

A GÊNESE E A EVOLUÇÃO TÉCNICO-INSTITUCIONAL DA OSTREICULTURA FRANCESA

THE GENESIS AND TECHNO-INSTITUTIONAL EVOLUTION OF FRENCH
OYSTER FARMING

Ciências Agrárias • 08/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/775591592](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/775591592)

Juliana Diniz Ribeiro¹

Vanessa Helena Pires Diniz²

RESUMO

Este artigo analisa o processo histórico de formação e consolidação da ostreicultura francesa, destacando suas reconfigurações técnicas, institucionais e espaciais desde o século XIX. A crise provocada pela exploração predatória dos bancos naturais impulsionou a transição para uma maricultura científica, com destaque para a atuação de Victor Coste e o apoio do Estado imperial. No século XX, a introdução da *Crassostrea gigas* e a organização de um sistema de governança interinstitucional, envolvendo o IFREMER e o Comité National de la Conchyliculture, promoveram avanços sanitários, biotecnológicos e produtivos. O estudo evidencia que o modelo francês é sustentado pela articulação entre ciência aplicada, políticas públicas e participação produtiva, consolidando-se como referência internacional em inovação aquícola.

Palavras-chave: Ostreicultura. Governança. Inovação. França. Maricultura.

ABSTRACT

This article examines the historical process behind the formation and consolidation of French oyster farming, emphasizing its technical, institutional, and spatial transformations since the 19th century. The crisis caused by overexploitation of natural oyster beds drove the transition toward scientific mariculture, marked by the role of Victor Coste and imperial state support. In the 20th century, the introduction of *Crassostrea gigas* and the development of an interinstitutional governance system led by IFREMER and the Comité National de la Conchyliculture Farming enabled significant sanitary, biotechnological, and productive advances. The study shows that the French model is grounded in the articulation of applied science, public policy, and productive participation, becoming a global reference in aquaculture innovation.

Keywords: Oyster farming. Governance. Innovation. France. Mariculture.

RESUMEN

Este artículo examina el proceso histórico de formación y consolidación de la ostricultura francesa, destacando sus transformaciones técnicas, institucionales y espaciales desde el siglo XIX. La crisis derivada de la sobreexplotación de los bancos naturales impulsó la transición hacia una maricultura científica, con énfasis en la actuación de Victor Coste y el apoyo del Estado imperial. En el siglo XX, la introducción de *Crassostrea gigas* y la organización de un sistema de gobernanza interinstitucional liderado por el IFREMER y el *Comité National de la Conchyliculture* promovieron avances sanitarios, biotecnológicos y productivos. El estudio muestra que el modelo francés se basa en la articulación entre ciencia aplicada, políticas públicas y participación productiva, consolidándose como una referencia internacional en innovación acuícola.

Palabras-clave: Ostricultura. Gobernanza. Innovación. Francia. Maricultura.

INTRODUÇÃO

Durante o século XIX, a atividade ostrícola na França era essencialmente extrativista, realizada de forma desregulamentada e sem qualquer respaldo técnico-sanitário, resultando na exaustão dos bancos naturais e na escassez progressiva do recurso marinho (Levasseur, 2007). Essa crise ecológica ensejou uma reorganização profunda das práticas de exploração, abrindo caminho para a institucionalização da maricultura científica, com destaque para a atuação do médico e embriologista Victor Coste. Responsável por uma das primeiras iniciativas sistemáticas de repovoamento, Coste

promoveu a adoção de práticas como a fecundação artificial, a criação de bancos artificiais e a implantação dos *planchers collecteurs*¹, dispositivos destinados à captação de larvas de ostra (*naissains*). Tais estratégias foram fundamentais para a revitalização de áreas degradadas, como as baías de Saint-Brieuc e Arcachon, por meio da introdução de sementes oriundas de Cancale e Chausey (Levasseur, 2007).

O Estado francês desempenhou um papel central nesse processo de transformação. Durante o Segundo Império, sob a liderança de Napoleão III, foram estabelecidos mecanismos institucionais e financeiros de suporte à maricultura emergente. Criou-se, por exemplo, o centro experimental de Huingue, voltado à disseminação de óvulos fecundados, e foram implantadas estações de cultivo em pontos estratégicos como Arcachon, Lahillon e Penfoulic (Levasseur, 2007). A atuação de Coste materializa-se na metáfora “*semmer du poisson comme on sème du grain*” que sintetiza o ideal de controle técnico da reprodução aquática nos moldes da agricultura moderna.

Apesar desses avanços, a ostreicultura francesa do século XIX foi marcada por tentativas fracassadas e descontinuidades, decorrentes tanto de fatores ecológicos quanto sociopolíticos. A inadequação de substratos, a ação de correntes marítimas intensas e a ocorrência de saques populares comprometiam a eficácia dos empreendimentos. Além disso, a instabilidade política impactava diretamente a continuidade de projetos, como demonstrado pela dissolução da *Réserve Impériale de Penfoulic* com a queda do regime imperial. Fracassos em localidades como Brest, Trieux, Jaudy, Thau e Île de Ré evidenciam o caráter não linear desse processo técnico-experimental (Levasseur, 2007).

No século XX, a ostreicultura francesa passou por um processo de consolidação, transformando-se em uma atividade econômica estruturada e estratégica. Isso se deu por meio da articulação entre políticas públicas, avanços científicos e adaptações regionais, com destaque para o uso de coletores especializados, como as *tuiles blanchies*² em Arcachon, e para o desenvolvimento dos cultivos em mar aberto com *filières*³ (Daney, 1995). A crise sanitária que afetou a *Crassostrea angulata* na década de 1970, resultando em alta mortalidade por doenças virais, foi superada com a introdução da espécie exótica *Crassostrea gigas*, de origem japonesa. Essa substituição foi acompanhada de rígido controle sanitário e novas técnicas de cultivo, que asseguraram a continuidade e sustentabilidade da produção (Grizel; Héral, 1991).

Com o surgimento de novos desafios sanitários e ambientais, a ostreicultura francesa passou a contar com o fortalecimento institucional de centros de pesquisa especializados, em particular o IFREMER (*Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer*), resultado da reestruturação de entidades precedentes como o ISTPM (*Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes*), instituto dedicado à pesquisa científica e técnica relacionada às pescas marítimas na França, e o CNEXO (*Centre National pour l'Exploitation des Océans*) voltado à exploração dos oceanos, com foco em desenvolver estratégias e conhecimentos para uso racional dos recursos marinhos. Essa instituição assumiu papel central no desenvolvimento de pesquisas aplicadas à reprodução dos bivalves, com ênfase no controle da gametogênese, na análise de parâmetros fisiológicos e na seleção de linhagens resistentes por meio de biotecnologias reprodutivas (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

Contudo, a ostreicultura francesa contemporânea enfrenta novos entraves, como o impacto das mudanças climáticas, a poluição costeira e a reincidência de surtos patológicos causados por variantes do herpesvírus *OsHV-1* e por bactérias oportunistas do gênero *Vibrio*. Em resposta, o setor tem investido em estratégias sanitárias integradas, monitoramento genético, biotecnologia e maior cooperação entre produtores, cientistas e órgãos estatais (Dégremont et al., 2007; Petton et al., 2015). Dessa forma, a trajetória da ostreicultura na França revela um processo histórico marcado por experimentação técnica, adaptação institucional e inovação contínua.

DESENVOLVIMENTO

A consolidação da ostreicultura francesa no século XX foi marcada por uma profunda reorganização técnica e institucional diante de crises sanitárias recorrentes, desafios ecológicos e mudanças nas dinâmicas produtivas. Após as bases experimentais estabelecidas no século XIX, o setor enfrentou um ponto de inflexão crítico na década de 1970 com o colapso da espécie *Crassostrea angulata*, amplamente cultivada até então. A mortalidade em massa foi associada a uma virose causada por um iridovírus⁴, resultando em perdas superiores a 60 mil toneladas de ostras adultas e afetando cerca de 5 mil produtores em toda a costa atlântica francesa (Grizel; Héral, 1991).

Diante desse cenário crítico, foi conduzida uma ação estratégica nacional de substituição da espécie nativa *Crassostrea angulata* pela ostra japonesa *Crassostrea gigas*, reconhecida por sua maior resistência a doenças e melhor adaptabilidade às condições ambientais francesas. A introdução da nova espécie ocorreu entre

1971 e 1975, com lotes de adultos provenientes do Canadá e larvas de ostras importados diretamente do Japão. O processo foi acompanhado por rigorosos protocolos zoossanitários, incluindo certificações sanitárias, exames histológicos, análises de predadores associados e imersão em água doce para eliminação de organismos epibiontes⁵. Essa operação possibilitou a rápida recuperação do setor, elevando a produção de 18 mil toneladas em 1971 para 85 mil toneladas em 1975 (Grizel; Héral, 1991).

A implantação da *Crassostrea gigas* não apenas substituiu a produção perdida, como também impulsionou o desenvolvimento de novos métodos de cultivo. Destacam-se a adoção de coletores como as *tuiles blanchies*, a utilização de *tables élevées*⁶ e a técnica das *filières* em mar aberto, promovendo uma maior eficiência zootécnica e adaptabilidade regional (Daney, 1995). Ao mesmo tempo, essa intensificação trouxe novos desafios, sobretudo sanitários, relacionados à mortalidade de larvas e juvenis.

Entre 1991 e 1995, o setor registrou surtos frequentes de mortalidade em *hatcheries*⁷ e viveiros, afetando o ciclo produtivo desde a fase larval até a pré-engorda. A resposta institucional foi a criação da rede REPAMO (*Réseau de Pathologie des Mollusques*), coordenada pelo IFREMER, com o objetivo de mapear os patógenos e implementar protocolos de vigilância epidemiológica em todo o território nacional. A partir dessas ações, constatou-se a presença crescente do herpesvírus *OshV-1*, especialmente associado à mortalidade de juvenis durante os meses de verão (Garcia et al., 2011).

Entre 1998 e 2006, o programa MOREST (*Mortalité estivale de l'huître creuse*), liderado pelo IFREMER, sistematizou pesquisas sobre as causas das mortalidades sazonais da ostra do Pacífico (*Crassostrea*

gigas), reunindo especialistas em genética, fisiologia e ecotoxicologia. Os estudos revelaram alta herdabilidade para a resistência à mortalidade e baixa correlação genética com o crescimento, indicando que era possível selecionar linhagens mais resistentes sem comprometer o desempenho produtivo (Dégremont et al., 2007). Com isso, abriu-se caminho para a aplicação de tecnologias genômicas na Seleção Assistida por Marcadores Moleculares (MAS) e no controle das cargas virais por meio de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) quantitativo (Petton et al., 2015).

A partir de 2008, um novo desafio surgiu com o a identificação da variante *OsHV-1 μ var*, frequentemente associada a surtos de alta mortalidade em juvenis com menos de 12 meses, embora sua maior virulência em relação a cepa original ainda não tenha sido conclusivamente demonstrada (Petton et al., 2015). As investigações conduzidas por Petton et al. (2015) revelaram que a síndrome de mortalidade juvenil possui uma natureza polimicrobiana, envolvendo co-infecções por *OsHV-1 μ var* e bactérias oportunistas, especialmente *Vibrio crassostreae*, cuja presença agrava significativamente o quadro infeccioso. Diante da gravidade do cenário, o setor produtivo passou a adotar estratégias de vigilância e controle sanitário mais rigorosos, associadas a inovações em biotecnologia e práticas de biossegurança (Garcia et al., 2011; Dégremont et al., 2007).

Esse percurso de reorganização tecnológica e institucional foi sustentado por uma rede de pesquisa aplicada inicialmente desenvolvida no âmbito do ISTPM e do CNEXO, e posteriormente centralizada no IFREMER a partir de sua criação em 1984. Desde então, o instituto lidera programas sobre reprodução controlada,

gametogênese sazonal e indicadores fisiológicos de qualidade embrionária, como descrito no relatório coordenado por Devauchelle, Barret e Salaun (1997). As pesquisas permitiram controlar variáveis críticas como temperatura, fotoperíodo⁸ e reservas energéticas⁹ dos reprodutores, viabilizando o cultivo programado e a produção de *naissains* em escala industrial (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

Por fim, é importante destacar que, apesar dos avanços científicos e regulatórios, o setor seguiu enfrentando desafios territoriais e socioambientais. A intensa ocupação dos *estrans*¹⁰ e a multiplicação de concessões ostrícolas provocaram conflitos de uso e disputas em torno da gestão dos espaços costeiros, evidenciando a complexa relação entre desenvolvimento produtivo e conservação ambiental (Levasseur, 2008). Soma-se a isso a crescente variabilidade climática e o avanço da *acidificação dos oceanos*¹¹, fatores que afetam diretamente a fisiologia dos bivalves e a estabilidade dos ecossistemas marinhos, impondo novos riscos à sustentabilidade da produção e exigindo constante adaptação tecnológica e reforço das capacidades institucionais (Petton et al., 2015).

GOVERNANÇA CIENTÍFICA E REGULAÇÃO DA OSTREICULTURA FRANCESA

A trajetória da ostreicultura francesa é indissociável da consolidação de um sistema de governança científica e regulatória, estruturado a partir da articulação entre instituições públicas de pesquisa, órgãos representativos dos produtores e instâncias estatais de vigilância sanitária. Esse modelo foi progressivamente construído ao longo do século XX, impulsionado pela necessidade de resposta a crises sanitárias recorrentes e pela incorporação de saberes técnico-

científicos à dinâmica produtiva. O IFREMER e o *Comité National de la Conchyliculture* (CNC) configuram os principais pilares dessa governança, compondo uma rede institucional responsável pela regulação, pela inovação tecnológica e pela segurança sanitária do setor (Garcia et al., 2011; Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

Desde sua criação, o IFREMER assumiu papel central na produção de conhecimento aplicado à biologia reprodutiva, ao melhoramento genético e ao controle sanitário dos moluscos bivalves. Com unidades de pesquisa distribuídas ao longo do litoral francês, o instituto coordena programas voltados à compreensão dos ciclos reprodutivos naturais, ao controle da gametogênese, à avaliação fisiológica de gametas e embriões, bem como à definição de indicadores de qualidade para larvas cultivadas. O relatório técnico organizado por Devauchelle, Barret e Salaun (1997) sistematiza esses esforços, estabelecendo diretrizes para o período de 1996 a 2000, com foco na reprodução natural e controlada de espécies como *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis* e *Pecten maximus*.

Esse arcabouço técnico permitiu o desenvolvimento de métodos reprodutivos que integraram variáveis ambientais com temperatura, fotoperíodo, nutrição, e fatores genéticos no controle e indução da maturação sexual¹². A produção em *hatcheries* passou a se basear em linhagens selecionadas, submetidas a testes de resistência e adaptabilidade, assegurando o fornecimento regular de *naissains* com qualidade garantida (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997). Tais práticas fortaleceram a articulação entre a ciência experimental e as demandas do setor produtivo, consolidando o papel técnico do IFREMER como referência estatal e normativa.

Paralelamente, o CNC, fundado em 1947, consolidou-se como o principal órgão representativo da classe produtora e de coordenação setorial. Cabe ao CNC estabelecer diretrizes técnicas, negociar com o Estado as políticas públicas para o setor e implementar programas de gestão territorial das áreas de cultivo. Um de seus momentos mais decisivos ocorreu na década de 1970, quando, em colaboração com o CNEXO, o CNC liderou a introdução da ostra japonesa *Crassostrea gigas* para substituir as espécies nativas dizimadas por doenças. A escolha da espécie japonesa foi fundamentada em estudos científicos sobre rusticidade, crescimento e resistência sanitária, revelando uma articulação decisiva entre evidência técnica e decisão política (Grizel; Héral, 1991)

A sinergia entre IFREMER e CNC também se expressa nas respostas coordenadas a surtos sanitários. Um exemplo notável foi a criação do programa MOREST, que mobilizou pesquisadores de diversas áreas (genética, imunologia, fisiologia, ecotoxicologia) para investigar as causas das mortalidades estivais em *Crassostrea gigas*. Os resultados dessas investigações foram incorporados às diretrizes do CNC, que passou a difundir orientações técnicas sobre seleção genética, manejo reprodutivo e critérios de certificação sanitária (Dégremont et al., 2007; Petton et al., 2015). Esse processo reflete uma dinâmica de retroalimentação entre ciência aplicada e política técnica, na qual as inovações são testadas, validadas e rapidamente transferidas ao setor produtivo.

Além das instituições científicas e representativas, a governança da ostreicultura francesa também envolve a atuação normativa da União Europeia, especialmente em contextos de emergência sanitária. O surto do *OsHV-1 μ var*, identificado em 2008, provocou mortalidades superiores a 90% entre os juvenis de *Crassostrea gigas*

em determinadas regiões, levando à adoção de medidas restritivas à circulação de lotes infectados e à exigência de rastreabilidade genética e controle rigoroso nas *hatcheries* (Petton et al., 2015). Essas exigências reforçaram o papel da vigilância integrada e da certificação sanitária como dispositivos estruturantes do setor.

O modelo francês, portanto, não se limita a uma regulação estatal verticalizada, mas se organiza como um ecossistema institucional sustentado pela cooperação entre ciência, mercado e Estado. As decisões são fundamentadas em dados técnicos confiáveis, adaptadas às especificidades ecológicas regionais e disseminadas por estruturas de governança participativa. Essa configuração favorece a incorporação ágil de inovações, a resposta eficiente a crises e a promoção da sustentabilidade econômica, ambiental e social da atividade.

A experiência francesa evidencia a relevância de modelos interinstitucionais robustos, capazes de articular produção científica, representatividade setorial e gestão pública, configurando o que se convencionou chamar de tríplice hélice da inovação. O caso francês constitui, assim, uma referência para o desenvolvimento de políticas de aquicultura sustentáveis, orientadas por evidências técnicas e pela integração entre ciência, mercado e Estado.

DISCUSSÃO TEÓRICA

A trajetória da ostreicultura francesa, ao longo dos séculos XIX e XX, constitui uma oportunidade singular para refletir sobre os mecanismos de difusão e assimilação tecnológica em sistemas produtivos complexos. A consolidação de práticas reprodutivas artificiais, o desenvolvimento de tecnologias genômicas, a

articulação entre instituições científicas e o setor produtivo, bem como a capacidade de resposta ágil a crises sanitárias, evidenciam um ecossistema de inovação sustentado por capacidades institucionais, coordenação estatal e inteligência coletiva territorializada.

No campo da economia da inovação, autores como Soete e Freeman (2012) e Dosi (1982) sustentam que o progresso técnico não ocorre de forma linear ou espontânea, mas se desenvolve em ambientes moldados por arranjos institucionais que influenciam a direção, a intensidade e a aplicabilidade das inovações. No caso francês, a atuação coordenada de instituições como o IFREMER e o CNC configurou um sistema de inovação capaz de articular pressões de mercado, conhecimento técnico e estratégias públicas de longo prazo. A capacidade de adaptação da ostreicultura a sucessivas crises como o colapso da *Crassostrea angulata*, as mortalidades de *Crassostrea gigas* e a emergência de doenças virais, exigiu mais do que respostas técnicas pontuais: demandou a construção de uma base científica e institucional estável, orientada à consolidação de trajetórias tecnológicas cumulativas (Dosi, 1982; Nelson; Winter, 1977). Nesse sentido, a perspectiva schumpeteriana contribui ao evidenciar que a inovação envolve não apenas mudanças incrementais, mas rupturas nos modos existentes de produção, um processo de destruição criadora impulsionado pela ação do empresário inovador, capaz de reorganizar recursos e introduzir novas combinações tecnológicas (Schumpeter, 1997).

Essa estabilidade estrutural foi acompanhada por processos de difusão tecnológica que podem ser analisados à luz da teoria de Everett M. Rogers (2003). Segundo o autor, a adoção de inovações depende da percepção de utilidade, da compatibilidade com valores

preexistentes, da complexidade percebida, da testabilidade e da visibilidade dos resultados. No caso da ostreicultura francesa, a introdução da *Crassostrea gigas*, a adoção de novas técnicas de cultivo e a incorporação de protocolos de biossegurança foram amplamente assimiladas pelos produtores, em razão da legitimidade científica das soluções propostas, da mediação institucional exercida pelo CNC e da eficácia econômica demonstrada. Esta última se expressou, sobretudo, na rápida recuperação da produção após o colapso da *Crassostrea angulata* que passou de 18 mil toneladas em 1971 para 85 mil toneladas em 1975, e na previsibilidade assegurada pelo fornecimento regular de *naissains* por meio de *hatcheries*, fatores que reduziram riscos produtivos e reforçaram a confiança do setor (Grizel; Héral, 1991). No entanto, como alertam Giacomini Filho, Goulart e Caprino (2007), a teoria de Rogers tende a subestimar os condicionantes socioculturais e políticos que influenciam o ritmo e o alcance da difusão. No contexto francês, a aceitação das inovações também esteve vinculada à centralização administrativa, à capacidade de regulação estatal e à existência de canais estruturados de formação técnica, fatores que extrapolam os limites da explicação técnico-comunicacional.

Para compreender como o sistema francês internalizou e operacionalizou conhecimentos científicos em seus processos produtivos, é útil recorrer ao conceito de Capacidade Absortiva (ACAP), formulado por Cohen et al. (1990) e posteriormente refinado por Zahra e George (2002). A ACAP diz respeito à habilidade de uma organização ou de um sistema institucional de reconhecer, assimilar e aplicar conhecimentos externos em prol da inovação. No caso da ostreicultura francesa, observa-se a existência de uma Capacidade Absortiva institucionalizada, estruturada em dois polos

complementares: um polo de aprendizagem (PACAP), representado pelos programas de pesquisa conduzidos pelo IFREMER, e um polo de aplicação (RACAP), concretizado nas práticas produtivas difundidas pelo CNC e adotadas nos territórios costeiros. A rápida incorporação das recomendações científicas aos protocolos sanitários e à produção de *naissains*, especialmente após o surto do *OsHV-1 μ var* em 2008 que evidencia a eficácia desse modelo de absorção tecnológica articulada.

É importante destacar que essa capacidade não emerge de forma espontânea, mas resulta de investimentos sistemáticos em formação técnica, monitoramento ambiental e na construção de redes de cooperação interinstitucional. O modelo francês de ostreicultura fundamenta-se em uma lógica estatal de governança da inovação, na qual o conhecimento científico é continuamente traduzido em normativas, incentivos econômicos e dispositivos regulatórios que orientam o setor produtivo. Trata-se de um arranjo que articula planejamento técnico com plasticidade territorial, permitindo a adaptação das inovações às especificidades ecológicas e socioeconômicas de cada região (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997; Petton et al., 2015). Essa estrutura dialoga com o modelo da Tríplice Hélice, segundo o qual o desenvolvimento baseado em inovação depende da interação contínua entre universidade, governo e setor produtivo, uma configuração que rompe com os papéis isolados de cada esfera e privilegia a co-evolução institucional como motor do progresso técnico (Etzkowitz; Zhou, 2017)

Por fim, a ostreicultura francesa pode ser compreendida como um sistema sociotécnico em permanente reconfiguração, no qual a inovação é mediada por fatores ecológicos, institucionais e simbólicos. A perspectiva geográfica contribui para aprofundar esse

entendimento ao evidenciar que os processos de inovação não se desenvolvem em espaços neutros, mas em territórios atravessados por tradições culturais, relações de poder e disputas pelo uso dos recursos. A difusão de técnicas como as *filières*, o uso de *hatcheries* e a reorganização dos espaços costeiros para atender à expansão da aquicultura são exemplos de como a inovação não apenas transforma, mas também é transformada por dinâmicas espaciais complexas. Como demonstrado por Daney (1995), a introdução de estruturas como as *filières* na Normandia possibilitou o avanço da ostreicultura em áreas de maré forte, enquanto a organização dos *hatcheries* contribuiu para a circulação de sementes entre regiões e para a especialização técnica dos territórios. Além disso, Levasseur (2008) destaca que essa transformação não se limitou à técnica, mas alterou profundamente a configuração física e simbólica dos *estrans*, convertendo-os em extensões produtivas dos territórios comunais, em um processo de territorialização da inovação.

Dessa forma, a experiência francesa ilustra que o desenvolvimento de um setor aquícola não depende apenas da disponibilidade de tecnologias, mas sobretudo da capacidade institucional de organizar a produção do conhecimento, viabilizar sua aplicação prática e legitimar as transformações junto aos atores sociais envolvidos. Conforme argumenta Schumpeter (1997), o progresso técnico não é um subproduto da rotina, mas exige ruptura, visão empreendedora e um ambiente institucional propício à inovação.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da ostreicultura francesa ao longo dos séculos XIX e XX exemplifica um processo histórico marcado por sucessivas reconfigurações técnicas, institucionais e espaciais, no qual a ciência

desempenha papel estruturante na consolidação da produção aquícola. A transição da coleta extrativista para um sistema de maricultura científica, impulsionada pela atuação de Victor Coste e pelo apoio do Estado imperial, constituiu o ponto de partida de um modelo que se consolidaria nas décadas seguintes como referência internacional em inovação aplicada ao cultivo de moluscos bivalves.

A resposta à crise sanitária que dizimou a *Crassostrea angulata* na década de 1970, por meio da introdução controlada da *Crassostrea gigas*, evidencia a capacidade de articulação entre ciência e política pública. Tal iniciativa não apenas evitou o colapso do setor, como também inaugurou um novo ciclo produtivo baseado em práticas adaptativas, biotecnologia e controle sanitário. Programas como o REPAMO e o MOREST, coordenados pelo IFREMER, permitiram respostas ágeis às mortalidades sazonais, elevando o nível de sofisticação técnica da ostreicultura e assegurando sua sustentabilidade.

O modelo francês revela ainda a centralidade de uma governança interinstitucional robusta, que articula pesquisa científica, representatividade setorial e regulação estatal. A atuação coordenada entre o IFREMER e o CNC viabilizou a conversão de descobertas científicas em normativas e práticas produtivas concretas, refletindo um elevado grau de Capacidade Absortiva e uma dinâmica eficaz de difusão tecnológica.

Esse ecossistema institucional garantiu a continuidade da inovação mesmo diante de pressões ecológicas, demandas de mercado e crises sanitárias recorrentes.

Sob uma perspectiva teórica, o caso francês reforça os argumentos de Dosi (1982), Soete e Freeman (2012) e Nelson e Winter (1977), ao demonstrar que a inovação não se dá de maneira espontânea, mas exige um arcabouço institucional capaz de organizar a produção do conhecimento e orientar sua aplicação prática. O êxito da difusão tecnológica na ostreicultura francesa, embora compatível com os pressupostos de Rogers (2003), transcende a simples adesão a soluções percebidas como vantajosas, estando profundamente condicionado pela centralização administrativa, pelo suporte técnico e pelo capital científico acumulado.

O fortalecimento de centros de pesquisa aplicada, a criação de sistemas regulatórios integrados e a valorização da interface entre ciência e produção constituem estratégias promissoras para a construção de uma aquicultura sustentável e tecnicamente fundamentada.

Em síntese, a ostreicultura francesa configura-se como um caso exemplar de como a ciência, aliada a políticas públicas consistentes e a uma base produtiva organizada, pode transformar um setor vulnerável em modelo global de inovação e sustentabilidade no uso dos recursos marinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COHEN, Wesley M. et al. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.

DANEY, Charles. La conchyliculture en France. **L'Information géographique**, v. 59, n. 3, p. 98-107, 1995.

DÉGREMONT, Lionel et al. Summer mortality of hatchery-produced Pacific oyster spat (*Crassostrea gigas*). I. Estimation of genetic parameters for survival and growth. **Aquaculture**, v. 262, n. 1, p. 41-53, 2007.

DEVAUCHELLE, Nicole; BARRET, Jean; SALAUN, Gilles. La Reproduction naturelle et contrôlée des bivalves cultivés en France.- Rapport de Groupe de Travail- IFREMER/Nantes/France, 14 et 15 novembre 1995. 1997.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. Estudos avançados, v. 31, p. 23-48, 2017.

GARCIA, Céline et al. Ostreid herpesvirus 1 detection and relationship with *Crassostrea gigas* spat mortality in France between 1998 and 2006. **Veterinary Research**, v. 42, n. 1, p. 73, 2011.

GIACOMINI FILHO, Gino; GOULART, Elias Estevão; CAPRINO, Mônica Pegurer. Difusão de inovações: apreciação crítica dos estudos de Rogers. **Revista Famecos**, v. 14, n. 33, p. 41-45, 2007.

GRIZEL, Henri; HÉRAL, Maurice. Introduction into France of the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*). **ICES Journal of Marine Science**, v. 47, n. 3, p. 399-403, 1991.

LEVASSEUR, Olivier. Les cultures de l'eau: la naissance des aquacultures en France au XIXe siècle. In: **Annales des Mines, série Responsabilité et environnement**. 2007. p. 82-90.

LEVASSEUR, Oliver. Discours et realites autor de la naissance des activites ostreicoles em france, (18e-19e siècles). In: **Colloque International Ploridisciplinaire**. Le Littoral: Subir, dire, agir, 2008.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of useful theory of innovation. **Research policy**, v. 6, n. 1, p. 36-76, 1977.

PETTON, Bruno et al. Crassostrea gigas mortality in France: the usual suspect, a herpes virus, may not be the killer in this polymicrobial opportunistic disease. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 686, 2015.

ROGERS, Everett M. Diffusion of innovations. 5th. New York: **Free Press**, 2003.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Círculo do Livro, 1997. Tradução de: *The theory of economic development*. Publicado originalmente como *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. Berlim: Duncker & Humblot, 1964.

SOETE, Luc; FREEMAN, Chris. **The economics of industrial innovation**. routledge, 2012.

ZAHRA, Shaker A.; GEORGE, Gerard. Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. **Academy of Management Review**, v. 27, n. 2, p. 185–203, 2002.

Autora 1. Mestranda em Geografia (Universidade Federal de Santa Catarina). E-mail: ribeiro.juliana@ufsc.posgrad.ufsc.br

Autora 2. Doutora em Inovação Tecnológica (Universidade Federal de Minas Gerais). E-mail: vanessahpd@yahoo.com.br

¹ Estruturas planas utilizadas para captação de larvas de ostra (*naissains*) no ambiente natural, constituídas geralmente por pranchas ou superfícies que oferecem suporte à fixação dos organismos durante a fase larval. Essa técnica foi introduzida por Victor Coste no século XIX como parte das estratégias de maricultura científica (Levasseur, 2007).

² Telhas de barro tradicionalmente utilizadas como substrato para a fixação de larvas de ostra na região de Arcachon. São previamente tratadas com uma mistura de cal para facilitar a aderência dos *naissains*, sendo uma das inovações técnicas mais características da ostreicultura francesa no século XX (Daney, 1995).

³ Método de cultivo em mar aberto que utiliza cordas suspensas em linhas horizontais, onde as ostras são mantidas em suportes (como lanternas ou bolsas) presos às cordas. Essa técnica permite o cultivo em áreas com maior hidrodinamismo e melhor renovação de água, favorecendo o crescimento dos bivalves (Daney, 1995).

⁴ Vírus presumido como responsável pela virose que acometeu a espécie *Crassostrea angulata* na década de 1970, causando alta mortalidade e comprometendo a sustentabilidade da ostreicultura francesa. Embora o agente não tenha sido isolado de forma conclusiva, os estudos conduzidos à época associaram clinicamente os sintomas observados a um vírus do tipo Iridoviridae, levando à

substituição da espécie afetada por *Crassostrea gigas*, mais resistente a doenças virais (Grizel; Héral, 1991).

⁵ São organismos que vivem aderidos à superfície de outros seres vivos, geralmente sem causar-lhes dano direto. No contexto da ostreicultura, referem-se a algas, cracas, briozoários e outros organismos que se fixam sobre as conchas das ostras, podendo afetar sua fisiologia, crescimento e valor comercial (Grizel; Héral, 1991).

⁶ Estruturas elevadas utilizadas na ostreicultura para o cultivo de ostras fora do contato direto com o fundo marinho. Compostas por suportes de metal ou madeira, essas mesas elevadas permitem a fixação de bolsas ou cestos contendo os bivalves, favorecendo sua exposição ao fluxo de água, facilitando o manejo e reduzindo riscos de contaminação por sedimentos e predadores bentônicos (Grizel; Héral, 1991).

⁷ Unidades especializadas em reprodução controlada de organismos aquáticos, onde se realiza o acasalamento, incubação e desenvolvimento larval de ostras em condições laboratoriais. Nas hatcheries, são aplicadas técnicas de indução reprodutiva, controle de temperatura, alimentação com microalgas e seleção genética, visando a produção de *naissains* (sementes) em larga escala e com alta sanidade (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

⁸ Duração relativa dos períodos de luz e escuridão ao longo de um ciclo de 24 horas. Nas ostras, o fotoperíodo influencia a atividade fisiológica dos reprodutores, regulando processos como a gametogênese e a sincronização da maturação sexual,

especialmente quando manipulado em condições controladas de cultivo (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

⁹ Estoques de energia armazenados nos tecidos dos reprodutores, principalmente sob a forma de glicogênio e lipídios. Esses compostos são mobilizados durante a reprodução para sustentar a maturação das gônadas, a produção de gametas e a desova, sendo determinantes para o sucesso na produção de *naissains* em ambiente controlado (Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).

¹⁰ São zonas litorâneas intertidais descobertas durante a maré baixa e submersas na maré alta, situadas entre os limites das marés mais altas e mais baixas. No contexto da ostreicultura francesa, os estrans foram progressivamente transformados em espaços produtivos, integrando-se aos sistemas técnicos e simbólicos das comunidades costeiras (Levasseur, 2008).

¹¹ Processo químico resultante da absorção de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico pelos oceanos, que leva à redução do pH da água marinha. Esse fenômeno altera a disponibilidade de carbonato de cálcio, substância essencial para a formação das conchas de moluscos bivalves, como a *Crassostrea gigas*, comprometendo seu crescimento, resistência e sobrevivência em fases críticas do ciclo de vida (Petton et al., 2015).

¹² Processo fisiológico pelo qual os organismos aquáticos, como as ostras, desenvolvem e diferenciam suas gônadas até alcançarem a capacidade de produzir gametas viáveis (óvulos e espermatozoides). Na ostreicultura, esse processo pode ser induzido ou controlado em *hatcheries* por meio da manipulação de fatores ambientais como temperatura, fotoperíodo e alimentação, com o objetivo de

sincronizar a reprodução e otimizar a produção de *naissains*
(Devauchelle; Barret; Salaun, 1997).