

Efeito da sazonalidade amazônica no crescimento de ostras cultivadas

Effect of Amazon seasonality on the growth of cultivated oysters

Rafael Anaisce das Chagas^{1*}, Ana Carolina Freitas Ribeiro¹, Wagner César Rosa dos Santos², Mara Rúbia Ferreira Barros³, Weverton John Pinheiro dos Santos³, Marko Herrmann¹

¹Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Av. Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, CEP 66077-830, Belém, PA, Brasil

²Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Norte – CEPNOR, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Belém, PA, Brasil

³Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

*autor correspondente

✉ rafaelanaisce@hotmail.com

RESUMO: A ostreicultura vem se desenvolvendo nos últimos anos, porém, para o sucesso desse cultivo, é necessário compreender como os fatores abióticos, por exemplo, temperatura e salinidade, afetam o seu crescimento. O presente estudo objetivou analisar o efeito da sazonalidade amazônica no crescimento de ostras *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) cultivadas no litoral amazônico. Realizaram-se coletas entre os meses de abril e dezembro de 2016, com amostragens de 30 ostras por mês. Utilizou-se do método de marcação interna na concha usando fluorocromo calcêina para a detecção do incremento de crescimento. Em laboratório, as ostras passaram por processamento para posteriores cortes e observação em microscópio de fluorescência, e, na sequência, estimou-se a taxa de incremento diário. Após testar o efeito da sazonalidade e verificar sua interação nas classes de comprimento, utilizou-se da Análise de Variância two-way (ANOVA two-way), seguida de um teste post-hoc de Tukey. Os resultados indicaram que não há diferença no crescimento das ostras por classes de comprimento sob influência da sazonalidade ($F_{(3,180)} = 0,647; p = 0,585$), mas indica diferença no crescimento da ostra por sazonalidade ($F_{(1,180)} = 7,676; p < 0,001$) e entre as classes de comprimento ($F_{(3,180)} = 11,175; p < 0,001$). Neste contexto, evidencia-se que o incremento de crescimento diário é maior na estação seca do que na estação chuvosa ($p = 0,006$). Diante disso, conclui-se que as ostras podem ser cultivadas independentemente do período e que indivíduos das classes “semente”, “juvenil” e “baby” apresentam melhor desempenho de crescimento.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, ostreicultura, *Crassostrea tulipa*, dinâmica do crescimento.

ABSTRACT: Oyster farming has been developing in recent years; however, for this crop to be successful it is necessary to understand the factors that affect its growth. This study aimed to analyze the effect of Amazon seasonality on the growth of *Crassostrea tulipa* oysters (Lamarck, 1819) cultivated on the Amazon coast. Collections were carried out in April and December 2016, with samples of 30 oysters per month. The shell internal labeling method using fluorochrome calcein was used to detect growth increment. In the laboratory, oysters underwent processing for further observation under a fluorescence microscope, and subsequently, the daily increment rate was estimated. After testing the effect of seasonality and verifying its interaction in the length classes, a two-way Analysis of Variance (ANOVA two-way) was used, followed by a Tukey post-hoc test. Results indicate no difference in the growth of oysters by length classes under the influence of seasonality [$F_{(3,180)} = 0.647; p = 0.585$] but also point out a difference in oyster growth by seasonality [$F_{(1,180)} = 7.676; p < 0.001$] and between the length classes [$F_{(3,180)} = 11.175; p < 0.001$]. In this context, it is evident that the increase in daily growth is greater in the dry season than in the rainy season ($p = 0.006$). Therefore, we conclude that oysters can be cultivated regardless of the period and that individuals in “seed”, “juvenile” and “baby” classes have better growth performances.

KEYWORDS: Amazon, oyster farming, *Crassostrea tulipa*, growth dynamics.

Introdução

A aquicultura é uma grande fonte produtora de moluscos, principalmente bivalves, os quais têm um impacto ambiental positivo e benefícios nutricionais significativos, apresentando crescimento desde o início de sua expansão em 1990 até o ano de 2018. Em 2017, a produção de moluscos foi de 17,7 milhões de toneladas, o que resultou em um crescimento de 2,7% na taxa média anual de consumo desse grupo de espécies (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2020). Esse crescimento é resultado, por exemplo, do sucesso da mitilicultura (cultivo de mexilhões) e da ostreicultura (cultivo de ostras), que surgem como uma alternativa viável para mitigar o declínio da pesca, reduzindo a pressão sobre os estoques naturais (BECK et al., 2011; CASTILHO-WESTPHAL; OSTRENSKY, 2016; CHAGAS et al., 2021) e tornando-se uma fonte de renda para as comunidades litorâneas (BRABO et al., 2016; LEGAT et al., 2009; MACEDO et al., 2016; SAMPAIO et al., 2017).

No Brasil, existem cultivos de ostras em todo o litoral brasileiro, ocorrendo em pequena escala nas regiões Norte e Nordeste e em grande escala nas regiões Sul e Sudeste (Macedo et al., 2016), que, em conjunto com outros bivalves, renderam uma produção aproximada de 15 mil toneladas em 2020 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020). Nesse cenário, destaca-se o estado de Santa Catarina, responsável por 13.820,858 toneladas (96,7%) de toda a produção brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020). Nesse mesmo ano, a ostreicultura do estado do Pará apresentou uma produtividade de 49 toneladas (0,3% da produção nacional).

A ostreicultura do Pará vem sendo desenvolvida desde 2006 e se tornou, no decorrer dos anos, uma alternativa de geração de renda, como no caso de sete comunidades – Associação de Mulheres na Pesca e Agricultura de Pererú (AMPAP), Associação dos Produtores de Ostras de Pererú de Fátima (ASSOPEF), Associação de Aquicultores da Vila de Lauro Sodré (AQUAVILA), Associação Agropesqueira de Nazaré de Mocajuba (AGRONAM), Associação dos Aquicultores, Produtores Rurais e Pescadores de Nazaré do Seco (AAPPNS), Associação dos Agricultores, Pescadores e Aquicultores de Santo Antônio de Urindeua (ASAPAQ) e Associação dos Agricultores e Aquicultores de Nova Olinda (AGROMAR) –, distribuídas em cinco municípios do estado: São Caetano de Odivelas, Curuçá, Maracanã, Salinópolis e Augusto Corrêa (SAMPALIO et al., 2017).

O cultivo das ostras está ligado diretamente às condições ambientais da área de cultivo, estando sujeito às características abióticas e biológicas (ALVARENGA; NALESSO, 2006; CHAGAS et al., 2018b; SIEVERS et al., 2019) e ao tipo de manejo/cultivo (BANNISTER et al., 2019; LEGAT et al., 2017; SIEVERS et al., 2019; VALE et al., 2020). Entre os fatores bióticos que podem influenciar diretamente o crescimento da ostra cultivada estão: variação sazonal e distância do oceano (OLIVEIRA et al., 2018), salinidade (AZEVEDO et al., 2015; FUNO et al., 2015), temperatura (ANTONIO et al., 2009; BALTAZAR; BERMÚDEZ; RIVERA, 1999), pH (MONTANHINI NETO et al., 2013), oxigênio dissolvido (AMIN; ZAFAR; HALIM, 2008), pluviometria (ANTONIO et al., 2021),

transparência da água (OSEI; YANKSON; OBODAI, 2021), densidade (CARDOSO JÚNIOR et al., 2012) e produtividade primária do local (BALTAZAR; BERMÚDEZ; RIVERA, 1999).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência da sazonalidade amazônica no crescimento da ostra-do-mangue *Crassostrea tulipa* cultivada no litoral paraense, utilizando a análise de incrementos de crescimento diário (em milímetros) após um experimento de marcação-recaptura, usando o marcador interno fluorocromo calceína. Além disso, testou-se o efeito da sazonalidade no crescimento das ostras por classes de comprimento comerciais.

Material e Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na ostreicultura da ASAPAQ, situada no rio Urindeua e localizada na vila de Santo Antônio de Urindeua, em Salinópolis, Pará (Figura 1). Na ASAPAQ, é cultivada a ostra *C. tulipa* em sistema de cultivo do tipo suspenso, usando lanternas e travesseiros.

Delineamento experimental

Para analisar o efeito da sazonalidade amazônica no crescimento de *C. tulipa*, realizou-se um experimento de marcação-recaptura utilizando quatro classes de comprimento comerciais das ostras *C. tulipa*: “semente”, de 15 a 29 mm; “juvenil”, de 30 a 59 mm; “baby”, de 60 a 79 mm; e “média”, de 80 a 100 mm. A metodologia utilizada foi a proposta por Chagas e Herrmann (2016), que recomendam a utilização de fluorocromo calceína (solução de 150ml L⁻¹ por um período de 24h) na marcação interna da concha em estudos de crescimento de moluscos bivalves (Figura 2A-B). Além disso, esse método possibilita a determinação do crescimento absoluto da espécie (CHAGAS et al., 2020).

O experimento teve início em abril com um total de 200 ostras (50 de cada classe de tamanho). Após a marcação, as ostras foram dispostas em quatro lanternas, distribuídas por classes de tamanhos comerciais. Ressalta-se que, no presente experimento, as ostras utilizadas eram provenientes do próprio cultivo e foram dispostas em um local do cultivo sem influência do manejo periódico realizado pelos ostreicultores.

Procedimento de amostragem

Após a implantação do experimento, realizaram-se oito coletas entre maio e dezembro de 2016. Em cada coleta, retirou-se a epifauna incrustante sobre as ostras, conforme Chagas et al. (2018b), amostrando-se cinco ostras marcadas de cada classe de tamanho. Utilizou-se de 25% de indivíduos a mais de cada classe de ostras por causa da taxa de sobrevivência local (CHAGAS et al., 2021).

Em cada coleta, as amostras foram devidamente codificadas e transportadas ao Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), situada em Belém, para análises morfométricas e determinação do crescimento.

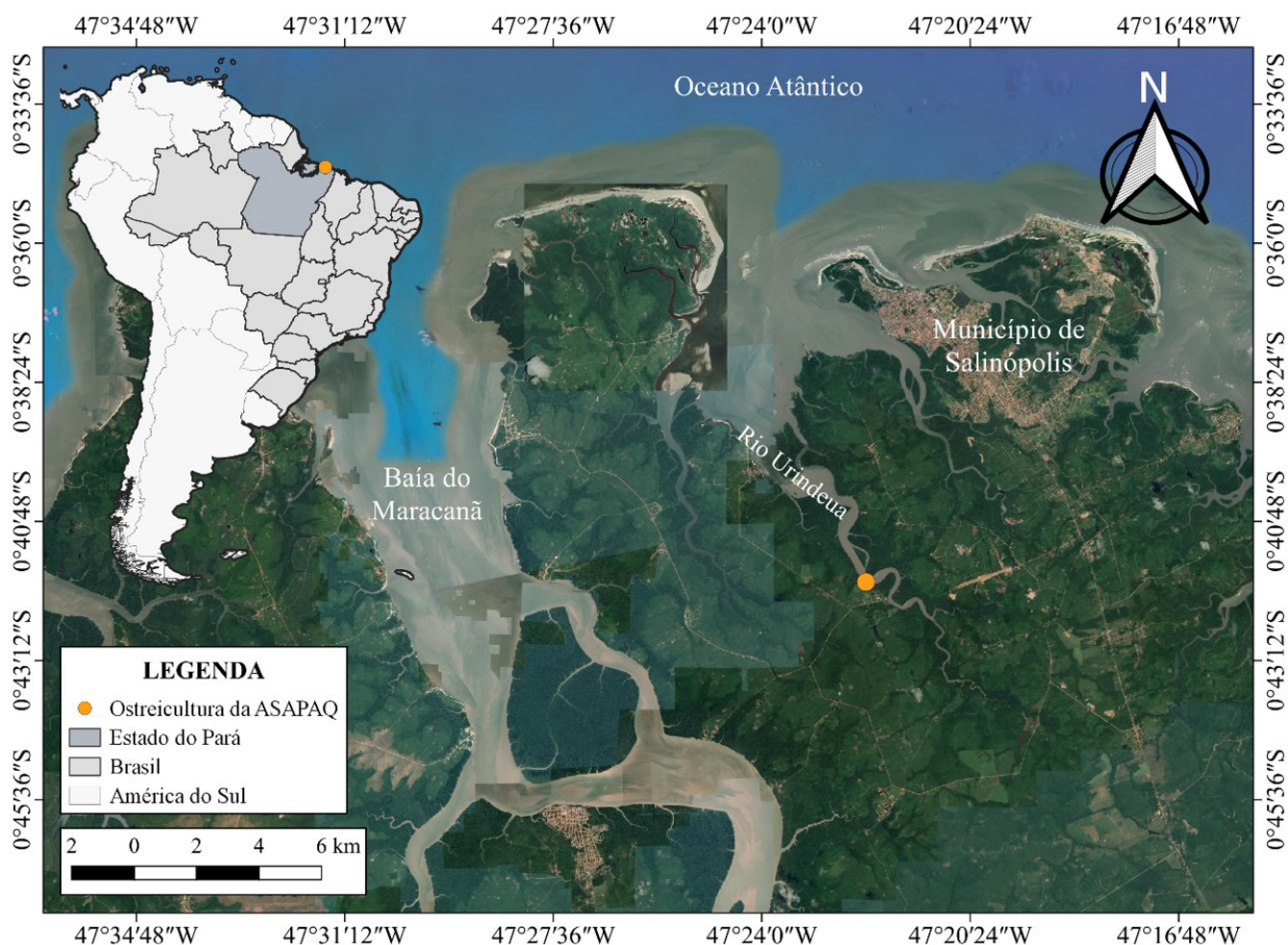


Figura 1. Mapa de localização do cultivo de ostras da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores (ASAPAQ), situada no rio Urindeua e localizada na vila de Santo Antônio de Urindeua, região Norte do Brasil.

Paralelamente, os dados abióticos (salinidade e TSA) foram medidos durante a vazante de cada mês por meio de refratômetro manual e termômetro digital de imersão, respectivamente. Os dados de precipitação foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas (2020).

Procedimento em laboratório

Em laboratório, o procedimento para determinação do crescimento das ostras é descrito em três etapas: (1) limpeza, (2) emblocamento e seccionamento e (3) leitura e mensuração do crescimento (CHAGAS; HERRMANN, 2016).

Na primeira etapa, seccionaram-se as valvas do molusco para a retirada do corpo mole (massa visceral) e, na sequência, lavou-se cada valva para a remoção total do material orgânico. Após esse processo, as valvas foram dispostas para secar ao ar livre, protegidas do sol, por aproximadamente 24h, para impedir o desenvolvimento de fungos.

Para a detecção das marcas de crescimento, utilizou-se apenas de uma das valvas. Desse modo, na segunda etapa, selecionou-se a valva esquerda (ou inferior) para a formação de blocos em resina cristal (Figura 2C), na proporção 100:1 (resina:catalizador), permanecendo por 24h para o endurecimento da resina.

O procedimento seguinte constituiu-se no seccionamento longitudinal dos blocos – no sentido de maior eixo de crescimento –, com uma serra diamantada, para a amostragem de uma seção de 0,5 cm de espessura do bloco (Figura 2D-E). Posteriormente, poliram-se as seções sucessivamente sobre um painel de vidro com diferentes graus de pó de carboneto de silício (125, 68, 30, 12 e 5 μm) e, finalmente, com suspensão de óxido de alumínio de 1 μm . O polimento é essencial para uma melhor visualização da seção no microscópio.

Para a análise das marcas de crescimento, observaram-se as seções das ostras em um microscópio de fluorescência, equipado com luz azul (Motic, filtro de 450 a 490 μm), por meio de fotografias digitais (Figura 2F) e exames, com o uso do programa de processamento de imagens digitais AxioVision, versão SE64 Rel. 4.9.1.

A estimativa de crescimento de *C. tulipa* ocorreu por intermédio das medidas micrométricas do incremento de crescimento, mensurado entre a extremidade da marca do fluorocromo calceína e a margem da concha (Figura 2F), conforme Herrmann et al. (2009). Ressalta-se que a extremidade da marca do fluorocromo calceína indica o comprimento total

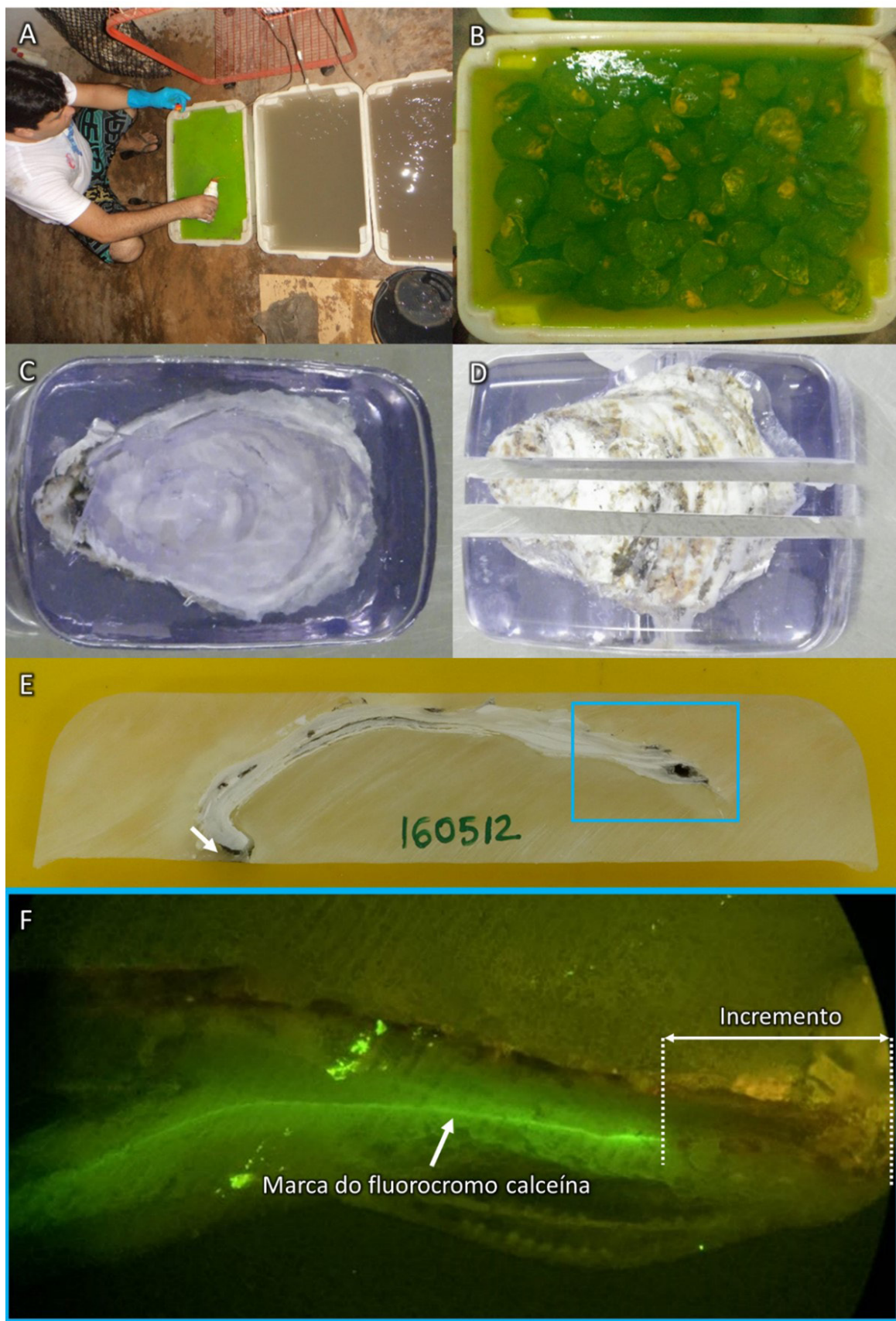


Figura 2. Procedimento da metodologia de marcação das ostras utilizadas no experimento de crescimento do presente estudo. Etapas: (A-B) Imersão em fluorocromo calceína (solução de 150 ml L-1, por um período de 24h); (C) Formação de blocos em resina cristal, na proporção 100:1 (resina:catalizador); (D) Secionamento longitudinal dos blocos; (E) Seção de 0,5 cm de espessura dos blocos; (F) Fotografia da seção da concha em microscópio, indicando marcas do fluorocromo calceína e o incremento de crescimento da concha.

máximo da ostra no dia da imersão na substância efetuado na implantação do experimento.

Determinação das taxas de crescimento

Após o preparo e a análise das conchas, determinou-se a taxa de crescimento absoluto por meio da mensuração do incremento de crescimento da concha entre a marca de calceína e a margem externa da concha, conforme a Equação 1 a seguir:

$$\text{Crescimento absoluto} = \frac{Ct_1 - Ct_0}{t_1 - t_0} = \frac{\Delta Ct}{\Delta t} \quad (1)$$

em que: Ct_0 é o comprimento total (mm) da ostra no início do experimento (t_0); Ct_1 , o comprimento total (mm) no dia/mês amostrado (t_1); ΔCt , o incremento marginal (mm); e Δt , o tempo de experimento (em dias). A determinação das taxas de crescimento ocorreu igualmente por classe de comprimento total das ostras utilizadas.

Os dados morfométricos mensais de *C. tulipa* estão disponíveis na plataforma Data Publisher for Earth & Environmental Science – PANGAEA (CHAGAS et al., 2018a).

Análise dos dados

Para estudar o efeito da sazonalidade amazônica no crescimento de ostras cultivadas, consideraram-se o período chuvoso de dezembro a maio e o período seco de junho a novembro (MORAES et al., 2005).

Para verificar a normalidade dos dados, utilizou-se de um teste de Shapiro-Wilk, e para homogeneidade das variâncias, um teste de Levene. O efeito da sazonalidade no crescimento de ostras foi testado por meio de uma Análise de Variância *two-way* (ANOVA *two-way*), seguida de um teste post-hoc de Tukey. O uso do teste ANOVA *two-way* se deve ao fato de possibilitar a avaliação simultânea do efeito de duas variáveis em uma variável de resposta. No presente estudo, as variáveis categóricas foram a sazonalidade (período seco e período chuvoso) e as classes comerciais das ostras (“semente”, “juvenil”, “baby” e “média”), sendo a variável resposta a taxa de crescimento absoluto (em dias).

Neste contexto, as hipóteses postuladas foram:

1. Não há diferença nas taxas médias de crescimento absoluto por período sazonal (independentemente das classes das ostras);
2. Não há diferença nas médias de taxa de crescimento absoluto entre as classes comerciais das ostras (independentemente do período sazonal);
3. Não há diferença nas médias de taxa de crescimento absoluto entre as classes comerciais das ostras sob efeito da sazonalidade.

Deste modo, a hipótese alternativa para os casos 1 e 2 é que as médias de taxa de crescimento absoluto não são iguais. A hipótese alternativa para o caso 3 é que há uma interação entre a sazonalidade e as classes comerciais das ostras, ou seja, as taxas de crescimento absoluto em uma comparação sazonal diferem nas classes de comprimento das ostras.

Os dados foram analisados no programa R, versão 4.1.1, (R CORE TEAM, 2021), e para os gráficos, utilizou-se do pacote *ggplot2*.

Resultados e Discussão

Observou-se uma variabilidade nos dados abióticos ao longo dos meses de coleta. A maior variação foi evidenciada na salinidade, com média de $25,9 \pm 11,0$ (média \pm SD), mínima de 7 (abr./16) e máxima de 39 (nov./16). A temperatura apresentou pouca variação, com $31,2 \pm 1,1^\circ\text{C}$, mínima de $30,1^\circ\text{C}$ (jul./16) e máxima de $33,7^\circ\text{C}$ (abr./16). A variação da pluviosidade média mensal comportou-se inversamente proporcional à salinidade, com média de $3,0 \pm 4,2$ mm.dia⁻¹, apresentando meses com ausência de chuvas (set./16 e out./16) e máxima de $13,04$ mm.dia⁻¹ (abr./17) (Figura 3).

O sumário dos dados brutos do crescimento das ostras pode ser visto na Tabela 1, na qual são apresentados os incrementos mínimo, máximo e médio por dia e por mês nos períodos seco

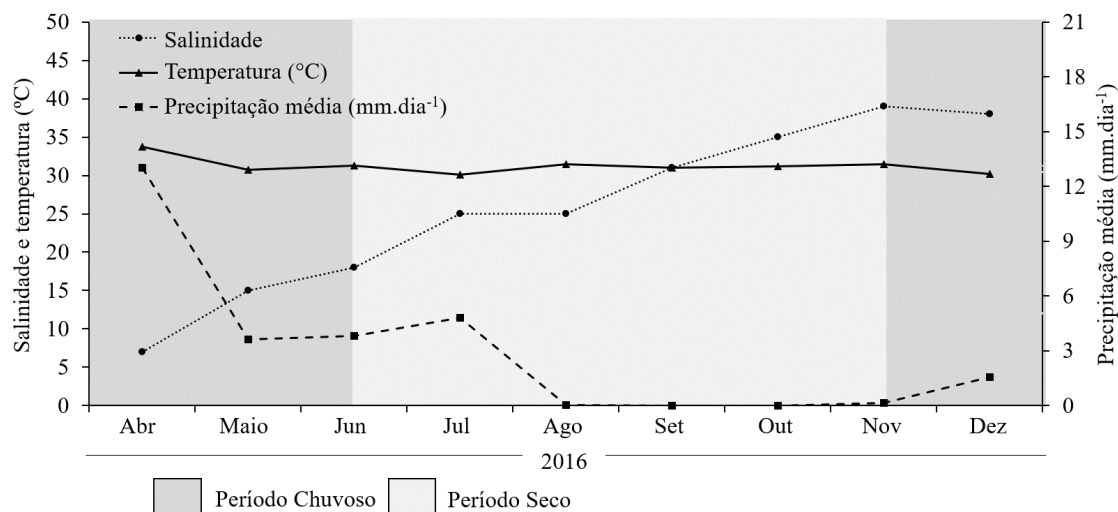


Figura 3. Variação temporal dos dados abióticos (salinidade, temperatura superficial da água e pluviosidade média mensal) entre os meses de abril e dezembro de 2016.

e chuvoso. Verificou-se que a média de incremento diário apresentou números bem próximos. No entanto, encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa na taxa de crescimento das ostras por período sazonal ($F_{(1)} = 6,854, p = 0,009$) e por classe de comprimento de ostras ($F_{(3)} = 10,882, p < 0,001$), embora a interação entre esses termos não tenha sido significativa, ou seja, não há diferença nas médias de taxa de crescimento absoluto entre as classes comerciais das ostras sob efeito da sazonalidade ($F_{(3)} = 0,639, p = 0,591$) (Tabela 2).

Um teste post-hoc de Tukey revelou diferenças significativas entre as taxas de crescimento absoluto em uma comparação sazonal ($p = 0,009$), indicando que na estação seca as ostras apresentaram um incremento médio diário de 16,6% maior do que na estação chuvosa (Figura 4A). Do mesmo modo, o teste post-hoc de Tukey aponta que as ostras classificadas como “médias” tiveram uma diferença significativa nas taxas de incremento médio diário em comparação com as demais classes ($p < 0,001$), não sendo encontradas diferenças significativas entre as demais classes. Deste modo, ostras classificadas como

“média” tiveram um crescimento de até 36,5% menor do que as classificadas por “sementes”, 30,7% menor que as classificadas por “juvenis” e 28,1% menor do que as classificadas por “baby” (Figura 4B).

Diversos estudos abordam o crescimento das ostras cultivadas no litoral brasileiro, e isso é excelente para a compreensão e a adequação cada vez mais eficiente quanto ao suporte tecnológico que envolve a criação de ostra em cativeiro (ALBUQUERQUE et al., 2012; ANTONIO et al., 2009; CARDOSO JÚNIOR et al., 2012; FUNO et al., 2015; LEGAT et al., 2017; LOPES et al., 2013; MACCACCHERO; FERREIRA; GUZENSKI, 2007; MONTANHINI NETO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2018; PEREIRA et al., 2001; ROSA, 2014; TURECK et al., 2004).

Os estudos que abordam fatores que influenciam o crescimento das ostras destacam bastante a salinidade. Esse parâmetro já se mostrou ser um fator limitante aos cultivos das ostras (LOPES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2018), principalmente por causa da sua flutuabilidade (GOSLING, 2015; LEGAT et al., 2017).

Tabela 1. Dados referentes ao incremento de crescimento da concha das ostras cultivadas no litoral amazônico. Legenda: incremento mínimo diário ($I.dia^{-1}_{min}$), incremento máximo diário ($I.dia^{-1}_{max}$), incremento médio diário ($Im.dia^{-1}$), incremento mínimo mensal ($I.mês^{-1}_{min}$), incremento máximo mensal ($I.mês^{-1}_{max}$) e incremento médio mensal ($Im.mês^{-1}$).

Classes de ostras	Estação	$I.dia^{-1}_{min}$ (mm)	$I.dia^{-1}_{max}$ (mm)	$Im.dia^{-1} \pm DP$ (mm)	$I.mês^{-1}_{min}$ (mm)	$I.mês^{-1}_{max}$ (mm)	$Im.mês^{-1} \pm DP$ (mm)
“Semente”	Seca	0,08	0,30	0,17±0,06	2,51	9,02	5,24±1,86
	Chuvosa	0,04	0,23	0,18±0,06	1,15	6,85	5,39±1,80
“Juvenil”	Seca	0,04	0,32	0,16±0,06	1,17	9,55	4,89±1,90
	Chuvosa	0,04	0,31	0,16±0,07	1,25	9,34	4,89±2,14
“Baby”	Seca	0,09	0,25	0,16±0,04	2,85	7,43	4,83±1,07
	Chuvosa	0,03	0,18	0,15±0,04	0,86	5,51	4,63±1,19
“Média”	Seca	0,01	0,22	0,12±0,06	0,39	6,55	3,48±1,66
	Chuvosa	0,02	0,17	0,11±0,06	0,68	5,02	3,44±1,66

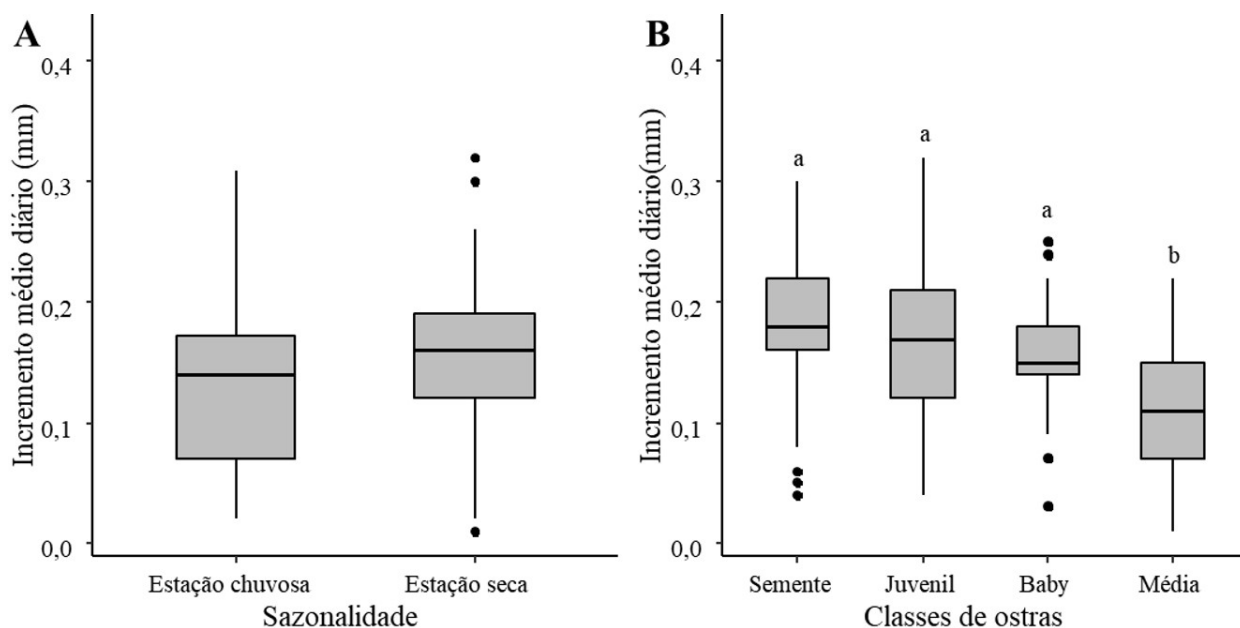


Figura 4. Comparação do incremento médio diário da concha das ostras cultivadas no litoral amazônico por sazonalidade (A) e por classes de comprimento total das ostras (B). Letras iguais indicam similaridade.

Tabela 2. Resultado da Análise de Variância *two-way* (ANOVA *two-way*) sobre o incremento de crescimento da concha das ostras cultivadas no litoral amazônico.

Efeito	GI	SQ	QM	F	p
Sazonalidade	1	0,023	0,023	6,854	0,009
Classes das ostras	3	0,110	0,036	10,882	<0,001
Sazonalidade:Classes das ostras	3	0,006	0,002	0,639	0,591
Resíduos	180	0,611	0,003		

GI: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrados médio, F: teste F; p: valor de significância.

Há evidências de que a salinidade não afeta a sobrevivência das ostras cultivadas, mas influencia o crescimento delas (LEGAT et al., 2017). Esse fato foi observado no presente estudo, em que se verificou que as ostras no período seco apresentaram maior incremento de crescimento diário, ou seja, no período em que a salinidade é maior por causa da baixa pluviosidade, as ostras tiveram um maior desempenho de crescimento.

Ao analisar o crescimento de ostras cultivadas, uma observação muito importante que deve ser efetuada é acerca do método utilizado no estudo. Já foi comprovado que a utilização de determinado método está diretamente relacionada à abordagem e/ou aos objetivos da pesquisa (CHAGAS et al., 2020). No entanto, historicamente, os estudos de crescimento das ostras utilizam o método de média morfométrica, ou seja, a média de comprimento total das ostras mensurado periodicamente. Esse método é eficaz, mas, quando se pretende determinar um crescimento absoluto ou os parâmetros de crescimento com a menor margem de erro possível, é recomendada a utilização de marcadores internos, tais como o fluorocromo calcéina, para obter-se resultados mais precisos (CHAGAS et al., 2020).

Conclusões

Neste estudo, verificou-se que não há interação entre a sazonalidade e as classes comerciais das ostras, ou seja, as taxas de crescimento absoluto em uma comparação sazonal não diferem nas classes de comprimento das ostras. Conclui-se que as ostras podem ser cultivadas independentemente do período e que indivíduos das classes “semente”, “juvenil” e “baby” apresentam melhor desempenho de crescimento.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Ressalta-se o agradecimento à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela disponibilidade dos espaços físicos para desenvolver o projeto, e aos membros da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores (ASAPAQ), situada no rio Urindeua, em nome de sua presidente Dona Maria.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.

Albuquerque, M. C. P. et al. Influência da temperatura e da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas da ostra perlifera *Pteria hirundo*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 189-197, 2012.

Alvares, L.; Nalesso, R. C. Preliminary assessment of the potential for mangrove oyster cultivation in Piraquê-açu River Estuary (Aracruz, ES). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 163-169, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132006000100019>.

Amin, S. M. N.; Zafar, M.; Halim, A. Age, growth, mortality and population structure of the oyster, *Crassostrea madrasensis*, in the Moheshkhal Channel (southeastern coast of Bangladesh). **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v. 24, n. 1, p. 18-25, 2008. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.01007.x>.

Antonio, Í. et al. Reproductive cycle of the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) cultured in a macrotidal high-salinity zone on the Amazon mangrove coast of Brazil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 51, n. 2, p. 113-121, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202003582>.

Antonio, Í. G. et al. The combined effects of salinity, stocking density and frequency of water exchange on growth and survival of mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) larvae. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 74-80, 2009. <https://doi.org/10.32360/acmar.v42i2.6028>.

Azevedo, R. V. et al. Biofiltration, growth and body composition of oyster *Crassostrea rhizophorae* in effluents from shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 193-203, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902015000100023>.

Baltazar, P.; Bermúdez, P.; Rivera, W. Cultivo de la ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) en un viveiro artesanal, La Arena, Casma. **Revista Peruana de Biología**, Lima, v. 6, n. 2, p. 123-130, 1999. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v6i2.8306>.

Bannister, J. et al. Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. **Biofouling**, London, v. 35, n. 6, p. 1-18, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/08927014.2019.1640214>.

Beck, M. W. et al. Oyster reefs at risk and recommendations for conservation, restoration, and management. **Bioscience**, Uberlândia, v. 61, n. 2, p. 107-116, 2011. <http://dx.doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.5>.

Brabo, M. F. et al. A cadeia produtiva da aquicultura no nordeste paraense, Amazônia, Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 16-26, 2016. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/IE/2016/tec2-0816.pdf>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.

Cardoso Júnior, L.O. et al. Crescimento da ostra *Crassostrea rhizophorae* cultivada em diferentes densidades de estocagem no Litoral Norte de Pernambuco. **Revista Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. único, p. 10-14, 2012. <http://dx.doi.org/10.4322/pap.2012.003>.

Castilho-Westphal, G. G.; Ostrensky, A. Use of side-scan sonar for estimations of *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) stocks in subtidal banks on the south coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 49-56, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592016104506401>.

Chagas, R. A. et al. Micro-growth data of *Crassostrea tulipa* cultivated on the Amazonian coast. Bremen: **PANGAEA**, 2018a. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.890707>.

Chagas, R. A. et al. Composition of the biofouling community associated with oyster culture in an Amazon estuary, Para state, Northern Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, Valparaíso, v. 53, n. 1, p. 9-17, 2018b. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572018000100009>.

- Chagas, R. A.; Herrmann, M. Estimativas de crescimento de bivalves tropicais e subtropicais: recomendação para um método padronizado. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Sergipe, v. 4, n. 2, p. 28-38, 2016. <http://dx.doi.org/10.2312/ActaFish.4016.4.2.28-38>.
- Chagas, R. A. et al. Uso de métodos tradicionais e científicos em pesquisas envolvendo crescimento de ostras. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Sergipe, v. 8, n. 1, p. 24-28, 2020. <http://dx.doi.org/10.46732/actafish.2020.8.1.24-28>.
- Chagas, R.A. et al. Growth performance of the mangrove oyster cultivated on the Amazonian coast. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 64, n. p. e21190650, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2021190650>.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome: FAO, 2020. 227 p.
- Funo, I. C. S. A. et al. Influência da salinidade sobre a sobrevivência e crescimento de *Crassostrea gasar*. **Boletim do Instituto de Pesca**, Santos, v. 41, n. 4, p. 837-847, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/41_4_837-847.pdf>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Gosling, E. **Marine bivalve molluscs**. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd, 2015. 537 p.
- Herrmann, M. et al. Growth estimations of the Argentinean wedge clam *Donax hanleyanus*: A comparison between length-frequency distribution and size-increment analysis. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 379, n. 1-2, p. 8-15, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2009.07.031>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 51 p. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Legat, A. P. et al. **Caracterização genética de ostras nativas do gênero *Crassostrea* no Brasil: base para o estabelecimento de um programa nacional de melhoramento**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 21 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80696/1/documento-192.pdf>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Legat, J.F.A. et al. Growth and survival of bottom oyster *Crassostrea gasar* cultured in the northeast and south of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, Santos, v. 43, n. 2, p. 172-184, São Paulo, 2017. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n2p172>.
- Lopes, G.R. et al. Growth of *Crassostrea gasar* cultured in marine and estuary environments in Brazilian waters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 7, p. 975-982, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800024>.
- Maccacchero, G. B.; Ferreira, J. F.; Guzinski, J. Influence of stocking density and culture management on growth and mortality of the mangrove native oyster *Crassostrea* sp. in southern Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 47-53, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/20668/18826>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Macedo, A. R. G. et al. Perfil da ostreicultura na comunidade de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis, nordeste do Pará/Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, España, marzo, 2016. <<http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/br/16/aquicultura.html>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- MONTANHINI NETO, R. et al. Influence of environmental variables on the growth and reproductive cycle of *Crassostrea* (Mollusca, Bivalvia) in Guaratuba Bay, Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, England, v. 57, n. 3, p. 208-218, 2013. <https://doi.org/10.1080/07924259.2012.747449>.
- Moraes, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>.
- Oliveira, L.F.S. et al. Influence of the proximity to the ocean and seasonality on the growth performance of farmed mangrove oysters (*Crassostrea gasar*) in tropical environments. **Aquaculture**, USA, v. 496, n. p. 661-667, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.049>.
- Osei, I. K.; Yankson, K.; Obodai, E. A. Effect of sedentary biofoulers on the growth and survival of cultured oysters (*Crassostrea tulipa*) towards its mass culture in the Densu Delta, Ghana. **Aquaculture International**, London, v. 29, n. 2, p. 813-826, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00659-9>.
- Pereira, O. M. et al. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP (25° s, 48° w). **Boletim do Instituto de Pesca**, Santos, v. 27, n. 2, p. 163-174, 2001. https://www.pesca.sp.gov.br/27%5B2%5D-art_06.pdf
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2021. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Rosa, L. C. Crescimento e sobrevivência da ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) mantida em um viveiro de cultivo de camarão. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 64-68, 2014. <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/5962/4188>.
- Sampaio, D.S. et al. Oyster culture on the Amazon mangrove coast: asymmetries and advances in an emerging sector. **Reviews in Aquaculture**, Richmond, v. 11, n. 1, p. 88-104, 2017. <https://doi.org/10.1111/raq.12227>.
- Sievers, M. et al. Methods to prevent and treat biofouling in shellfish aquaculture. **Aquaculture**, USA, v. 505, p. 263-270, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.071>.
- Tureck, C. R. et al. Avaliação do crescimento em *Crassostrea gigas* (mollusca, bivalve) cultivadas na Baía da Babitonga, litoral norte do Estado de Santa Catarina. **Revista UNIVILLE**, Joinville, v. 9, p. 1-15, 2004. Disponível em: <http://antigo.univille.br/arquivos/1583_CrescimCrassGigas.pdf>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.
- Vale, A. V. P. et al. Comparação de substratos artificiais na redução de bioincrustantes em um cultivo de ostras no estuário amazônico. **Revista CEPsul: Biodiversidade e Conservação Marinha**, Itajaí, v. 9, e2020001, 2020. <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol9.875e2020001001>.