

Capítulo 3

Conservação, uso e gestão de recursos e ecossistemas marinhos

Angela Puchnick-Legat

Jefferson Francisco Alves Legat

Alitiane Moura Lemos Pereira

Fabio Mendonça Diniz

Fabíola Helena dos Santos Fogaça

Introdução

O Brasil tem importante patrimônio de biodiversidade marinha, distribuído entre praias arenosas, costões rochosos, manguezais, estuários, lagoas costeiras, recifes de algas calcárias e corais endêmicos, ilhas e bancos oceânicos, e o único atol do Atlântico Sul (Rocas). Essa complexidade fisiográfica abriga um estoque de recursos genéticos de valor inestimável e pouco explorado (Mar..., 2008). O uso dos recursos concentra-se nas atividades de pesca, na exploração de óleo e gás, na maricultura, no turismo e no lazer. Outros usos são ainda potenciais, como a exploração mineral em águas profundas e a prospecção de princípios ativos da biodiversidade em regiões tropicais e habitat inóspitos para as indústrias médico-farmacológica, cosmética e alimentícia (Mar..., 2008). O potencial biotecnológico é promissor, mas as iniciativas ainda são experimentais e fragmentadas (Caracterização..., 2010). Para proteção e aproveitamento racional dos seus recursos e ecossistemas marinhos, o País tem avançado em sua legislação, na criação de unidades de conservação (UC) e na implementação de planos de manejo, com base científica aplicada ao estudo da biodiversidade e dos processos ambientais, ecológicos e socioeconômicos (Frighetto; Queiroz, 2005).

Dentro desse cenário, o presente capítulo aborda a atuação da Embrapa, em parceria com instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nacionais e internacionais, no avanço do conhecimento científico e na transferência de tecnologias, de forma a melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para a sustentabilidade de países em desenvolvimento (meta 14.a). Nesse contexto, são apresentados estudos, avaliações e instrumentos de gestão para a conservação e o uso dos recursos marinhos (meta 14.1), como subsídios para evitar impactos adversos significativos das atividades humanas e tomar

medidas para a proteção, restauração e regulação das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional (metas 14.2, 14.4 e 14.5).

Ações da Embrapa para conservação de recursos marinhos

As ações da Embrapa na conservação de recursos marinhos e estuarinos são bastante recentes e datam de 2003, quando a Embrapa Meio-Norte iniciou projetos voltados ao caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Rio Parnaíba, entre Maranhão, Piauí e Ceará (Ivo et al., 1999). Como base científica à gestão desse importante recurso pesqueiro nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a Embrapa Meio-Norte e a Embrapa Amapá, com a colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), da Universidade Estadual do Piauí, da Universidade do Estado do Amapá e do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), conduziram estudos sobre a biologia reprodutiva, distribuição, abundância, período de ecdise e composição populacional em diferentes ecossistemas de manguezal (Góes et al., 2005; Legat et al., 2007; Amaral et al., 2014; Santos et al., 2018). A Embrapa Meio-Norte, em parceria com a UFPI, Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal Rural do Pará (UFRPA) e Dalhousie University (Canadá), desenvolveu também ferramentas moleculares para o estudo da diversidade e estrutura genética, indicando a existência de uma única população de caranguejo-uçá nas regiões Norte e Nordeste (Mendes et al., 2007; Britto et al., 2009, 2011a, 2011b, 2018; Araújo et al., 2015; Diniz, 2015).

Na cadeia produtiva entre os estados do Maranhão, Piauí e Ceará, a Embrapa Meio-Norte determinou, ainda, métodos de captura, estocagem e transporte que reduziram de 50% para 3% a taxa de mortalidade de caranguejos comercializados vivos (Legat et al., 2005, 2006; Legat; Legat, 2009). Os resultados das pesquisas auxiliaram na manutenção dos estoques naturais e na elaboração do plano de manejo do caranguejo-uçá na APA Delta do Parnaíba, servindo como subsídios para a decretação da Instrução Normativa nº 9, de 2 de julho de 2013 (Brasil, 2013), que dispõe sobre normas e padrões para o transporte de caranguejo-uçá nos estados do Pará, Maranhão, Piauí e Ceará (Figura 1), e para a Portaria nº 725, de 6 de novembro de 2017, que aprova as regras de uso sustentável dos recursos provenientes dos manguezais na APA (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2017).



Fotos: Francisco das Chagas Machado Brandão

Figura 1. Detalhe do transporte de caranguejos em barcos e caminhões conforme orienta a regulamentação.

A partir de 2004, a Embrapa ampliou as ações de pesquisa com recursos genéticos marinhos, visando ao apoio na elaboração de políticas públicas de uso sustentável para a pesca e maricultura. Na área de conservação de recursos pesqueiros, a Embrapa Meio-Norte coordenou estudos de diversidade genética e estrutura populacional de lagostas (*Panulirus argus* e *Panulirus echinatus*), em parceria com a UFC, UFRPA, Dalhousie University (CA), University of Southampton (UK) e University of Central Lancashire (UK) (Diniz et al., 2004, 2005a, 2005b, 2007, 2010; Quadros et al., 2007a, 2007b; Soares et al., 2010; Santos et al., 2018); da corvina (*Micropogonias furnieri*) (Puchnick-Legat; Levy, 2006; Chaguri et al., 2014), com a Fundação Universidade Federal do Rio Grande (Furg) e Universidade Federal do Pará (UFPA); e do caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), com a UFPI, University of Nebraska (EUA) e o National Park Service (EUA) (Amaral et al., 2015).

Quanto à conservação de recursos genéticos com potencial aquícola, a Embrapa atuou em três redes nacionais de pesquisa: 1) na Rede de Ostras Nativas, coordenada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na qual a Embrapa Meio-Norte auxiliou, em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na caracterização molecular das espécies nativas de ostras do gênero *Crassostrea*, distribuídas na costa do Maranhão até Santa Catarina, fornecendo subsídios à diferenciação e separação das espécies para cultivo (Legat et al., 2009; Puchnick-Legat et al., 2010); 2) na Rede de Recursos Genéticos Animais, sob a coordenação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, a Embrapa Meio-Norte padronizou descritores morfológicos com o auxílio de marcadores moleculares e criou bancos de tecido e DNA para espécies nativas de ostras (*Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*) e camarões (*Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Litopenaeus schmitti*) na região Nordeste do Brasil; 3) na Rede de Piscicultura Marinha, coordenada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, a Embrapa Recursos Genéticos realizou o estudo filogeográfico do bijupirá (*Rachycentron canadum*), com a colaboração da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Meio-Norte e do Instituto de Pesca de São Paulo, a fim de compreender a distribuição da diversidade genética da espécie no Brasil, para a formação de um banco de germoplasma (Nepomuceno et al., 2013). A Embrapa Meio-Norte, UFSC e UFRJ avaliaram, ainda, o risco de hibridação natural entre a ostra invasora (*Crassostrea gigas*) e as espécies de ostras nativas (*C. rhizophorae* e *C. gasar*) na costa de Santa Catarina. Os resultados demonstraram que há a geração de larvas híbridas interespecíficas que não completam o seu desenvolvimento e morrem, o que não representa um impacto evolutivo significativo na conservação das populações naturais de ostras nativas (Legat, 2015).

Ações da Embrapa em biotecnologia marinha

Na área de biotecnologia e nanotecnologia, a Embrapa vem, desde 2005, conduzindo pesquisas com substâncias bioativas produzidas principalmente por algas, invertebrados sésseis e bactérias de grande potencial para as indústrias de alimentos, farmacêutica, de cosméticos, agropecuária e biorremediação. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em parceria com o Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos e a Universidade de Londres, vem desenvolvendo estudos com a cianovirina, uma proteína encontrada em algas marinhas azul-esverdeadas (*Nostoc ellipsosporum*) capaz de impedir a multiplicação do vírus HIV (vírus da imunodeficiência humana) no corpo humano (Diniz et al., 2015). A pesquisa compreendeu a introdução da substância em sementes de soja geneticamente modificadas para a sua produção em larga escala. A próxima fase após a produção de sementes será o isolamento da cianovirina e o início dos testes clínicos, com a colaboração do Conselho de Pesquisa Científica e Industrial da África do Sul.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia realizou também, com a colaboração da UFSC e da Universidade de Brasília (UnB), a clonagem e caracterização do gene da via de síntese de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 na microalga marinha *Thalassiosira fluviatilis*, gerando uma ferramenta molecular para auxiliar no aumento das concentrações desses ácidos graxos em sementes de plantas oleaginosas, como fontes alimentares importantes para a saúde humana (Caracterização..., 2010).

A partir de 2007, expedições da Embrapa ao continente antártico foram realizadas para a coleta e prospecção de moléculas ativas da biodiversidade marinha de ambientes extremos. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia coletou recursos biológicos de peixes nototenídeos, buscando o conhecimento dos mecanismos moleculares desenvolvidos para a sua capacidade de resistência a temperaturas extremamente baixas, a fim de desenvolver protótipos na conservação de sêmen e embriões congelados ou em programas de seleção para tolerância ao frio (Costa et al., 2012). A Embrapa Meio Ambiente estudou bactérias resistentes aos raios ultravioletas-C, sequenciando o genoma da espécie *Rhodococcuserythropolis* P27 com maior potencial biotecnológico; e analisou o genoma de espécies de bactérias do gênero *Bacillus* mais resistentes ao estresse ambiental, em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade de São Paulo (USP), evidenciando o seu potencial para a produção de antibióticos (Souza et al., 2011).

Dentre os recursos da biodiversidade brasileira, a Embrapa Meio Ambiente, Unicamp e USP estudaram compostos ativos presentes no extrato produzido do fungo M137, isolado da esponja marinha, *Aplysina fulva*, contra o patógeno *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA) (Martins et al., 2016), e também testaram a eficiência inibitória de extratos obtidos de esponjas marinhas *Kocuria palustris* contra bactérias de peixes, considerando-os fonte potencial para a aquicultura (Schinke et al., 2014). Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Universidade do Estado do Amazonas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Universidade Federal Fluminense estudaram o uso de extratos da macroalga marinha vermelha *Asparagopsis taxiformis* sobre a inibição do crescimento de plantas daninhas da Amazônia, evidenciado o seu potencial como bio-herbicida (Diniz et al., 2011). Por fim, a Embrapa Agroindústria Tropical vem desenvolvendo embalagens biodegradáveis à base de polissacarídeos de algas marinhas, entre outros polímeros naturais, para envolver alimentos de forma biodegradável, tão eficiente e barata como as embalagens de plástico, visando reduzir os danos ao meio ambiente (Sociedade Nacional de Agricultura, 2014).

Impactos da contaminação ambiental sobre mares e oceanos

Diante da preocupação crescente com a poluição por detritos (principalmente plásticos), poluentes orgânicos, metais pesados e compostos de nitrogênio descartados por diversas fontes marinhas e terrestres, a Embrapa vem conduzindo estudos de análise de impactos sobre a biodiversidade marinha e os ecossistemas costeiros (meta 14.2). A Embrapa contribuiu com a Universidade Federal do Rio Grande (Furg) e a Southern Cross University (Austrália) na avaliação da poluição por detritos ao longo das mais importantes praias de nidificação de tartarugas marinhas do litoral da Bahia. As porcentagens de detritos observadas demonstram que os acordos para o controle da poluição não estão sendo respeitados na costa brasileira (Sul et al., 2011).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros e a UFPA estudaram o efeito do metabissulfito, usado na despesca de camarões marinhos cultivados, sobre a mortalidade de caranguejos do mangue. Os resultados demonstraram que a substância é significativamente tóxica e que o caranguejo pode ser usado como um bioindicador para o monitoramento dos manguezais brasileiros (Pedale et al., 2012). A Embrapa Meio Ambiente, USP e Universidade Estadual do Norte Fluminense estudaram o aporte de carbono e nitrogênio do Rio Paraíba do Sul no Oceano Atlântico, por meio da

avaliação dos processos biogeoquímicos atuantes na bacia hidrográfica. Os padrões observados indicam mudanças no uso da terra, em razão da importância da produção crescente de cana-de-açúcar, a qual aumentou as concentrações de C e N no ecossistema estuarino e marinho (Figueiredo et al., 2011).

Pesquisas conduzidas pela Embrapa Meio Ambiente, em parceria com a USP e a Pontifícia Universidad Javeriana (Colômbia), identificaram fungos e bactérias provenientes de manguezais, responsáveis pelo metabolismo do metano, nitrogênio e enxofre, esclarecendo possíveis transformações promovidas por organismos microbianos em sedimentos de manguezais. Esses resultados são importantes para fomentar políticas de conservação dessas áreas, programas de biorremediação e de controle das mudanças climáticas, pois tais organismos agem como consumidores de gases e de detritos oriundos da poluição (Andreote et al., 2012).

Os estudos sobre mudanças climáticas em áreas costeiras e marinhas são recentes na Embrapa. Dentre os trabalhos realizados nos últimos anos, a Embrapa Meio Ambiente participou de uma pesquisa em parceria com a USP, Unicamp, Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Rural de Pernambuco (UFRPE), University of Waterloo (Canadá) e Institut de Recherche pour le Développement (França) que reconstruiu as trocas de vegetação (com referências climáticas) durante o Holoceno na ilha de Fernando de Noronha, PE, com o uso de análises geoquímicas, isótopos de carbono e análises polínicas em solos e sedimentos (Pessenda et al., 2008). O trabalho concluiu que não houve trocas significativas de vegetação, mas constatou variações na vegetação do ecossistema de manguezal que podem estar associadas a eventos climáticos e oscilações do nível do mar e também a eventos antrópicos nos últimos 500 anos.

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, em parceria com a UFS e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), avaliou as tendências de mudanças nas precipitações na costa dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. O estudo apresentou informações importantes para compreensão do regime pluviométrico e para avaliação de postos com maior criticidade nos índices, contribuindo, assim, para tomada de decisões quanto às políticas públicas (Cruz et al., 2017). Outro estudo, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental, UFPA, Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam), analisou os efeitos na mudança da temperatura da superfície do mar e suas consequências na variabilidade do volume de máxima precipitação diária sobre a região de Tomé-Açu no nordeste paraense (Bezerra et al., 2013).

Ações da Embrapa para preservação das zonas costeiras

No âmbito da meta de conservar, até 2020, pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas (14.5), além das ações já citadas da Embrapa Meio-Norte na APA do Delta do Parnaíba, a Embrapa Meio Ambiente e o Ibama realizaram estudos em parceria para a gestão ambiental das atividades rurais desenvolvidas na APA da Barra do Rio Mamanguape na Paraíba. Tais estudos serviram como suporte à avaliação da sustentabilidade dessas atividades sobre o comprometimento dos recursos hídricos na zona estuarina e à implementação do plano de manejo da APA (Rodrigues et al., 2005).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros transformou parte da área do seu Campo Experimental de Itaporanga em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Caju, composta por ecossistemas de restinga, mangue e apicum associados ao bioma Mata Atlântica. Posteriormente, elaborou e implantou o plano de manejo da RPPN do Caju, com uma série de programas e projetos a serem desenvolvidos num lapso temporal de 5 anos, visando contribuir para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, por meio de ações de educação ambiental e pesquisas científicas que orientem o uso sustentável dos recursos renováveis e dos processos ecológicos para o desenvolvimento rural na região (Nogueira Júnior et al., 2015).

A Embrapa tornou-se uma das referências nacionais na gestão de dados e em estudos de modelagem ambiental. Um dos principais produtos desenvolvidos é a base de dados [Agropensa](#), criada pelo Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa, a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A plataforma é baseada em uma ampla base de dados coletados desde a década de 1990 e apresenta informações sobre produção agropecuária brasileira, informações importantes sobre a aquicultura nacional a partir de 2013. É possível saber onde são produzidas 20 espécies diferentes de peixes além de outros pescados, como ostras e camarões.

A gestão de dados específica para a área de aquicultura destaca-se como ações lideradas pela Embrapa. Criada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e coordenada pela Embrapa Meio Ambiente, a Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União conta com a participação de mais de 15 instituições para a geração e disponibilização de dados, informações e conhecimentos sobre a sustentabilidade da atividade

aquícola em reservatórios e no litoral brasileiro. O objetivo principal da rede é subsidiar o governo federal na elaboração de políticas de desenvolvimento da aquicultura, baseando-se na avaliação de possíveis impactos e no estabelecimento de indicadores para o monitoramento e o crescimento ordenado e sustentável da atividade produtiva (Vicente, 2016).

Outro projeto voltado à gestão da informação é o Aquapesquisa, coordenado pela Embrapa Pesca e Aquicultura, o qual construiu um banco de dados contendo informações sobre instituições públicas, privadas e órgãos não governamentais que atuam nas áreas da pesquisa, desenvolvimento, ensino e extensão nas áreas de pesca e aquicultura. Os dados ainda destacam a oferta e a necessidade de tecnologias e conhecimentos dos setores aquícola e pesqueiro, permitindo levantar e qualificar demandas relevantes para o desenvolvimento da pesca e da aquicultura (Rebelatto Junior et al., 2013).

Para auxiliar no gerenciamento de dados de biodiversidade, a Embrapa Informação Agropecuária analisou o sistema de informações utilizado pela Unicamp no projeto temático Biota Gradiente Funcional, conduzido no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. A análise levou em consideração a integração de dados ecológicos e de biodiversidade, as aplicações e limitações do sistema para a conservação e gestão ambiental. Os resultados levaram à conclusão de que os avanços no uso de ferramentas computacionais permitem potencializar o valor de dados coletados em pesquisas individuais para gerenciar informações sobre biodiversidade e ecossistemas (Drucker, 2012).

A Embrapa Monitoramento por Satélite participa do projeto internacional DevCo-Cast e recebeu a instalação de um receptor que permite acessar o componente ocidental do sistema GEONETCast. Esse sistema foi criado para acessar e disseminar informações geoespaciais fornecidas por diversos provedores ao redor do globo, possibilitando a visualização da superfície e da atmosfera e permitindo a obtenção de séries históricas de imagens de satélite. Os produtos gerados a partir da análise desses dados podem auxiliar no processo de tomada de decisões técnicas e políticas, no planejamento do setor produtivo, no uso de terras, no acesso às águas da União e no monitoramento da vegetação, eventos extremos e de dados oceanográficos (Scussel, 2012).

Em outro estudo feito em parceria com a Unicamp, a Embrapa Monitoramento por Satélite e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) avaliaram conflitos, usos, e riscos e vulnerabilidades naturais na zona costeira do estado de São Paulo. A pesquisa foi baseada em indicadores geoespaciais e na modelagem de

fluxos de detritos e eventos de inundação. Os resultados obtidos indicaram as bacias hidrográficas prioritárias para controle de riscos, diferentes processos de análises para diferentes escalas e sugeriram a aplicação da análise do uso e da cobertura de terra para revisão dos planos de manejo costeiro, urbano e planejamento de estratégias para respostas aos desastres naturais (Iwama et al., 2014).

Diante do exposto, fica clara a atuação da Embrapa, em diversas regiões brasileiras por meio de suas Unidades Descentralizadas. Todos os estudos, projetos e resultados compõem as competências da Empresa para gestão, uso e conservação dos mares, oceanos e áreas relacionadas, e contribuem para o cumprimento das metas do ODS 14, Vida na Água.

Referências

AMARAL, K. D. S.; VIEIRA, I. M.; OSÓRIO, F. M.; ROCHA, J. D. M.; LIMA, J. F. Bioecology of the crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) in mangroves influenced by the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 2, p. 213-222, 2014.

AMARAL, M. R. X.; ALBRECHT, M.; MCKINLEY, A. S.; CARVALHO, A. M. F.; SOUSA JUNIOR, S. C.; DINIZ, F. M. Mitochondrial DNA variation reveals a sharp genetic break within the distribution of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* in the Western Central Atlantic. **Molecules**, v. 20, n. 8, p. 15158-15174, 2015.

ANDREOTE, F. D.; JIMÉNEZ, D. J.; CHAVES, D.; DIAS, A. C. F.; LUVIZOTTO, D. M.; DINI-ANDREOTE, F.; FASANELLA, C. C.; LOPEZ, M. V.; BAENA, S.; TAKETANI, R. G.; MELO, I. S. The microbiome of brazilian mangrove sediments as revealed by metagenomics. **Plos One**, v. 7, n. 6, p. 1-14, 2012.

ARAÚJO, E. S.; BRITTO, F. B.; CARVALHO, A. M. F.; ORASMO, G. R.; DINIZ, F. M. Isolation and identification of a new set of microsatellite loci from *Ucides cordatus* genome. **Archives of Biological Sciences**, v. 67, n. 4, p. 1369-1376, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136122/1/ArtigoFabioDinizArchBioSciDez2015.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2018.

BEZERRA, J. M.; PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; SILVA, D. C. Análise da variação no volume de máxima precipitação diária para a região de Tomé-Açu/PA no período de 1985 a 2012 a partir da mudança da temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico Equatorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 18.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 2013, Belém, PA. **Cenários de mudanças climáticas e a sustentabilidade socioambiental e do agronegócio na Amazônia**. [Belém, PA: Ed. UFPA], 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução normativa nº 9, de 2 de julho de 2013. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 jul. 2013, Seção 1, n. 126, p. 33.

BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Desenvolvimento de marcadores moleculares para o estudo da variabilidade genética e estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. In: XIMENES, L. J. F. (Coord.). **Ciência e tecnologia para aquicultura e pesca no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011a. p. 137-166. (Série BNB. Ciência e Tecnologia, 8).

BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M.; PATERSON, I.; BENTZEN, P. Polymorphic microsatellite DNA markers in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura: Ocypodidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 4, p. 1249-1252, July 2009.

BRITTO, F. B.; MENDES, D. S. F.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; DINIZ, F. M. Single primer-based DNA amplification as a suitable and low-cost tool for assessing genetic diversity in mangrove crabs. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 4084-4092, 2011b.

CHARACTERIZAÇÃO do estado da arte em biotecnologia marinha no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. 134 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

CHAGURI, M. P.; MAULVAULT, A. L.; NUNES, M. L.; SANTIAGO, D. A.; DENADAI, J. C.; FOGAÇA, F. H. S.; SANT'ANA, L. S.; DUCATTI, C.; BANDARRA, N.; CARVALHO, M. L.; MARQUES, A. Different tools to trace geographic origin and seasonality of croaker (*Micropogonias furnieri*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 194-200, 2014.

COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R.; SERENO, J. R. B. (Ed.). **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 628 p.

CRUZ, M. A. S.; SILVA, A. A. G. da; AMORIM, J. R. A. de; ALMEIDA, A. Q. de; BRITO, J. I. B. de. Tendências de alterações na precipitação na área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA, 20.; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Juazeiro. **A agrometeorologia na solução de problemas multiescala: anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido: Univasf, 2017. p. 1629-1642. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166588/1/Tendencias.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DINIZ, F. M. Marcadores moleculares e suas aplicações na aquicultura. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. dos S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2015. v. 1, p. 75-95.

DINIZ, F. M.; IYENGAR, A.; LIMA, P. S. C.; MACLEAN, N.; BENTZEN, P. Application of a double-enrichment procedure for microsatellite isolation and the use of tailed primers for high throughput genotyping. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 2, p. 380-384, 2007.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; BENTZEN, P. The hypervariable domain of the mitochondrial control region in Atlantic spiny lobsters and its potential as a marker for investigating phylogeographical structuring. **Marine Biotechnology**, v. 7, n. 5, p. 462-473, 2005a.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Microsatellites in the overexploited spiny lobster *Panulirus argus*: isolation, characterization of loci and potential for intraspecific variability studies. **Conservation Genetics**, v. 6, n. 4, p. 637-641, 2005b.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Polymorphic tetranucleotide microsatellite markers in the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. **Molecular Ecology Notes**, v. 4, n. 3, p. 327-330, 2004.

DINIZ, F. M.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; MACLEAN, N.; BENTZEN, P. Genetic identification of fishing stocks: new tools for population studies of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804). **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 10, n. 1, p. 95-111, 2010.

DINIZ, F.; SANTANA, I.; REYNOL, F. **Fábricas biológicas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Notícias: biotecnologia e biossegurança. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3624041/fabricas-biologicas>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DINIZ, G. S.; BARBARINO, E.; OIANO-NETO, J.; PACHECO, S.; GROSS, S. O. L. Chemical profile and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for five tropical seaweeds. **American Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 3, p. 287-296, 2011.

DRUCKER, D. P. **A integração da informação sobre biodiversidade e ecossistema para embasar políticas de conservação**: o projeto Biota Gradiente Funcional como estudo de caso. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIGUEIREDO, R. O.; OVALLE, A. R. C.; REZENDE, C. E.; MARTINELLI, L. A. Carbon and nitrogen in the lower basin of the Paraíba do Sul river, Southeastern Brazil: element fluxes and biogeochemical processes. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 2, p. 7-37, 2011.

FRIGHETTO, R. T. S.; QUEIROZ, J. F. de. Gestão de agrossistemas e qualidade das águas. In: RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; RODRIGUES, I. A.; NEVES, M. C. M. (Ed.). **Avaliação de impactos ambientais para a gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape/PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. p. 88-110. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129156/1/2005QL-002.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

GÓES, J. M.; FERNANDES-GÓES, L. C.; LEGAT, J. F. A. Avaliação do tamanho de captura do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocypodidae) na APA do Delta do Rio Parnaíba, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **[Livro de resumos]**. Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia, 2005. 3 p. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Portaria nº 725, de 6 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 nov. 2017, Seção 1, n. 215, p. 70.

IVO, C. T. C.; DIAS, A. F.; MOTA, R. I. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no Delta do Rio Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 7, n. 1, p. 53-84, 1999.

IWAMA, A. Y.; SOUSA JÚNIOR, W. C.; ZANETTI, V. B.; SAKAI, R.; XAVIER, J. C. M.; FREITAS, D.; SIMÕES, E.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. C. Climate change, hazards and vulnerability: multiscale analysis in northern coast of São Paulo, Brazil. In: ADAPTATION FUTURES, 2014, Fortaleza. **Abstract...** Fortaleza: Provia: Inpe, 2014. p. 1-2.

LEGAT, A. P. **Anestesia e hibridação experimental em laboratório de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae)**. 2015. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LEGAT, A. P.; OLIVEIRA, J. A. de; LAZOSKI, C. V. da S.; SOLE-CAVA, A. M.; MELO, C. M. R. de; GÁLVEZ, A. O. **Caracterização genética de ostras nativas do gênero Crassostrea no Brasil**: base para o estabelecimento de um programa nacional de melhoramento. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 21 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 192). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80696/1/documento-192.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P. Metodologia para o transporte de caranguejo vivo com baixos índices de desperdícios. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 17, n. 1, p. 115-121, 2009. Nota técnica.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. L. M.; GÓES, J. M. de; GÓES, L. C. F.; ROUTLEDGE, E. A. B. **Biologia, ecologia e pesca do caranguejo-uçá**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2007. 1 cartilha.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. M. L.; GÓES, J. M. de; GÓES, L. C. F. **Caranguejo-uçá: métodos para captura, estocagem e transporte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 26 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 139).

LEGAT, J. F. A.; RASEIRA, M. B.; MARINO, M. V.; MOTA, R. I.; MOURA NETO, D.; DANIEL, R. Avaliação da captura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, através do método tradicional e com a utilização de armadilhas tubulares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. [**Livro de resumos**. Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia], 2005. 3 p. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

MAR e ambientes costeiros. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. 323 p. Disponível em: <http://www.cgge.org.br/publicacoes/mar_amb_cost.php https://www.cgge.org.br/documents/10195/734063/mar_e_ambientes_costeiros_5021.pdf/e4a4d40b-fbc3-4da8-9c7c-552ec0f27470?version=1.3>. Acesso em: 6 mar. 2018.

MARTINS, T.; SCHINKE, C.; QUEIROZ, S. C. N.; BRAGA, P. A. C.; MELO, I. S.; REYES, F. G. Caracterização química de metabólitos produzidos por fungo de origem marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 4., 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Agrônomo do Paraná: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2016. Disponível em: <www.recursosegeneticos.org/ToolSys/Download/Publicacao/32/1>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MENDES, D. S. F.; BRITTO, F. B.; LIMA, P. S. C.; DINIZ, F. M. Uso de microssatélites ancorados como marcadores para o estudo da diversidade genética do caranguejo-uçá. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; SEMINÁRIO DE EXTENSÃO, 1., 2007, Teresina. **Produção científica na realidade contemporânea**: anais. Teresina: Ed. Universidade Estadual do Piauí, 2007. 1 CD-ROM.

NEPOMUCENO, A. R.; FARIA, D. A. de; CAVALCANTI, L. C. G.; BIAZIO, G. R. de; SILVA, N. M. A. da; SANCHES, E. G.; CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; BRAVO, I. A. F.; FOGAÇA, F. H. dos S.; MCMANUS, C.; CAETANO, A. R.; PAIVA, S. R. Filogeografia de *Rachycentron canadum* em cinco estados da costa brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [**Resumos...** Belém, PA: s. n.], 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/978863/1/Belemresumo291filogeografiaPC.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

NOGUEIRA JÚNIOR, L. R.; DOMPIERI, M. H. G.; RANGEL, M. S. A.; RODRIGUES, R. F. de A.; MELO, A. F. R. de; TEODORO, A. V.; MARTINS, C. R.; ANJOS, J. L. dos; CURADO, F. F.; SANTOS, A. da S. dos; SOUZA, F. A.; BARROS, I. de; CARVALHO, L. M. de; CARVALHO, S. S.; NUNES, S. C. **Plano de manejo reserva particular do patrimônio natural (RPPN) do caju**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 75 p. (Embrapa tabuleiros costeiros. Documento, 187).

PEDALE, A. B.; FUJIMOTO, R. Y.; SANTOS, R. F. B.; ABRUNHOSA, F. A. Acute toxicity of sodium metabisulphite on mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda, Ucididae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 1009-1014, 2012.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; LEDRU, M.-P.; ARAVENA, R.; RICARDI-BRANCO, F. S.; BENDASSOLLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; SAIA, S. E. M. G.; SIFEDDINE, A.; MENOR, E. de A. S.; OLIVEIRA, S. M. B. de; CORDEIRO, R. C.; FREITAS, A. M. M. de; BOULET, R.; FILIZOLA, H. F. Interdisciplinary paleovegetation study in the Fernando de Noronha Island (Pernambuco State), northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 4, p. 677-691, 2008.

PUCHNICK-LEGAT, A.; LEVY, J. A. Genetic structure of Brazilian populations of white mouth croaker *Micropogonias furnieri* (Perciformes : Sciaenidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 3, p. 429-439, 2006.

- PUCHNICK-LEGAT, A.; OLIVEIRA, J. A.; ARAÚJO, A.C.; SILVA, N. W. O. Diferenciação genética das espécies de ostras nativas (*Crassostrea sp*) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3., 2010, Rio Grande. **Livro de programação**. [Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia], 2010. p. 00825-00827. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- QUADROS, R. S. S.; CARVALHO, M. R. P.; SOARES, A. G.; LIMA, P. S. C.; BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M. Microsatélites ancorados (ISSR) para a lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: ENCONTRO NORDESTINO DE BIÓLOGOS, 4.; ENCONTRO DE COORDENADORES DE CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DO NORDESTE, 3., 2007, Teresina. **O biólogo e a qualidade de vida**: anais. Teresina: CRBio 5, 2007a. v. 1, p. 64.
- QUADROS, R. S. S.; CARVALHO, M. R. P.; SOARES, A. G.; LIMA, P. S. C.; DINIZ, F. M.; BRITTO, F. B. Seleção de marcadores moleculares para o estudo da diversidade genética em lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; SEMINÁRIO DE EXTENSÃO, 1., 2007, Teresina. **Produção científica na realidade contemporânea**: anais. Teresina: Ed. Universidade Estadual do Piauí, 2007b. 1 CD-ROM.
- REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; PRYTHON, A.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S. de; SOARES, S. S. Diagnóstico estratégico de instituições ofertantes e demandantes de tecnologias em pesca e aquicultura – Projeto Aquapesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 18., 2013, Paulo Afonso. [Anais...]. Paulo Afonso: Ed. Uneb, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166683/1/CNPASA-2013-conbep.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; RODRIGUES, I. A.; NEVES, M. C. M. **Avaliação de impactos ambientais para gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape-PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 230 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129156/1/2005OL-002.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2017.
- SANTOS, L. C. M.; PINHEIRO, M. A. A.; DAHDUOH-GUEBAS, F.; BITENCOURT, M. D. Population status and fishery potential of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in North-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 98, n. 2, p. 299-309, 2018.
- SANTOS, M. F.; SOUZA, I. G. B.; GOMES, S. O.; SILVA, G. R.; BENTZEN, P.; DINIZ, F. M. Isolation and characterization of microsatellite markers in the spiny lobster, *Panulirus echinatus* Smith, 1869 (Decapoda: Palinuridae) by Illumina MiSeq sequencing. **Journal of Genetics**, v. 97, p. e25-e30, 2018. Online resources. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12041-018-0895-y>.
- SCHINKE, C.; MARTINS, T.; SILVA, F. S. P.; SOUZA, D. T.; MELO, I. S.; REYES, F. G. Atividade antibacteriana de metabólitos de actinomicetos marinhos contra patógenos de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. Resumo 427.
- SCUSSEL, A. Embrapa lança sistema de disponibilização de dados geoespaciais. **MundoGeo**, 25 abr. 2012. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2012/04/25/embrapa-lanca-sistema-de-disponibilizacao-de-dados-geoespaciais/>>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- SOARES, A. G.; BRITTO, F. B.; VALENTE, S. E. S.; DINIZ, F. M. Diversidade genética em lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA BIODIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE, 28., 2010, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2010. p. 150.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Embrapa cria embalagens que prometem não agredir o meio ambiente.** Rio de Janeiro, 3 jun. 2014. Disponível em: <<http://sna.agr.br/embrapa-cria-embalagens/>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

SOUZA, W. R.; PARMA, M. M.; SANTOS, S. M.; ÁVILA, L. A.; PELLIZARI, V. H.; MELO, I. S. Isolamento de *Bacillus* sp. e gêneros correlatos de ecossistemas antárticos e potencial de prospecção para descoberta de antibióticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 1 CD-ROM.

SUL, J. A. I. do; SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, n. 4, p. 814-823, 2011.

VICENTE, M. A. **Embrapa vai coordenar Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União.** Brasília, DF: Embrapa, 2016. Notícias: pesca e aquicultura: produção animal: manejo de recursos hídricos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8802988/embrapa-vai-coordenar-rede-nacional-de-pesquisa-e-monitoramento-ambiental-da-aquicultura-em-aguas-da-uniao>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

1 BRITTO, F. B.; SCHMIDT, A. J.; CARVALHO, A. M. F.; VASCONCELOS, C. C. M. P.; FARIAS, A. M.; BENTZEN, P.; DINIZ, F. M. Population connectivity and larval dispersal of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* along the Brazilian coast. **PeerJ**. Accepted April 2018.