Comparação da sobrevivência e da qualidade de ostras (*Crassostrea gigas*) mantidas em expositor de moluscos vivos e em refrigerador

Felipe Matarazzo Suplicy[1], Robson Ventura de Souza[2], Fabiele Bernardi[3], Giustino Tribuzi[4] e Marília Miotto[5]

Resumo – Foram avaliadas a sobrevivência e a qualidade físico-química e microbiológica de ostras *Crassostrea gigas* mantidas em um Expositor de Moluscos Vivos (EMV) em comparação a ostras mantidas sob refrigeração. No EMV, as ostras foram mantidas expostas ao ar e continuamente aspergidas por água salgada esterilizada com luz ultravioleta e resfriada (de 10 a 16°C), em sistema de recirculação. Foram realizados dois experimentos nos quais 250 ostras permaneceram por 28 dias no EMV e foram comparadas com ostras mantidas em um refrigerador a 4°C. O teor de umidade das ostras armazenadas no EMV foi superior e o pH ligeiramente inferior ao das ostras mantidas no refrigerador. As ostras mantidas no EMV e no refrigerador apresentaram sobrevivências similares até os 14 dias de armazenamento (medianas acima de 90%). No entanto, as contagens de aeróbios se mantiveram aceitáveis (<5log UFC g^{-1} de mesófilos e <6log UFC g^{-1} de psicrotróficos) durante esse período no EMV, enquanto as ostras mantidas no refrigerador tiveram a qualidade microbiológica comprometida a partir dos sete dias de armazenamento.

Palavras-Chave: Bivalves marinhos; Armazenamento não imerso; Varejo; Tempo de prateleira.

Comparison of survival and quality of oysters (*Crassostrea gigas*) kept in a live mollusk display cabinet and in a refrigerator

Abstract – The survival and physicochemical and microbiological quality of *Crassostrea gigas* oysters kept in a Live Shellfish Display (LSD) were evaluated in comparison to oysters kept under refrigeration. In the LSD, the oysters were kept exposed to air and continuously sprayed with salt water sterilized with ultraviolet light and cooled (from 10 to 16°C) in a recirculation system. Two experiments were performed in which 250 oysters remained for 28 days in the LSD and were compared with oysters kept in a refrigerator at 4°C. The moisture content of the oysters stored in the LSD was higher and the pH was slightly lower than that of the oysters kept in the refrigerator. The oysters kept in the LSD showed higher survival after 20 days of storage and lower counts of mesophiles and psychrotrophs. The results indicate that the LSD prolongs the life of the oysters and preserves their quality for human consumption for up to 20 days of storage.

Keywords: Marine bivalves; Non-immersed storage; Retail; Shelf life.

Introdução

O estado de Santa Catarina responde pela maior produção de moluscos cultivados no Brasil, com volumes anuais variando em torno de 2.000 toneladas de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*) (Observatório Agro Catarinense, 2025). A produção é realizada por meio de lanternas de cultivo, nas quais os animais são engordados até atingirem o tamanho comercial. A maior parte da produção é destinada ao consumo *in natura*, voltada ao mercado de ostras servidas na meia concha (Suplicy, 2020). Sob refrigeração (≈4°C) e alta umidade, é possível manter ostras vivas por vários dias (5–7 dias), embora a vitalidade decaia com o tempo. Em contrapartida, em 72 horas (3 dias) despontam como um ponto de inflexão em muitas situações: além desse período, começa a haver aumento notável na mortalidade, especialmente se a temperatura ambiente for moderada/alta (Clements *et al.*, 2018). Expositores de Moluscos Vivos (EMV) são dispositivos projetados

Recebido em 11/02/2025. Aceito para publicação em 24/06/2025. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.1994
Editor de seção: João Guzenski/Epagri

[1] Biólogo, Ph. D., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br.
[2] Médico-veterinário, Dr., Epagri/Cedap, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5062, e-mail: robsonsouza@epagri.sc.gov.br.
[3] Farmacêutica, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone (49) 98926-2823, e-mail: beli.bernardi30@gmail.com.
[4] Cientista de Alimentos, Dr., Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone: (48) 3721-5395, e-mail: giustino.tribuzi@ufsc.br.
[5] Farmacêutica e Bioquímica, Dra., Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone: (48) 3721-5377, e-mail: marilia.miotto@ufsc.br.

Este periódico está licenciado conforme Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

para expor visualmente moluscos bivalves, como as ostras e os mexilhões, ao público consumidor e manter os animais em condições adequadas à sua sobrevivência. Nesses equipamentos, os moluscos permanecem expostos ao ar, posicionados sobre uma superfície que permite a drenagem da água salgada que é constantemente aspergida sobre os animais. Deve-se notar que os EMV têm uma concepção diferente das depuradoras de moluscos e não têm por objetivo reduzir a carga microbiana dos moluscos. Nas depuradoras os moluscos são mantidos submersos em água salgada para que realizem sua atividade normal de filtração e eliminem, junto com as suas fezes, patógenos eventualmente acumulados nas fazendas marinhas ou bancos naturais (Lee; Lovatelli; Ababouch, 2008). Nos EMV, os moluscos permanecem apenas molhados pela água que é aspergida, nunca sendo submersos, não sendo esperada, portanto, uma efetiva redução de carga microbiana por meio da filtragem e eliminação de fezes.

Os EMVs são utilizados para armazenamento temporário de moluscos em estabelecimentos de comércio e seu uso é regulado em países como Nova Zelândia (NZQA, 2024; New Zealand Government, 2014). No entanto, até recentemente no Brasil não existiam mecanismos legais permitindo ou regulando o seu uso. Apesar de não apresentar mais detalhes sobre o uso dos EMV, a recente legislação do Governo Federal que instituiu o Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros – MoluBiS (BRASIL, 2023) menciona pela primeira vez esses dispositivos: "Os moluscos bivalves vivos podem ser aspergidos com água, desde que em expositores de moluscos bivalves vivos, sem que haja mistura de lotes e empregando-se os devidos procedimentos de desinfecção do equipamento e da água utilizados". Assim sendo, é esperado que o interesse por esse tipo de dispositivo seja despertado no Brasil.

A busca na literatura técnica e científica evidencia a escassez de referências e orientações sobre o uso de EMVs e de informações sobre as condições microbiológicas e eventuais riscos associados à manutenção de moluscos nesses dispositivos. Essas informações são fundamentais para apoiar empreendimentos que optem por utilizar esses equipamentos e para embasar tecnicamente agentes de saúde durante ações de orientação e fiscalização. Diante desse cenário, foram realizados ensaios sobre a manutenção de ostras *Crassostrea gigas* em um EMV construído a partir de referências de equipamentos estrangeiros. O presente documento reporta os resultados desse esforço inicial, que teve o objetivo de gerar informações sobre a sobrevivência, parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos animais durante o armazenamento.

Material e métodos

O EMV testado é um protótipo desenvolvido pela empresa Marine Equipment e conta com um sistema de recirculação de água salgada composto por um tanque de 50L, duas bombas de água (Sunsun, JTP 2500, China) com vazão de 2500L hora^{-1}, um filtro de luz ultravioleta com lâmpada de 3W (Sunsun, Hbo 303, China) e um resfriador de água (*chiller*) de 1/3HP com serpentina de titânio (Gelaqua, Brasil). Uma das bombas circula a água entre o reservatório e o resfriador, com passagem pelo filtro UV, e a outra bombeia a água do reservatório até a bandeja de aspersão dos moluscos, localizada na parte superior do expositor, de onde a água flui através de perfurações para o gabinete contendo as ostras (Fig. 1). O expositor contém um interruptor com sensor de presença que desliga a bomba de água utilizada na aspersão, de forma que os consumidores possam apanhar as ostras sem se molhar. A água utilizada no dispositivo foi preparada a partir de sal artificial para aquário (*Blue Treasure,* China) e água potável na proporção de 35g por litro e o termostato do *chiller* teve a temperatura ajustada para 12°C. O volume de água colocado inicialmente no EMV foi mantido até o fim dos ensaios, sem trocas ou complementação durante os experimentos. A água potável utilizada era da rede de abastecimento, portanto clorada, e foi mantida em aeração constante até que o cloro não pudesse mais ser detectado por testes de aquarismo.

As ostras utilizadas foram provenientes de uma área de cultivo em Florianópolis (SC) classificada como A, de acordo com o MoluBiS (menor risco sanitário), não sendo exigido que os moluscos sejam submetidos a tratamentos pós-colheita, como a depuração ou tratamento térmico. As ostras tinham tamanho comercial, com altura de concha de cerca de 8cm, e foram lavadas com jatos pressurizados de água salgada antes de serem colocadas no EMV. Foram realizados dois ensaios de 28 dias, um de 24/04/2023 a 22/05/2023 e o segundo de 05/06/2023 a 03/07/2023. Em cada ensaio, 250 ostras de 10 a 12cm de comprimento foram acondicionadas no expositor e outras 25 ostras, divididas em grupos de cinco ostras, foram acondicionadas em cinco caixas plásticas de 1L cobertas com um pano umedecido e tampa, e mantidas dentro de um refrigerador (incubadora BOD - *Biochemichal Oxygen Demand,* Tecnal, TE-371/240L, Brasil) a 4°C. Um terceiro grupo de 75 ostras foi mantido no mesmo refrigerador em uma bandeja sem tampa, coberto com um pano umedecido, e essas ostras foram utilizadas para as análises microbiológicas e parâmetros físico-químicos.

A sobrevivência das ostras do expositor e das caixas de 1L no refrigerador foi avaliada em intervalos que variaram entre dois e cinco dias, através da observação dos animais. Ostras abertas ou entreabertas que não se fechavam ao serem estimuladas manualmente foram consideradas mortas. Duas vezes por semana foi avaliado o teor de umidade (%) e o

Figura 1. Expositor de Moluscos Vivos (EMV) utilizado no estudo. 1.1. (A) Gabinete de fibra de vidro, (B) Grade de ventilação, (C) Compartimento para ostras, (D) Grade de aspersão; 1.2. (E) Reservatório de água, (F) Resfriador de água (chiller)
Foto: Felipe Matarazzo Suplicy
Figure 1. Live Shellfish Display (LSD) used in the study. 1.1. (A) Fiberglass cabinet, (B) Ventilation grid, (C) Oyster compartment, (D) Sprinkler grid; 1.2. (E) Water tank, (F) Water chiller
Photo: Felipe Matarazzo Suplicy

volume de líquido intervalvar (mL) em amostras de cinco ostras do expositor e do refrigerador. As ostras foram abertas cuidadosamente para não perderem o líquido intervalvar, sendo a carne e o líquido transferidos para placas de Petri previamente pesadas. Após pesagem da carne com líquido (peso úmido), as carnes foram secas com papel absorvente e pesadas novamente (peso drenado). O volume de líquido intervalvar foi calculado pela diferença entre o peso úmido e o peso drenado. Nas mesmas ocasiões, foi medido o pH da carne dos dois tratamentos, posicionando o sensor do pHmetro (Hanna-HI, 2020-20) diretamente em 10g de amostras de carne de ostra trituradas e homogeneizadas.

Semanalmente foram realizadas análises microbiológicas em 25g de ostras homogeneizados com 225mL de água peptonada a 0,1%. Para a contagem de psicrotróficos foi utilizado o método do *American Public Health Association* (APHA, 2015) e a contagem de mesófilos aeróbios foi realizada de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 4833-1:2015 (ABNT ISO NBR, 2015). Os resultados foram expressos em UFC g^{-1}.

A água do expositor foi analisada a cada três ou quatro dias para determinação da concentração de amônia e de nitrito (Fotocolorímetro AT 100P, Alfakit, Brasil) e do pH (sonda multiparâmetro Hanna, HI9829, EUA). A temperatura foi registrada a cada 10 minutos (termômetro armazenador de dados Onset, HOBO MX 2201, EUA). Considerando que ensaios preliminares demonstraram que a concentração de *Escherichia coli* na água do EMV era mantida por até três semanas abaixo de 1,8NMP $100mL^{-1}$ por ação do filtro de luz ultravioleta, não foi realizada análise microbiológica da água nos dois ensaios reportados aqui.

Foram realizados dois ensaios nos quais foi possível gerar apenas um dado por avaliação para o EMV para parâmetros como a sobrevivência,

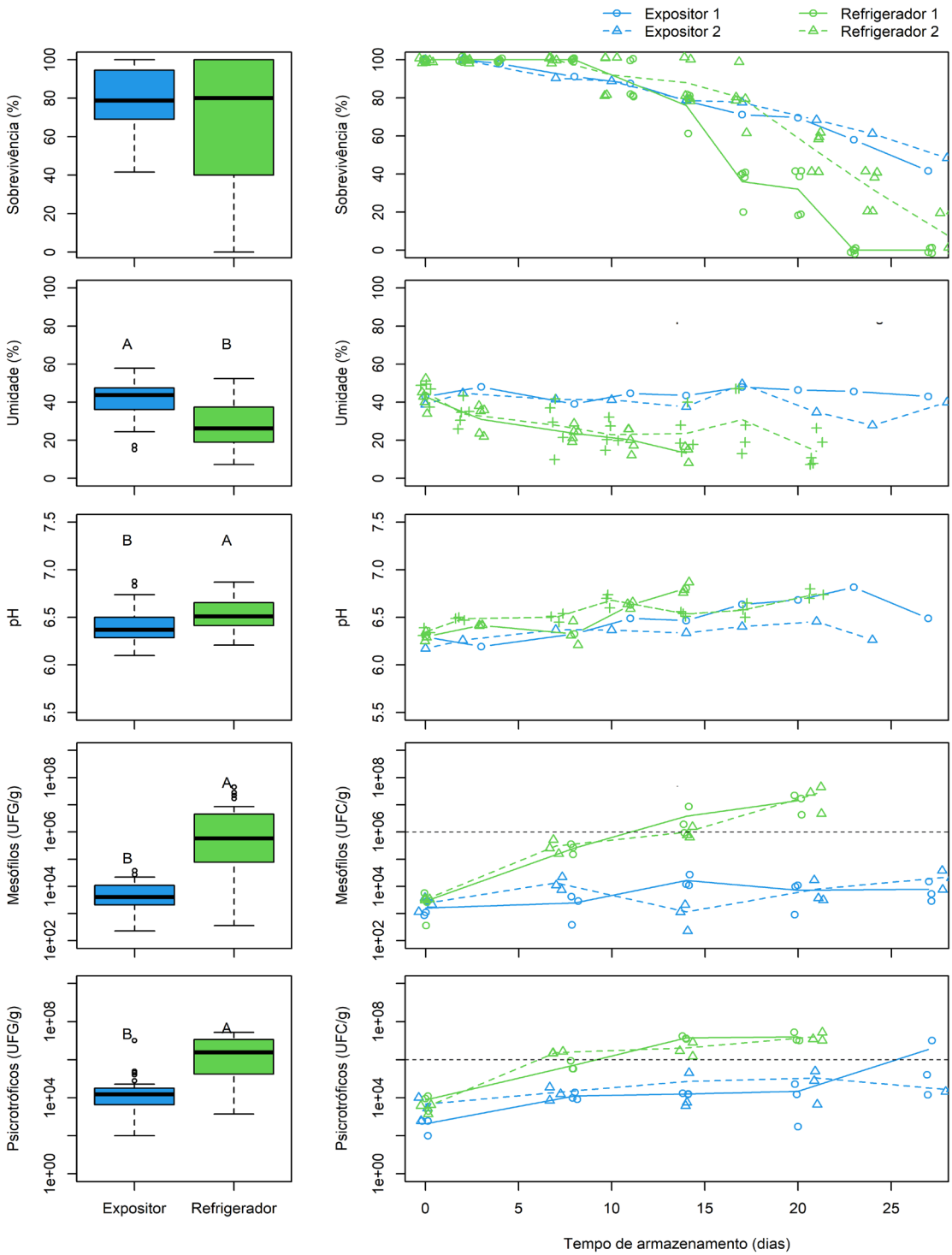

Figura 2. Sobrevivência e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de ostras armazenadas em um Expositor de Moluscos Vivos e em refrigerador e a evolução ao longo do tempo de armazenamento. Os gráficos de caixa à esquerda representam os dados agrupados obtidos ao longo de todo o experimento e exibem a mediana (linha horizontal), intervalo interquartil (caixa), extremos (linhas verticais) e outliers (pontos). Os gráficos de linha à direita exibem os valores brutos (marcadores) e os resultados para cada tratamento em termos de mediana (linhas) obtidos ao longo do tempo

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. Survival and physicochemical and microbiological parameters of oysters stored in a Live Shellfish Display and in a refrigerator and the evolution over the storage time. The box plots on the left represent the data obtained throughout the experiment grouped and display the median (horizontal line), interquartile range (box), extremes (vertical lines) and outliers (dots). The line graphs on the right display the raw values (markers) and the results for each treatment in terms of median (lines) obtained over time

Source: Elaborated by the Authors (2025)

uma vez que existia apenas um equipamento, enquanto eram gerados cinco resultados para as ostras do refrigerador. Considerando a diferença no número de resultados entre tratamentos e a inconsistência temporal (devido à variação esperada de mortalidade entre tratamentos), optou-se por fazer a comparação entre as ostras do EMV e do refrigerador agrupando os resultados obtidos ao longo dos dois ensaios e comparando-os por meio do teste de soma de postos de Wilcoxon com correção de continuidade. Quando tendências de variação eram observadas, a mesma análise era feita agrupando os dados em três intervalos temporais: até dez dias de armazenamento, entre 10 e 20 dias e acima de 20 dias.

Resultados e discussão

As concentrações máximas de amônia e de nitrito na água de recirculação do EMV foram de 1,07 e 0.91mg NH_3 L^{-1} (médias 0,42 e 0,48mg NH_3 L^{-1}) e 13,50 e 0,98mg NO_2 L^{-1} (médias 5,91 e 0,47mg NH_3 L^{-1}) nos experimentos 1 e 2 respectivamente, e o pH mínimo e máximo foi de 7,71 e 7,85 e de 8,13 e 8,31, respectivamente. Esses resultados indicam que a construção do dispositivo e o seu manejo foram apropriados para manter a água em condições adequadas à sobrevivência das ostras, uma vez que as concentrações estiveram sempre abaixo dos valores letais de 880mg NH_3 L^{-1} e de 1.081mg NO_2 L^{-1} estimados para ostras *Crassostrea virginica* (Epifanio; Srna, 1975). A temperatura da água nos ensaios com o EMV variou entre 10,54 e 15,58°C no experimento 1, e entre 9,85 e 12,31°C no experimento 2.

A análise dos dados agrupados não evidenciou diferença significativa (W=909, p=0,9622) entre a sobrevivência das ostras mantidas no EMV e no refrigerador. Quando a análise foi feita agrupando os dados por períodos, as ostras do EMV tiveram uma sobrevivência significativamente menor (W=92, p=0,001) nos primeiros 10 dias de armazenamento, entre 10 e 20 dias de armazenamento não foi detectada diferença (W=85, p=0.84), e a situação se inverteu após 20 dias, com as ostras do EMV passando a apresentar sobrevivência maior. Observando a Figura 2, é possível notar que aos 23 dias de armazenamento, no primeiro ensaio, 100% das ostras do refrigerador estavam mortas, enquanto no expositor a sobrevivência ainda era de 58%.

Esses resultados indicam que a manutenção no EMV é capaz de prolongar a vida das ostras durante o armazenamento pós-colheita, quando comparada ao refrigerador, isso pode estar relacionado com a perda de líquido dos animais (Clements, 2018). O conteúdo do líquido intervalvar tem sido usado para descrever o estado fisiológico dos bivalves e este método simples pode ajudar a avaliar a qualidade de bivalves durante o armazenamento, uma vez que um baixo teor de líquido intervalvar afeta negativamente a qualidade, causando ressecamento de carne e uma maior concentração de metabólitos excretados (Fratini *et al.*, 2013). A análise dos resultados mostra que o teor de umidade das ostras armazenadas no EMV se manteve estável ao longo do tempo e foi maior (W=4253,5, p<0,0001) que no refrigerador, onde a umidade reduziu gradativamente (Fig. 2). A umidade, que no dia zero era em torno de 42% para os dois tratamentos, atingiu no refrigerador valores em torno de 20% aos 11 dias de armazenamento, e essa desidratação pode ter contribuído para o aumento da mortalidade.

Os resultados de pH variaram entre 6,10 e 6,88, o que seria aceitável para carne de ostra fresca, uma vez que valores menores, entre 6,0 e 5,6, estariam relacionados ao processo de deterioração ou contaminação (Pottinger, 1948; Seo *et al.*, 2014). Assim sendo, analisando o pH isoladamente, os resultados poderiam sugerir que as ostras de ambos os tratamentos estariam aceitáveis para consumo até os 28 dias armazenamento, o que os resultados da microbiologia mostram não ser verdade.

A Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas de Alimentos (ICMSF) preconiza o limite de 5log UFC g^{-1} de mesófilos e de psicrotróficos como indicativo de boa qualidade e de 6log UFC g^{-1}, como qualidade aceitável para alimentos (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 2005). A análise dos dados agrupados mostra que as ostras mantidas no EMV apresentaram menores contagens de mesófilos (W=115, p<0,0001) e de psicrotróficos (W=142, p=0,0001) do que as do refrigerador. As concentrações de mesófilos no EMV permaneceram abaixo de 5log UFC g^{-1} durante todo o período de armazenamento enquanto as de psicrotróficos permaneceram abaixo de 5log UFC g^{-1} até os sete dias e menores que 6log UFC g^{-1} até os 20 dias de armazenamento. Já nas ostras mantidas no refrigerador, as concentrações de mesófilos superaram 6log UFC g^{-1} aos 14 dias de armazenamento e a de psicrotróficos já superaram essa marca aos 8 dias. Esses resultados indicam que o EMV pode proporcionar uma qualidade microbiológica adequada para o consumo humano por até 20 dias de armazenamento, enquanto as ostras mantidas no refrigerador podem ter sua qualidade comprometida já aos 8 dias de armazenamento no refrigerador.

Conclusão

Os resultados indicam que o EMV pode ser uma alternativa tecnicamente viável para a manutenção de ostras *C. gigas* vivas na etapa de comercialização, prolongando a vida de 80% de ostras e preservando a sua qualidade microbiológica adequada para consumo humano por até 14 dias de armazenamento. Destacamos o caráter inovador do estudo, dado que não existe na literatura acadêmica

nenhuma publicação sobre análise de ostras mantidas em um EMV.

Contribuição dos autores

Felipe Matarazzo Suplicy: Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – Revisão e edição; **Robson Ventura de Souza**: Análise formal, Visualização, Escrita – Revisão e edição; **Fabiele Bernardi**: Investigação, Escrita – Revisão e edição; **Giustino Tribuzi**: Supervisão, Escrita – Revisão e edição; **Marília Miotto**: Investigação, Escrita – Revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento externo para sua realização.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Marine Equipment Ltda. pelo empréstimo do Expositor de Moluscos Vivos - EMV utilizado nesse estudo, e ao Sr. Evandro Rodrigo Perin pelo auxílio na condução dos experimentos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR ISO 4833-1**: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos: Método horizontal para a enumeração de microrganismos: Parte 1: Contagem de colônias a 30 °C pela técnica de pour plate. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 9p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 5. ed. Washington, DC: APHA, 2015. 995p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria DAS/MAPA n. 884, de 6 de setembro de 2023. Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros – MoluBiS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.177, p.82, set. 2023.

CLEMENTS, J.C.; DAVIDSON, J.D.P.; MCQUILLAN, J.G.; COMEAU, L.A. Increased mortality of harvested eastern oysters (*Crassostrea virginica*) is associated with air exposure and temperature during a spring fishery in Atlantic Canada. **Fisheries Research**, *[S.l.],* n.206, p.27–34, 2018.

EPIFANIO, C.E.; SRNA, R.F. Toxicity of ammonia, nitrite ion, nitrate ion and orthophosphate to *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. **Marine Biology**, *[S.l.],* Berlim, n.33, p.241–246, 1975.

FRATINI, G.; MEDINA, I.; LUPI, P.; MESSINI, A.; PAZOS, M.; PARISI, G. Effect of a finishing period in sea on the shelf life of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) farmed in lagoon. **Food Research International**, *[S.l.],* v.51, n.1, p.217–227, 2013.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF. **Microorganisms in foods 6: microbial ecology of food commodities.** 2. ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005. 763p.

LEE, R.; LOVATELLI, A.; ABABOUCH, L. **Bivalve depuration:** fundamental and practical aspects. Rome: FAO, 2008. 139p. (FAO Fisheries Technical Paper, 511)

NEW ZEALAND**. Food Act 2014.** Wellington: Parliamentary Counsel Office, 2014. Disponível em: https://www.legislation.govt.nz/act/public/2014/0032/latest/whole.html. Acesso em: 15 maio 2025.

NZQA – NEW ZEALAND QUALIFICATIONS AUTHORITY. **Unit Standard 17076 (Seafood Retailing):** Clean and maintain a live shellfish display or holding system. 2024. Disponível em: https://www.nzqa.govt.nz/nqfdocs/units/pdf/17076.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

OBSERVATÓRIO AGRO CATARINENSE. **Produção Agropecuária**: Aquicultura. Disponível em: https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/producao-agropecuaria/paineis/#nav-2440. Acesso em: 15 maio 2025.

POTTINGER, S.R. Some data on pH and freshness of shucked eastern oysters. **Commercial Fisheries Review**, Washington, DC, v.10, n.9, p.1–3, 1948.

SEO, J.H.; JEONG, S.G.; JEONG, W.Y.; CHO, Y.J. Relationship of pH, glycogen, soluble protein, and turbidity in oyster meat and packing water during storage at different temperatures. **Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, *[S.l.],* v.47, n.5, p.495–501, 2014.

SUPLICY, F.M. Análise comparativa do custo de produção e da rentabilidade do cultivo de ostras no verão e no inverno, em Florianópolis, SC, Brasil. **Agropecuária Catarinense**, *Florianópolis,* v.33, n.3, p.48–52, 2020. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v33i3.794.