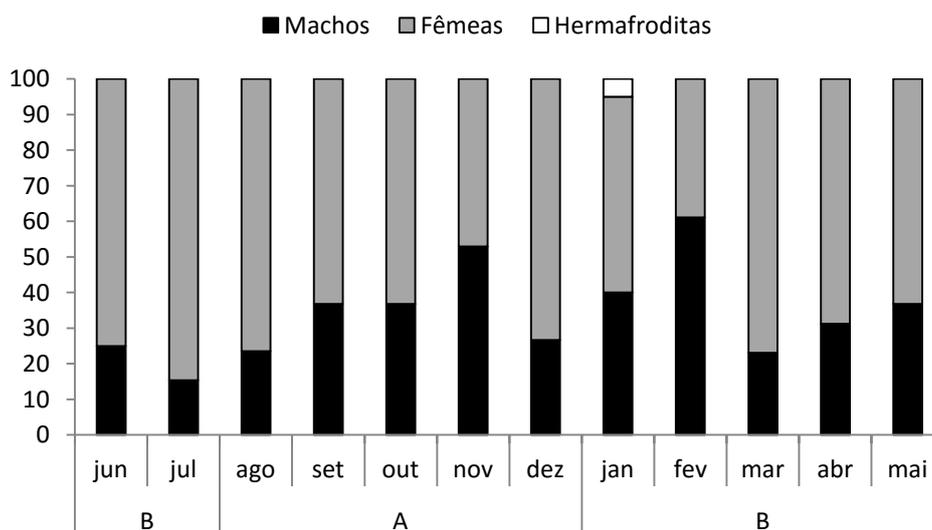


Figura 03 – Frequência relativa de machos, fêmeas e hermafroditas de *C. gasar* na área I, Rio Tijoca a montante do estuário. A – período seco, B – período chuvoso.

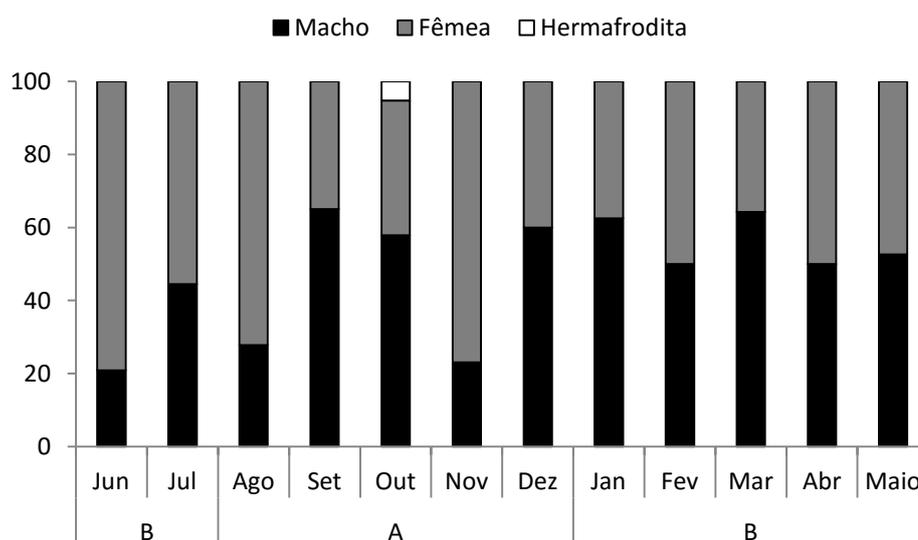


Figura 04 - Frequência relativa de machos, fêmeas e hermafroditas de *C. gasar* na área II, Rio Pereru a jusante do estuário. A – período seco, B – período chuvoso.

De acordo com o desenvolvimento gonadal os machos do estágio I foram caracterizados pela abundância de tecido conjuntivo e pela presença de espermatogônias nas paredes dos túbulos. No estágio II há redução de tecido conjuntivo e com espermatogônias aderidas nas paredes dos túbulos alongados e espermátides no centro do lúmen. No estágio III os túbulos estão repletos de espermatozóides orientados em direção ao lúmen, com a presença de poucos espermátócitos. No estágio IV ocorre o reaparecimento do tecido conjuntivo, ocorrendo uma diminuição do diâmetro do túbulo em razão da liberação de gametas (espermição), sendo que alguns túbulos ainda apresentam espermatozóides residuais no lúmen (Figura 05).

Para fêmeas o estágio I foi caracterizado pela presença de folículos ovarianos interconectados, abundância de ovócitos pré-vitelogênicos que foram caracterizados por citoplasma basófilo e escasso e tecido conjuntivo; o estágio II é caracterizado pela diminuição do tecido conjuntivo e presença de ovócitos pré-vitelogênicos, em vitelogênese e vitelogênicos; o estágio III caracteriza-se pela escassez de tecido conjuntivo e folículos repletos de ovócitos vitelogênicos em formato poligonal com citoplasma acidófilo; e o estágio desovado é caracterizado pela escassez de tecido conjuntivo e aparecimento de espaços vazios dentro dos folículos com poucos ovócitos pré-vitelogênicos e em vitelogênese (Figura 05).

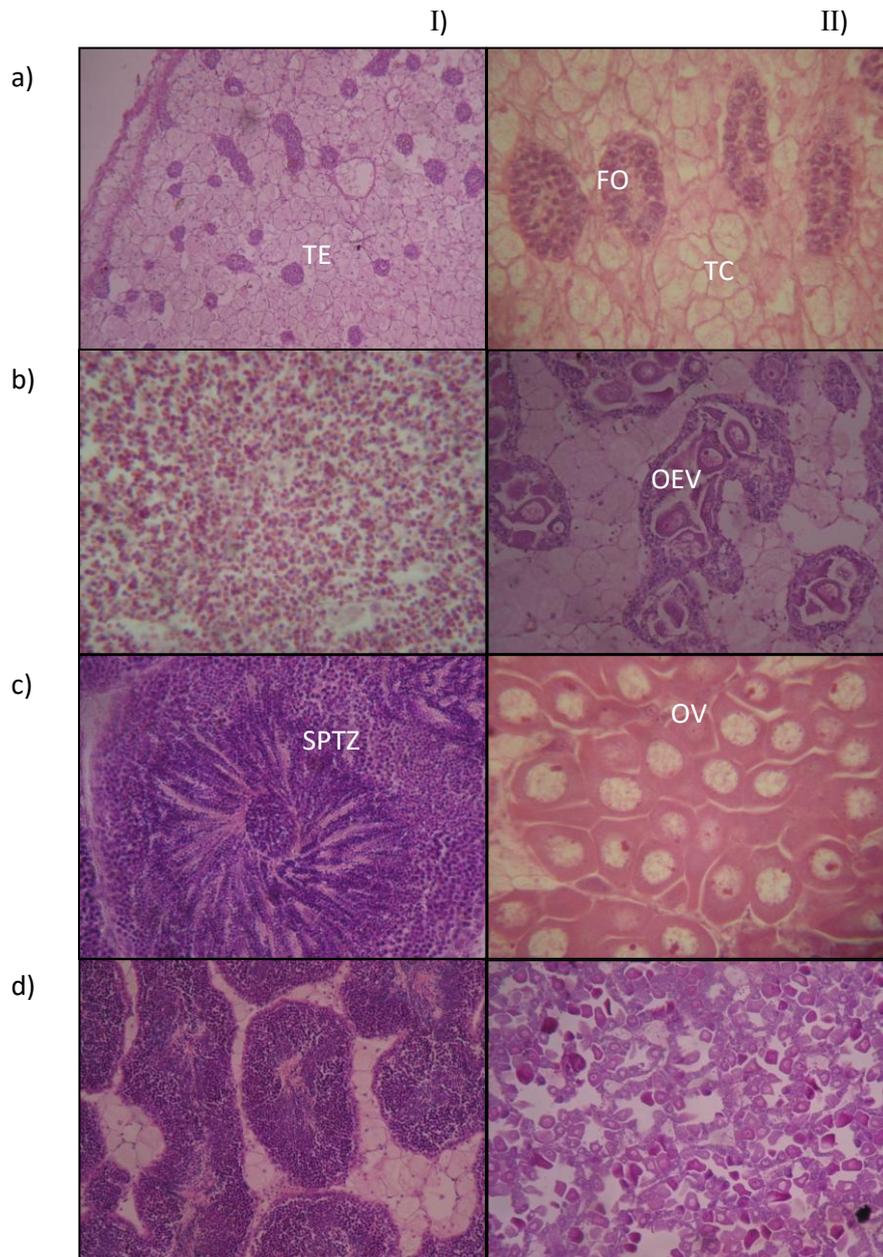


Figura 05 - Estádios de maturação gonadal para machos (I) e fêmeas (II) de *Crassostrea gasar*. a) imaturo, b) em maturação, c) maturo e d) espermiado/desovado (TC – Tecido Conjuntivo, TE – Túbulo espermático, SPTZ – Espermatozóide, OPV – Ovócitos Pré-vitelogênicos, OEV – Ovócitos em vitelogênese, OV – Ovócitos Vitelogênicos. Aumento de 400X.

Em relação ao período sazonal, na área I, os machos iniciam a gametogênese em julho (período chuvoso) quando 50% dos indivíduos estão no estágio em maturação, no mês de agosto (período seco) atingem 100% da maturidade e durante os meses de setembro 2009 (período seco) até abril 2010 (período chuvoso) estão em espermição (Figura 06a). As fêmeas iniciam a gametogênese em julho (período seco) quando 72% dos indivíduos estão em maturação e desovam durante os meses de agosto (período seco) até abril (período chuvoso). A proporção de indivíduos maduros no período seco foi de 70% para fêmeas e 100% para machos (Figura 06b).

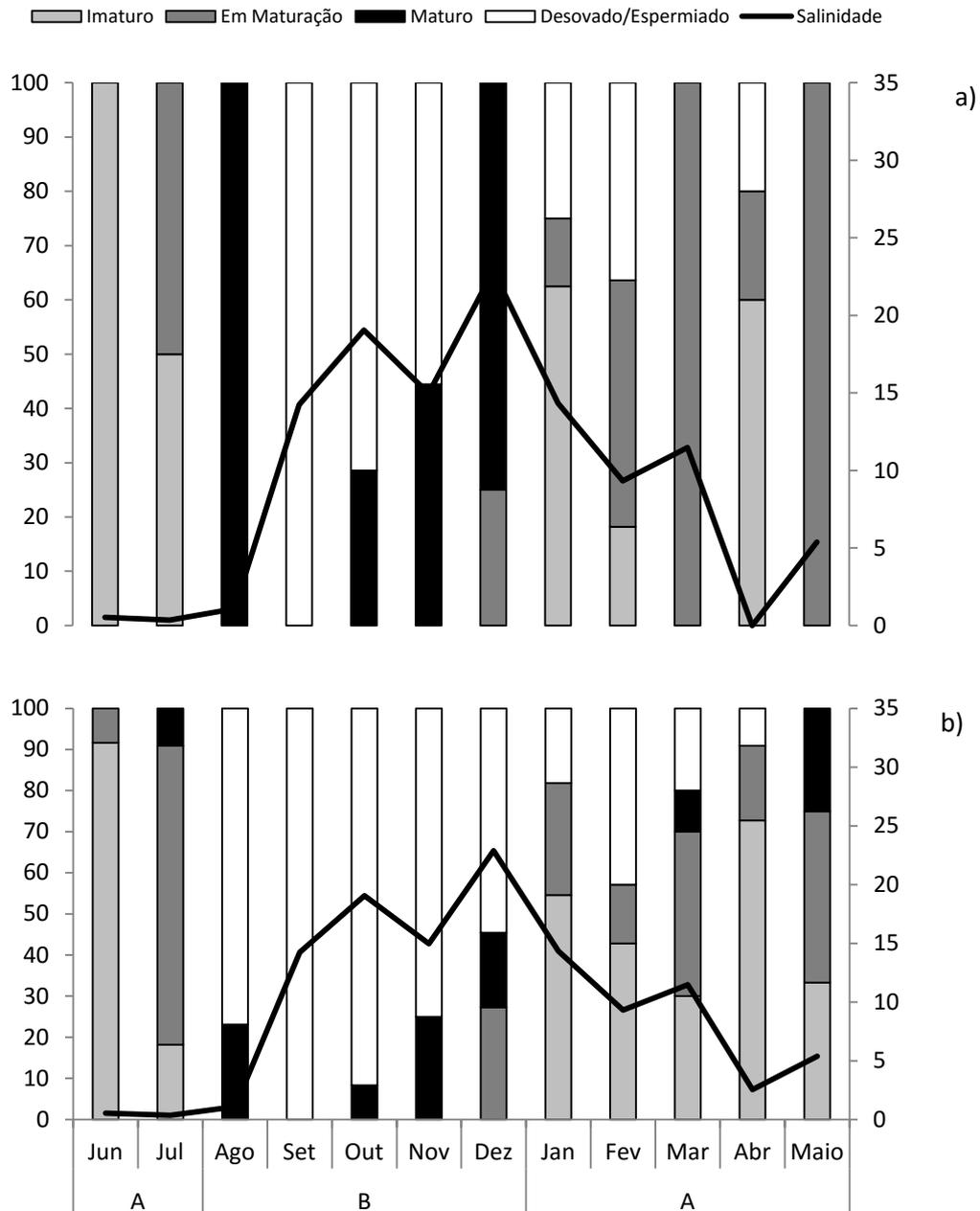


Figura 06 – Ciclo gametogênico de machos (a) e fêmeas (b) de *C. gasar* na área I, Rio Tijoca, a montante do estuário. A – período chuvoso, B – período seco.

Na área II, os machos estão maduros nos meses de junho, julho e agosto (final do período chuvoso e início do período seco) e estão em espermiacão nos meses de setembro e outubro (período seco), no mês de novembro (período seco) estão imaturos e em dezembro (período seco) reiniciam o ciclo de maturação, permanecendo maduros nos meses de janeiro a maio (período chuvoso) (Figura 07a). As fêmeas iniciam a gametogênese em julho (período chuvoso) quando 70% dos indivíduos estão em maturação e desovam durante os meses de junho (final do período chuvoso) até novembro (período seco). A proporção de indivíduos maduros no período seco foi de 70% para fêmeas e 100% para machos (Figura 07b).

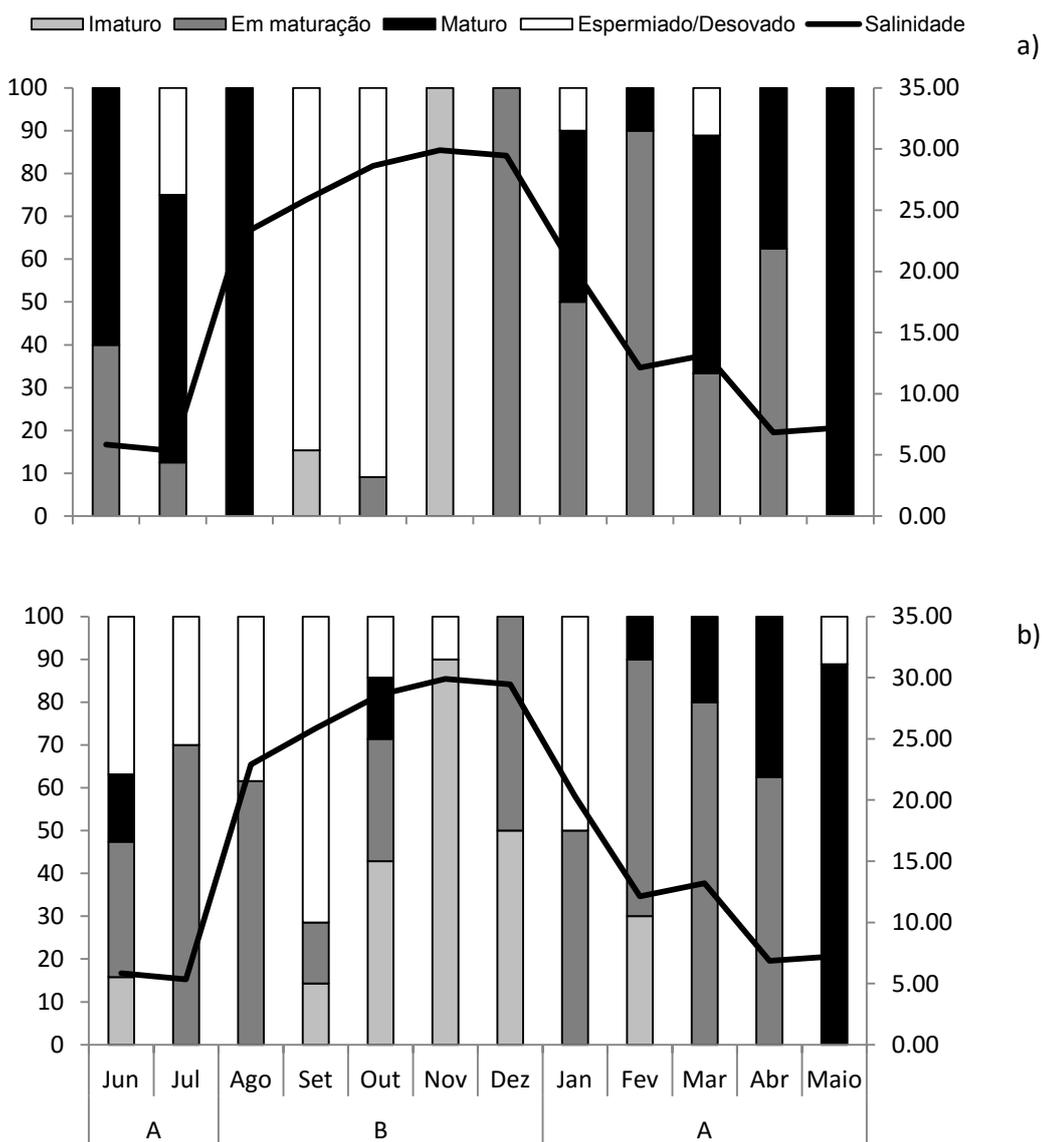


Figura 07 – Ciclo gametogênico de machos (a) e fêmeas (b) de *C. gasar* na área II, Rio Pereru, a jusante do estuário. A – período chuvoso, B – período seco.

Discussão

O sucesso reprodutivo em ostras está relacionado a otimização da fertilização através do investimento na ovogênese, já que os machos apresentam uma recuperação gonadal mais rápida e a alta proporção de fêmeas é uma possível estratégia reprodutiva do gênero *Crassostrea* (Lenz e Boehs, 2011), constatada no presente estudo pela predominância significativa de fêmeas em relação aos machos na área I, localizada mais distante da costa. Resultados semelhantes foram encontrados nas análises dos ciclos reprodutivos de *C. rhizophorae* (Lenz e Boehs, 2011) e *C. glomerata* (Dinamani, 1974) que apresentaram a predominância significativa de fêmeas ao longo o ano. No entanto, estudos sobre *C. gigas* (Steele e Mulcahy, 1999) e *C. corteziensis* (Mazón- Suástegui et al., 2011) indicam que essa alta proporção de fêmeas durante a maturação é reduzido após a desova.

O hermafroditismo foi observado na área de estudo, porém, em baixa frequência (0,4%), o que também foi registrado para *C. glomerata* (Dinamani,1974), *C. gigas* (Steele e Mulcahy,1999) e *C. gasar* (Paixão et al., 2013). Ostras *Crassostrea* são hermafroditas protândricas (Galtsoff, 1964; Guo, 1998) e em geral, o hermafroditismo ocorre após a liberação de gametas, e pode ocasionar uma variação na proporção sexual ao longo do ciclo reprodutivo (Dinamani, 1974). No presente estudo a ocorrência de hermafroditas foi observada após o pico da desova sendo registrada durante o aumento da precipitação e conseqüente redução da salinidade. No entanto, não ocasionou modificação da proporção sexual, devido ao baixo número de indivíduos. Guo (1998) levanta a hipótese de que as ostras *Crassostrea* estejam evoluindo da condição hermafrodita para a condição dióica, isso explicaria as baixas proporções de hermafroditas encontradas na literatura.

Estudos dos ciclos gametogênicos de *C. gigas* (Bernard et al., 2011) e *C. rhizophorae* sugerem que a gametogênese é prolongada em águas mais quentes (30°C), com picos influenciados por outros fatores como salinidade e disponibilidade de alimentos(Vilanova e Chaves, 1988; Lenz e Boehs, 2011), sendo que a exposição ao ar, em zonas entremarés, também pode induzir a desova, devido a incidência de raios solares diretamente nas ostras durante baixamar (Gosling, 2003). Contudo, as áreas de estudo com clima tropical e influência de macromarés semidiurnas, as altas temperaturas registradas durante todo ano explicam a ocorrência de indivíduos em maturação em quase todo ciclo anual. Na área I, os sólidos dissolvidos totais foram abundantes durante todo o período chuvoso; o que pode estar relacionado como sedimento carregado pelas chuvas. Na área II, esse componente apresentou um pico no mês de agosto, o que pode ser influência das águas oceânicas ricas em suspensão

que podem ter contribuído para a maturação das gônadas. As concentrações de oxigênio dissolvido estão abaixo dos padrões estabelecidos para águas de cultivo nas duas áreas estudadas (mínimo de 05mg/L) em mais de 70% das amostras, este parâmetro influencia o ritmo cardíaco, maturação gonadal e acúmulo de reservas. No entanto, ostras suportam bem condições de anoxia (Gosling, 2003). Os valores de pH (entre 6 e 9) estão dentro dos padrões estabelecidos para águas de cultivo (Resolução CONAMA nº357/2005).

A frequência de indivíduos maduros durante o período sazonal variou entre as áreas. Na área I foi maior durante período seco (salinidade 15-20) e para a área II durante o período chuvoso (salinidade 05-15). Paixão *et al.* (2013) encontraram *C. gasar* maduras no período de alta precipitação e em baixa salinidade (20-25). Isso indica que a maturação de *C. gasar* está relacionada com a variação da salinidade. No presente estudo as ostras nas duas áreas estudadas atingiram a maturidade sexual quando a salinidade fica entorno de 05 a 20, independente da sazonalidade, e da localização das áreas, mais próxima ou mais distante da Costa. Portanto, podemos considerar que a variação da salinidade seja o gatilho para a reprodução.

A desova e espermiacão nas áreas I e II ocorreu de forma sincrônica. Essa sincronidade também foi relatada para *C. gigas* (Steele e Mulcahy, 1999) e *C. gasar* (Paixão *et al.*, 2013). Na área I a desova e espermiacão de *C. gasar* ocorreram de forma prolongada, se estendendo do período seco até o chuvoso, quando a salinidade está muito baixa. Nessas condições hipossalinas, as células gonadais de ostras tendem a sofrer citólise (Galtosoff, 1964), então, nesse caso a liberação de gametas pode ter sido induzido por esta redução da salinidade. Na área II a desova e espermiacão foram mais expressivas durante o período seco com alguns eventos durante o período chuvoso. Esses períodos prolongados de desova e espermiacão em *C. gasar* são típicas de ostras tropicais, conforme registrado para *C. corteziensis* por Rodriguez-Jaramillo *et al.* (2008) e para *C. rhizophorae* (Lenz e Bohers, 2011). Desta forma, podemos ainda inferir que a área I, durante o período seco, principalmente quando a salinidade está entre 15 e 20, seja a região mais propícia para a captação de sementes já que o cultivo da espécie depende da disponibilidade de sementes em ambiente natural. Estas sementes devem ser transferidas para outras áreas estuarinas de cultivo mais propícias ao crescimento e engorda com maior aporte de água salina, já que *C. gasar* não cresce em salinidades muito baixas (Sandison, 1966). As análises dos ciclos reprodutivos se deram a partir de indivíduos adultos provenientes de cultivos existentes nas duas áreas estudadas com idades aproximadas. Os indivíduos analisados na área II são significativamente maiores que os da área I, demonstrando que atingem o tamanho comercial em menos tempo. Assim, sugerimos a área II mais

próxima da costa como área potencial de engorda, devido ao maior aporte de água salina.

Concluimos que *C. gasar* tem um ciclo reprodutivo contínuo em temperaturas médias de 28° C, com picos de desova e espermição sincrônicos em salinidades entre 05 e 15, respondendo as diferentes condições ambientais de cultivo, sendo as áreas a montante do estuário propícias à captação de sementes e as áreas a jusante propícias a engorda e ao crescimento.

Agradecimentos

Nossos especiais agradecimentos a UFPA/FAPESPA pelo suporte financeiro para a pesquisa. Aos ostreicultores por fornecer sementes e a estrutura de cultivo para o estudo. Ao ICMBIO/SISBIO pela autorização de pesquisa.

Referências

- Ajana, A. M. 1980. Fishery Of The Mangrove Oyster, *Crassostrea Gasar*, Adanson (1757), In The Lagos Area, Nigeria. *Aquaculture* 21: 129-137.
- Borghetti, N. B., Ostrensky, O., Borghetti, J.R. Aqüicultura: Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no Mundo. Curitiba: GIA, 2003.
- Brown, J. R. 1988. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Marine Ecology* 45: 225-236.
- Chávez-Villalba, J., Villedas-Ávila, F., Cáceres-Martínez, C., 2007. Reproduction, condition and mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) along coastal Sonora, Mexico. *Aquaculture Research* 38, 268–278.
- Coe, W. R. 1938. Primary sexual phases in the oviparous oyster (*Ostrea virginica*). *Biological Bulletin* (64-75).
- Dame, R. F. 1996. Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach. CRC Marine Science Series. New York.
- Davenport, J. 1982. Environmental Simulation Experiments on Marine and Estuarine Animals. *Adv. Mar. Biol.*, Vol. 19.
- Devakie, M. N. e Ali, A. B. 2000. Salinity-temperatura and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino). *Aquaculture* 184: 105-114

Fisch, G.; Marengo, J. A.; Nobre, C. A. 1998. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica* 28 (2): 101-126.

Galstoff, P.S., 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Fish Bull. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Serv. USA. (480 pp.).

Galvão, S. N., Pereira, O. M., Hilsdorf, W.S. 2012. Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*Crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. *Aquaculture Research* (1-13).

Gosling, E., 2003. Bivalve mollusks: biology, ecology and culture. Reproduction, Settlement and Recruitment. Fishing News Books, Oxford-UK, pp. 131–161.

Guo, X., Hedgecock, D., Hershberger, W. K., Cooper, K., Allen Jr, S. K. 1998. Genetic determinants of protandric sex in the pacific oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. *Evolution* 52 (2): 394-402.

INMET — Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. Conventional monitoring stations. Available at: <http://www.InMet.gov.br/yes/sonabra/ionaConventionis> (Access in January 2015).

Lapègue, S; Boutet, I; Leita, A.; Heurtebise, S; Garcia, P, Thiriou-Quievreux, C., Boudry, P. 2002. Trans-Atlantic Distribution of a Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses *Biol. Bull.* 202: 232–242. June.

Lenz, T., Boehs, G., 2011. Ciclo reprodutivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu Bahia, Brasil. *Revista de Biología Tropical* 59 (1), 137–149.

Lubet, P., 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez le 630 Mytilidés et les Pectinidés (mollusques bivalves). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 23, 387-548.

Mazón- Suástegui, J. M., Ruíz-García, M. C., Chávez-Villalba, J., Rodríguez-Jaramillo, C., Saucedo, P. E. 2011. Analysis of growth and first reproduction of hatchery-reared juvenile Cortez oyster (*Crassostrea corteziensis*) in northwestern Mexico: proposal of a minimal fishing size. *Aquaculture Research*, 1-11.

Melo, A.G.C., Varela, E.S., Beasley, C.R., Schneider, H., Sampaio, I., Gaffney, P.M., Reece, K.S., Tagliaro, C.H., 2010. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oyster (*Crassostrea*). *Genetics and Molecular Biology* 33, 564–572.

Moraes, B. C; Costa, J. M. N; Costa, A. C. L; Costa, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazônica* VOL. 35(2): 207 – 214.

Paixão, L. , Ferreira, M. A., Nunes, Z. Fonseca-Sizo, F., Rocha, R. 2013. Effects of salinity and rainfall on the reproductive biology of the mangrove oyster (*Crassostrea*

gasar): Implications for the collection of broodstock oysters. *Aquaculture* 380–383: 6–12.

Pereira, O. M., Machado, I. C. , Henriques, M. B., Yamanaka, N. 2001. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP (25° S, 48° W) [Growth of the oyster *Crassostrea brasiliana* sowed on artificial beds under different densities in the estuarine lagoon of Cananéia, SP, Brazil, 25° S, 48° W]. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27(2): 163 - 174.

Pereira, O.M., Henriques, M.B., Machado, I.C. 2003. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil [Growth curve estimative of the oyster *Crassostrea brasiliana* in the mangrove and a proposal to their sustainable Cananea estuary, SP, Brazil]. *Boletim do Instituto de Pesca* 29 (1), 19–28.

Powell, E. N., Klinck, J. M., Hofmann, E. E., McManus, M. A. 2013. Influence of Water Allocation and Freshwater Inflow on Oyster Production: A Hydrodynamic–Oyster Population Model for Galveston Bay, Texas, USA. *Environmental Mangement* 31 (1) 100-121.

Prophet, E.B., Milis, B., Arrington, J.B., Sobin, L.H., 1995. Métodos Histotecnológicos. Instituto de Patologia de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de America (AFIP), Washington (DC) (280 pp.).

Prost, M. T. R. C., Loubry, D. 2000. Structures architecturales des palétuviers *Avicennia germinans* et *Rhizophora mangle*: éléments diagnostics de La dynamique des mangroves sur les rives Du rio Marapanim (Etat du Pará). In: Prost, M. T. R. C., Mendes, C. (Eds). *Ecosistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental*. FUNTEC. Belém, Brazil. 51-63.

Prost, M. T., A. C. Mendes, J. F. Faure, J. F. Berredo, M. E. Sales, L. G. Furtado, M. G. Santana, C. A. Silva, I. Nascimento, I. Gorayeb, M. F. Secco & L. Luz. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: M. T. Prost & A. Mendes (Eds.): *Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*: 1-215. FUNTEC, Belém.

Rodríguez-Jaramillo, C., Hurtado, M.A., Romero-Vivas, E., Ramírez, J.L., Manzano, M., Palacios, E., 2008. Gonadal development and histochemistry of the tropical oyster, *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) during an annual reproductive cycle. *The Journal of Shellfish Research* 27, 1129–1141.

Rosário, R. P., Bezerra, M. O., Vinzón, S. B. 2009. Dynamics of the saline front in the northern channel of the Amazon River – Influence of fluvial flow and tidal range (Brazil). *Journal of Coastal Research*. Special Issue 56, 1414-1418.

Santerre, C., Sourdain, P., Marc, N., Mingant, C., Robert, R., A. 2013. Oyster sex determination is influenced by temperature — First clues in spat during first gonadic

differentiation and gametogenesis. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 165: 61–69.

Schaeffer-Novelli, Y e Cintrón-Molero, G. 1999. Brazilian Mangroves: a historical ecology. *Ciência e Cultura* 51 (3/4): may/august.

Silva, P. M., Fuentes, J., Villalba, A. 2009. Differences in gametogenic cycle among strains of the European flat oyster *Ostrea edulis* and relationship between gametogenesis and bonamiosis. *Journal of Shellfish Research* 287 (253-263).

Souza-Filho, P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica* 23(4): 427-435.

Souza-Filho, P.W.M., Lessa, G.C., Cohen, M.C.L., Costa, F.R. & Lara, R.J. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, northern Brazil. In: Dillenburg, S.F. & Hesp, P.A. (eds.) *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil*. Springer, Berlin & Heidelberg. 347-375pp.

Vannucci, M.1999. Os manguezais e nós. São Paulo: Edusp. 244p.

Varela , E. S.; Beasley, C. R.; Schneider, H.; Sampaio, I.; Marques-Silva, N. S., Tagliaro, C. H. 2007. Molecular Phylogeny of Mangrove Oysters (*Crassostrea*) from Brazil. *Journal of Molluscan Studies* 73, 229-234.

Vilanova, M. F. V. e Chaves, E. M. B. 1988. Contribuição para o conhecimento da viabilidade do cultivo de ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Mollusca: Bivalvia) no estuary do Rio Ceará, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 27: 111-125.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DA OSTRADO-MANGUE *CRASSOSTREA GASAR* CULTIVADA EM SISTEMA FIXO NA COSTA DE MANGUEZAIS DE MACROMARÉS DA AMAZÔNIA, BRASIL.

**CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DA OSTRADO-MANGUE CRASSOSTREA GASAR
CULTIVADA EM SISTEMA FIXO NA COSTA DE MANGUEZAIS DE MACROMARÉS DA AMAZÔNIA,
BRASIL.**

Maria de Nazaré Bentes de Lima^{a,c*}, Fabrícia de Jesus Paiva da Fonseca-Sizo^a, Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira^b, José Souto Rosa Filho^d, Rossineide Martins da Rocha^a

^aLaboratório de Ultraestrutura Celular, Universidade Federal do Pará, Brasil.

^bLaboratório de Imunohistoquímica e Biologia do Desenvolvimento, Universidade Federal do Pará, Brasil.

^c Instituto de Desenvolvimento Florestal e Biodiversidade

^dUniversidade Federal de Pernambuco

*correspondência do autor: maria.bentes@hotmail.com.br

Resumo

Na costa amazônica os efeitos da sazonalidade são marcantes no desenvolvimento de organismos aquáticos, sendo a precipitação e salinidade os fatores climáticos mais importantes. O objetivo deste trabalho foi comparar o incremento de tamanho e a sobrevivência de *C. gasar* em dois cultivos experimentais. Para a análise do crescimento foram implementados cultivos experimentais durante doze meses, no período de outubro de 2009 a setembro de 2010, no Rio Tijoca, município de Curuçá (águas mais interiores com menor influência da maré) – Área I, e no período de outubro de 2010 a setembro de 2011, no Rio Pereru município, de São Caetano de Odivelas (mais próximo da costa com maior influência da maré) – Área II. Foram recrutadas pós-larvas em ambiente natural, através de coletores artificiais, que permaneceram submersos por um período de, aproximadamente, 60 dias. Os cultivos foram iniciados com duas mil ostras de 15 a 25 mm de comprimento em travesseiro de malha 6 mm. Para cada travesseiro havia uma réplica. Mensalmente, foram registradas as sobrevivências, medidos 200 indivíduos (comprimento em mm), e verificada a precipitação média mensal. Os travesseiros foram manejados para limpeza e retirada de fauna acompanhante. A precipitação variou de 45 e 450 mm na área I, e 60 a 580 mm na área II. Um padrão similar de incremento de comprimento foi observado para ambos os cultivos, verificando-se um rápido crescimento no período seco e uma desaceleração no período chuvoso. Nas áreas I e II, os comprimentos médios iniciais foram de 15,65mm e 21,11mm, e os finais de 53,38 mm e 81,50mm, respectivamente, sendo que as médias de comprimento na área II (Rio Pereru) foram maiores que na área I. Na área II as ostras atingiram o tamanho aceito comercialmente (>60mm) em seis meses. Na área I a sobrevivência ao final do cultivo foi de 33,55% e na área II foi de 70,25%. Podemos inferir que as diferenças sazonais nas taxas de crescimento e sobrevivência estão relacionadas com a precipitação, pois a baixa salinidade do período chuvoso ocasiona a diminuição nas taxas de filtração em ostras podendo ocasionar a mortalidade. Concluímos que áreas mais próximas à costa são mais favoráveis ao crescimento e sobrevivência de ostras.

Palavras-chave: ostreicultura, sistema de cultivo, crescimento.

Introdução

O estuário amazônico apresenta alta dinâmica ambiental, devido à influência de fatores permanentes, como a interface rio-oceano, e sazonais como as estações seca e chuvosa, sendo a maré, as descargas dos rios e as chuvas os fatores determinantes da dinâmica hidrológica (Rosário *et al.*, 2009). A rica rede de drenagem que deságua no oceano Atlântico lança grandes quantidades de sedimentos gerando o fenômeno de acreção lamosa que permite o desenvolvimento de extensos manguezais (Prost *et al.*, 2001), com uma área de 2.176 km² denominada de costa de manguezais de macromarés da Amazônia (CMMA) que se estende da Baía do Marajó até Baía de Gurupi (Souza-Filho, 2005).

Crassostrea gasar é a ostra nativa que ocorre em manguezais amazônicos (Lapègue *et al.*, 2002; Varela *et al.*, 2007; Melo *et al.*, 2010), formando bancos naturais em substratos rochosos ou lodosos nos leito dos rios (Varela *et al.*, 2007), sua distribuição e desenvolvimento estão relacionados com a complexa interação dos fatores ambientais e biológicos (Sandison, 1967; Ajana, 1980). Estudos tem demonstrado que as condições ambientais influenciam fortemente no crescimento das ostras (Mazón-Suásteg *et al.*, 2011; Mizuta *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2013); em regiões costeiras a salinidade é o fator limitante mais importante em populações de ostras (Gosling, 2003, Paixão *et al.*, 2013), e a precipitação sendo o fator determinante da variação de salinidade (Galtsoff, 1964).

Em ambientes de manguezais as ostras são importantes recursos pesqueiros para as comunidades costeiras (Galvão *et al.*, 2012) e quando cultivadas podem apresentar taxas maiores de crescimento do que em ambientes naturais em função da seleção de sementes para a engorda e das técnicas de manejo utilizadas (Pereira *et al.*, 2003). Nesse contexto *C. gasar* vem sendo cultivada com sucesso na região amazônica (Lopes *et al.*, 2013) e a ostreicultura se bem implantada e regulamentada pode reduzir os impactos causados pelo extrativismo nas populações naturais (Gardunho *et al.*, 2012).

Os sistemas de cultivos de ostra existentes nessa região são na maioria do tipo mesa-fixa, implantados em manguezais de macromarés, que sofrem emersão e submersão diárias em ambientes estuarinos e de águas interiores com influência da maré. Os ostreicultores estão organizados em associações, no entanto, ainda não fazem o controle da produção. A escolha das áreas de estudo foi definida de acordo com cultivos já estabelecidos.

Apesar de *C. gasar* se desenvolver bem em condições estuarinas quando comparadas aos ambientes marinhos (Lopes *et al.*, 2013), o crescimento e a mortalidade dessa espécie são extremamente variáveis (Sandison, 1967). Portanto a avaliação do crescimento de ostras a montante e a jusante de rios, com maior ou menor influência da água do mar pode contribuir para melhorar o desempenho de cultivos. O objetivo desse trabalho foi de comparar o incremento de tamanho e a sobrevivência da ostra do mangue em cultivos experimentais em dois ambientes estuarinos a montante e a jusante dos dois principais tributários da Baía do Tapari.

Material e Métodos

Área de Estudo

A costa de manguezais do Estado do Pará se estende por 2.176 km² a leste da desembocadura do Rio Amazonas (Mendes, 2005; Souza-Filho, 2005). O clima quente e úmido é regulado pelas mudanças sazonais na posição da Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT) e linhas de instabilidade (Souza-Filho *et al.*, 2009), que são responsáveis pela formação de chuvas próximo à costa litorânea (Fisch *et al.*, 1998). Os meses de janeiro a julho são os mais chuvosos, e agosto a dezembro os mais secos (Moraes *et al.*, 2005). Por ser uma região de convergência dos ventos alísios a precipitação varia entre 2.300 a 2800 mm/ano (Tessler e Goya, 2005, Berrêdo *et al.*, 2008; Souza-Filho *et al.*, 2009), com temperatura média de 26° C (Moraes *et al.*, 2005). Para este trabalho foram considerados dois períodos sazonais: chuvoso (jan-jul) e seco (ago-dez).

O presente estudo ocorreu em cultivos experimentais realizados em duas áreas da Costa Amazônica: a área I, localizada no Rio Tijoca - Município de Curuçá (S 00°51' 04,0" / W 047°53'21,2"). A área II, localizada no Rio Pereru - Município de São Caetano de Odivelas (S 00°42'01,0" / W 048°02'21,6"). O estudo ocorreu em dois períodos: área I de outubro de 2009 a setembro de 2010, e na área II de outubro de 2010 a setembro de 2011.

Parâmetros Ambientais (Precipitação)

Os dados meteorológicos de precipitação total por mês foram obtidos junto à Seção de Observação e Meteorologia Aplicada do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015).

Sistema de Cultivo

Os cultivos experimentais foram realizados em estruturas de cultivo “mesa-fixa” que consistem em armações de madeira onde são afixados os apetrechos (travesseiros) para acondicionamento das ostras. Nesse sistema as ostras ficam emersas durante a maré-baixa e submersas durante a maré-alta, funcionando segundo Pereira *et al.* (1991) como um castigo natural que dificulta a proliferação de competidores e predadores.

Obtenção de Sementes

As sementes de *C. gasar* para os cultivos experimentais foram captadas no Rio Tijoca, Vila de Lauro Sodré, município de Curuçá através de coletores artificiais colocados em áreas com reconhecida presença de bancos naturais, que segundo Gardunho *et al.* (2012) são as únicas fontes de sementes para cultivo no Estado do Pará. Os coletores foram confeccionados a partir de garrafas de tereftalato de polietileno (pet) cortadas longitudinalmente para obtenção de lâminas, as quais foram perfuradas com linhas de pesca e enfileiradas com o lado côncavo para baixo. Estes permaneceram submersos por um período de 60 dias (julho-setembro) durante o período reprodutivo da espécie para assentamento das pós-larvas e crescimento das sementes até o tamanho mínimo de 15 a 25 mm de altura para serem transportadas para os travesseiros.

Crescimento

Cada cultivo experimental foi iniciado com duas mil sementes de 15 a 25 mm de comprimento divididas em dois travesseiros de malha 6 mm. As ostras foram transferidas para travesseiros com malha de 09 mm (15 - 30 mm), 14 mm (30 - 60 mm) e 21 mm (acima de 60 mm), de acordo com a classe de comprimento atingida. A taxa de mortalidade foi calculada considerando a porcentagem de indivíduos mortos por mês.

Em cada área, mensalmente, 100 ostras escolhidas ao acaso foram medidas em campo com paquímetro de precisão 0,1 mm (Altura - A e Comprimento - C) e devolvidas aos travesseiros. Uma amostra de 10 indivíduos de cada local foi levada a laboratório para obtenção da altura (mm) e peso total (g), para relação peso e altura, e análise histológica das gônadas.

Análise histológica

Em laboratório as ostras foram anestesiadas em gelo, em seguida abertas e fragmentos das gônadas retirados. Estes foram fixados em solução de Davidson por 24 h, e submetidos ao processamento histológico de rotina para inclusão em parafina, os cortes de 5µm obtidos foram corados em hematoxilina e eosina (HE) (Prophet *et al.*, 1995) e analisados em microscópio de luz Carl Zeiss (Axiostar Plus 1169-151).

Para o estabelecimento do ciclo reprodutivo foram considerados os seguintes estádios de desenvolvimento gonadal: imaturo (I); em maturação (II); maturo (III) e espermiado/desovado (IV) para machos e fêmeas, de acordo com a classificação proposta por Paixão *et al.* (2013).

Análise estatística

As frequências mensais de machos e de fêmeas em cada área e ao longo do período do trabalho foram analisadas através do teste X^2 (qui-quadrado), com proporção esperada de 1:1. As diferenças das médias de comprimento entre os locais foram testadas a partir da ANOVA ($p < 0,05$). A relação entre comprimento e altura e comprimento e peso foi feita através da regressão linear e polinomial, respectivamente.

Resultados

Parâmetros Ambientais (precipitação)

A precipitação acumulada mensal na área I variou entre 50mm e 450mm e na área II entre 60 e 580mm.

Crescimento, sobrevivência e fauna acompanhante

Na área I, o comprimento médio das ostras variou de 16,66 mm ($\pm 2,71$ mm) a 57,38 ($\pm 7,22$ mm), com crescimento absoluto de 40,72 mm. O peso médio variou entre 1,8 g e 34,64 g. A precipitação entre 45 mm e 450 mm.

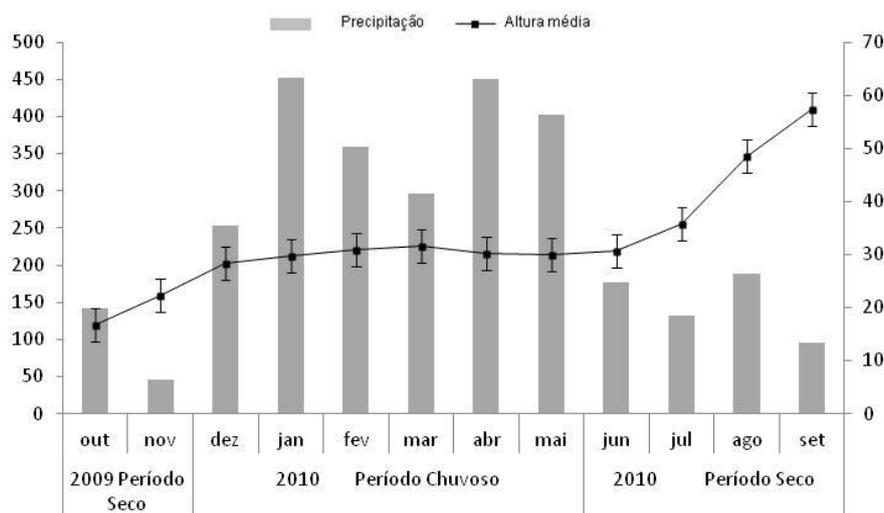


Figura 01 – Área I: Precipitação média mensal e alturas médias das ostras durante os períodos sazonais de outubro de 2009 a setembro de 2010.

Na área II o comprimento médio das ostras variou de 21,11 (± 3.96 mm) mm a 81,53 (± 8.4 mm), com crescimento absoluto de 60,42 mm. O peso médio variou entre 0,39 g e 115 g. A precipitação variou entre 60 e 580 mm.

O padrão de incremento de tamanho observado foi diferente para os cultivos. Na área I as ostras apresentam um estacionamento no crescimento durante o período chuvoso, enquanto na área II o crescimento é contínuo. Dessa forma, há diferenças entre os tamanhos das ostras para os dois locais, sendo as médias de comprimento na área II maiores que na área I Curuçá (ANOVA, $F= 11,11$, $p= 0,03$).

A sobrevivência na área I foi de 33,55% ($n= 671$), e na área II foi de 70,25% ($n= 1405$).

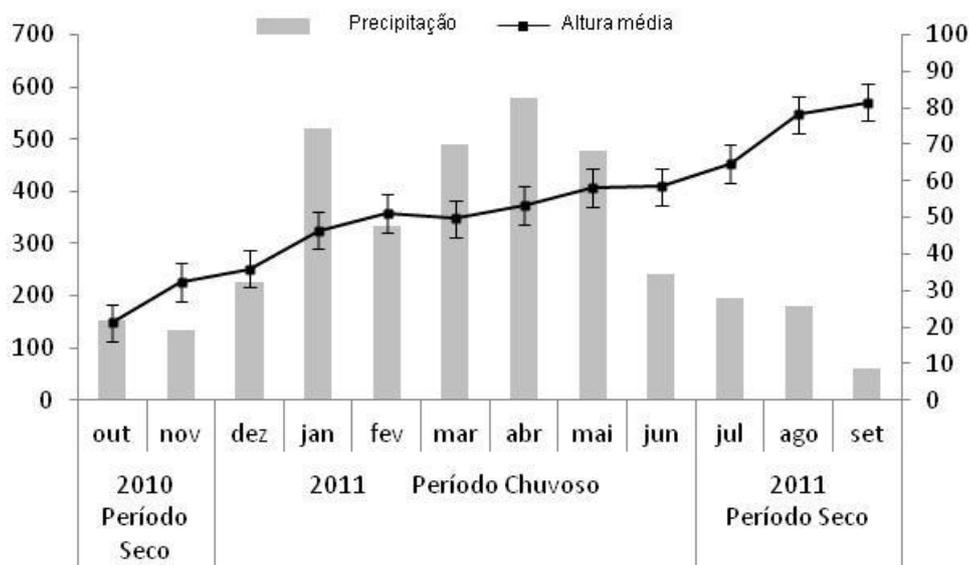


Figura 02 – Área II: Precipitação média mensal e comprimentos médios das ostras durante os períodos sazonais de outubro de 2010 a setembro de 2011.

Proporção e Maturação Sexual

A proporção sexual na área I foi de 37,5% de fêmeas e 62,5% de machos, com predominância significativa de machos. Na área II a proporção sexual foi de 70,4% de fêmeas e 29,6% de machos, com predominância significativa de fêmeas.

A liberação de gametas foi sincrônica, e na área I ocorreu no período seco, e na área II no período chuvoso. A presença de indivíduos desovados/espermiados em todas as classes de tamanho dificulta a correlação do tamanho com a primeira maturação gonadal (tabela 01).

Tabela 01 - Frequência dos estádios gonadais por período sazonal nas áreas I e II.

Contribuição (%) por período sazonal na área I				Contribuição (%) por período sazonal na área II			
Sexo	Estádio	Seca	Chuvosa	Sexo	Estádio	Seca	Chuvosa
Machos	Imaturo	9.09	28.57	Machos	Imaturo	15.00	0.00
	Maturação	0.00	42.86		Maturação	35.00	0.00
	Maturo	9.09	28.57		Maturo	25.00	33.33
	Espermiado	81.82	0.00		Espermiado	25.00	66.67
Fêmeas	Imaturo	0.00	14.29	Fêmeas	Imaturo	0.00	0.00
	Maturação	0.00	71.43		Maturação	10.00	0.00
	Maturo	25.00	14.29		Maturo	23.33	2.22
	Desovado	75.00	0.00		Desovado	66.67	97.78

Ambas as áreas apresentaram correlação entre o comprimento, a altura e o peso. Para a área I As medidas de comprimento (mm) apresentaram correlação com a altura (mm) ($R^2= 0,79$) e com o peso ($R^2= 0,81$) (Figura 03). Para a área II a correlação entre comprimento (mm) e largura (mm) ($R^2= 0,89$), e comprimento (mm) e peso (g) ($R^2= 0,90$) (Figura 04).

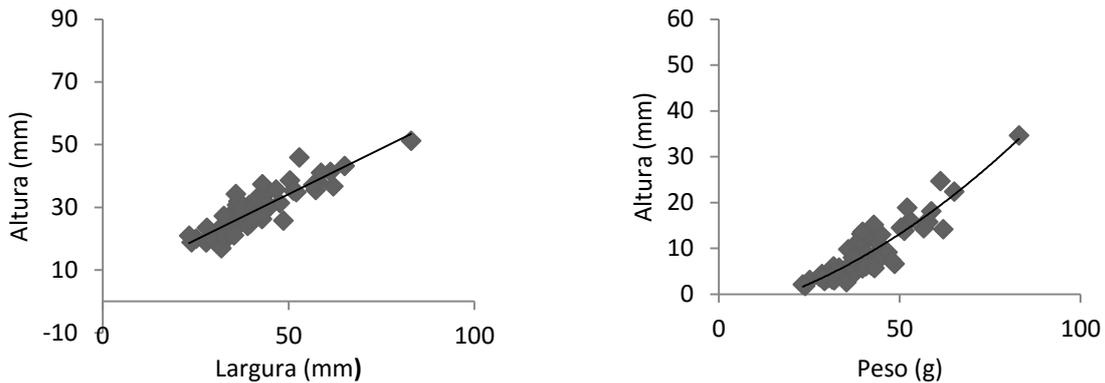


Figura 03– Área I a) Regressão entre comprimento (mm) e largura (mm) de *C. gasar*, b) Regressão polinomial entre comprimento (mm) e peso (g) de *C. gasar*.

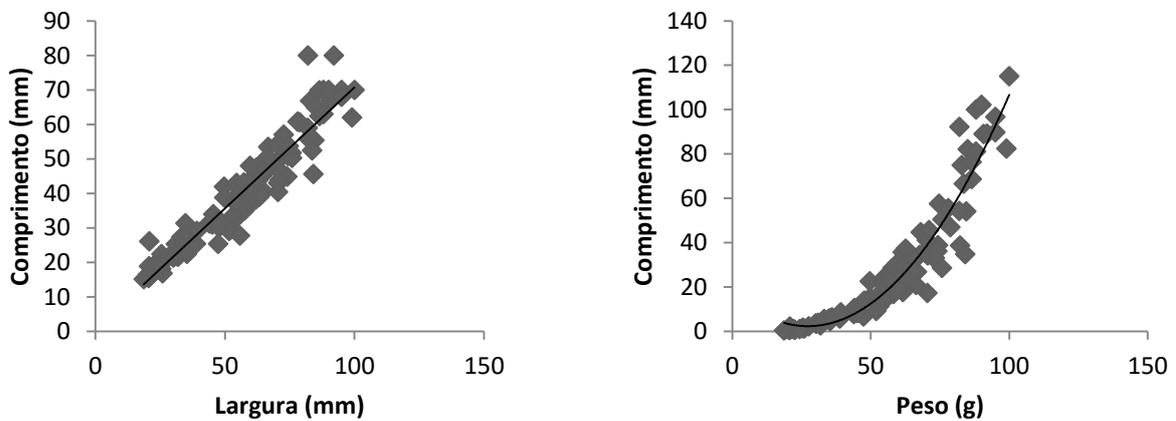


Figura 04 – Área II a) Regressão entre comprimento (mm) e largura (mm) de *C. gasar*, b) Regressão polinomial entre comprimento (mm) e peso (g) de *C. gasar*.

Discussão

Os indicadores de salinidade da água na região estuarina amazônica evidenciam que as maiores concentrações (> 35) deste parâmetro ocorrem entre os meses de agosto e dezembro, com picos no mês de novembro; e as menores concentrações (<10) ocorrem entre os meses de janeiro a julho, configurando um comportamento padrão com diferenças significativas apenas entre as máximas, médias e mínimas (Flambot, 1988). A precipitação, juntamente com as descargas dos rios e maré, são os fatores determinantes da dinâmica hidrológica; influencia diretamente na salinidade, sendo reconhecidamente um dos fatores físico-químicos mais importantes em regiões tropicais (Moraes *et al.*, 2005).

O desenvolvimento ótimo das espécies de ostras ocorre em águas mornas, em torno de 28° C, com entradas de água doce dos sistemas estuarinos (Pogoda *et al.*, 2011) e a diferença nas taxas de crescimento em diferentes ambientes vem sendo reportada para *C. gigas* (Chavez-Villalba *et al.*, 2010; Mizuta *et al.*, 2012) *C. cortezienses* (Mazón-Suástegui *et al.*, 2011) e *C. gasar* (Lopes *et al.*, 2013).

O crescimento de *C. gasar* no estuário amazônico foi muito variável de acordo com os períodos sazonais, onde as ostras apresentaram maior incremento em tamanho (comprimento - mm) durante a estação seca do que na estação chuvosa. De acordo com Sandison (1966), o crescimento dessa espécie é restrito ao período de salinidades entre 20 -30. Como as ostras apresentam mecanismos que suportam a baixa salinidade do período chuvoso, elas tendem a fechar as valvas para reter água em seu interior e assim manter a salinidade mais alta na cavidade do manto e manter seus processos fisiológicos (Davenport, 1982). Acreditamos que no período chuvoso as ostras cresçam menos nas áreas de estudo visto que estão investindo energia em manter seu equilíbrio osmótico interno.

As diferenças significativas nas médias de comprimento entre os locais, indicam que as ostras na área II (a jusante), são maiores que na área I (a montante). Nas duas áreas foram utilizadas sementes captadas do mesmo ambiente e estavam submetidas a condições iguais de manejo. É descrito na literatura que as ostras de uma mesma espécie cultivadas em condições ambientais diversas podem apresentar diferenças no seu desenvolvimento (Brown, 1988). Estudos comparativos foram feitos para *C. gigas* (Chávez-Villalba *et al.*, 2010) sobre as diferenças de crescimento em ambientes lagunar e marinho; *C. gigas* e *Ostrea edulis* (Pogoda *et al.*, 2011) e *C. gasar* (Lopes *et al.*, 2013) sobre as diferenças de crescimento entre ambiente marinho e estuarino, sendo o ambiente lagunar e estuarino os mais propício ao incremento de

tamanho. Dessa forma, sugerimos nesse trabalho que *C. gasar* obtém melhores taxas de crescimento em mm em ambientes estuarinos com maior influência marinha e, conseqüentemente, melhor aporte de salinidade.

Em relação a sobrevivência e a mortalidade das ostras, na área I observamos a alta mortalidade ao longo do ano todo. Não foram encontrados competidores, predadores e incrustantes nas estruturas de cultivo, a sobrevivência foi de apenas 33,55% da população inicial. Segundo Sandison (1966), níveis muito baixos de salinidade podem ocasionar a mortalidade de ostras. Assim, sugerimos que a baixa sobrevivência pode estar relacionada com a baixa salinidade ocasionada pela precipitação durante o período chuvoso. Na área II, sobrevivência foi de 70,88% da população inicial e a mortalidade foi expressiva apenas no final do período chuvoso, quando foram observadas grandes quantidades de incrustantes (cracas) e início do período seco quando foram observados predadores (poliquetos) nas estruturas de cultivo. Portanto, sugerimos que na área II a mortalidade pode estar relacionada com a presença de incrustantes e de predadores.

Ao longo do período de estudo a análise da frequência de machos e fêmeas na área I revelou a predominância de machos durante a maior parte do ciclo anual, sendo que a frequência de fêmeas foi maior apenas em setembro de 2010, enquanto na área II revelou a predominância de machos foi apenas nos três primeiros meses (out-dez/2010). Em estudos em *C. corteziensis* por Mázon-Suástegui *et al.* (2011) observaram que os machos foram mais frequentes no início do cultivo, Powell *et al.* (2013) estudando *C. gigas*, sugeriram que o aumento da frequência de fêmeas indica o momento da mudança do sexo em ostras. De acordo com Guo *et al.* (1998) todos os indivíduos jovens são machos e que ao chegar na fase adulta até 75% do indivíduos são fêmeas. No presente estudo, podemos inferir que o aumento na proporção de fêmeas pode indicar o momento da reversão sexual em *C. gasar*.

Em relação aos tamanhos comerciais, foi indicado para *C. corteziensis* de 65mm (Mázon-Suástegui *et al.*, 2011; Pogoda *et al.*, 2011) e para *C. gigas* de 70mm (Mizuta *et al.*, 2012) em função do tamanho da primeira maturação sexual. No entanto, no presente estudo, foram observadas ostras nos estádio desovado e espermiado em todas as classes de tamanho ao longo do cultivo experimental, não sendo possível estabelecer o tamanho mínimo para comercialização utilizando este parâmetro. De acordo com Pogoda *et al.* (2011) as águas tropicais, por manterem elevadas e constantes suas temperaturas, são mais favoráveis ao desenvolvimento contínuo das

gônadas e liberação de gametas. Esse fato pode explicar a presença de indivíduos desovados e espermiados ao longo do ano.

Assim acreditamos que o crescimento de ostras nas duas áreas da costa Amazônica é influenciado pelas mudanças ambientais a que estão expostos, destacando-se o período seco como o mais favorável ao cultivo devido ao maior incremento em comprimento observado, e que os cultivos com maior influência de água do mar tem maior sucesso no crescimento e sobrevivência das ostras. Portanto, a área II é a mais propícia à ostreicultura.

Agradecimentos

Agradecemos o suporte financeiro da FAPESPA/ UFPA e as Associações de Ostreicultores pelo fornecimento de sementes e da estrutura de cultivo para o estudo.

Referências

- Ajana, A. M. 1980. Fishery Of The Mangrove Oyster, *Crassostrea Gasar*, Adanson (1757), In The Lagos Area, Nigeria. *Aquaculture* 21: 129-137.
- Berrêdo, J. F., Costa, M. L., Progene, M. P. S. 2008. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. *Acta Amazônica* 38(3): 473 - 482.
- Brown, J. R. 1988. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Marine Ecology* 45: 225-236.
- Chávez-Villalba, J., Villedas-Ávila, F., Cáceres-Martínez, C., 2007. Reproduction, condition and mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) along coastal Sonora, Mexico. *Aquaculture Research* 38, 268-278.
- Davenport, J. 1982. Environmental Simulation Experiments on Marine and Estuarine Animals. *Adv. Mar. Biol.*, Vol. 19.
- Fisch, G.; Marengo, J. A; Nobre, C. A. 1998. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica* 28 (2): 101-126.
- Flamot, F. C. 1988. Aquicultura. Indicadores de salinidade da água na microrregião do Salgado. Belém, Banco da Amazônia S. A. – GESPRO, 43 p.
- Galtsoff, P.S., 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Fish Bull.* U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Serv. USA. (480 pp.).
- Galvão, S. N., Pereira, O. M., Hilsdorf, W.S. 2012. Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*Crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. *Aquaculture Research* (1-13).

Gardunho, D. C. L.; Gomes, C. P.; Tagliaro, C. H. & Beasley, C. R. (2012) Settlement of an unidentified oyster (*Crassostrea*) and other epibenthos on plastic substrates at a northern Brazilian mangrove island. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 16(1): 41-51.

Gosling, E., 2003. Bivalve mollusks: biology, ecology and culture. Reproduction, Settlement and Recruitment. Fishing News Books, Oxford-UK, pp. 131-161.

INMET — Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. Conventional monitoring stations. Available at: <http://www.InMet.gov.br/yes/sonabra/ionaConventionis> (Access in January 2015).

Lapègue, S; Boutet, I; Leita, A.; Heurtebise, S; Garcia, P, Thiriou-Quievreux, C., Boudry, P. 2002. Trans-Atlantic Distribution of a Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses *Biol. Bull.* 202: 232-242. June.

Lopes, G. R., Gomes, C. H. A. M., Tureck, C. R. Melo, C. M. R. 2013. Growth of *Crassostrea gasar* cultured in marine and estuary environments in Brazilian Waters. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.48, n.7, p.975-982.

Mazón- Suástegui, J. M., Ruíz-García, M. C., Chávez-Villalba, J., Rodríguez-Jaramillo, C., Saucedo, P. E. 2011. Analysis of growth and first reproduction of hatchery-reared juvenile Cortez oyster (*Crassostrea corteziensis*) in northwestern Mexico: proposal of a minimal fishing size. *Aquaculture Research*, 1-11.

Melo, A.G.C., Varela, E.S., Beasley, C.R., Schneider, H., Sampaio, I., Gaffney, P.M., Reece, K.S., Tagliaro, C.H., 2010. Molecular identification, phylogeny and geographic distribution of Brazilian mangrove oyster (*Crassostrea*). *Genetics and Molecular Biology* 33, 564-572.

Mizuta, D. D., Silveira Júnior, N., Fischer, C. E., Lemos, D. 2012. Interannual variation in commercial oyster (*Crassostrea gigas*) farming in the sea (Florianópolis, Brazil, 27°44' S; 48°33' W) in relation to temperature, chlorophyll a and associated oceanographic conditions. *Aquaculture* 366–367: 105-114.

Moraes, B. C; Costa, J. M. N; Costa, A. C. L; Costa, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazônica* VOL. 35(2): 207-214.

Paixão, L. , Ferreira, M. A., Nunes, Z. Fonseca-Sizo, F., Rocha, R. 2013. Effects of salinity and rainfall on the reproductive biology of the mangrove oyster (*Crassostrea gasar*): Implications for the collection of broodstock oysters. *Aquaculture* 380-383: 6-12.

Pereira, O. M., Galvão, M. S. N., Tanji, S. 1991. Época e seleção de sementes de *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) no Complejo estuarino-Lagunar de Cananéia, estado de São Paulo (25°S; 048°W). *boletim do Instituto de Pesca*, 18:41-49.

Pereira, O.M., Henriques, M.B., Machado, I.C. 2003. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil [Growth curve estimative of the oyster *Crassostrea brasiliiana* in the mangrove and a proposal to their sustainable Cananea estuary, SP, Brazil]. *Boletim do Instituto de Pesca* 29 (1), 19-28.

Pogoda, B.; Buck, B. H.; Hagen, W. 2011. Growth performance and condition of oysters *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* farmed in an offshore environment (North Sea, Germany). *Aquaculture*, v. 319, n. 3-4, p. 484-492.

Powell, E. N., Klinck, J. M., Hofmann, E. E., McManus, M. A. 2013. Influence of Water Allocation and Freshwater Inflow on Oyster Production: A Hydrodynamic–Oyster Population Model for Galveston Bay, Texas, USA. *Environmental Management* 31 (1) 100-121.

Prophet, E.B., Milis, B., Arrington, J.B., Sobin, L.H., 1995. Métodos Histotecnológicos. Instituto de Patologia de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de America (AFIP), Washington (DC) (280 pp.).

Prost, M. T., A. C. Mendes, J. F. Faure, J. F. Berredo, M. E. Sales, L. G. Furtado, M. G. Santana, C. A. Silva, I. Nascimento, I. Gorayeb, M. F. Secco & L. Luz. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: M. T. Prost & A. Mendes (Eds.): *Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*: 1-215. FUNTEC, Belém.

Rosário, R. P., Bezerra, M. O., Vinzón, S. B. 2009. Dynamics of the saline front in the northern channel of the Amazon River – Influence of fluvial flow and tidal range (Brazil). *Journal of Coastal Research. Special Issue* 56, 1414-1418.

Sandison, 1966. The Effect of Salinity Fluctuations on the Life Cycle of *Gryphaea gasar* (Adanson) in Dautzenberg) in Lagos Harbour, Niger. *Journal of Animal Ecology*, Vol. 35, No. 2: 379-389.

Souza-Filho, P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica* 23(4): 427-435.

Souza-Filho, P.W.M., Lessa, G.C., Cohen, M.C.L., Costa, F.R. & Lara, R.J. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, northern Brazil. In: Dillenburg, S.F. & Hesp, P.A. (eds.) *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil*. Springer, Berlin & Heidelberg. 347-375.

Stern, R.D., Coe, R. 1982. The use of rainfall models in agricultural planning. *Agricultural Meteorology*. 26(1): 35-50.

Tessler, M. G.; Goya, S. C. 2005. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, 17: 11-23.

Varela, E. S.; Beasley, C. R.; Schneider, H.; Sampaio, I.; Marques-Silva, N. S., Tagliaro, C. H. 2007. Molecular Phylogeny of Mangrove Oysters (*Crassostrea*) from Brazil. *Journal of Molluscan Studies* 73, 229-234.

CAPÍTULO III

Cultivo de Ostras em Manguezais do Pará

(ISBN: 978-85-68747-001)

Cultivo de Ostras em Manguezais do Pará

Lima, M. N. B¹., Ferreira, M. A. P²., ROCHA, R. M².

¹ Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Secretaria de Estado de Educação.

² Universidade Federal do Pará.

Resumo

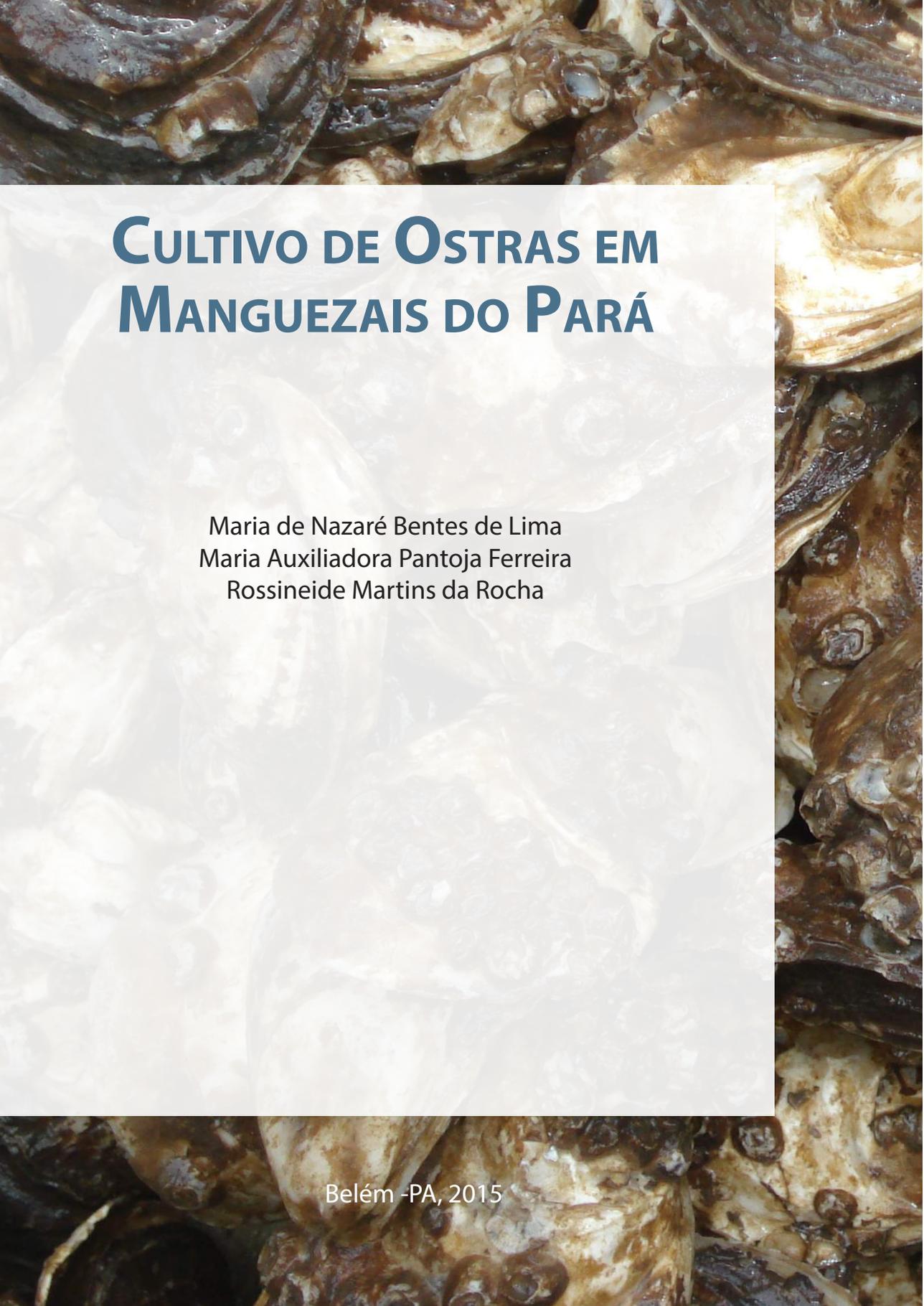
Essa cartilha foi o produto gerado no Projeto Cultivo de Ostras do Mangue, da Rede de Pesquisas Aplicadas para Suporte ao Desenvolvimento Integrado e Sustentado da Pesca e Aquicultura no Estado do Pará (REPAPAq), desenvolvido pelo Laboratório de Ultraestrutura Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará através do convênio 070/2008 FAPESPA/UFPFADESP/SEDECT. Nosso objetivo com essa cartilha é de mostrar o ciclo de reprodução e crescimento das ostras e como esses conhecimentos podem ajudar no cultivo da espécie.

Palavras-chave: Cultivo de ostras, reprodução, crescimento.



CULTIVO DE OSTRAS EM MANGUEZAIS DO PARÁ



The background of the cover is a close-up photograph of oysters. Some oysters are open, showing their glistening, light-colored interiors, while others are closed, showing their dark, textured shells. The oysters are piled together, and the lighting is natural, highlighting the textures and colors of the shells and the moist surfaces of the oyster meat.

CULTIVO DE OSTRAS EM MANGUEZAIS DO PARÁ

Maria de Nazaré Bentes de Lima
Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira
Rossineide Martins da Rocha

Belém -PA, 2015



Todos os direitos reservados
Depósito Legal na Biblioteca Nacional

Instrucional Designer: Waldiza Santos
Web Designer e Diagramação: Thayo Vianna
Ilustração: Benedito Vilhena e Thayo Vianna
Catalogação: Rita Bentes
Impressão: Editora Gráfica Vitória
Tiragem: 250 exemplares

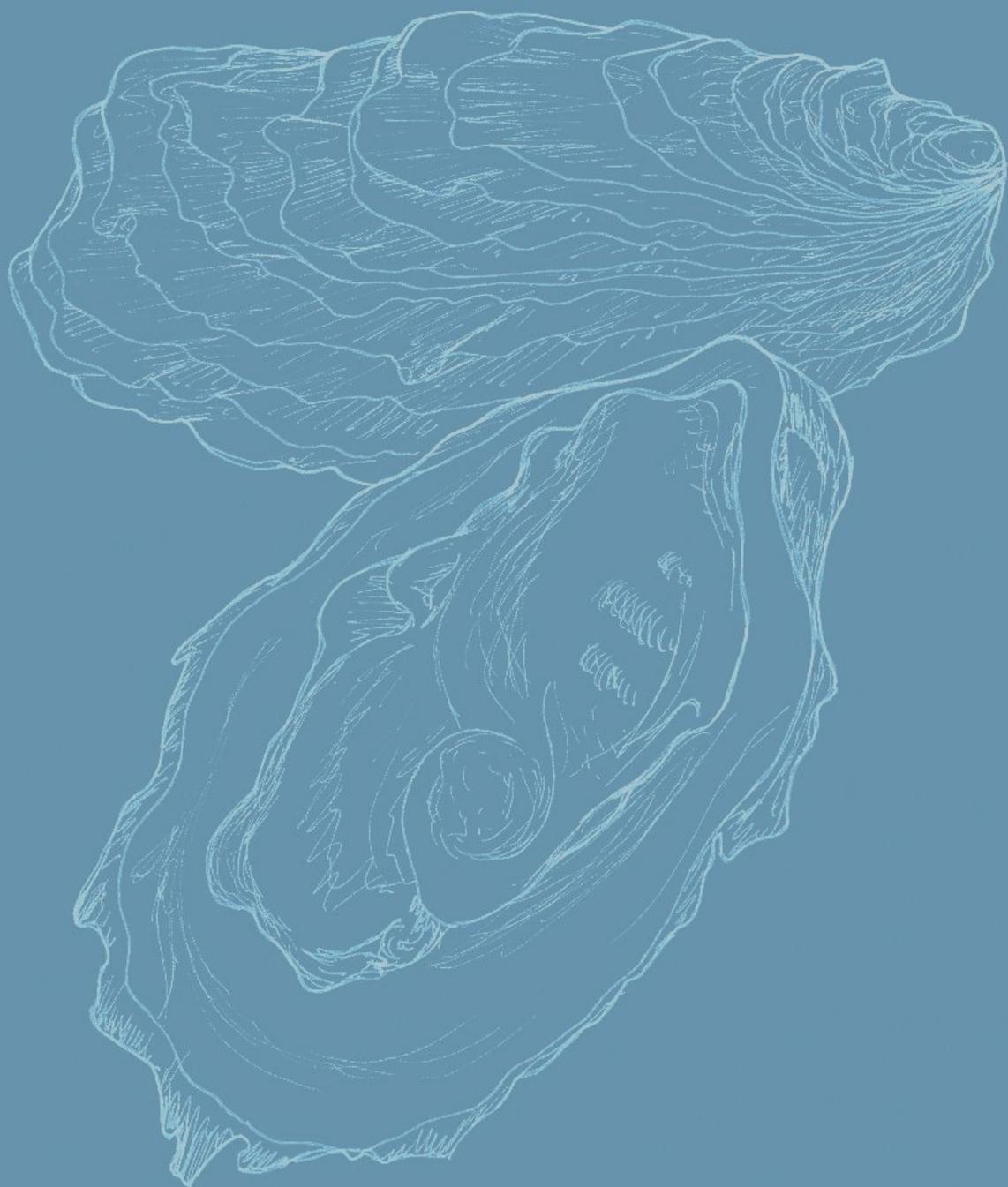
Esta publicação foi realizada no âmbito da Rede de pesquisas aplicadas para suporte ao desenvolvimento integrado e sustentado da pesca e aqüicultura do Estado do Pará – REPAPAq (Convênio FAPESPA/UFPA/FADESP/SECTI 070/2008).

L732e Lima, Maria de Nazaré Bentes de
Cultivo de ostras em manguezais do Pará. Maria Auxiliadora Pantoja,
Rossineide Martins da Rocha. Belém : Vitória, 2014.
24p. il

ISBN 978-85-68747-00-1

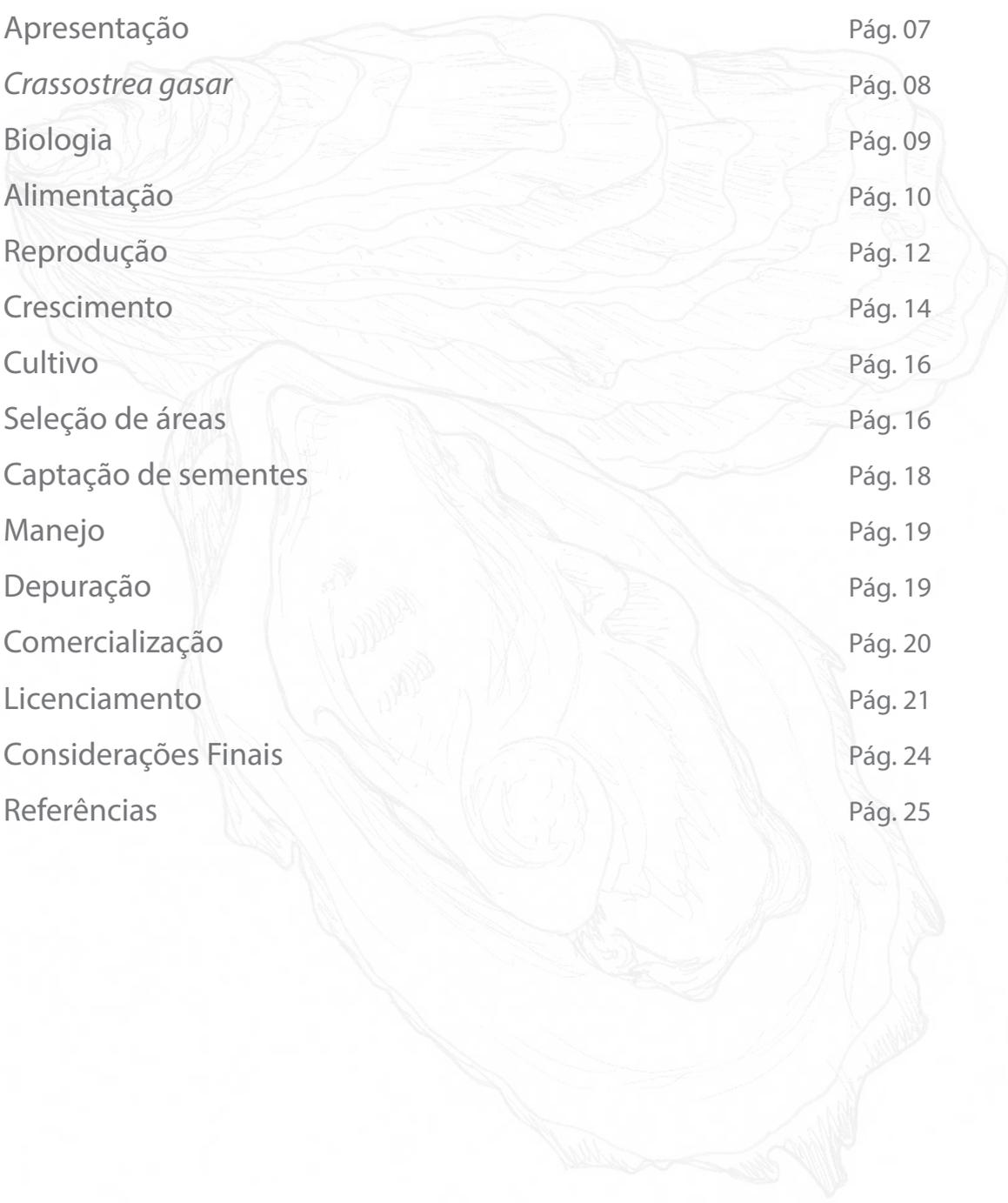
1. Ostras – Cultivos (Pará). 2. Pantoja, Maria Auxiliadora. 3. Rocha,
Rossineide Martins da. .

CDU : 639.41



Sumário

Apresentação	Pág. 07
<i>Crassostrea gasar</i>	Pág. 08
Biologia	Pág. 09
Alimentação	Pág. 10
Reprodução	Pág. 12
Crescimento	Pág. 14
Cultivo	Pág. 16
Seleção de áreas	Pág. 16
Captação de sementes	Pág. 18
Manejo	Pág. 19
Depuração	Pág. 19
Comercialização	Pág. 20
Licenciamento	Pág. 21
Considerações Finais	Pág. 24
Referências	Pág. 25



Introdução

O cultivo de ostras, ou ostreicultura, é uma atividade que está em expansão e vem se desenvolvendo em áreas de manguezais no Estado do Pará. De acordo com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca do Estado do Pará (SEDAP), os municípios de São Caetano de Odivelas, Curuçá, Maracanã, Salinópolis e Augusto Correa já têm associações locais que desenvolvem a ostreicultura.

A ostra-do-mangue cultivada por essas comunidades é nativa da nossa região. Essa espécie é cientificamente chamada de *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e ocorre naturalmente nos nossos estuários, podendo contribuir na geração de renda para as populações rurais através de sua comercialização, por ser muito aceita para consumo na região. Por outro lado, a implementação do cultivo favorece a proteção dos bancos naturais do **extrativismo** excessivo.

Extrativismo é a retirada de recursos naturais do ambiente.

Entretanto, para que o cultivo seja promissor são importantes os estudos sobre reprodução e crescimento da ostra-do-mangue. Os conhecimentos gerados por esses estudos contribuem para melhoria de futuros planos de cultivo de ostras em **regiões estuarinas** amazônicas.

Regiões estuarinas:

Regiões onde as águas dos rios se encontram com a água do mar.

Assim consideramos que essa cartilha poderá auxiliar na sua atividade, pois vamos mostrar as características biológicas das ostras, como elas vivem, como elas se reproduzem e como esses conhecimentos podem contribuir para o manejo de seus cultivos.

Você quer entender um pouco mais sobre o cultivo da ostra-do-mangue? Então vamos à leitura!

Você conhece bem a *Crassostrea gasar*?

A ostra-do-mangue que ocorre no Pará é uma espécie de ostra originária da África que chegou ao Brasil por meio das correntes oceânicas do Oceano Atlântico. Por isso ela é também chamada de ostra transatlântica (LAPÈGUE *et. al.* 2002).

Observe no mapa (Figura 01) o percurso que essa espécie (representada pela estrela) realizou. As setas indicam o caminho das correntes oceânicas. Veja sua localização na África e na América do Sul. No Brasil, há registros de *C. gasar* do Pará até São Paulo.

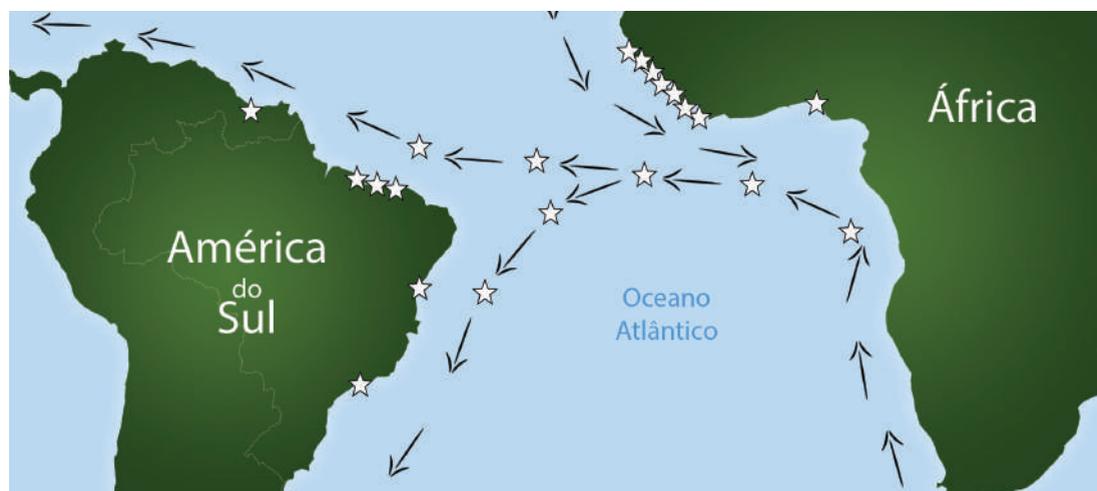


Figura 01 - Rota de migração das larvas de *Crassostrea gasar* da África para o Brasil (adaptado de Lapégue *et al.*, 2002)

Como as ostras atravessaram o oceano?

As ostras no início de seu desenvolvimento passam pelo estágio de larva. As larvas são muito pequenas e leves, que flutuam até encontrar um bom local para se fixar e crescer. Provavelmente, as correntes da África trouxeram as larvas de *C. gasar* fixas em troncos de árvores, para o Brasil e outros países da América do Sul.

No Brasil há registros de duas espécies de ostras nativas a *Crassostrea gasar* (sinônima de *Crassostrea brasiliana*) e *Crassostrea rhizophorae*, e uma espécie exótica a ostra japonesa *Crassostrea gigas* (Varela *et al.*, 2007).

Mais a frente você vai entender melhor sobre o desenvolvimento das ostras!

Para conhecermos melhor a espécie vamos entender um pouco sobre sua biologia

C. gasar apresenta concha de coloração preta acinzentada, de formato ovóide e pontuda próximo à dobradiça (também chamada de charneira). Na concha é notável a presença de linhas de crescimento; que são linhas concêntricas bem marcadas na sua superfície (Ajana, 1980). Como você pode observar na Figura 02.



Figura 02 - Foto da concha da ostra-do-mangue



Você sabia?

Que a dobradiça é a parte mais antiga da concha?
Veja que interessante! É através da dobradiça que as ostras se fixam às rochas e raízes para crescer e viver a vida adulta

Internamente a ostra apresenta uma massa visceral cujos órgãos mais visíveis macroscopicamente são:

- a) Brânquias, que possuem a função de respiração;
- b) Gônada, órgão reprodutor do animal;
- c) Glândula digestiva responsável pela digestão dos alimentos e;
- d) Manto, que é um tecido, que parece uma pele transparente, que reveste toda a massa visceral.

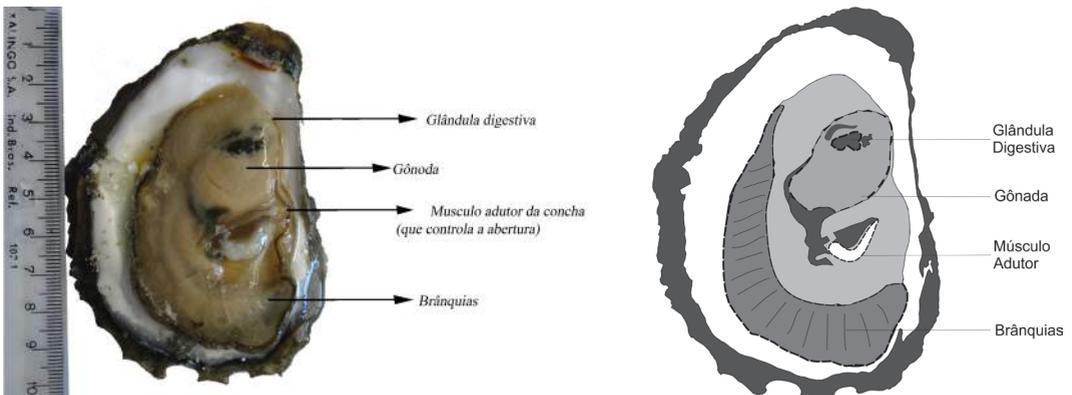


Figura 03 - Foto e esquema da massa visceral da ostra-do-mangue

Curiosidade

Algumas espécies de ostras produzem pérolas. E você sabe como as pérolas se formam? Então! A formação das pérolas se dá a partir da entrada de grãos de areia que se alojam entre o manto e a concha, e a ostra, para se proteger, envolve esses fragmentos com uma substância chamada de nacarada. O formato e o tamanho da pérola depende do formato e do tamanho do fragmento, e quanto mais antigo o fragmento no interior da ostra, maior o tamanho da pérola.



E como as ostras vivem afinal?

C. gasar habita ambientes lodosos ou rochosos formando bancos naturais no leito de rios (Varela *et al.*, 2007), como nos manguezais da nossa região, por exemplo, São Caetano de Odivelas, veja na Figura 04. Há fatores ambientais como a salinidade da água e as chuvas, que influenciam sua ocorrência e distribuição. Essa espécie suporta desde água salobra até água salina, mas em água doce a mortalidade é alta. Na Amazônia, devido à influência dos rios e das chuvas, tem áreas de manguezais em que as águas ficam com as salinidades muito baixas.



Fique atento!

Se seu cultivo fica nessas áreas com baixa salinidade, o ideal é deslocar suas ostras para um ambiente mais próximo do mar para evitar que elas morram.



Figura 04 - Manguezal em São Caetano de Odivelas



Você sabia?

Que as ostras quando adultas vivem fixas a um substrato e por isso são denominadas organismos sésseis? Esses organismos não saem em busca de alimentos, então... como é que as ostras se alimentam?

E como as ostras vivem se alimentam?

As ostras são organismos filtradores que vivem em manguezais cujas águas são ricas em nutrientes, algas e larvas de diversos animais. Como elas são filtradoras, ingerem o que está presente na água, mas seu alimento preferido é o fitoplâncton, que são algas microscópicas, ou seja, que não enxergamos a olho nu.

A alimentação das ostras é influenciada pelas correntes de água ao seu redor, quanto maior o movimento das águas, maior a filtração. Daí a importância que seu cultivo seja montado em áreas com grande circulação de água, , onde a água seja menos barrenta.

O alimento não digerido é liberado na forma de pseudofeces, que são formadas por sedimentos (lama e areia) e dejetos alimentares (Gosling, 2003).

Por essa razão, os cultivos devem ser localizados em áreas com águas correntes para evitar o acúmulo dessas pseudofeces, que podem até reduzir a profundidade de determinado trecho do rio e contaminar o ambiente.

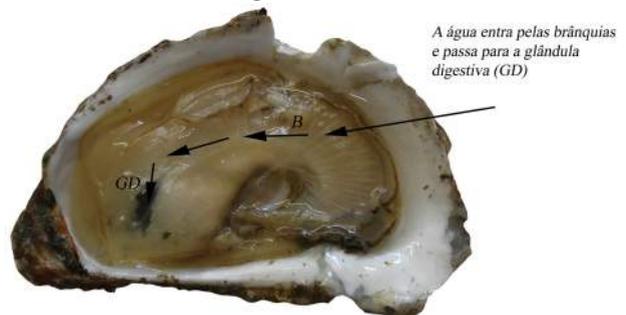


Figura 05 - A água entra pelas brânquias (B) e passa para a glândula digestiva (GD) que retém os alimentos

Você sabia?

A reserva energética das ostras é o glicogênio, um tipo de açúcar que fornece energia para o amadurecimento das gônadas, que são as estruturas responsáveis pela reprodução.

Você já ouviu falar que as ostras são protândricas? Isso quer dizer, que trocam de sexo durante a fase adulta. São predominantemente machos quando pequenas e fêmeas quando adultas.

A seguir vamos entender como as ostras se reproduzem.

Como ocorre a reprodução das ostras?

Primeiramente fique sabendo que não há diferenças de tamanhos ou coloração nas conchas e partes moles entre machos e fêmeas! A diferença entre os sexos e o estabelecimento dos estágios reprodutivos só é percebida através de análise microscópica de suas gônadas, veja na Figura 06.

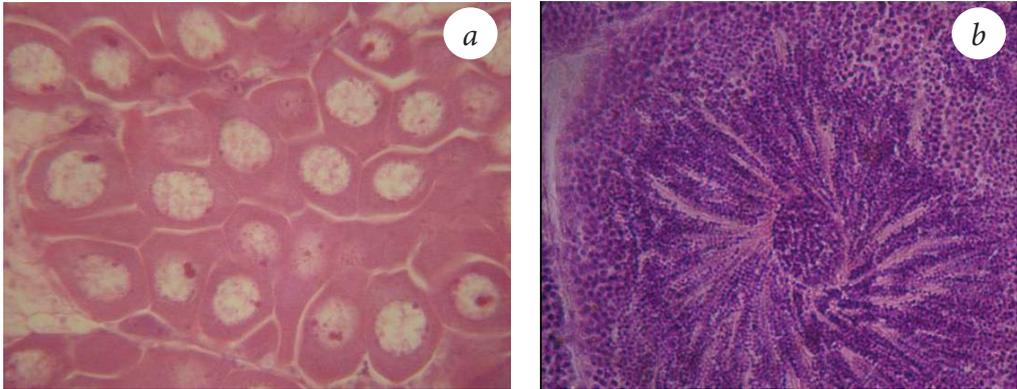


Figura 06 a - Gônada feminina com as células reprodutoras maduras. b - Gônada masculina, com túbulo repleto de espermatozoides maduros.

Em manguezais da região costeira do Estado do Pará a reprodução das ostras ocorre em diferentes períodos sazonais dependendo do local. Em Curuçá e São Caetano, por exemplo, a maioria se reproduz nos meses de setembro a novembro, que é o período seco, com poucas chuvas. Em Augusto Correa a reprodução se dá no período chuvoso. Na Figura 07 podemos observar o ciclo de vida das ostras, desde a liberação dos gametas, formação do embrião, das larvas até sua fixação para atingir a fase adulta.

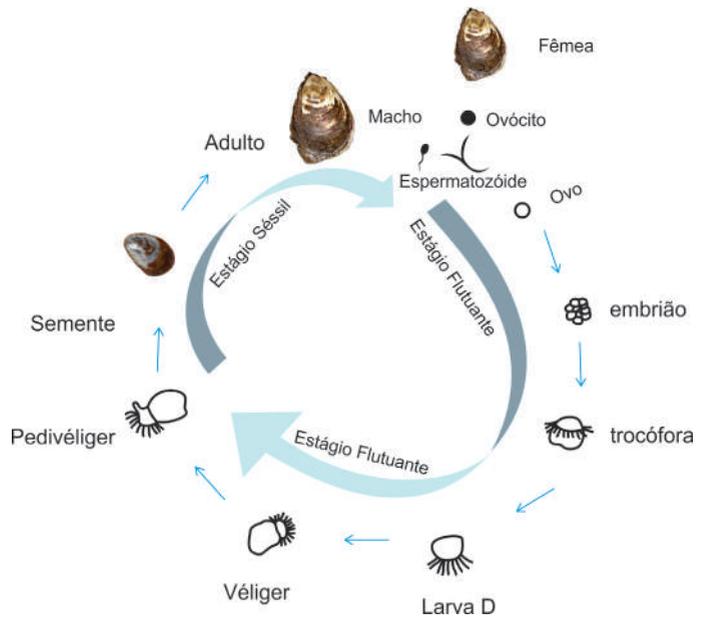


Figura 07 - Ciclo reprodutivo da ostra-do-mangue

Fixação ou assentamento: é o momento que as larvas pé-de-véliger se fixam a um substrato, passando a ser denominadas sementes.

Você já deve ter notado que o assentamento de sementes é diferente de um local para o outro. E você sabe por que isso ocorre?

Isso acontece porque as sementes das ostras precisam de boas condições para assentar, como por exemplo, a salinidade da água em torno de 20 e a temperatura da água em torno de 27°C (Areias, 2012).

As ostras adultas, por sua vez, se desenvolvem melhor em salinidades acima de 20. Se a salinidade for muito baixa elas crescem pouco e apresentam grande mortalidade. Por isso aqueles locais ótimos para captar as sementes não são tão bons para crescimento.

É considera importante acompanhar o crescimento das ostras de seu cultivo!

Para avaliar o crescimento você vai precisar de um paquímetro, que é um tipo de régua de precisão para medir o comprimento das suas ostras. Você também pode usar uma régua comum!

Acompanhando esse crescimento você mesmo poderá avaliar onde elas têm o melhor crescimento e assim identificar qual o melhor local para cultivar suas ostras.

Veja na Figura 08 como medir:

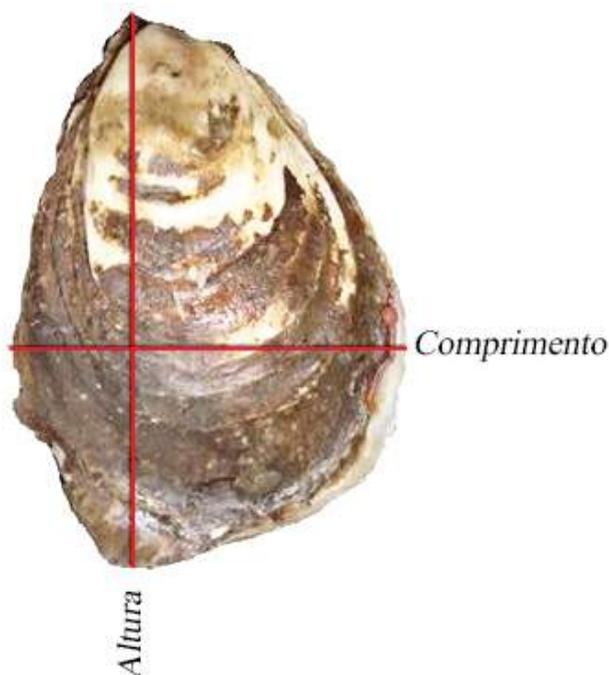


Figura 08 - Medida de comprimento e altura da ostra-do-mangue.

Veja como acompanhar o crescimento de suas ostras!

Você vai anotando as alturas em uma tabela mês a mês. É necessário medir pelo menos 100 indivíduos por mês ao acaso, sem escolher somente os maiores ou menores. Assim você consegue visualizar qual o tamanho médio das suas ostras e identificar em quanto tempo atingem o tamanho comercial para consumo *in natura* que é a partir de 60 mm.

Veja no modelo da Tabela 01 como construir a sua



Você sabia?

Que em condições ideais as ostras crescem até 10 mm por mês? Em geral elas atingem o tamanho comercial de 60 mm entre 06 e 08 meses de cultivo!

Você mede uma por uma e vai anotando, mês a mês...

Local: Rio Pereru							
Mês: fevereiro		Mês: março		Mês: abril		Mês: maio	
Nº de mortos: 5		Nº de mortos: 13		Nº de mortos: 21		Nº de mortos: 21	
Altura	Comp.	Altura	Comp.	Altura	Comp.	Altura	Comp.
29	25	53	36	70	54	66	61
46	26	41	28	67	46	66	61
29	21	39	31	59	41	66	62
38	29	44	35	50	38	67	62
32	28	42	30	56	48	67	63
36	25	44	32	53	42	68	63
38	24	51	42	57	50	68	64
43	30	43	28	51	41	70	64
40	30	43	29	45	28	71	64
29	22	45	29	61	37	71	65

Com essa técnica você pode fazer comparação de crescimento entre locais e entre as formas de cultivo fixo ou suspenso. Calcule, mensalmente, a altura média (Am) e comprimento médio (Cm) de suas ostras, que é a soma de todas as alturas (ΣA) e todos os comprimentos (ΣC) divididos pelo número total de ostras (NT), veja as fórmulas:

$$Am = \Sigma A / NT$$

Ex: Cálculo da altura média das ostras do mês de fevereiro

$$Am = 360\text{mm} / 10$$

$$Am = 36\text{mm}$$

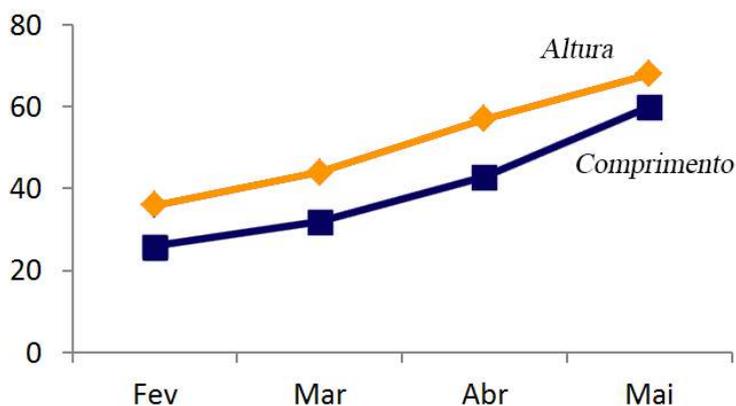
$$Cm = \Sigma C / NT$$

Ex: Cálculo do comprimento médio das ostras do mês de fevereiro

$$Cm = 260\text{mm} / 10$$

$$Cm = 26\text{mm}$$

Isto deve ser feito todo mês. Fazendo este cálculo, você poderá construir um gráfico para avaliar o crescimento das suas ostras.



Para construir seu gráfico

Você pode usar uma folha milimetrada ou comum, desenhar com lápis e auxílio de régua uma linha reta na horizontal (meses) e outra na vertical (altura e comprimento), conforme o gráfico ao lado. Marque pontos considerando 10mm (=1cm) a distância entre os pontos. Depois que tiver os pontos é só uni-los usando cores diferentes para a altura e comprimento.

O cultivo das ostras

Como você percebeu, cultivar ostras requer certos cuidados como a escolha de área para captação de sementes, escolha de locais para crescimento, o sistema de cultivo, a captação de sementes, os cuidados de manutenção, depuração, comercialização, licenciamento e, principalmente, **que você deve estar sempre acompanhando seu cultivo**. Seguindo as orientações você garante seu sucesso como ostreicultor.

A escolha da área

Como você já sabe, a melhor área para captação de sementes é diferente da melhor área de engorda. A área para captação de sementes deve ser próxima de um banco natural de ostras. A melhor época é quando a salinidade está mais baixa, em torno de 20, pois em salinidades muito altas as chances de captação de sementes são pequenas.

A área de engorda deve ser uma área em que as águas se mantenham salgadas, com salinidade acima de 20, a maior parte do ano, com grande circulação, em ambientes abrigados, distante de vilas e ocupações humanas, mas que o acesso não seja muito difícil para não tornar difícil o acompanhamento do cultivo.

O sistema de cultivo

O sistema de cultivo mais comum nas regiões estuarinas do Estado do Pará é a Mesa Fixa, que é uma estrutura de madeira onde estão aderidos os travesseiros, que são componentes telados onde ficam acondicionadas as ostras. A malha dos travesseiros varia entre 09 e 21 mm em função do tamanho dos indivíduos. Este sistema é ótimo para ambientes com grandes variações de níveis



Ostra do Mangue Crassostrea gasar



de maré, como nossos estuários, e torna mais fácil a limpeza nas marés baixas (Figura 9 a e b).



Figura 09 a e b - Sistema de cultivo do tipo mesa-fixa



Outras formas de cultivo são possíveis como, por exemplo, as lanternas que são estruturas teladas e empilhadas, veja na Figura 10, mas que só devem ser utilizadas em áreas com grandes profundidades porque ficam sempre mergulhadas tornando mais difícil a observação diária das ostras e limpeza da estrutura.



Figura 10 - Sistema de Cultivo suspenso com Lanterna.

A captação de sementes

Para captação de sementes são construídos coletores artificiais com garrafas pet (Figura 11) que são imersos na água durante, aproximadamente, 60 dias, este tempo é necessário para que as sementes atinjam o tamanho ideal para serem transferidas para o sistema de cultivo, a partir de 15mm. Na figura 12 você pode identificar os tamanhos que as ostras precisam ser transferidas de travesseiros.



Figura 11 a e b - Coletores artificiais de sementes de ostras na Vila de Lauro Sodré em Curuçá.

MÊS	CLASSE DAS OSTRAS	TAMANHO DAS OSTRAS	TAMANHO DAS MALHAS	QUANTIDADE DE TRAVESSEIROS	QUANTIDADE DE OSTRAS POR TRAVESSEIROS
1º	Semente	15 – 30 mm	9 mm	1	2000
3º	Semente	30 mm	9 mm	2	1000
5º	Juvenil	30 – 45 mm	14 mm	6	300
7º	Juvenil	45-60 mm	14 mm	18	100
	Adulta	Acima de 60 mm	21 mm	18	100

Figura 12– Modelo de tabela para acompanhar a troca de travesseiros ao longo dos meses de cultivo

Cuidados para Manutenção do Cultivo

Os travesseiros devem ser manejados mensalmente para limpeza de algas e sedimento (lama) que se acumula na tela e interior dificultando a circulação de água e, portanto, a filtração das ostras, que é como elas se alimentam. Além disso, deve ser feita a retirada, de competidores como cracas e mexilhões, e predadores como sapequaras e poliquetos. (Figura 13).



Figura 13 a - Superfície das conchas repletas de cracas (competidor). b - Mexilhão (competidor). c - Sapequara (predador). d - Concha com poliqueto (predador).

Fique atento a esses animais!

Os **competidores**, como por exemplo, os mexilhões e cracas, não matam as ostras, mas competem por alimentos, fazendo com que ela filtre menos alimentos e cresça menos. Além disso, as ostras com cracas em suas conchas são menos atrativas para a comercialização. Já os **predadores** são aqueles que se alimentam das ostras, como por exemplo, as sapequaras que são caramujos que abrem as ostras para devorá-las e os poliquetos que entram nas suas conchas e devoram suas partes moles sem percebermos.



A depuração

Em função de sua natureza filtradora, as ostras estão sujeitas aos poluentes, toxinas e microorganismos que estejam presentes na água, como por exemplo, fertilizantes e agrotóxicos utilizados pela agricultura que podem ser carregados pela água da chuva chegando até as ostras.

Para evitar que as pessoas que consomem ostras sejam contaminadas e fiquem doentes são necessárias estruturas de depuração para que as ostras sejam “limpas”

antes da distribuição. A depuração consiste na exposição da ostra limpa e viva em água do ambiente purificada para que eliminem as impurezas.

O período que elas comumente estão contaminadas é o período chuvoso, quando as águas superficiais dos continentes são carregadas para os rios. Nesse período podem ser observadas ostras contaminadas por *Escherichia coli*, uma bactéria que causa infecção intestinal. Por isso, principalmente nesse período você deve ter maior preocupação com a qualidade das ostras que você quer vender.



Escherichia coli é uma bactéria que pode contaminar as ostras e também pode ocasionar infecção intestinal em seres humanos

No nosso estado ainda não temos depuradoras, mas há perspectivas futuras de que sejam construídas devido sua alta importância para a qualidade de nosso produto.

A comercialização

Por serem produtos considerados deliciosos, as ostras são vendidas para consumo *in natura*, ou seja, para serem consumidas vivas e inteiras em praias da região. São transportadas normalmente pelos próprios ostreicultores. As ostras também podem ser fornecidas para restaurantes que oferecem pratos especializados, como a ostra gratinada, moqueca, sopa, entre outros.



Você sabia?

Em ambiente arejado as ostras mantêm-se vivas por até 05 dias, não devendo durante o transporte ser expostas ao calor, luz ou mesmo refrigeração (caso sejam consumidas cruas) o que poderá ocasionar a morte das ostras.

É muito importante que você tenha o controle da comercialização de sua produção. Anote mensalmente a quantidade de ostras comercializadas, seus tamanhos e seus destinos. Veja na Figura 14 uma sugestão de planilha que você pode adotar e assim saber exatamente quantas ostras são comercializadas e em qual período do ano há maior demanda. Para que nos anos seguintes você possa melhorar sua produção nesses períodos.

PRODUTOR:			LOCAL DO CULTIVO:		
DATA	QUANTIDADE DE OSTRAS	TAMANHO MÉDIO DAS OSTRAS	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	DESTINO DA VENDA

Figura 14 – Modelo de tabela para acompanhamento da produção.

Cultivo de Ostras X Licenciamento

Para o licenciamento de empreendimentos e atividades aquícolas a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), situada à Travessa Lomas Valentinas, 2717, bairro: Marco, Belém-PA, publicou a Instrução Normativa nº 004/2013, disponível em www.sema.pa.gov.br/legislacao. Nesta legislação estão descritos todos os procedimentos e documentos necessários para a regularização de seu cultivo.

Então vamos entender como licenciar seu cultivo!

Primeiramente você deve saber que estão dispensados do licenciamento os empreendimentos de pequeno porte, ou seja, se seu cultivo ocupa uma área de até 04 hectares você precisa apenas de uma Dispensa de Licença Ambiental (DLA), que é onde se enquadra a maioria dos cultivos no Estado do Pará.

Cultivos com área de 04 a 50 hectares são considerados de médio porte e precisam de uma Licença Ambiental Simplificada (LAS). Os empreendimentos acima de 50 hectares são considerados de grande porte e precisam de uma Licença Ordinária. Mas como faço para obter a DLA?

Quais os procedimentos para obter a Dispensa de Licença Ambiental?

O primeiro passo é protocolar uma carta consulta à SEMAS prestando informações básicas sobre seu cultivo para obter esclarecimentos ou pode protocolar direto seu pedido de dispensa se já tiver certeza que seu cultivo é de pequeno porte.

Entenda que a solicitação dessa dispensa é obrigatória!

Ostreicultores de pequeno porte deverão protocolar o Projeto Técnico Ambiental para Aquicultura e documentação. Veja os documentos que são necessários:

- Requerimento padrão da SEMAS;
- Declaração de informação ambiental (modelo da SEMAS);
- CNPJ;
- Inscrição Estadual ou Ata mais recente de formação da diretoria, declaração da Prefeitura Municipal de que a atividade está em conformidade com a legislação de uso e ocupação do solo;
- Cadastro Técnico de Defesa Ambiental e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Técnico Responsável pelo cultivo.

Você precisa saber que o ostreicultor é responsável pela comprovação da origem de suas sementes, que devem ser obtidas de fornecedores devidamente regularizados.

A comprovação se dá por meio de Notas Fiscais, Recibo de Compra e Venda ou Termos de Doação, dependendo do seu caso.

Caso você mesmo colete suas sementes, deverá apresentar uma Declaração de Captação de Sementes em ambiente natural.

A instrução normativa solicita a Declaração de Plantel, mas como produtores de ostras não apresentam plantel, sugerimos que apresente uma Declaração de Captação de Sementes em Ambiente Natural.

Declaração	
Proprietário:	
Endereço:	
Telefone:	
CPF:	RG:
Declaro para os devidos fins que faço captação de sementes de ostras do mangue em ambiente natural.	
Local, ____ de _____ de 20__.	

Além disso, após um ano da obtenção da DLA você deve apresentar anualmente um

Relatório de Informação Ambiental (RIA) para prestar informações sobre a situação de seu cultivo.

O modelo de projeto, carta consulta, relatório, lista completa de documentos estão disponíveis no site da SEMAS (www.sema.pa.gov.br/legislacao).



Muito importante

Saiba que sua DLA vale por tempo indeterminado, desde que seu cultivo permaneça como de pequeno porte.

Fique atento!

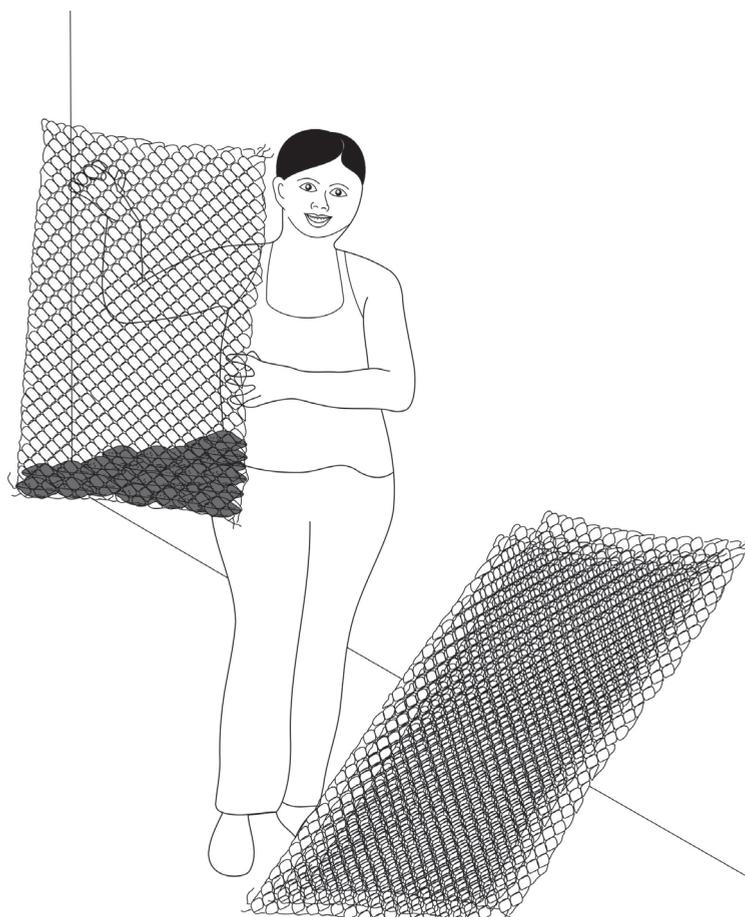
- A Dispensa do Licenciamento Ambiental não desobriga o ostreicultor de obter as demais licenças e autorizações como Outorga do Uso da Água e Autorização de Uso de Águas da União.
- Cultivo de Ostras em Unidades de Conservação estão sujeitas as recomendações do órgão gestor.
- Os cultivos localizados diretamente no corpo hídrico, fora de propriedades rurais, não precisam do Cadastro Ambiental Rural – CAR.



Considerações finais

Vimos no decorrer dessa cartilha aspectos da reprodução, crescimento e cultivo das ostras do mangue. Você viu que cultivar ostras é simples e pode ser rentável, mas você precisa ter vários cuidados. O mais importante deles é que o ambiente natural seja preservado, sem lixo e esgoto. Lembre-se que para o seu sucesso como ostreicultor você precisa ter **planejamento** de todas as atividades de seu cultivo desde a obtenção de sementes, cuidados de manutenção até a comercialização; **organização** que é dispor essas atividades de forma ordenada ao longo do ano, **controle** que é o acompanhamento de sua produção, e **avaliação** que é a verificação da qualidade de seu cultivo.

Boa produção!



Referências

1. AJANA, A. M.. Fishery of the Mangrove Oyster, *Crassostrea gasar*, Adanson (1757), in the Lagos Area, Nigeria. **Aquaculture** 21: 129-137. 1980.
2. ARANA, L. V. **Aquicultura Sustentável: Subsídios para a Formulação de Políticas de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira**. Editora da UFSC. 1997.
3. AREIAS, D. L. L. **Efeito da salinidade e temperatura no assentamento da ostra *Crassostrea gasar*(Adanson, 1757) e indução da desova da ostra *Crassostrea gigas*(Thundberg, 1795)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Santa Catarina. 2012.
4. BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 05 de maio de 2012. Código Florestal – Lei de Proteção à Vegetação Nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.
5. GOSLING, E. Bivalve Molluscs. **Biology, Ecology and Culture**. Fishing News Books. 2003.
6. LAPEGUE, S; BOUTET, I; LEITA, A.; HEURTEBISE, S; GARCIA, P, THIRIOT-QUIE VREUX, C. & BOUDRY, P. Trans-Atlantic Distribution of a Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses **Biol. Bull.** 202: 232–242. June, 2002.
7. VARELA , E. S.; BEASLEY, C. R.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; MARQUES-SILVA, N. S. AND TAGLIARO, C. H. Molecular Phylogeny of Mangrove Oysters (*Crassostrea*) from Brazil. **Journal of Molluscan Studies** pp. 1 of 6. 2007
8. PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Instrução Normativa nº004 de 10 de maio de 2013. **Diário Oficial do Estado do Pará**. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.
9. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 413 de 26 de junho de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 jun. 2009. Alterada pela Resolução nº 459 de 04 de outubro de 2013. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** 10 out. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.
10. PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Lei Estadual nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005. **Diário Oficial do Estado do Pará**. Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará. Disponível em: <<http://www.sepaq.pa.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.



Conclusões Gerais

- 1- As ostras requerem condições ambientais diferentes para cada fase de seu desenvolvimento. As salinidades mais baixas favorecem o assentamento das larvas e as mais altas, o incremento em tamanho. Portanto, as áreas para captação de sementes não devem ser as mesmas áreas para crescimento, onde estarão montadas as estruturas de cultivo.
- 2- As temperaturas elevadas e estáveis da água permitem um ciclo reprodutivo contínuo e podem explicar a ocorrência de indivíduos em maturação em quase todo ciclo anual na costa do Pará.
- 3- A variação da salinidade (20-25) é o fator estressor que desencadeia a maturação das gônadas e a liberação de gametas que apresenta um pico seguido de desovas e espermiacões parciais no período seco característicos de ambientes tropicais.
- 4- *C. gasar* pode apresentar um período reprodutivo mais prolongado em ambientes com menor influência de cunha salina.
- 5- Os coletores artificiais de sementes de ostras devem ser instalados no mês de julho e permanecer submersos pelo menos durante sessenta dias.
- 6- As sementes com tamanhos a partir de 15 mm devem ser retiradas dos coletores e transferidas para os sistemas de cultivo em travesseiros de malha inicial 06 mm a partir do mês de setembro.
- 7- O desempenho do cultivo de ostras nas duas áreas da costa Amazônica é influenciado pelas mudanças ambientais da salinidade e precipitação.
- 8- O incremento de tamanho em mm de *C. gasar* foi crescente, ao longo da estação seca, para as duas áreas, e quase nulo na estação chuvosa para a área I e lento para a área II.
- 9- Destacamos o período seco como o mais favorável ao cultivo e acreditamos que no período chuvoso as ostras cresçam menos nas áreas de estudo visto que estão investindo energia em manter seu equilíbrio osmótico interno.
- 10- Sugerimos que a baixa sobrevivência na área I, a montante do estuário, pode estar relacionada com a baixa salinidade e na área II, a jusante do estuário, com a presença de incrustantes e de predadores.
- 11- Podemos inferir que o aumento na proporção de fêmeas ao longo dos cultivos experimentais pode indicar o momento da reversão sexual em *C. gasar*.
- 12- *C. gasar* obtém melhores taxas de crescimento em mm em ambientes estuarinos com maior influência marinha e, conseqüentemente, melhor

aporte de salinidade. Assim, os cultivos localizados a jusante em ambientes estuarinos tem maior sucesso no crescimento e sobrevivência das ostras.

- 13- Os conhecimentos sobre reprodução e crescimento da ostra do mangue, poderão contribuir para a melhoria das técnicas de manejo empregadas e para elaboração de futuros planos de cultivo de ostras em regiões estuarinas amazônicas.
- 14- O acompanhamento do incremento de tamanho nas ostras deve ser realizado mensalmente pelos ostreicultores a fim de avaliar a melhor área para seu cultivo e assim identificar o local em que atingem o tamanho aceito para consumo *in natura* que na região é 60 mm.
- 15- Os sistemas de cultivo estudados estão implantados em áreas de manguezal da Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá (área I) e da Reserva Extrativista Marinha Mocapajuba (área II) e precisam ser regulamentados (Lei Federal nº 9985/2000) através da Instrução Normativa nº003/2013 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS.
- 16- Para o sucesso do cultivo de ostras, o ostreicultor precisa ter a) planejamento de todas as atividades desde a obtenção de sementes, cuidados de manutenção até a comercialização, b) organização, que é dispor essas atividades de forma ordenada ao longo do ano, c) controle que é o acompanhamento de sua produção, e d) avaliação que é a verificação da qualidade de seu cultivo e a venda da ostra ao consumidor.

ANEXO 01



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26924-1	Data da Emissão: 31/03/2011 01:52
-----------------	-----------------------------------

Dados do titular

Nome: MARIA DE NAZARE BENTES DE LIMA	CPF: 517.065.802-82
Título do Projeto: BIOLOGIA REPRODUTIVA, CRESCIMENTO E EFEITOS DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DA OSTRAS-DO-MANGUE Crassostrea gasar (MOLLUSCA: BIVALVIA) EM MANGUEZAIS DA COSTA NORTE (MUNICÍPIOS DE CURUÇÁ E SÃO CAETANO DE ODIVELAS).	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	CNPJ: 34.621.748/0001-23

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	COLETA E PROCESSAMENTO DE MATERIAL BIOLÓGICO	01/2011	12/2012
2	ANÁLISE DE DADOS	01/2011	12/2012
3	COLETA DE DADOS ABIÓTICOS	01/2011	12/2012
4	ACOMPANHAMENTO DE CRESCIMENTO DE OSTRAS	01/2011	12/2012

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

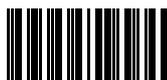
#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		PA	RESERVA EXTRATIVISTA MAE GRANDE DE CURUÇA	UC Federal
2		PA	VILA DE PERERU DE FATIMA	Fora de UC

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Crassostrea (*Qtde: 360)
2	Manutenção temporária (até 24 meses) de invertebrados silvestres em cativeiro	Crassostrea

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 58226114





Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26924-1	Data da Emissão: 31/03/2011 01:52
-----------------	-----------------------------------

Dados do titular

Nome: MARIA DE NAZARE BENTES DE LIMA	CPF: 517.065.802-82
Título do Projeto: BIOLOGIA REPRODUTIVA, CRESCIMENTO E EFEITOS DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DA OSTRADO-MANGUE <i>Crassostrea gasar</i> (MOLLUSCA: BIVALVIA) EM MANGUEZAIS DA COSTA NORTE (MUNICÍPIOS DE CURUÇÁ E SÃO CAETANO DE ODIVELAS).	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	CNPJ: 34.621.748/0001-23

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Coleta manual
---	--	---------------

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	Arquivo de lâminas para análises microscópicas

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 58226114





Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26924-1	Data da Emissão: 31/03/2011 01:52
-----------------	-----------------------------------

Dados do titular

Nome: MARIA DE NAZARE BENTES DE LIMA	CPF: 517.065.802-82
Título do Projeto: BIOLOGIA REPRODUTIVA, CRESCIMENTO E EFEITOS DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DA OSTRADO-MANGUE <i>Crassostrea gasar</i> (MOLLUSCA: BIVALVIA) EM MANGUEZAIS DA COSTA NORTE (MUNICÍPIOS DE CURUÇÁ E SÃO CAETANO DE ODIVELAS).	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	CNPJ: 34.621.748/0001-23

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 58226114

