

Situação atual do cultivo de pérolas relacionada ao seu desenvolvimento técnico no Japão

Cultivo de pérolas, Japão, produção.

Marco Antonio Igarashi

PhD em Engenharia de Pesca pela Universidade de Kitasato, Japão.
E-mail: igarashi@ufc.br

RESUMO

Nesta revisão o potencial do cultivo de pérolas é analisado e os métodos de cultivo sugeridos são demonstrados. As observações feitas na Fazenda de Cultivo de Pérolas Mikimoto, em destaque, juntamente com as informações coletadas da literatura existente, auxiliaram na redação deste relato. A história do crescimento da indústria é relatada e a situação atual discutida. As diversas fases do cultivo de pérolas são ilustradas com fotografias. Breve menção é feita à indústria do cultivo de pérolas em outras partes do mundo. O cultivo de pérolas no Japão contribui muito para o comércio internacional de pérolas. Ao longo dos anos houve tentativas esporádicas de cultivo de pérolas no Brasil, mas a investigação prosseguiu com experimentos preliminares. Acredita-se que o cultivo de pérolas provavelmente oferece potencial para maior desenvolvimento no Brasil e, em grande medida, as perspectivas serão demonstradas pela provisão de financiamento investindo em pesquisa.

Palavras-chave: cultivo de pérolas, Japão, produção.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 21, Nº 05, set/out de 2024

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

CURRENT STATUS OF PEARL CULTURE RELATED WITH ITS TECHNICAL DEVELOPMENT IN JAPAN ABSTRACT

In this review the potencial of pearl culture is analysed and suggested culture methods are demonstrated. Observations made at the Mikimoto Pearl Culture Farm to a great extent, together with the information collected from the existing literature, have helped in writing this account. The history of growth of the industry is traced and the present status discussed. The various phases of pearl culture are illustrated with photographs. Brief mention is made of the pearl culture industry in other parts of the world. Pearl farming in Japan contributes greatly to the international pearl trade. Through the years there have been sporadic attempts to cultivate pearl in Brazil, but the investigation was pursued preliminary experiments. It is believed that pearl culture probably offers potential for further development in Brazil, and to a large extent the prospects will be demonstrated by the provision of investment financing to the research.

Keyword: pearl culture, Japan, production.

INTRODUÇÃO

A pérola é conhecida como a rainha das joias e tem sido utilizada para adorno e como símbolo de riqueza material ao longo da história (ZHU et al., 2019). Joias com pérolas foram utilizadas em todas as civilizações, como egípcia, chinesa e civilização romana e foi considerada um símbolo de nobreza (EL-REFI et al., 2022). Desde os tempos antigos, a pérola é um símbolo de riqueza material (YADAV; SHARMA, 2022). Motivo pelo qual o interesse pelo cultivo de ostras perlíferas aumentou. Atualmente o cultivo de pérolas é uma atividade de importância econômica (JOHNSTON et al., 2018) e o comércio de pérolas tornou-se um setor multibilionário (BONDAD-REANTASO et al., 2007; PINKA; MATSUBAE, 2023; SINGH et al., 2023).

A aquicultura de pérolas ganhou muito interesse ao longo dos anos, sendo as ostras perlíferas o principal organismo envolvido na produção de pérolas marinhas (ADZIGBLI et al., 2019). Uma pérola é formada dentro da concha de certos moluscos (MANUTCHEHR-DANAI, 2009); cerca de 29 espécies de ostras perlíferas estão disponíveis no mundo e distribuído em regiões tropicais e subtropicais (KUMAR, 2020).

A história da indústria de cultivo de pérolas começou com Kokichi Mikimoto em 1893 no Japão; que sonhava em produzir pérolas de qualidade utilizando a ostra Akoya (NAGAI, 2013), sendo a origem da indústria global de cultivo de pérolas. O mar do Japão é habitado por ostras Akoya (*Pinctada fucata*). O cultivo da ostra japonesa Akoya (*P. fucata*) para produção de pérolas é uma importante indústria marinha tradicional no Japão, com uma história de mais de 100 anos (MULYANA et al., 2018). Kripa et al. (2007) relataram que as pérolas produzidas na ostra perlífera *P. fucata* (Gould), uma das menores entre os bivalves produtores de pérolas, são popularmente conhecidas como pérolas Akoya. De acordo com os mesmos autores as pérolas Akoya geralmente têm um diâmetro que varia de 3 a 10 mm e seu valor aumenta com o diâmetro.

Em 1907, Tokichi Nishikawa inventou uma técnica para a produção de pérolas cultivadas inteiras e redondas, conhecida como 'piece method' (método

do manto); a descoberta desta técnica original foi transmitida relativamente inalterada como uma tecnologia chave para o cultivo de pérolas para todo o mundo hoje (PEARL STANDARD, 2020).

No entanto, o encontro entre Mikimoto e o professor Kakichi Mitsukuri, da Universidade Imperial de Tóquio, e a sua subsequente investigação conjunta, resultou em grandes sucessos no desenvolvimento de pérolas cultivadas (NAGAI, 2013).

As tecnologias se espalharam pelo mundo e no presente a indústria do cultivo de pérolas desempenha economicamente um papel importante em muitos países (ATSUMI et al. 2018). De acordo com Zhu et al. (2019), mais de 30 países produziram pérolas cultivadas nas últimas décadas. Atualmente, a produção comercial de pérolas ocorre na China, Japão, Austrália, Indonésia, França, Ilhas Cook, Filipinas, Índia, Sri Lanka, Bangladesh, Mianmar, Malásia e México; no entanto China e Japão são os líderes na produção de pérolas em água marinha e em água doce (SINGH et al., 2023).

Zhu et al. (2019) relataram que a produção média anual de pérolas marinhas cultivadas foi de 23 toneladas no Japão, 18,6 toneladas na China e 12,9 toneladas na Polinésia Francesa. O Japão produziu 13,2 toneladas de pérolas cultivadas em 2022, segundo o Ministério da Agricultura, Floresta e Pesca (MAFF) do Japão e as três principais províncias em volume de produção foram Nagasaki, Ehime e Mie (BANNER PHOTO PIXTA, 2024) com investimento e técnicos capacitados na produção de pérolas da aquicultura marinha japonesa (KLEIN, 2024).

O cultivo de pérolas no Japão é de importância para a sua economia. Técnicas para o cultivo de ostras perlíferas por todo o seu ciclo de vida, estão agora disponíveis. Assim, o sucesso econômico do cultivo de ostras perlíferas pode ser demonstrado e, o interesse para empreendimentos comerciais permanece alto. Nesse artigo de revisão, foi relatado as informações disponíveis sobre o cultivo de ostras perlíferas, e foi especulado sobre as possíveis adaptações e inovações que podem ser úteis ao desenvolvimento final de unidades de produção

comercialmente rentáveis.

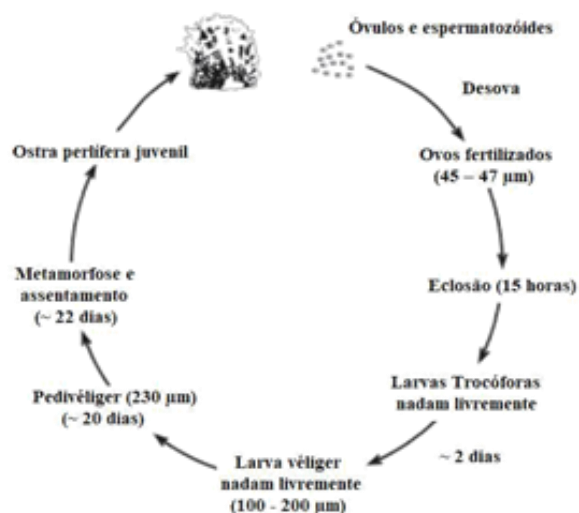
Desenvolvimento

Ciclo de vida

As ostras perlíferas são encontradas desde o nível da maré baixa até profundidades de aproximadamente 75 m e os fatores ambientais como topografia do fundo, vento, ondas, movimento da água, corrente, luz, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH, sais nutrientes e produção primária desempenham um papel fundamental no assentamento, crescimento e padrão reprodutivo das ostras (FAO, 1997).

O ciclo de vida de ostra perlífera foi demonstrado na Figura 1. A ostra perlífera pode viver 25 anos (HAWS, 2002) embora períodos maiores de vida são relatados.

FIGURA 1. Ciclo de vida de uma ostra perlífera



Fonte: HAWS (2002).

Existem vários estudos sobre a biologia reprodutiva do gênero *Pinctada*. Esses estudos revelam que a maioria dos aspectos do ciclo reprodutivo das ostras perlíferas são comuns a todas as espécies (SAUCEDO; MONTEFORTE, 1997).

Bernadochi (2012) relatou que as ostras perlíferas são tipicamente hermafroditas sequenciais, com grande tendência a serem proterândricas (POUVREAU et al., 2000; ARNAUD-HAOND et al., 2003) ou de acordo com Saucedo e Monteforte (1997) eles parecem ser hermafroditas protândricos funcionais (amadurecimento como machos e mudan-

do para fêmeas em um determinado tamanho, regulado por processos internos e externos). A fase masculina geralmente ocorre durante os primeiros 2 a 3 anos de vida, com a mudança para a fase feminina mais tarde (HAWS, 2002). Chudasama (2022) relatou sobre ostras perlíferas onde cita o desenvolvimento da ostra até a maturidade sexual em 18 a 24 meses, estando apto a reproduzir. Os óvulos liberados pela fêmea são fertilizados pelo espermatozóide expelido pelo macho no mar. Transcorridas poucas horas (menos de 24 horas) a partir da fertilização, as células iniciam a divisão dependendo das condições e desenvolve-se o estágio trocófora, uma larva que nada livremente. Em seguida passa para o estágio véliger (CHUDASAMA, 2022). A larva move-se utilizando o pé, sendo que nesta fase ela passa a ser denominada pedivéliger. Com o desenvolvimento, a ostra perlífera em aproximadamente 2 ou 3 semanas, após a fertilização, a larva da ostra perlífera poderá estar completamente desenvolvida metamorfoseando para o estágio juvenil que se assenta, denominado spat (HAWS, 2002). Portanto, nas etapas finais, a larva termina a vida planctônica e adere a rochas ou outros tipos de superfície. A partir deste processo de fixação, a ostra pode ser chamada semente ou spat (GWA, 2013).

Ostras perlíferas adultas e formas jovens se alimentam com algas e outros pequenos organismos. Portanto, uma grande quantidade de água deve ser filtrada diariamente para que a ostra perlífera obtenha alimento suficiente. Essa é a razão pela qual se dá importância em não aglomerar ostras perlíferas no local de cultivo e em manter as conchas limpas de organismos que competem por alimento.

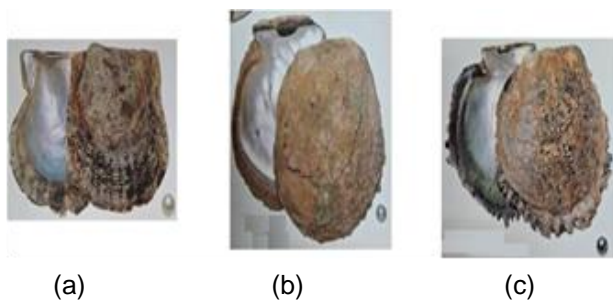
Aspectos da produção e do cultivo de pérolas

As ostras perlíferas são espécies de alto valor econômico (ADZIGBLI et al., 2019). As ostras que produzem pérola ocorrem em várias regiões nos mares distribuídos pelo mundo. Embora um determinado número de espécies de ostras que produzem pérola foi identificado, no entanto apenas poucos foram encontrados em relação a produção de pérolas de boa qualidade e de valor comercial.

As ostras do gênero *Pinctada* são de grande importância econômica devido ao seu uso extensivo

na alimentação humana e cultivo de pérolas (BONDIOLI et al., 2017). *P. maxima*, *Pteria penguin*, *P. margaritifera* e *P. fucata* são as quatro espécies de ostras perlíferas mais importantes cultivadas em todo o mundo (DENG et al., 2022). No Japão, três espécies principais de *Pinctada* são cultivadas: *P. fucata*, *P. maxima* e *P. margaritifera* (Figura 2).

FIGURA 2. Três espécies principais de *Pinctada*: (a) *Pinctada fucata*; (b) *Pinctada maxima* e (c) *Pinctada margaritifera*



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

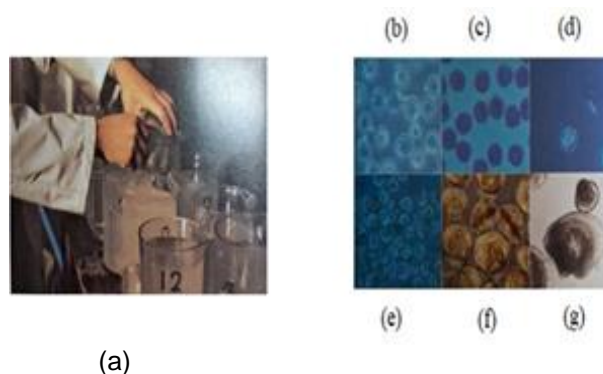
A ostra perlífera Akoya (*P. fucata*) tem sido investigada por vários pesquisadores (PINKA; MATSUBAE, 2023; GIA, 2023; TAH et al., 2024). A Akoya (*P. fucata*) é uma espécie de ostra perlífera que produz belas pérolas e a ostra perlífera comumente utilizado para produção comercial de pérolas no Japão. A Akoya é muito sensível a temperatura da água e não pode sobreviver por um longo período em temperaturas abaixo de 10 °C e acima de 28 °C.

O processo do cultivo de pérolas consiste principalmente em quatro etapas: 1) condicionamento pré-operatório; 2) implantação de núcleo e células epiteliais de enxertos de manto; 3) cuidados pós-operatórios e 4) cultivo e colheita (WADA, 1999; SOUTHGATE; LUCAS, 2008).

No entanto, o primeiro passo para cultivar ostras perlíferas é a fertilização do óvulo em laboratório (Figura 3a). Após a fertilização ocorre a larvicultura (Figura 3b – 3g) em condições controladas até se tornarem spat, momento em que se fixam aderem nas folhas da árvore cedra japonesa, fibras sintéticas ou conchas. Após a fixação as formas jovens são removidas dos coletores, monitoradas e colocadas para engordar no mar por dois a três anos

até se tornarem aptas a receberem o enxerto do núcleo e pedaço do manto. É uma perspectiva promissora para o estabelecimento da indústria de pérolas cultivadas, diminuindo a pressão sobre os estoques naturais.

FIGURA 3. (a) Fertilização artificial; (b) e (c) ovos; (d) trocofora; (e) larva D; (f) larva e (g) início da fase de fixação



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

As sementes de ostras perlíferas podem também ser coletadas na natureza. Ikenoue e Kafuku (1992) relataram que as larvas naturais de ostras produtoras de pérola no Japão podem ser coletadas como sementes; a desova das ostras ocorre quando a temperatura da água aumenta, acima de 20 °C com o pico a 25 °C, nesta variação da temperatura da água, as pequenas mudanças em outras condições ambientais tal como no pH também estimulam a desova. Segundo Menzel (2018) as folhas da árvore cedra japonesa, fibras sintéticas ou conchas são utilizadas como coletores de sementes, quando as conchas atingirem 5 a 10 mm, após 3 semanas da coleta, elas são removidas dos coletores e colocadas para engordar, e atingem mais de 30 g no peso total em 2 anos de cultivo (IKENOUE; KAFUKU, 1992). Após aproximadamente 2 anos de engorda da ostra perlífera pode ser realizado a implantação do núcleo e manto (McCORMICK, 2022). Os núcleos esféricos que são pequenas esferas podem ser produzidos com fragmentos de concha de moluscos (Pig-toe clam shell) de água doce do Rio Mississipi (HEIN, 1998) (Figura 4a) nos Estados Unidos. Geralmente os núcleos variam em tamanho de 7 mm a 14 mm, sendo os tamanhos menores os mais comumente utilizados na primeira vez que um animal é enxertado (HAWS, 2002).

Os melhores materiais para fazer núcleos esféricos são aqueles que compartilham alguma das propriedades da pérola.

FIGURA 4. (a) Pequenas esferas são fabricada com fragmentos de molusco e (b) arredondamento e seleção



(a)



(b)

Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

Depois que o núcleo esférico estiver pronto, o próximo passo é obtenção do tecido do manto. Lalremsanga (2021) relatou que o tecido do manto é retirado de uma ostra e cortado em pequenos pedaços (Figura 5) e, depois de obter o tecido do manto da primeira ostra, é hora de operar o segundo animal. Haws (2002) relatou que a tira é cortada em pequenos quadrados com cerca de 2 x 3 mm de comprimento; esses pequenos pedaços de tecido do manto serão inseridos junto com o núcleo na ostra perliífera.

FIGURA 5. Lóbulo do manto de uma ostra perliíferas cortado em pequenos pedaços



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

O enxerto (Figura 6), também chamado de implantação de núcleo, é a implantação cirúrgica manual de um núcleo (feito de concha de molusco) e enxerto de tecido na ostra perliífera (DHINESH; KAVITHAMBIKA, 2023).

Assim antes na inserção do núcleo esférico (McCORMICK, 2022) é necessário colocar uma estaca de madeira o qual é então inserida para manter a valva da ostra perliífera aberta até que o técnico realize o enxerto ou sementeira. Deve-se ter o cuidado para não deixar as ostras abertas por mais de alguns minutos. A ostra perliífera é aberta e montada em um suporte para ser operada (Figura 6); nesse procedimento é realizada uma pequena incisão na gônada.

FIGURA 6. Enxerto com núcleo e um pedaço do tecido (lóbulo) do manto



(a)

(b)

(c)

Fonte: (a) e (b) Arquivo pessoal e (c) Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island

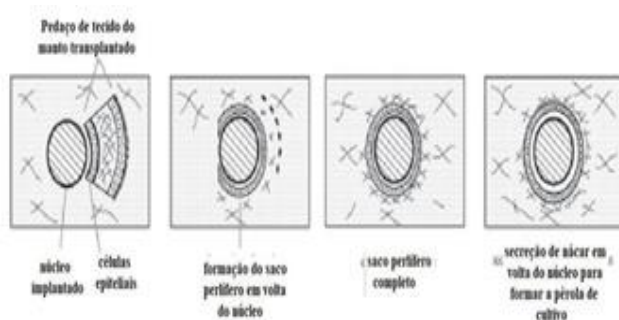
Técnicas de cultivo de pérolas foram relatadas ao longo dos anos (GERVIS; SIMS, 1992; PERVEEN; KHAN, 2012; ZHU et al., 2019; AQUASEARCH, 2020; DHINESH; KAVITHAMBIKA, 2023). Acosta-Salmón et al. (2004) relataram que a maioria das pérolas redondas cultivadas são produzidas pela implantação na gônada de uma ostra perliífera receptora (hospedeira) de ambos um núcleo redondo e um pedaço de tecido do manto (saibo) oriunda de uma ostra doadora sacrificada. Portanto, a produção de pérolas cultivadas em água salgada envolve duas ostras: uma doadora e uma hospedeira. Após o procedimento de enxerto (ZHU et al., 2019), Haws (2002) relatou que o “enxerto” do manto transplantado crescerá, cobrindo o núcleo com um tecido resistente chamado saco perliífero; o revestimento interno do saco perliífero contém as células epiteliais, que continuam secretando nácar

(camadas de nácar são secretadas lentamente ao redor do núcleo pelas células contidas no saco perlífero) no núcleo e à medida que as camadas de nácar se acumulam (Figura 7), leva à formação da pérola (PERVEEN; KHAN, 2012), que é colhida da ostra receptora após cerca de 2 anos (PATTANI, 2023). Portanto, as ostras receptoras são submetidas a uma pequena incisão na região das gônadas. Nessa incisão é inserido o núcleo juntamente com o saibo (tecido do manto).

Para obter uma pérola de cultivo é necessário proceder à etapa da introdução (enxerto) de um núcleo esférico e pedaço do manto (retirada da ostra doadora). Nesse procedimento cada técnico pode ter o próprio método de enxerto. Depois desta operação, um determinado período é necessário para analisar se houve uma rejeição do núcleo ou então a morte da ostra. Se ao contrário, o núcleo e o enxerto são aceitos pela ostra transportadora, vai produzir durante cerca de 2 anos camadas de nácar.

Figura 7 demonstra no caso de uma pérola cultivada, o pequeno pedaço de tecido que cresce ao redor do núcleo com as células epiteliais formando a camada interna do saco perlífero (WADA, 1973). O saco perlífero se desenvolve a partir do pedaço transplantado de tecido do manto (o enxerto) inserido na gônada durante o enxerto (HAWS, 2002).

FIGURA 7. Formação de uma pérola cultivada

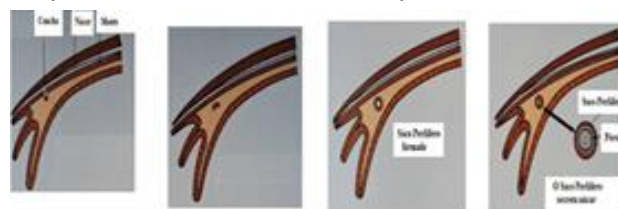


Fonte: HAWS (2002).

Pires (2018) relatou que na natureza o molusco bivalve encapsula a partícula estranha que aloja entre o seu manto e a concha com camadas sobrepostas de nácar formando a pérola (GOSLING, 2003). Alves (2010) relatou que este mecanismo de defesa consiste no encapsulamento

desta partícula (desde um grão de areia até um parasita) (TAYLOR; STRACK, 2008). Um corpo ou um objeto estranho pode penetrar no manto da ostra perlífera levando junto ou carregando consigo células do epitélio secretor de nácar, estas se multiplicam envolvendo o corpo ou objeto estranho em um saco (saco perlífero) e o recobrindo com várias e sucessivas camadas de nácar, surgindo e criando uma concreção (ALVES, 2010). A Figura 8 demonstra aspectos da formação natural de uma pérola na natureza causada por fatores naturais.

FIGURA 8. (a) a (d) Aspectos da formação natural da pérola na natureza causada por fatores naturais



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

No entanto, as pérolas não são produzidas sem a formação do saco perlífero (FAO, 1991).

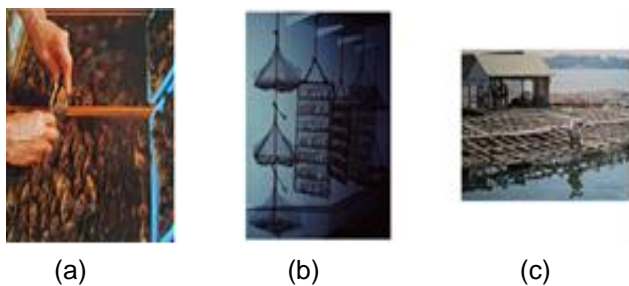
Normalmente é conhecido que as pérolas do cultivo de ostras perlífera são formadas pela camada de nácar (LUMENTA et al, 2019). A madrepérola também é chamada de “nácar” e é a mesma substância que forma as pérolas (BONDAD – REANTASO et al., 2007). Aquaculture Brasil (2016) relatou que a pérola é formada contendo um núcleo e sucessivas camadas nacaradas na periferia. Kinoshita et al. (2018) relataram que a pérola consiste em nácar ou “madrepérola” e é formada dentro do corpo das ostras perlíferas. As pérolas geralmente possuem composições (GARRIDO; EMERICH, 2023) minerais semelhantes às das conchas hospedeiras (PINKA; MATSUBAE, 2023).

O valor da pérola cultivada é baseado em quatro características principais de qualidade: tamanho (peso e espessura do nácar), forma, cor (incluindo o nível de escurecimento) e grau de combinação (a combinação de brilho e qualidade da superfície) (SOUTHGATE, 2008; KY et al., 2016; KY et al., 2018).

As Figuras 9a, 9b e 9c demonstram aspectos do pro-

cesso de cultivo de ostras perliíferas. Segundo Menzel (2018) as ostras perliíferas são colocadas nos sistemas de cultivo especialmente designada para esta proposta, isto é, podendo ser em gaiolas ou “net pocket” (Figura 9b) onde cabem aproximadamente 50 a 60 ostras e suspensas em balsas ou flutuadores, a uma profundidade de 6 a 11 m; elas ficam em observação por um período de 4 a 6 semanas até se recuperarem, quando as ostras mortas são retiradas (NOMURA, 1984). A ostra é então colocada de volta na água e permite ao longo de vários anos revestir o núcleo com nácar. O núcleo é revestido por muitas camadas deste nácar (LALREMSANGA, 2021). As estruturas com as ostras perliíferas podem ser observadas diariamente e realizadas a limpeza quando necessário.

FIGURA 9. (a) a (c) Aspectos do processo do cultivo de ostras perliíferas

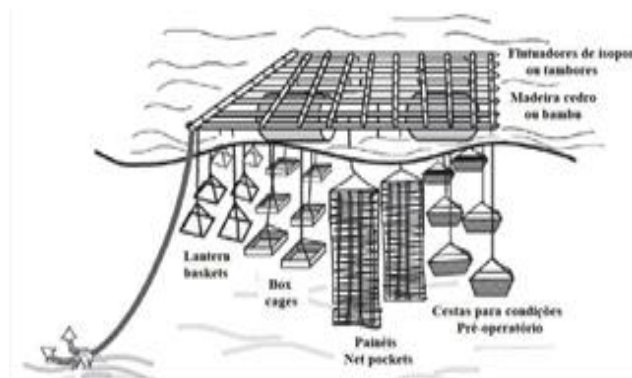


Fonte: (a) e (c) Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island e, (b) arquivo pessoal.

A seleção de locais de cultivo adequados é essencial para todos os empreendimentos de cultivo de ostra perliíferas. Para o cultivo de ostras perliíferas os sistemas de cultivo suspenso podem ser utilizados. Balsas podem ser utilizadas como base para pendurar as ostras perliíferas (Figura 10). As balsas são comumente usadas em áreas protegidas e baías. Na sua forma mais simples as ostras implantadas são convencionalmente suspensas numa balsa ou jangada numa baía interior com pouca correnteza, salinidade e temperatura estáveis (ATSUMI et al., 2018). Normalmente a balsa é construída com madeira ou bambu. Os flutuadores podem ser confeccionados a partir de grandes tambores de fibra de vidro ou flutuadores comerciais (Figura 10).

FIGURA 10. Balsas utilizadas em águas calmas para pendurar uma variedade de equipamentos para o

cultivo de ostras perliíferas



Fonte: HAWS (2002).

Para o desenvolvimento satisfatório das ostras, uma limpeza constante e minuciosa é fundamental (LES MERVEILLES DU PACIFIQUE, 2021).

As condições de cultivo incluem principalmente disponibilidade de alimentos, densidade populacional e técnicas de cultivo. A alta densidade populacional resulta em competição por alimentos e recursos disponíveis entre os organismos; a disponibilidade de alimentos é altamente essencial na determinação do sexo da ostra perliífera, uma vez que a concentração de alimentos disponíveis é capaz de induzir a reversão do sexo (ADZIGBLI et al., 2019).

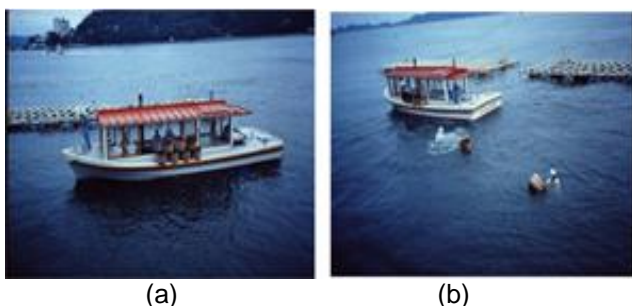
As condições exigidas para os dois estágios de cultivo, o equipamento de cultivo usado pode variar. Particularmente entre crescimento e produção de pérolas de qualidade, requer avaliação do potencial dos locais para incluir medidas relevantes para ambas as fases do cultivo.

Ama

Ama (海女 em japonês), significa literalmente 'mulher do mar'. As mergulhadoras japonesas chamadas Ama (Figura 11) especializam-se em mergulho livre no mar de água com baixa temperatura para coletar pérolas em ostras (TANAKA et al., 2016). A imagem comum delas como coletoras remontam à década de 1930, quando Mikimoto - a primeira empresa a cultivar ostras perliíferas - contratou-as para a atividade no mar para a produção de pérolas. Ironicamente, os seus empregos na indústria de pérolas há muito tempo têm sido dominados por máquinas e equipamentos, embora Mikimoto ainda as empregue

como ‘mascotes’ e anfitriãs para ‘shows das mergulhadoras Ama’ em seu parque temático/museu de ostras, Mikimoto Island (THELEN, 2021).

FIGURA 11. As mergulhadoras Ama realizando coleta de ostras perliíferas no Japão



Fonte: Arquivo pessoal

As mulheres podem começar a mergulhar como Ama já aos 13 anos, ensinadas pelas mais velhas. As mergulhadoras são conhecidas por serem ativas até os 70 anos e 80 anos de idade (SHUKLA, 2021). A Ama pode em mergulho livre alcançar aproximadamente 10 metros de profundidade em água fria (LIM, 2021), prendendo a respiração por até 2 minutos por vez, elas trabalham por até 4 horas por dia (GAKURAN, 2013). A atividade mais lucrativa, entretanto, é mergulhar em busca de pérolas.

Kokichi Mikimoto, fundador da Mikimoto Pearl, começou seu empreendimento utilizando mergulhadoras Ama para cuidar de suas pérolas cultivadas na ilha “Mikimoto Pearl Island”, perto da cidade de Toba (REYES, 2024); o papel da Mikimoto ama foi de coletar as ostras do fundo do mar para o procedimento da produção de pérolas; uma vez concluído esse processo crítico, a Ama então devolvia cuidadosamente as ostras para o fundo do mar e, ao voltar à superfície, a ama abria ligeiramente a boca emitindo um assobio conhecido como 'Isobue'; Mikimoto Ama usava uma roupa de mergulho totalmente branca e possuía um barril de madeira como boia; elas eram conectados a esta boia por uma corda e a utilizam para descansar e recuperar o fôlego entre os mergulhos; embora essa tradição ainda seja mantida em muitas partes do Japão (GAKURAN, 2013). Atualmente, a Ama trabalha na indústria do turismo e, partilham os seus conhecimentos e competências com os visitantes, proporcionando um vislumbre da tradição milenar.

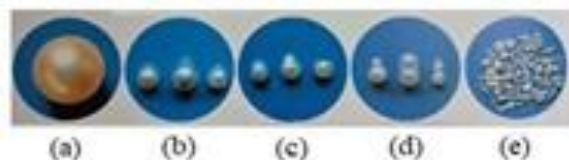
Tipos de pérola

Tanto as pérolas naturais quanto as cultivadas ocorrem em uma ampla variedade de cores. A maioria das cores familiares são o branco e o creme, no entanto preto, cinza e prata também são bastante comuns (EL-REFI et al., 2022).

Barros et al. (2019) relataram que existe dois tipos de pérolas: (1) ampolada, conhecida por “meiapérola”, “blister” ou “mabé”, no qual observa-se como uma protrusão da superfície interna da concha, provocada por inúmeros fatores, e (2) encistada, formada ao redor do núcleo, dentro do corpo do molusco (NOMURA, 1978; TAYLOR; STRACK, 2008). No entanto Alves (2010) relata que a meia pérola ou “blister”, ou ainda “mabé”, não é uma pérola propriamente dita.

A Figura 12 demonstra as pérolas divididas em formas básicas.

FIGURA 12. As pérolas podem ser divididas em formas básicas: (a) redonda, semi-redonda, botão, (b) gota, oval, pêra, (c) barroco com faixas (d) gêmeas e (e) semente



Variedade de pérolas

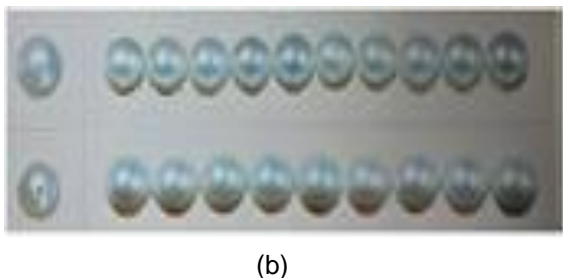
Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

Imitação de pérolas feitas de concha, ou “concha pérolas”, têm uma longa história no mercado de joias (ZHOU; ZHOU, 2014).

As imitações de pérolas (Figura 13) podem ser fabricadas de vidro ou plástico pintadas de forma

que se pareçam com a cor e brilho de uma pérola.

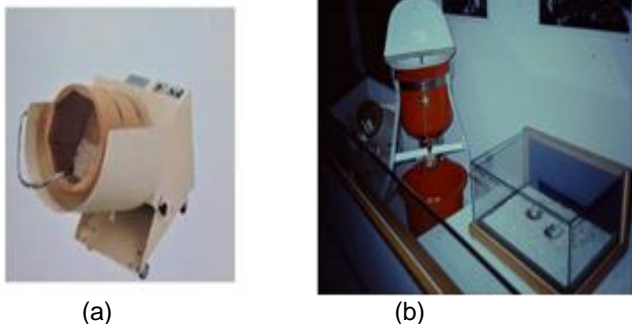
FIGURA 13. (a) Pérolas e (b) imitação
(a)



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island

A Figura 14 demonstra equipamentos para lavar, polir pérolas e selecionar pérolas.

FIGURA 14. (a) Equipamento para lavar e polir pérolas e (b) equipamento para selecionar pérolas



Fonte: (a) Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island; (b) arquivo pessoal

A popularidade das várias tonalidades das pérolas pode variar de acordo com o país e os indivíduos. As pérolas cor de rosa parecem ser as mais populares devido a sua beleza e raridade.

A Figura 15b demonstra que as pérolas são selecionadas de acordo com sua tonalidade por exemplo tonalidade rosa, tonalidade prata, etc. com a combinação de pérolas de mesma coloração para formar um mesmo grupo de pérolas.

A perfuração é feita em ambos os lados da pérola e em caso de imperfeições o orifício pode ser feito nos locais com manchas (pontos, pintas). Cuidadosamente é feita a perfuração sem causar danos ao seu redor na camada perolada.

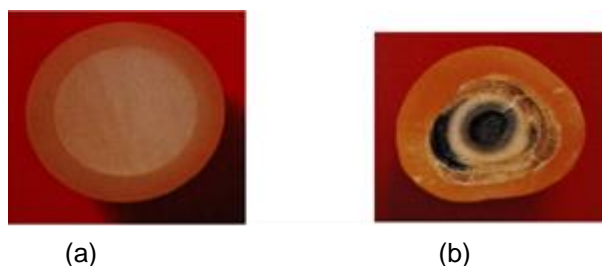
FIGURA 15. (a) Retirada de uma pérola de uma ostra perliífera; (b) e (c) parte do processo para fazer colares de pérolas e (d) brinco com pérola



Fonte: (a) e (d) Asamushi Aquarium e, (b) e (c) arquivo pessoal.

A Figura 16 demonstra o interior de uma pérola cultivada e uma pérola natural.

FIGURA 16. (a) Pérola cultivada e (b) pérola natural



Fonte: Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island.

As pérolas são entre as joias preciosas produtos com padrões de classificação diferentes. Alguns fatores podem determinar a sua qualidade, o valor e a beleza das pérolas, como o tamanho, formato, cor, brilho entre outros. As qualidades de uma pérola podem depender de diversas variáveis como o período em que a ostra perliífera foi cultivada adicionando camadas de nácar para formar a pérola. Outros fatores como as condições ambientais também podem influenciar no desenvolvimento da ostra perliífera, como a temperatura da água e as condições nutricionais do ambiente de crescimento do referido molusco.

Cultivo de pérola no Brasil

O cultivo de ostras perliíferas está no estágio de pesquisa, sendo realizado experimentalmente no Brasil; no entanto, espécies como *P. imbricata* podem demonstrar potencial para o cultivo ou produção comercial (BERNADOCHI, 2012). Albuquerque (2010) relatou que não existem registros de cultivo comercial de ostras perliíferas. Portanto, uma atividade incipiente no Brasil (PEZZOLO, 2019).

De acordo com Nomura (1984) em 1957, Kichiro Takashima, então o maior cultivador de pérolas do mundo, esteve no Brasil, a fim de estudar as possibi-

lidades de alguns de água doce, notadamente dos rios Tefé e Araguaia, e das ostras de Angra dos Reis e Cananéia, produzem pérolas; ele acreditava que os moluscos brasileiros, por serem de clima tropical, produziram pérolas em menos de três anos; até hoje os resultados não foram divulgados. Segundo o mesmo autor em 1924 falava-se em pérolas do Rio Tocantins, em Goiás em que uma índia possuía 3 pérolas e o Dr. Lélío Favareto, coletou uma pequena pérola no Rio Pardo, São Paulo.

No Brasil a pesquisa com ostras perlíferas deve ser conduzida com objetivos principais de ampliar conhecimento da biologia e ecologia das ostras; estabelecer técnicas para a produção de ostra perlíferas e iniciar avaliações do seu potencial.

Considerações antes de iniciar um cultivo de pérolas

Para iniciar um cultivo de pérolas é necessário que o aquicultor esteja preparado para investir tempo e dinheiro suficientes com os cuidados necessários para produzir pérolas de alta qualidade e também depende da habilidade do técnico que realiza o enxerto.

Antes de iniciar um cultivo, é necessário avaliar se o aquicultor atende principalmente aos seguintes critérios: utilizar no cultivo e produção de pérolas fonte confiável de ostras perlíferas, um local adequado para implantação do empreendimento, recursos financeiros suficientes para estabelecer e operar um empreendimento, acesso a técnicos que realizam o enxerto e capacidade de comercializar as pérolas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Kokichi Mikimoto foi o primeiro a cultivar pérolas. Até esta descoberta as pérolas eram encontradas esporadicamente na natureza. Ele obteve este sucesso com o auxílio de muitos pesquisadores. Outro fator que auxiliou no sucesso da produção de pérolas foi a indústrias das joias.

O cultivo da pérola tem atraído produtores de pérolas, pesquisadores, joalheiros, fabricantes de equipamentos e autoridades governamentais através do mundo. Neste contexto os maiores produtores de pérola estão no Japão, China, Sul do Pacífico e Su -

deste da Ásia. As pérolas japonesas são altamente premiadas internacionalmente e comercializadas para todo o mundo. O Japão é considerado um país com um desenvolvimento tecnológico avançado na produção de pérola devido a mão de obra qualificada, materiais acessíveis, conta com a contribuição de empresários de grande perspicácia e experiência no cultivo e vendas de pérolas.

Um dos maiores desafios que a indústria japonesa de pérolas enfrenta é a contínua degradação do meio ambiente. Uma resposta positiva às pressões exercidas sobre o ambiente seria investigar as capacidades de suporte das diversas áreas de produção de ostras perlíferas.

O potencial da ciência para auxiliar os produtores de pérolas nos desafios enfrentados pela indústria pode ser limitado. É necessário incrementar o financiamento na ciência marinha e que as instalações tenham a capacidade de responder adequadamente às necessidades da indústria. Além disso, não parece haver uma coordenação dos esforços de investigação e, portanto, o pouco financiamento disponível pode, em certa medida, ser desperdiçado. Há um papel importante para um órgão dentro da indústria incentivar o investimento em investigação, coordenar os programas díspares atualmente em curso e apresentar os interesses dos produtores de ostras perlíferas ao governo.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Dr Yoshiaki Deguchi “in memoriam” da Universidade Nihon de Tokyo, Japão, por ter proporcionado a visita técnica ao parque temático “Pearl Museum; Mikimoto Pearl Island” e ter possibilitado a elaboração do presente artigo através das orientações recebidas in loco no cultivo de ostras perlíferas no Japão.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-SALMÓN, H.; MARTINEZ-FERNÁNDEZ, E.; SOUTHGATE, P. C. A new approach to pearl oyster broodstock selection: can saibo donors be used as future broodstock?. **Aquaculture**, Basel. v. 231, n. 1–4, p. 205–214, 2004.
- ADZIGBLI, L.; WANG, Z.; LAI, Z.; LI, J.; DENG, Y. Sex determination in pearl oyster: A mini review.

- Aquaculture Reports**, Netherlands. v. 15, november 19, 100214. 2019, 11 p.
- ALBUQUERQUE, M. C. P. **Novas opções de cultivo de moluscos bivalves marinhos no Brasil: *Pteria hirundo* (Linnaeus, 1758) e *Cyrtopleura costata* (Linnaeus, 1758)**. Florianópolis, SC, 2010, 218 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.
- ALVES, R. **Biologia de *PTERIA HIRUNDO*, ostra perliífera nativa do Brasil**. Florianópolis, SC, 2010. 163 f: Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.
- AQUASEARCH. **Pearl oyster culture**. Queensland: Butterfly House Web & Graphic Design. 2020, 4 p.
- AQUACULTURE BRASIL. **Cultivo de pérolas**. Laguna: Aquaculture Brasil. 2016, Disponível em < <http://asamushi-aqua.com/2016/03/35/>> Acesso em 22 de janeiro de 2021.
- AQUACULTURE BRASIL. **Cultivo de Pérolas**. Laguna: Aquaculture Brasil. 2016, 8 p.
- ARNAUD-HAOND, S.; MONTEFORTE, M.; BLANC, F.; BONHOMME, F. Evidence for male-biased effective sex ratio and recent step-by-step colonization in the bivalve *Pinctada mazatlanica*. **Journal of Evolutionary Biology**, Basel. v. 16, n. 5, p. 790-796, 2003.
- ATSUMI, T.; AOKI, H.; TANAKA, S.; KOMARU, A. Treatment effects during the post-operative care on the rate of pearl-sac formation in the pearl oyster *Pinctada*. **Aquaculture**, Basel. v. 483, (20 january) p. 154-162, 2018.
- BANNER PHOTO © PIXTA. **Japan's Pearl Exports See Rapid Recovery in First Half of 2023**. Tokyo: nippon.com. 2024, 4 p.
- BERNADOCHI, L. C. **Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perliífera *PINCTADA IMBRICATA* (MOLLUSCA: PTERIIDAE), São Paulo, Brasil**. 2012. vii, 75 f. Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.
- BONDAD-REANTASO, M. G.; MCGLADDERY, S. EI.; BERTHE, F. C. J. **Pearl oyster health management**, A manual. Rome: FAO Fisheries Technical Paper 503. 2007, 137 p.
- BONDIOLI, A. C. V.; MARQUES, R. C.; ALMEIDA, L. F.; BARBIERI, T. E. PCR-RFLP for identification of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from Brazil and Venezuela. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo. V. 43, n. 3, p. 459 - 463, 2017.
- CHUDASAMA, R. V. **Pearl oyster hatchery techniques**. Slide share scribd company, Everand, 2022, 23 p.
- COEROLI, M. **The australian gemmologist**. Brisbane, Queensland, v. 18, p. 392, 1994.
- DENG, Z.; SUN, J.; WEI, H.; ZHAO, W.; CHEN, M.; LI, Y.; YU, G.; WANG, Y. Shell colors and microstructures of four pearl oyster species in the South China Sea. **Aquaculture Reports**, Netherlands. v. 25, n. 101214, 2022, 16 p.
- DHINESH, B.; KAVITHAMBIKA, S. Pearl Culture and Craftsmanship: An Overview. **Trends in Aquaculture Science**, Tamilnadu. v. 2, n. 11, p. 999 – 1001, 2023.
- EL-REFI, A.; GHARIB, I.; FATAH, N. A. Pearls: a literature review. **International Design Journal**, Giza. v. 12, n. 4, p. 243-251, 2022.
- ESTAY, P. (s.d.) Mikimoto, O Rei das pérolas. Disponível em < http://classicosemodernos.euronoticias.pt/artigo.asp?id_artigo=334&artigo=Mikimoto > (acessado em 18.09.2002).
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Training manual on pearl oyster farming and pearl culture in India**. Rome: FAO Training Manual 8, 1997, 103 p. Disponível em < <https://www.fao.org/3/ab726e/AB726E00.htm#TOC> > Acesso em 11 de abril de 2024.
- FAO, 2001. **Pearl oyster farming and pearl culture**. www.fao.org/docrep/field/003/AB726E/AB726E02.htm (acesso 17.06.2007).
- GAKURAN, M. **Ama – The Pearl Diving Mermaids of Japan (Warning: Nudity)**. Nihon: Gakuranman. 2013, 28 p.
- GARRIDO, T. C. V.; EMMERICH, D. C. Conhecimento geológico do material mineral uma contribuição para arqueologia: conceitos e características petrográficas. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, Campina Grande. v. 7: e1915, 2023, 21 p.

- GERVIS, M. H.; SIMS, N. A. **The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)**. ICLARM Stu Rev 21, ODA London, 1992, p. 49.
- GIA. **GIA Adds 'Hanadama' Quality Range Comment to All Pearl Classification Reports**. Carlsbad: Gemological Institute of America. 2023, 2 p.
- GOSLING, E. **Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture**. Dagshlur: CEUR Workshop Proceedings. 2003, p. 3.
- GWA - Government of Western Australia. **Pearl oyster**. Perth: Department of Primary Industry and Regional Development. 2013, 2 p.
- HAWS, M. **The Basic Methods of Pearl Farming: A Layman's Manual**. CTSA Publication No. 127, Hawaii. 2002, 84 p. Disponível em <https://www.ctsa.org/files/publications/CTSA_1276316728619239483681.pdf> Acesso em 12 de abril de 2024 https://www.ctsa.org/files/publications/CTSA_1276316728619239483681.pdf.
- HEIN, R. A ilha das pérolas negras. **Terra**, New York. n. 8, p. 30-33, 1998. IKENOUE, H.; KAFUKU, T. **Modern methods of aquaculture in Japan, developments in aquaculture and Fisheries Science**. Elsevier, Kondasha Ltd, Tokyo, v. 24, 1992.
- IVERSEN, E. S. Ostras. In **Cultivos marinhos: pezes, moluscos, crustaceos**. Fishing News Books Ltd. London, Inglaterra. p. 133-156, 1982.
- JAMES, P. S. B. R.; NARASIMBAM, K. A., **Aquaculture Magazine**, Asheville. v. 20, n. 4, p. 41 - 49, 1994.
- JOHNSTON, W. L.; HINE, D.; SOUTHGATE, P. C. "Economic Modeling of Round Pearl Culture in Fiji and Assessment of Viable Farm Size," **Journal of Shellfish Research**, Groton. v. 37, n. 1, p. 79-91, (1 April 2018).
- KUMAR, G. **Seed production and Hatchery management of Pearl oyster**. Odisha: Centurion University of Technology and Management. 2020, 49 p. Disponível em <<https://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/Session-11-Th-Breeding-of-pearl-oyster.pdf>> Acesso em 4 de fevereiro de 2024.
- KY, C. L.; OKURA, R.; NAKASAI, S.; DEVAUX, D. Quality Trait Signature at Archipelago Scale of the Cultured Pearls Produced by the Black-Lipped Pearl Oyster (*Pinctada margaritifera* Var. *cumingi*) in French Polynesia. **Journal of Shellfish Research**, Washigton. v. 35, n. 4, p. 827–835, 2016.
- KY C.-L.; QUILLIEN, V.; BROUSTAL, F.; SOYEZ, C.; DEVAUX, D. Phenome of pearl quality traits in the mollusc transplant model *Pinctada margaritifera*. **Scientific Report**, Washington. v. 8, n. 1, p. 1–11, 2018.
- KINOSHITA, S.; MAEYAMA, K.; NAGAI, K.; ASAKAWA, S.; WATABE, S. "Gene Expression Patterns in the Mantle and Pearl Sac Tissues of the Pearl Oyster *Pinctada fucata*". In: **Biom mineralization**, p. 391–396. Singapore: Springer Singapore, 2018.
- KLEIN, C. **Pearl production volume in Japan 2013-2022**. New York: Statista, 2024, 4 p.
- KRIPA, V.; MOHAMED, K. S.; APPUKUTTAN, K.K.; VELAYUDHAN, T.S. Production of Akoya pearls from the Southwest coast of India. **Aquaculture**, Basel. v. 262, n. (2-4), p. 347-354, 2007.
- LALREMSANGA, H. T. **Pearl Culture**. Mizoram University: ResearchGate. 2021, 28 p.
- LES MERVEILLES DU PACIFIQUE. **Formação da pérola de Taiti**. Paris: Les Merveilles du Pacifique, 2021, 11 p.
- LIM, E. **History of Ama divers of Japan**. Richmond: Pressreader. 2021, 2 p. LUMENTA, C.; MONIJUNG, R.; RAMPENGAN, R. M. Nacre characterization of pearl oysters *Pinctada margaritifera* from Arakan waters, North Sulawesi, Indonesia. **AACL Bioflux**, Constanta. v. 12, n. 1, p. 81 – 86, 2019.
- MANUTCHEHR-DANAI, M. **Dictionary of Gems and Gemology**. 3 rd Ed. Berlím:Springer, Berlin, Heidelberg. 2009, 1037 p.
- McCORMICK, J. **Courtire, Art, Jewelry**. Manchester, Vermont. 2022. 1 p.
- MENZEL, W. **Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture**. Florida: CRC Press, 2018, 374 p.
- MILES J.G. PARSONS, M. J. G.; BARNECHE, D. R.; SPEED, C. W.; MCCAULEY, R. D.; DAY, R.; DANG, C.; FISHER, R.; GHOLIPOUR-KANANI, H.; NEWMAN, S. J.; SEMMENS, J. M.; MEEKAN, G. A large-scale experiment finds no consistent

- evidence of change in mortality or commercial productivity in silverlip pearl oysters (*Pinctada maxima*) exposed to a seismic source survey. **Marine Pollution Bulletin**, Dutch. v. 199, n. 115480, 2024, 24 p.
- MULYANA, J. S. W.; IWAI, T.; TAKAHASHI, M.; FARAJALLAH, A.; WARDIATNO, Y.; MIURA, C.; MIURA, T. Sex-changing patterns of Akoya pearl oyster (*Pinctada fucata*) ... **Zoological Letters**, Nihon. v. 4, n. 1, p 1-7, 2018.
- NAGAI, K. A History of the Cultured Pearl Industry. **Zoological Science**, Kashiwa. v.30, n. 10, p. 783–793, 2013.
- NOMURA, H. **Criação de moluscos e crustáceos**. São Paulo: Nobel. v. n. p. 102, 1978.
- NOMURA, H. **Cultivo de pérolas**. in Criação de moluscos e crustáceos. São Paulo: Nobel, 1984. p. 33-37.
- OLIVEIRA, L. C. **Pérola: um imaginário poético**. São Paulo, 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Comunicações e artes, Universidade de São Paulo.
- PATTANI, B. **The World of Pearls: A Gemological Dive into Their Origins and Composition**. USA: LinkedIn. 2023, 19 p.
- PERVEEN, F.; KHAN, A. **Pearl Culturing Industry: Pearl Farming** London: LAP Lambert Academic Publishing. 2012, 132 p.
- PEZZOLO, D. B. **A pérola: história, cultura e mercado**. São Paulo: Editora Senac, 15 de out. de 2019 - 192 p.
- PEARL STANDARD. **New edition**. Nihon: Japan Pearl Promotion Society, 2020, 90 p. Disponível em < <http://jp-pearl.com/wp-content/uploads/2022/05/Pearl-Standard-2020-New-Edition.pdf> > Acesso em 12 de janeiro de 2024.
- PINKA, D.; MATSUBAE, K. Global Warming Potential and Waste Handling of Pearl Farming in Ago Bay, Mie Prefecture, Japan. **Resources**, Basel. v. 12, n. 7, 75, 2023, 13 p.
- PIRES, D. S. **Produção de Moluscos Bivalves e Fatores de Risco Associados**. 2018, 69 p. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal , Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- POUVREAU, S.; GANGNERY, A.; TIAPARI, J.; LAGARDE, F.; GARNIER, M.; BODOY, A. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto Atoll (French Polynesia). **Aquatic Living Resources**, Cambridge. v. 13, n. 1, p. 37-48, 2000.
- PROVIDENCE, K. A. **Advancing the blue economy through sustainable mariculture: the prospect of pearl oyster and sponge farm cultivation in St. Vincent and the Grenadines**. 2023, 90 p. A dissertation submitted to the World Maritime University in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Master of Science in Maritime Affairs. Disponível em < https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=3299&context=all_dissertations > Acesso em 12 de abril de 2023.
- REYES, A. **Mikimoto Pearl Island**. Tokyo: GPlusMedia, 2024, 18 p.
- SANO, N.; KURIYAMA, I.; TANAKA, S.; KOMAR, A. Effects of low-salinity and no-feed post-operative care during pearl sac formation on the expression profiles of shell matrix protein genes in the Akoya pearl oyster, *Pinctada fucata*. **Aquaculture Science**, Hakodate. v. 69, n. 3, p.231–234, 2021.
- SAUCEDO, P.; MONTEFORTE, M. Breeding cycle of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in Bahia de La Paz, south Baja California, Mexico. **Journal of Shellfish Research**, Washington. v. 16, n. 1, p. 103-110, 1997.
- SHUKLA, P. **Meet the pearl-divers of Japan: The Ama**. New Jersey: Forbes. 2021, 3 p.
- SINGH, D.; RAJANNA, K. B.; DUBEY, S.; MAURYA, N.; VAIJNATH, A. Overview of Pearl Farming and its Benefits. **Agriculture & Food: E-Newsletter**, Hebbal. v. 05, n. 9, p. 2755 – 278, 2023.
- SOUTHGATE, P. C. Pearl Oyster Culture. In: Southgate, P.C. e Lucas, J. S. (ed.). **The Pearl Oyster**, ed. Elsevier, Oxford. p.231-272, 2008.
- TAH, B.; BERMAN, A.; UPCHER, A. **A simple periodic peptide derived from PINCTADA FUCATA Pif80 protein induces aragonite nucleation in magnesium absence**. Cambridge: ChemRXIV, 2024, 1 p.

- TANAKA, H.; TOMOTO, T.; KOSAKI, K.; SUGAWARA J. Arterial stiffness of lifelong Japanese female pearl divers. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology**, USA.. v. 310, n. 10. p. R975–R978, 2016.
- THELEN, T. Real Mermaid vs. Nuclear Power Plant: Ecofeminist Vengeance and Ama Divers in Japanese Horror. **Gothic Nature**, London. v. 2, march, p. 175-201, 2021.
- TAYLOR, J. J.; STRACK, E. Pearl Production. In: Outhgate, P.C.; Lucas, J.S. **The Pearl Oyster**. Oxford, UK: Elsevier, 2008. p. 273-302.
- WADA, K. Modern and traditional methods of pearl culture. **Underwater Journal**, Florida. v. 5, n. 1, p. 28-33, 1973.
- WADA, K. Formation and quality of pearls. **Journal of The Gemmological Society of Japan**, Tokyo. v. 20, n. 1-4, p. 47-62, 1999.
- YADAV, R.; SHARMA, A. Pearl Farming: An Economically Viable Entrepreneurship Development Opportunity in Rajasthan. In: **Entrepreneurship in Livestock and Fisheries**. Edited by CHAUDHARY, K. P.; CHAUDHARY, J. K. 22, p. 245-255, 2022.
- ZHU, C.; SOUTHGATE, P. C; LI, T. Production of Pearls. Chapter 5. Editores: SMAAL, A. C.; FERREIRA, J. G.; GRANT, J.; PETERSEN, J G.; STRAND, Ø. In : **Goods and Services of Marine Bivalves**. Springer Open, Switzerland. 2019, p. 73 – 94.
- ZHOU C, JIN S, SUN Z, HOMKRAJAE A, MYAGKAYA E, NILPETPLOY N.; LAWANWONG, K Disordered dolomite as an unusual biomineralization product found in the center of a natural *Cass's* pearl. **PLoS ONE**, Suite. v. 18, n. 4 e028429, 2023, 9 p.
- ZHOU, J. Y.; ZHOU, C. Shell Pearl as a Pearl Imitation. **Gems & Gemology, Summer**, Carlsbad. v. 50, n. 2, 2014, 7 p. Disponível em < <https://www.gia.edu/doc/GG-SU14-Lab-Notes.pdf> > Acesso em 14 de janeiro de 2024.
- ZHU, C.; SOUTHGATE, P. C.; LI, T. Production of Pearls. In: **Goods and Services of Marine Bivalves**. Chapter 5. Editors Aad C. SMAAL, A. C.; FERREIRA, J. G.; GRANT, J.; PETERSEN, J. K.; STRAND, Ø.. 2019, p.73 – 93.