

Luis Parente Maia

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele

João Jaime Gomes Marinho de Andrade

(ORGANIZADORES)



ECONOMIA DO MAR

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS
NO ESTADO DO CEARÁ**

**EDIÇÕES
INESP**



ECONOMIA DO MAR

OPORTUNIDADES E DESAFIOS
NO ESTADO DO CEARÁ





Luis Parente Maia

Labomar/UFC

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele

Economia Aplicada/UFC

João Jaime Gomes Marinho de Andrade

Deputado Estadual

(ORGANIZADORES)

ECONOMIA DO MAR

OPORTUNIDADES E DESAFIOS

NO ESTADO DO CEARÁ



ALECE

ASSEMBLEIA
LEGISLATIVA
DO ESTADO
DO CEARÁ

INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE
O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ

Fortaleza, Julho/2023



**INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS
SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO
DO CEARÁ – INESP**

João Milton Cunha de Miranda
Diretor Executivo

**Ernandes do Carmo
Valdemice Costa (Valdo)**
Coordenação Editorial

Valquíria Moreira / Rachel Garcia
Assistente Editorial

Valdemice Costa (Valdo)
Projeto Gráfico e Diagramação

Imagem da Capa
Óleo sobre tela, pintor José Fernandes

Revisão
Vianney Mesquita
Prof. Adj. IV da Universidade Federal do Ceará. Assessor do
Reitor da UFC. Membro da Academia Brasileira de Literatura e
Jornalismo, da Academia Cearense da Língua Portuguesa e da
Arcádia Nova Palmaciana. Jornalista. Escritor - 21 livros.

Catalogado por Daniele Nascimento CRB-3/1023

E17 Economia do mar [livro eletrônico] : oportunidades e
desafios no Estado do Ceará / organizadores, Luis
Parente Maia, Raimundo Eduardo Silveira Fontenele,
João Jaime Gomes Marinho de Andrade. – Fortaleza :
ALECE : INESP, 2023.
441 p. : il. color. ; 17000 Kb ; PDF

ISBN 978-85-7973-197-6

1. Economia. 2. Água. 3. Inovação. I. Maia, Luis
Parente. II. Fontenele, Raimundo Eduardo Silveira. III.
Andrade, João Jaime Gomes Marinho de. IV. Ceará.
Assembleia Legislativa. Instituto de Estudos e Pesquisas
sobre o Desenvolvimento do Estado.

CDD 330

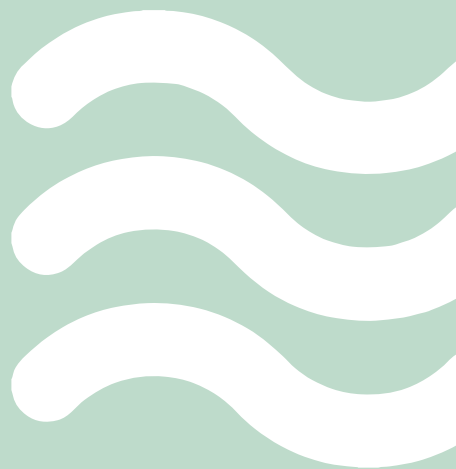
EDIÇÕES INESP
Rua Barbosa de Freitas, 2672, 5º andar
Dionísio Torres, Fortaleza-CE
CEP 60.170-900
Anexo II - Dep. José Euclides Ferreira Gomes - 5º andar
Fone: (85) 3277-3702
presidencialesp@al.ce.gov.br / inesp@al.ce.gov.br

***** DISTRIBUIÇÃO GRATUITA *****

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS ÀS EDIÇÕES INESP.

A presente obra não poderá ser comercializada e sua reprodução, total ou parcial,
por quaisquer meios reprográficos ou digitais, deverá ter a autorização prévia das Edições Inesp.





O agradecimento
é a memória do coração.

(Lao-Tsé)



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
INESP	11
A ECONOMIA DO MAR SOB O JUÍZO SEGURO DE INVESTIGADORES CEARENSES.....	13
1 NOTA INTRODUTÓRIA.....	14
2 PERFIS DOS CAPÍTULOS	15
3 PERFIL LIGEIRO DOS DEZENOVE ITENS	19
4 A MODO DE FIM	41
CAPÍTULO UM – Mensurando a Importância da Economia do Mar no Ceará.....	45
Daniel de Oliveira Sancho Francisco Wellington Ribeiro Raimundo Eduardo Silveira Fontenele	
CAPÍTULO DOIS – Os Impactos Socioeconômicos da Erosão Costeira	69
Luís Parente Maia João Jaime Gomes Marinho de Andrade Antônio Nei de Sousa	
CAPÍTULO TRÊS – A Herança Imobiliária Litorânea	93
João Fiúza	
CAPÍTULO QUATRO – O Transporte Marítimo ante a Mudança Climática.....	101
Almirante-de-Esquadra Elis Treidler Öberg	
CAPÍTULO CINCO – Potencial capital humano azul: o papel da UECE na cadeia produtiva da Economia do Mar.....	128
Samuel Façanha Câmara Hidelbrando dos Santos Soares Felipe Roberto da Silva	
CAPÍTULO SEIS – O Potencial das Energias Renováveis para a Economia do Mar.....	150
Adão Linhares Muniz, Luís Parente Maia, Sérgio Bezerra Lima Junior, Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco e Márcio Albuquerque Quixadá	
CAPÍTULO SETE – Bioprospecção e inovação tecnológica de produtos naturais dos ecossistemas litorâneos no Ceará.....	170
Selene Maia de Moraes Jader Onofre de Moraes	
CAPÍTULO OITO – A Economia do Mar como um Ecossistema de Inovação: o Financiamento das Pesquisas	193
Raimundo Nogueira da Costa Filho – FUNCAP	
CAPÍTULO NOVE – A Arqueologia Marítima no Ceará: Patrimônio Material	202
Augusto César Bastos Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco	



CAPÍTULO DEZ – Economia do Mar e Teoria dos Stakeholders: Mapeamento das Partes Interessadas no Estado do Ceará	224
Fernanda Beatriz Rolim Tavares João Felipe Nogueira Matias Raimundo Eduardo Silveira Fontenele	
CAPÍTULO ONZE – A Produção de Pescados na Economia do Mar do Ceará: Estado Atual e Perspectivas.....	246
João Felipe Nogueira Matias Altemir Gregolin, Sílvia Carlos Ribeiro Vieira Lima Francisco Wellington Ribeiro Daniel de Oliveira Sancho Raimundo Eduardo Silveira Fontenele	
CAPÍTULO DOZE – O Potencial das Águas Subterrâneas para o Desenvolvimento da Zona Costeira.....	267
Luís Parente Maia Sérgio Bezerra Lima Junior Pedro Henrique Augusto Medeiros George Leite Mamede	
CAPÍTULO TREZE – Relevância das Dunas para o Turismo Costeiro	290
Fábio Perdigão Vasconcelos Gustavo Amorim Studart Gurgel Adely Pereira Silveira	
CAPÍTULO CATORZE – Maricultura como Fator de Desenvolvimento da Zona Costeira	316
Glácio Souza Araujo Liane Marli Silva de Araújo	
CAPÍTULO QUINZE – Carbono Azul e Recuperação de Mangues: Potencialidades no Ecossistema no Ceará.....	339
Fernanda Beatriz Rolim Tavares Nicole Stephanie Florentino de Sousa Carvalho Luanna Mariane Pereira Ramos Gil3 Raimundo Eduardo Silveira Fontenele	
CAPÍTULO DEZESSEIS – O Transporte Marítimo e a Economia Global	365
Jamiro Dias de Oliveira Junior	
CAPÍTULO DEZESSETE – Investimento e Comércio Internacional na Economia do Mar do Ceará no Contexto da Transição Energética ...	386
Rômulo Alexandre Soares	
CAPÍTULO DEZOITO – Políticas Públicas para aproveitamento das potencialidades do Mar: Planejamento Espacial Marinho e Lei do Mar	408
Maíra Melo Cavalcante Tarin Cristino Frota Mont'Alverne	
CAPÍTULO DEZENOVE – O HUB da economia do mar no Ceará e sua governança como estratégia para o desenvolvimento sustentável	421
Juliana Rabelo Melo Célio Fernando Bezerra Melo	
Resumo dos Currículos.....	433





APRESENTAÇÃO

Estamos vivendo o início da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável e, embora as investigações nessa área se encontram em expansão, no Brasil, a abordagem econômica do tema carece de estudos, do levantamento e da análise de dados para posterior aplicação nos planejamentos políticos.

Os inúmeros préstimos do mar são insuficientes para que consigamos mensurar sua importância. Seu valor vai muito além das suas utilidades monetárias que, inclusive, não se fixam, ensejando oportunidades que considerem o tripé econômico, social e ambiental e que já foram e serão previstas pela academia e pelos próprios produtores marinhos.

Nesta obra, a economia do mar foi analisada criteriosamente por cientistas que pesquisaram seus impactos no Ceará. Incluem-se aspectos como a erosão costeira, a herança imobiliária, o transporte marítimo, o potencial das energias renováveis, a produção de pescados, a relevância das dunas, a recuperação de mangues, o transporte marítimo, as políticas públicas e o planejamento espacial marinho, dentre outras relevantes questões.

A Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece), por meio do seu Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará (Inesp), distribui esse livro de indiscutível importância para o nosso Estado, pois colabora para a geração de empregos, a gestão do lazer e para a economia do Ceará como um todo.

Dep. Evandro Leitão

Presidente da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará



INESP

O Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará (Inesp), criado em 1988, é um órgão técnico e científico de pesquisa, educação e memória. Ao idealizar e gerenciar projetos atuais que se alinhem às demandas legislativas e culturais do Estado, objetiva ser referência no cenário nacional.

Durante seus mais de 30 anos de atuação, o Inesp prestou efetiva contribuição ao desenvolvimento do Estado, assessorando, por meio de ações inovadoras, a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece). Dentre seus mais recentes projetos, destacam-se o "Edições Inesp" e o "Edições Inesp Digital", que têm como objetivos: editar livros; coletâneas de legislação; e, periódicos especializados. O "Edições Inesp Digital" obedece a um formato que facilita e amplia o acesso às publicações de forma sustentável e inclusiva. Além da produção, revisão e editoração de textos, ambos os projetos contam com um núcleo de Design Gráfico.

O "Edições Inesp Digital" já se consolidou. A crescente demanda por suas publicações alcança uma marca de 2,5 milhões de downloads. As estatísticas demonstram um crescente interesse nas publicações, com destaque para as de Literatura, Ensino, Legislação e História, estando a Constituição Estadual e o Regimento Interno entre os primeiros colocados.

O *Economia do Mar* é mais uma obra do diversificado catálogo de publicações do "Edições Inesp Digital" e que, direta ou indiretamente, colaboram para apresentar respostas às questões que afetam a vida do cidadão.

Prof. Dr. João Milton Cunha de Miranda

Diretor Executivo do Inesp



A ECONOMIA DO MAR SOB O JUÍZO SEGURO DE INVESTIGADORES CEARENSES

(Estudo Preambular)

Vianney Mesquita

(Prof. Adj. IV da Universidade Federal do Ceará. Assessor do Reitor da UFC. Membro da Academia Brasileira de Literatura e Jornalismo, da Academia Cearense da Língua Portuguesa e da Arcádia Nova Palmaciana. Jornalista. Escritor de 21 livros).

Aos Pesquisadores das Ciências do Mar

*Sejam benditos os pesquisadores,
Com seus rigores a colher verdades:
Capacidades de interlocutores
E de ouvidores de obscuridades.*

*Ao perquirir tão insondáveis fatos,
Cujos relatos pedem teorias,
Por estas vias os feitos transatos
Têm, mais que atos, metodologias.*

*Neste exercício de sabedoria,
Ao revelar seus faustos de vivência,
Tranquilidade e doura teimosia,*

*É demonstrado em toda a percuciência,
Extasiando o mundo, que aprecia
Um vivaz operário da Ciência.*

(MESQUITA, Vianney, 2003, p. 12).

1 NOTA INTRODUTÓRIA

A modo de batismo deste ligeiro e comedido segmento, nos remetemos ao *Eclesiastes*, em momento propício, na qualidade de cristão católico e inteirado de que a Ciência é laica – quando indicamos ao consultante, sem que se registrem detalhamentos desnecessários a lhe retirarem o *hour's d'oeuvre* do entendimento principal, manchetes acerca das 19 unidades capitulares deste modelar compêndio que, em azado instante, vem à luz para regozijo do estudioso e satisfação do diletante no Brasil.

A menção a que ora nos reportamos – *Todos os rios entram no mar, e o mar, nem por isso, chega a transbordar* – Bíblia, 1,7, concede uma ideação bastante larga e densa das múltiplas compreensões passíveis do alcance raciocinativo dos leitores acerca deste que é, entre vasta lista de fundações universais primevas, um elemento basilar, fundamental da Criação.

O expresso entendimento configura-se nas inumeráveis serventias do mar, que entesoura magnificamente os mananciais advindos do Ato Criador, e é referenciado como parcela indescartável da existência da totalidade das criaturas - humanas, não racionais, vivas e reíficas (as coisas) - cujo conhecimento é acompanhado, desenvolvido e progredido à medida do tempo, haja vista suas fases e evoluções, considerando-se o fato de que suas compreensões, ações e utilidades não se fixam, indefinidamente, como prontas e aparelhadas. *Contrario sensu*, entretanto (e é o que evidenciam os capítulos neste complexo literário-científico oferecidos mediante os luzentes entendimentos dos nossos produtores), os proveitos do mar experimentam de modificações, melhorias, benfeitorias e vantagens, à proporção temporal e à medida das necessidades.

Não se há de cogitar, no entanto, na ideação refalsada de que à Mãe Natureza, dicção cunhada por Arnold Toynbee (1976), compete entregar, de *main embassée*, todas essas evoluções e aperfeiçoamentos, máxime considerando, em particular, a imensidão e a profundez das águas, porquanto incumbe ao ser humano, com a totalidade dos aparatos que o assistem, na qualidade de pessoa *in anima nobili*, acompanhar as ofertas operadas e dispostas pela transformação automática dos bens naturais, boa ou defeituosa, a depender da condição interventiva humana.

Com efeito, aquele de “alma nobre” realiza este trabalho com o emprego do saber parcialmente ordenado, consoante divisa Herbert Spencer, a fim de que estas conversões se inserem para a melhoria das condições existenciais das pessoas, seus seres, acólitos e ambientes, cujo exemplo, dentre outra copiosidade de modelos, repousa no crescimento do índice de qualidade de vida humana sob registro nos derradeiros anos, bem superior ao relatado há período mais transato, sob os influxos do agrupamento formado e dirigido pelo mar.

Relativamente às Ciências Econômicas – ordenamento de esgalhos disciplinares vinculados à obtenção de emprego de recursos naturais necessários ao bem-estar – em especial no que concerne às interferências marítimas, seus confinantes e equipamentos, embora se afigure óbvio, não é demais expressar a verdade de que o mar e seus conexos possuem um poder imenso, do qual a Humanidade se serve desde a Criação, conforme exprime a letra basta da História, o que descansa reforçado nas compreensões expedidas à extensão do precioso documento agora à disposição, o qual acresce magnificamente o recheio das ideias pertinentes com os novéis e férteis entendimentos.

2 **PERFIS DOS CAPÍTULOS** **(SEM DETALHAMENTOS** **ANTECIPATÓRIOS DESPROPOSITADOS)**

Solicitamos, neste passo, aos consulentes de tomo literocientífico tão munificente como ocorre com este atentarem para a noção de que a nós, na elaboração deste capítulo, nos compete, tão-só, transportar aos seus consultores meras ideias das divisões de matérias feitas pelos cronistas-cientistas, das taxionomias temáticas e temporais expendidas, bem assim, manifestando os aspectos positivos do volume – porquanto inexistem os negativos (SANTOS, 2023). Constituem exemplos, por conseguinte, em **Economia do Mar – Oportunidades e Desafios no Estado do Ceará**, a apropriação esmerada do Código Linguístico Português, a adequação estilística de cada pesquisador, sem amplificação elocutória descabida, a obediência urbana aos lineamentos metodológicos estabelecidos pela Filosofia da Ciência e, no seu global, a observação dos contornos metodológicos con-

ducentes à feitura de tarefas de vulto, totalmente submissas a estes e, por isto mesmo, dotadas de supina qualidade.

Tem ressaltado nesta *magnum opus* da Economia do Mar cearense a inexistência de críticas acerbas e descomedidas a posições e argumentos de escritores-pesquisadores, máxime porque, malgrado existam, elas são encobertas pela umbela do inquisidor qualificado, não pelo aceite gratuito ao arrazoamento equivocado dos escritores aos quais recorreram, mas porque suas contra-razões, exprimidas com a conveniente polidez, afastaram os enganos e convidaram os novos leitores a votarem nos seus testemunhos corretos e neles se matricularem.

Na subseção à imediata continuidade, comentamos em relação a este aspecto.

2.1 Parêntese para Alusão aos Críticos

Jamais sustentamos – isto ninguém há que nutrir – o vezo de proceder a críticas azedas e transpostas às razões da observação leve, verdadeira e salutar, conducente ao avanço do conhecimento, à aparição do saber novo, o que mais interessa ao operário da Ciência. Tampouco tem acolhida o nocivo costume de bater palmas para elocuições frágeis, desde lógicas conhecidas a observações repetidas, manifestas apenas para o agrado de quem escreve mal e reveladoras de debilidade moral e imperfeição elocutória do comentarista. Tal representa um frágil manjar histórico, desprovido totalmente de vigor nutricional à demanda da verdade, e ainda, vez por outra, é capaz de enganar, de saída, os investigadores iniciantes e ainda ingênuos. Por conseguinte, nem tanto ao mar, nem tanto à terra!

Aqui, mais ao mar; ao nosso mar...!

Da análise acerba e maldosa – desta, sim – o mundo está repleto!

Reportando-se a esta matéria, Della-Nina (1985, p. 320) declara mais à frente seu parecer. É que, certamente, melindrado com as opiniões dos comentadores de arte, de cujo chicote apanhou, o poeta e

artista paulistano Sérgio Milliet da Costa e Silva(20.09.1898-09.11.1966) expressou desgosto em relação a alguns deles, assim dizendo, em conhecida dicção:

O crítico é um arquiteto a posteriori, habilitado a desmontar o conjunto da obra peça por peça, para dizer como foi feita e com que material. E nessa tarefa mexeriqueira de desmontagem e remontagem, mais de uma vez se engana e ficam sobrando parafusos.

Sobejas razões assistem ao escritor de **Cartas à Dançarina**, pois os criticastros, quando não usam da louvaminha, da bajulação, fazem o reverso, retalhando comentários sórdidos, repetidamente tangidos pela inveja e animados pela vindita. Os comentaristas de verdade – ao modo dos que fazem **Economia do Mar – Oportunidades e Desafios no Estado do Ceará** – são sóbrios nos seus comentários, pois leves nos reparos e parcimoniosos no elogio. Reprováveis são as críticas encomendadas, como censuráveis se mostram as apologias e os ditirambos.

José Gilberto de Melo Freyre, por sua vez, também reclama, ao exprimir que certos críticos, no Brasil quanto em Portugal, abrem um romance ou um poema à cata de pronomes mal colocados, erros de infinitivo, falhas de metrificação.

Para o intelectual pernambucano, estes se exibem como simples guardas-civis da ordem gramatical, meros mata-mosquitos de higiene da Gramática (*IBIDEM*).

Outro expoente da nossa cultura a verberar contra os aristarcos brasileiros é Gladstone Chaves de Melo, ao se reportar, por exemplo, às increpações de José Feliciano de Castilho (irmão de Antônio, cego) e Franklin Távora, os quais, ao que se dizia, excitados com dinheiro oficial, moveram “injusto e impiedoso” esforço, de estudo, contra o escritor conterrâneo José Martiniano de Alencar, o filho, em relação à polémica travada acerca da *Confederação dos Tamoios*, de Domingos José Gonçalves de Magalhães, o Visconde do Araguaia.

[...] é uma campanha de desmoralização e de descrédito, organizada e levada a efeito com técnica e minúcia, um ataque sistemático e constante ao político, ao jurista, ao dramaturgo, ao romancista, ao escritor... É a crítica soez, feita a retalhos.

Castilho é o tipo de caturra, gramaticóide estreito, exsudando latim e erudição por todos os poros, arvorando-se em mestre do bom gosto, do estilo, em paladino da vernaculidade. (MELO, *Apud* LELLIS, in MESQUITA, 1989).

No concerto internacional, consoante o enorme João W. Goethe (1740-1832), o mais cáustico dos críticos é o amador mais fracassado (DELLA NINA, 1985), referência que, aliás, deve doer profundo a quem é assim conceituado.

O festejado escritor de *O Vermelho e o Negro*, Sthendal (Henrique-Maria Beyle – Grenoble, 23.1.1783; Paris, 27.2.1843), a seu turno, parte para a liça aprestado com os aços afiados da palavra, ao exprimir, revoltado, a uma pessoa que dirigia comentários desairosos a uma de suas obras: “Este homem não tem a minha opinião; logo, é um imbecil; critica o meu livro, logo é um celerado, ladrão, assassino, asno, falsificador, canalha, covarde”. (*IBIDEM*, 319).

Também Jorge Cristóvão Lichtenberg (Ober-Ramstadt, 1.7.1741; Gottingen, 24.2.1749), filósofo e primeiro docente de Física Experimental da Alemanha, acicata os maus críticos, ao exprimir a ideia de que, entre os maiores descobrimentos realizados pela mente, nos últimos tempos, figura a arte de julgar os livros sem sequer os folhear, isto é, o não-li-não-gostei das cabeças desprovidas, que comentam os escritos de alguém, muita vez, sem sequer proceder à leitura das guarnições, as conhecidas *orelhas*.

A modo de remate deste subsegmento – em parte, arrimado em nosso livro **Arquiteto a Posteriori** (Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 2013) – vemos que, efetivamente, esses exemplos, pinçados de centenas de registos procedidos por pessoas afamadas e açoitadas pelos criticóides, malgrado verdadeiros, liberam a verve dos honestos comentaristas, os quais, à isenção, erigem aos seus devidos patamares a arte e a ciência produzidas, conferindo-lhes o merecido lugar no *pantheón* da História, conduzindo-os ou não à posteridade, resistentes ou não resilientes a intempéries e modismos, *exempli gratia*, da indústria cultural, divisada, inauguralmente, por Max Horkheimer e Theodor Wiesengrund Adorno.

3 PERFIL LIGEIRO DAS DEZENOVE SEÇÕES DESTA OBRA-MONUMENTO

Os títulos capitulares publicados em **Economia do Mar – Oportunidades e Desafios do Estado do Ceará** cobrem assuntos atualmente fundamentais, insertos, por obrigatório, na matéria de que cuidam, nomeadamente respeitantes às compreensões da Economia do Mar em trajeto, no âmbito da atual diacronia daquelas matérias dotadas de: a) objeto material devidamente configurado, b) escopo formal definido e c) corpo de doutrina constituído e ordenado – rol mínimo de circunstâncias solicitadas para o estabelecimento de um saber como Ciência, de acordo com o que sugere a Metodologia própria.

Assim, também, pois, sucede em relação às Ciências Econômicas, e à Economia do Mar, na condição de matérias do disciplinamento do saber não totalmente organizado – ao se considerar a conjunção de fenômenos sociais, culturais e de outras feições, sucedida *pro rata temporis* e que, por isso mesmo, modificam ou substituem entendimentos, hoje divisados sob outras ópticas, ou até por haverem perdido o curso em decorrência do fenômeno diacrônico há instantes mencionado.

Ao recorrer ao absolutamente necessário ordenamento do método, a que toda relação científica deve obediência, os cientistas escolheram para abordar itens de Economia do Mar de reconhecida importância – inclusas suas proximidades, como dunas e vegetações, por exemplo – discutindo-os e relacionando-os com apropriada tenção pedagógica, sem procurarem um modo de tratar com excesso de sistematização, à la René Descartes, com vistas a situar uma difusão no âmbito desses assuntos, habilitada a conceder uma centralização às dezenove desta obra-monumento, tendo como termos de mediação a taxinomia e o concertamento das vinculações estabelecidas das Ciências Econômicas com a Economia do Mar.

Conquanto não seja este, em particular, nosso *objectum scientificum querere*, pelo fato de este saber não ter donos, nada demora incursionarmos por ele, com ligeireza e cautela, obediente à imposta responsabilidade, apenas para relatar os mencionados conjuntos capitulares, considerando que a Ciência é horizontal, encadeada, sem extremo de começo nem borda de fim.

Entendemos, no âmbito do nosso laicalismo insolente (alguns serão passíveis, certamente, de falar assim) que, em razão das grandes conexões experimentadas hodiernamente pelos tentáculos das centenas de sub-ramos ordenados do conhecimento, restam redimensionados os antigos limites, o começo e o cabo dos seus feitos.

Isto porque, na visão macro de uma Ciência singular, parece ter sido reformatada aquela departamentalização rigorista dos vários terrenos disciplinares, que, ainda hoje, delinea e serve à Didática com vistas à transferência de ideias a quem estuda, mormente no concerto dos teores de graus de ensino propedêuticos ao ensino superior e, mesmo, na graduação. Tal sucede com as atuais extremas, mesclagens e cruzamentos das Ciências Econômicas com a Economia do Mar.

A determinação desses segmentos curriculares foi, entretanto, por consequência, a fórmula pertinente aplicada para transmutar conteúdos, haja vista a precedência de uns para sossegar o terreno de outras informações a serem recepcionadas na seara escolar, tendo os primeiros como prerequisites.

Quem é capaz de admitir Geometria, se não viu Aritmética? É possível estudar Teoria Literária sem haver transitado pela Gramática? Improvável, decerto, é existir alguém capaz de acolher regamentos de Gastroenterologia e Cardiologia, exemplificadamente, sem haver, com detenção, examinado os haveres de Anatomia e Citologia, matérias inaugurativas, de primeiro semestre, dos cursos de Ciências Médicas.

Convém trazer à colação o argumento de que ainda não deixaram de ter curso pacotes curriculares defeituosos, porém, sob protesto recorrente de pedagogos e psicólogos da Educação, em ensaios e mais experimentos, na demanda por estabelecer um estalão de matérias consentâneo em relação às necessidades educacionais e instrucionais da atualidade.

Daí por que sucede uma constante modificação de grades didáticas na maioria dos cursos, maximamente os universitários, tudo isto em virtude do seccionamento incessante dos ramalhos da Ciência, de que é exemplo bem próximo a extraordinária evolução da Informática, donde, desafortunadamente, procedem muitos malefícios e o grande risco a que, neste momento (dia 24/05/2023) nos submetemos, sob o jugo da festejada inteligência artificial.

Aduzindo mais dificuldade, no entanto, para os raciocínios aqui expendidos, é apropriado externar agora, assentado em Hugo de Vries, o arrazoamento de que o desdobre dos objetos do conhecimento conduziu a uma gradual distinção das Ciências, com o resultante perigo de estreitar a visão a um restrito domínio técnico e de se perder a perspectiva das “[...] grandes conexões da totalidade do ser”. (BRUGGER – **Dicionário de Filosofia**. 2.ed. São Paulo: Herder, 1969).

Ao solicitar essas licenças, após revelar cuidados e primar pela responsabilidade ao operar compreensões que, de qualquer modo, serão componentes do mealheiro histórico das narrações, de agora em vante (aproveitando o instante para empregar expressão do mar), delineamos os módulos-parte deste livro, o qual nos enredou desde lido e decodificado o primeiro capítulo, cujo título está à sequência.

3.1 CAPÍTULO UM

Mensuração da Importância da Economia do Mar no Ceará

Autores:

Daniel de Oliveira Sancho¹, Francisco Wellington Ribeiro²,
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele³

A linha de estudos conformada na Economia do Mar está expressa num complexo de setores da atividade econômica, envolvendo produção, distribuição e consumo, bem como produzindo grandes influxos, não apenas na Economia, mas, também, em aspectos sociais e ambientais.

Ainda em fase de formulação de um conceito, a EM se configura, nos últimos anos, como área investigativa em franca expansão, especialmente pelo fato de a ONU haver estabelecido o período de 2021-2030 como a **Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável**.

1 Assessor de Relações Institucionais, Fecomércio/CE, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Fortaleza, Ceará, Brasil.

2 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, PPAC/UFC, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

3 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, PPAC/UFC, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

No âmbito da abordagem econômica, apenas alguns poucos estudos no mundo foram realizados para medir o contributo da EM para as economias nacionais e subnacionais, malgrado sua relevância. Sobra admitido, então, como importante o esforço para identificar o adjutório da EM para as economias nacionais e subnacionais, uma relevância que ressoa na necessidade crescente de dados sobre atividades econômicas associadas ao mar, para dar suporte a um conjunto de aplicações no planejamento e análise de políticas.

Ante, pois, a relevância e as potencialidades do Ceará quanto às atividades econômicas envolvendo o mar e a zona costeira, eis a oportunidade de analisar a contribuição da EM para a Economia cearense. Os autores, então, assumem como pressuposto a ideia de que o conjunto de atividades econômicas da EM concorre, significativamente, para a economia do Estado cearense.

[OBS.: As informações aqui expressas são todas da autoria e da responsabilidade dos pesquisadores assinantes do Capítulo].

3.2 CAPÍTULO DOIS

Os Impactos Socioeconômicos da Erosão Costeira

Autores:

Luís Parente Maia – LABOMAR-UFC;

João Jaime Gomes Marinho Andrade – Assembleia Legislativa do Estado do Ceará;

Antônio Nei de Sousa – Secretário de infraestrutura do estado do Ceará

Consoante dissertam, magistralmente, os pesquisadores deste módulo, internacionalmente conhecidos, apreciados e amiudemente mencionados [todas as informações concedidas nesta página são de sua autoria], as áreas costeiras tornaram-se mais propensas e vulneráveis a riscos naturais e causados pelo ser humano que levam à erosão costeira, e isso é reconhecido como uma ameaça decorrente da mudança climática global e de outras atividades antropogênicas que alteram os processos naturais de sustentação de praias e costas. A erosão costeira ocorre, principalmente, quando o vento, as ondas e as extensas correntes

costeiras movem a areia da costa e a depositam em outro lugar. A areia é removível para outra praia, para o fundo do oceano mais profundo, em uma fossa oceânica ou no lado terrestre de uma duna. A remoção da areia do sistema de compartilhamento de areia resulta em mudanças permanentes no formato e estrutura da praia. A força do evento não é divisada imediatamente como no caso de tsunamis ou tempestades, mas é igualmente importante quando consideramos a perda de propriedade.

Geralmente, leva meses ou anos para notar a força da erosão; portanto, isso é ordinariamente classificado como um Perigo Costeiro de Longo Prazo.

A mudança climática vai criar desafios mais intensos para a proteção costeira do que os experimentados no passado. As forças sobre as estruturas de proteção estão aumentando e o crescimento do risco de erosão na maioria das áreas costeiras coincidiu com o aumento continuado da população e do investimento.

Uma vez, pois, que a implementação de medidas de proteção costeira necessita de uma antecipação de décadas, a determinação das condições de fronteira para o seu desenho requer uma margem adequada e suficientemente segura para desenvolvimentos previsíveis, para futuro mais remoto. Atualmente, esta é a melhor prática em Engenharia costeira, mas torna-se mais difícil e incerta, à medida que se avança no tempo, uma vez que não há previsões confiáveis para as influências das mudanças climáticas, apenas cenários abrangentes.

Assim, as estratégias de adaptação para proteger a costa devem ser econômicas para estabelecer, a curto prazo, e concebidas de maneira que sejam facilmente adaptadas no futuro, ensejando uma flexibilidade adequada para responder aos efeitos ainda insuficientemente determináveis dos impactos futuros das alterações climáticas.

Em termos de políticas públicas, o Estado do Ceará reconhece a importância de incorporar os estudos sobre a erosão costeira da Secretaria de Infraestrutura para atender a esses requisitos. A compreensão atual dos efeitos das mudanças climáticas nas medidas de proteção costeira deve ser usada para examinar estratégias alternativas para a proteção costeira futura sob uma ampla gama de cenários para os impactos das mudanças climáticas considerados possíveis.

3.3 CAPÍTULO TRÊS

A Herança Imobiliária Litorânea

Autor:

João Fiúza – Engenheiro Civil, Presidente da Diagonal Engenharia e da Victa Engenharia – Fortaleza-CE.

As ponderações ora levadas a efeito na seção sob comento encerram uma inflexão opinativa particular, da nossa lavoura, meramente pelo fato de que a subdivisão temática, diversamente da maioria, deixou de compor o formato de ensaio, obediente à metodologia orientada para a elaboração de um escrito científico. Encontra-se, porém, essa circunstância – convém se atentar para esta verdade - a muitas milhas da distância de exprimir uma pretensa ausência de valor e robusteza do capítulo, de acordo com o que, *multo aliter*, está exposto. O mesmo sucedeu em relação ao trecho 3.4 deste livro – assinado pelo Almirante-de-esquadra Elis Treidler Öberg.

Envolvem o módulo de autoria do Dr. João Ximenes Fiúza, há 41 anos liderando o Grupo Diagonal no Ceará, subtemas de alevantado teor no âmbito da discussão ora estabelecida a respeito da herdade imobiliária coestaduana, expressos sob terminologia correta e exposição consentânea e demonstrativa do alteado conhecimento de que é detentor à extensão de tantos anos.

No ensejo, em ultrapasse ao que evidencia, publicamente, no que respeita à clara obtenção dos saberes variados de que se proveu, hauridos da experiência, *in situ et in persona*, por mais de quatro decênios na textura do trabalho exercitado faticamente, também usufrui, meridianamente, dos teores sorvidos dos bancos, laboratórios e campos de prova acadêmicos, não abandonando, nem uma nem outra vertente. Contrariamente, reuniu ambas num conluio arguto e industrioso, com o viso de conduzir os mais variegados acertos na ampla senda da Engenharia Civil, da Administração, Economia e de outras ramificações do disciplinamento ordenado da Ciência, o que prossegue operando com reforço, determinação e destemor, consoante nitidamente confirmado neste extrato do livro.

O Dr. João Ximenes Fiúza, ao jeito como procederam os demais habílimos investigadores subscritores de **Economia do Mar – Opor-**

tunidades e Desafios no Estado do Ceará, organizou, discutiu, fundamentou e incutiu como certezas no contingente ledor da obra as subseções *Ventos verticais em Caucaia*, *Capital do sol e os arranha-céus*, *Novos Horizontes da construção civil*, *Sustentabilidade e respeito*, e *Ecosystema econômico banhado pelo mar*.

Detivemo-nos gratissimamente surpreendido, mormente porque, embora seu escrito não se haja conformado a um modelo com estalão de ensaio (decerto porque nisso não cogitou), seus desígnios, conforme referido há pouco, sobram alcançados, por intermédio de um Português simples e correto, sem descer à vulgaridade nem subir aos páramos da sobreexcelência vocabular, com aplicação de unidades de ideias assentes ao jargão da Academia, ideações racionais e claras, tudo isto a corroborar o profissional que assenta e o empreendedor por ele manifesto.

3.4 CAPÍTULO QUATRO

O Transporte Marítimo ante a Mudança Climática

Autor:

Almirante-de-esquadra Elis Treidler Öberg – Marinha do Brasil

Conquanto a descrição sustentada por esse estudioso castrense a mancheias não haja sido, a igual do que sucedeu com o imediatamente anterior, arrimado nos ditames propostos pela Metodologia em curso nas universidades e *locis* de investigação científica civis, seus conteúdos de elevadíssimo patamar, pertinentes a assuntos vinculados ao mar, em particular ao transporte marítimo *in omni tempore*, remansam para o pé-de-meia robusto e cada vez mais faustoso da História.

Na condição de investigador (comparável, decerto; superável, jamais), oferece um labor fecundo de conteúdo, vazado nos metódicos procedimentos de que é habitual trabalhador, desde que adentrou a Marinha do Brasil – assim cogitamos – e, agora, no seu zênite, com a profundidade de douto e a praticidade de perito, qualidades que ele enroupa com força investigativa e impressionante elegância vocabular, positivamente assujeitando os consulentes e leitores alistados em seus ensaios.

De efeito, a cada fim de parágrafo, o Almirante-de-esquadra Elis Öberg, com os indicadores novos da matéria, transporta à voracidade óptica e decodificadora de novas mensagens, porquanto o leitor está permanentemente à demanda de contabilizar mais informações para aquietar o seu transporte anímico, ávido por aparelhar-se sempre mais de conhecimentos que o encaminhem ao desenrolar de outras investigações, do mesmo ou de naipe diverso daquele demandado por esse operador científico.

O enredo evolutivo do transporte marítimo encontra-se taxinomicamente repartido nas parcelas que ele denominou, com vistas a diligenciar a matéria por partes, constando dos seguintes argumentos: *Moldura histórica*, *O problema climático*, *A Declaração de Clyderbank*, *Adequação dos portos*, *Fazendas eólicas offshore*, *Planejamento espacial marinho e Perspectivas*.

Sem tencionarmos subtrair o sabor do *dernier plat*, tão aguardado pelos consultantes, apenas reproduzimos, a modo de *apéritif* ou *premier plat*, algumas das Perspectivas expendidas pelo autor, onde se nota, desde já, a amplitude da sua serventia inquisidora.

- Há que se compreender a perspectiva histórica para que entendamos a importância do momento que estamos vivendo para o negócio marítimo. Foram necessários milhares de anos para surgir uma tecnologia que suplantasse a navegação a vela, como ocorreu no século XVIII. Em menos de 60 anos, a propulsão a vapor foi totalmente absorvida e implementada, seja no que tange às dificuldades de capacitação de pessoal, seja no estabelecimento de uma rede de reabastecimento.

Decorridos pouco mais de 100 anos, deparamos nova modificação que, possivelmente, se aproxima, em magnitude, daquela ocorrida no referido passado. A necessidade de mitigar os danos gerados pela poluição atmosférica, causados pelas excessivas emissões de carbono e demais gases causadores do “efeito estufa”, levaram à decisão vinculante da COP21, em Paris, de limitar o aumento de temperatura global, reduzindo ou mesmo eliminando a sua causa.

Ao se alinhar com o processo desencadeado por aquela decisão, a IMO decretou o que será capaz de representar uma das mais profundas transformações no negócio do trans-

porte marítimo. Os novos combustíveis necessários ao atingimento das metas estabelecidas ainda precisam de aperfeiçoamentos, além da superação de óbices tecnológicos diversos, impedindo, portanto, de se vislumbrar uma situação de estabilidade com um novo produto universal e um sistema de distribuição associado, que transmita segurança aos usuários, como temos hoje com os hidrocarbonetos.

[...]

- No mar, as tempestades formam os bons marinheiros. Assim, é lícito exprimir que, no meio empresarial, as crises proporcionam oportunidades que os bons gestores não devem desperdiçar. Este é o momento atual com relação ao mar no Brasil e, em especial, no litoral do Nordeste, onde se expressa uma miríade de situações habilitadas a alavancar um surto de desenvolvimento incomparável.

Ressalto, uma vez mais, a importância, sob todos os aspectos, de um apoio irrestrito ao ordenamento dos mares. Por meio do Planejamento Espacial Marinho e do seu principal documento decorrente - o Plano de Gestão Espacial Marinho - vai ser indigitado o caminho para que transformemos a nossa área com cerca de 5,7 milhões de Km², constituintes da Amazônia Azul, bem como os 7.367 Km de litoral, em um ambiente rico, explorado com sustentabilidade que permita um desenvolvimento harmônico das diversas vertentes socioeconômicas dependentes do mar.

Impende ressaltar, a modo de fecho, a ideia de que, quando da mudança da vela para o vapor, o mote era puramente econômico. A Revolução Industrial, então em andamento pleno, aguçava os espíritos para uma modernidade que espreitava o futuro com perspectivas de menores tempos de travessia e maiores lucros. O arrasto, então, gerado foi inexorável e se manteve por todo o século XX.

[...]

- Encerrando esse panorama evolutivo do setor, exprimo a crença de que os negócios marítimos sairão robustecidos da

época de desafios a qual estamos atravessando, com navios mais seguros e se utilizando de combustíveis mais limpos o que, certamente, contribuirá para um mundo melhor. Principalmente, contudo, externo meu otimismo e a fé na noção de que o Brasil, em especial o Nordeste, saberão se aproveitar do momento e diminuir o *gap* de desenvolvimento ora em curso.

3.5 CAPÍTULO CINCO

Potencial Capital Humano Azul: o Papel da UECE na Cadeia Produtiva da Economia do Mar

Autores:

Samuel Façanha Câmara⁴, Hidelbrando dos Santos Soares⁵, Felipe Roberto da Silva⁶

Com o texto inteiro deste extrato da agricultura desses autores, o segmento 3.5 identifica o potencial na cadeia produtiva das atividades econômicas relacionadas à Economia do Mar no Ceará e a maneira como a UECE intervém nessa relação, com vistas a torná-la economia azul. Os autores coletaram, então, as informações sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e referentes aos dados dos setores da Economia do Oceano em 20 municípios litorâneos do Ceará.

Com efeito, foram estipulados os índices de potencial desenvolvimento dos municípios e setores na Economia do Mar quanto a uma economia amplamente azul com base no parâmetro de pessoal ocupado (PO). Os resultados mostram que os municípios ainda estão aquém do potencial de desenvolvimento esperado, considerando um mínimo de 50% dos vínculos ativos gerados no setor. Isso reflete a importância de investimentos nos demais municípios litorâneos do Estado, além da capital, Fortaleza, que muitas vezes concentra a maior riqueza produzida pelos setores e, naturalmente, enseja uma dependência dos outros municípios em sua economia.

4 Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil / BlueLab (Laboratório de Estudos e Pesquisas em Economia do Mar – PPGA), Fortaleza, CE, Brasil)

5 Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

6 Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil / BlueLab (Laboratório de Estudos e Pesquisas em Economia do Mar – PPGA), Fortaleza, CE, Brasil)

Na contextura estadual, a economia exprime intensa aposta nos recursos costeiros e marinhos. A intervenção de instituições de ensino, entretanto, como a UECE, é apontada como o diferencial para melhorar os índices de capacitação desse potencial capital humano disponível a uma economia azul. O desenvolvimento desses meios, certamente, contribui para o entendimento do tema, pois esses indicadores ajudam a estabelecer conexões locais e regionais de similaridade e discrepância, seja por aspectos sociais, econômicos ou ambientais. Portanto, por meio deste caminho metodológico para a medição da EA, são visualizados os distintos padrões de desenvolvimento sustentável, por área, auxiliando a formulação de planos de ação para o alcance da Agenda 2030 no Brasil.

3.6 CAPÍTULO SEIS

O Potencial das Energias Renováveis para a Economia do Mar

Autores:

Adão Linhares Muniz – Secretário-Executivo de Energia e Telecomunicações (Seinfra-CE); Luís Parente Maia, Sérgio Bezerra Lima Junior, Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco e Márcio Albuquerque Quixadá.

Na condição de pesquisadores da melhor índole científica, os autores explicam, à exaustão e sob os determinantes da Metodologia própria, a força que representam as energias renováveis, com vistas à sua inserção e aos seus benefícios para a Economia do Mar.

3.7 CAPÍTULO SETE

Bioprospecção e Inovação Tecnológica de Produtos Naturais dos Ecossistemas Litorâneos no Ceará

Autora:

Selene Maia de Moraes⁷

Jáder Onofre de Moraes

A Profa. Dra. Selene Maia de Moraes e o Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes estudam os ecossistemas litorâneos, que são configurados de muitas espécies de plantas e animais que interagem em harmonia, e incluem sistemas costeiros, algas marinhas, manguezais, recifes de coral e sistemas interditaes rochosos.

Consoante está no Resumo deste capítulo de sua agricultura – inclusas todas as informações expressas neste excerto – a bioprospecção de espécies marinhas aumenta a descoberta de produtos úteis para a população. O rico ecossistema do manguezal conforma um berçário para inúmeras espécies da fauna e da flora aquáticas. Algumas plantas de manguezais produtoras de frutas ricas em atividades biológicas, como o araticum-do-brejo (*Annona glabra*), com propriedade anticâncer, bem como do marmeleiro-do-mangue (*Dalbergia ecastophyllum*) que fornece uma resina vermelha utilizada pelas abelhas para produzir a própolis vermelha de alto valor econômico, em razão das suas diversas propriedades biológicas. Estas constituem espécies importantes passíveis de ser introduzidas nos manguezais degradados, visando a um reflorestamento sustentável. As algas produtoras de polissacarídeos sulfatados são fontes ricas de metabólitos bioativos com propriedades anticâncer, antioxidante e anticolinesterásica, e o cultivo de algas na costa de Icapuí constitui uma fonte de renda importante na produção de ágar e carragenana, utilizadas nas indústrias de cosméticos e alimentos. A bioprospecção de espécies de peixes marinhos identifica espécies ricas em W-3 com capacidade de inibir a enzima acetilcolinesterase, selecionando, assim, peixes para dietas, visando à prevenção da doença de Alzheimer. O aproveitamento de resíduos de pescado na produção de quitina e quitosana com suporte nas carapaças de camarão constitui uma iniciativa vitoriosa de economia circular.

⁷ Universidade Estadual do Ceará, Curso de Química, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Renorbio, Fortaleza, Ceará-Brasil

3.8 CAPÍTULO OITO

A Economia do Mar como um Ecossistema de Inovação. O Financiamento das Pesquisas

Autor:

Raimundo Nogueira da Costa Filho⁸

O Dr. Raimundo Nogueira da Costa Filho explica, com riqueza de detalhes, o perfil da Economia do Mar como um sistema inovativo e, na sequência, dá o mote acerca de como o pesquisador opera para obter, por parte da Instituição estadual sob sua direção, os recursos, a fim de levar adiante as investigações atinentes à matéria.

3.9 CAPÍTULO NOVE

A Arqueologia Marítima do Ceará – Patrimônio Material

Autores:

Augusto César Bastos⁹, Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco¹⁰

“A costa brasileira possui extensão de aproximadamente 8.500 km, e o Brasil exerce jurisdição sobre a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais, tanto na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) quanto na sua plataforma continental, chegando os limites da segunda a ultrapassar as 200 milhas náuticas. Esse imenso cenário marinho, além de ser dono de imensas riquezas naturais, possui depositado em seu leito os restos de centenas de naufrágios ocorridos desde o início do processo de colonização europeia feita com início no século XVI. Os naufrágios, na sua maioria, são como “cápsulas do tempo”, que guardam a cultura material de sociedades organizadas do passado (GUIMARÃES, 2011)”.

Iniciando-se com o excerto acima, aspeado, os autores procedem a excepcional investigação, com o máximo de detalhamento e, na sequência, historiam o naufrágio da embarcação a vela – *Palpite* – perto da foz do rio Acaraú.

8 Presidente da Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

9 Instituto do Ceará (Histórico, Geográfico e Antropológico).

10 Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto – UFC.

3.10 CAPÍTULO DEZ

Economia do Mar e Teoria dos Stakeholders: Mapeamento das Partes Interessadas no Estado do Ceará

Autores:

Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹¹, João Felipe Nogueira Matias¹², Raimundo Eduardo Silveira Fontenele³¹³

RESUMO (Escrito pelos Autores)

A economia do mar é matéria ascendente, a ocupar espaço considerável no meio acadêmico nos últimos anos, em razão da sua relevância. Retrata um conceito interdisciplinar, visando a estudar o uso e a riqueza dos recursos naturais dos mares, oceanos e zonas costeiras com vistas a assegurar a sustentabilidade nessas regiões. No Ceará, a economia do mar reúne várias atividades que apoiam o desenvolvimento local, regional e estadual, com produção dos pescados, robusto setor turístico, turismo náutico esportivo, potencial para energias renováveis, dentre outros. Haja vista a relevância e as potencialidades do Estado quanto às atividades econômicas envolvendo o mar e a percepção da existência dos mais diversos *stakeholders* e possíveis conflitos entre estes, surge a necessidade de identificar e gerenciar os interesses dos grupos envolvidos, de maneira sustentável e mantendo o crescimento econômico. Este experimento objetivou proporcionar discussões relacionadas à economia do mar, associando à Teoria dos *Stakeholders*, e identificar quais destes estão no Ceará, mostrando, também, sua participação. Constatou-se, por conseguinte, a relevância da participação e do envolvimento dos segmentos interessados nas discussões e elaborações, além das tomadas de decisões que os afetem, considerando-se as dimensões sociais, econômicas e ambientais.

11 Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

12 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

13 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

3.11 CAPÍTULO ONZE

A Produção de Pescados na Economia do Mar: Estado Atual e Perspectivas

Autores:

João Felipe Nogueira Matias¹⁴, Altemir Gregolin¹⁵, Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima¹⁶, Francisco Wellington Ribeiro¹⁷, Daniel de Oliveira Sancho¹⁸, Raimundo Eduardo Silveira Fontenele¹⁹

RESUMO (Escrito pelos Autores)

A produção de pescado proporciona importante contribuição para o desenvolvimento socioeconômico, gerando benefícios para a sobrevivência humana e o desempenho econômico de muitos países e regiões. Dentro da Economia do Mar, é um dos setores de destaque, particularmente no Brasil e no Ceará. Nesse contexto, mostram-se o estado atual e as perspectivas para a produção de pescado, sobretudo no Brasil e no Estado Cearense. Estatísticas mundiais e brasileiras são analisadas, enquanto, para o Ceará, foca-se na contribuição do pescado para a pauta exportadora local. Dentro da produção de pescado, a aquicultura se destaca no País e no Estado, assim como ocorre no mundo, sendo possível conjecturar expectativas de crescimento da aquicultura passíveis de chegar, em cenário otimista, a mais de um milhão de toneladas no Brasil e a mais de 82 mil toneladas no Ceará.

14 Engenheiro de Pesca e Administrador; MBA em Gestão Empresarial; Mestre em Aquicultura e Sustentabilidade; Mestre em Administração e Controladoria, Doutor em Biotecnologia de Recursos Pesqueiros; Pós Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra; Doutorando em Administração e Controladoria; Cientista Chefe da Pesca Artesanal e da Aquicultura Familiar da FUNCAP/ Ceará.

15 Médico Veterinário; Mestre em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade – Planejamento e Políticas na América Latina e Caribe; Ex-Ministro da Pesca e Aquicultura.

16 Engenheiro Agrônomo; Mestre em Irrigação e Drenagem; Doutor em Irrigação e Drenagem; Pós Doutor em Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura Irrigada; Secretário-Executivo do Agronegócio da Secretaria do Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará – SEDET.

17 Economista; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente; Doutorando em Administração e Controladoria; Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, PPAC/UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

18 Economista; Mestre em Economia Aplicada ao Agronegócio; Assessor de Relações Institucionais, Fecomércio/CE, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Fortaleza, Ceará, Brasil

19 Economista; Mestre em Economia Rural; Doutor em Economia; Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, PPAC/UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

3.12 CAPÍTULO DOZE

O Potencial das Águas Subterrâneas para o Desenvolvimento da Zona Costeira

Autores:

Luís Parente Maia²⁰, Sérgio Bezerra Lima Júnior²⁰,
Pedro Henrique Augusto Medeiros²¹ e George Leite Mamede²²

“A quantidade de água no Planeta Terra é considerada constante desde 500 milhões de anos, porém a maior parte dela, que corresponde a 97,5%, está contida nos mares e oceanos e, portanto, é salgada. Excluindo a água congelada dos polos, a água doce representa apenas 0,6% do total. Destes, 98% estão contidas nos aquíferos e apenas 2% nos rios e lagos. Haja vista a crescente demanda dos recursos hídricos, a exploração das águas subterrâneas é alternativa bem atraente para o abastecimento, em virtude da sua abundância, qualidade e relativo baixo custo de captação, principalmente considerando-se a condição inadequada de qualidade das águas superficiais, em associação ao elevado custo do seu tratamento para os diversos usos e a escassez verificada em algumas regiões. Assim, o recurso hídrico subterrâneo se fez estratégico para desenvolvimento econômico da sociedade, devendo, portanto, ser protegido contra a poluição.

É importante considerar as águas subterrâneas no ciclo hidrológico, de modo que sua exploração para os diversos usos não altere o fluxo de base das águas superficiais. A Resolução nº 22, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, estabelece que os planos de recursos hídricos devem promover a caracterização dos aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos e com o meio ambiente, visando à gestão sistêmica, integrada e participativa das águas(...)”.

(OBS.: Este extrato do texto é parte das Considerações Finais do Capítulo 3.12).

20 Universidade Federal do Ceará

21 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

22 Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

3.13 CAPÍTULO TREZE

Relevância das Dunas para o Turismo Costeiro

Autores:

Fábio Perdigão Vasconcelos²³, Gustavo Amorim

Studart Gurgel²⁴, Adely Pereira Silveira²⁵

“As dunas são unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, sendo formadas pelos ventos, e são móveis, fixas ou semifixas. Consideradas importantes ecossistemas, cobertas ou não por vegetações, têm como a sua maior importância a proteção da costa, contra a força das marés, temporais, ressacas e outros fenômenos climáticos, acumulação e transporte de sedimentos. Além de serem porosas, absorvem água, sendo o principal reservatório de água doce do litoral (...)”.

(OBS. Excerto da Introdução do Cap. 3.13).

23 Professor da Universidade Estadual do Ceará - Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (UECE/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, fabioperdigao@gmail.com;

24 Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará – (UECE/PROPGEO/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, gustavo.gurgel2012@gmail.com

25 Professora da Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza. Doutoranda em Geografia (UECE/PROPGEO/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, delysilveira@gmail.com

3.14 CAPÍTULO CATORZE

Maricultura como Fator de Desenvolvimento da Zona Costeira

Autores:

Glacio Souza Araújo²⁶, Liane Marli Silva de Araújo²⁷

RESUMO (Escrito pelos Autores)

As algas marinhas são organismos bentônicos amplamente distribuídos à extensão das costas, desde as regiões tropicais até as polares. Fazem parte do Reino *Plantae* e, como as plantas terrestres, as algas marinhas também constituem a base da cadeia alimentar, mas em ecossistemas aquáticos, estando entre os principais produtores primários. O cultivo e a utilização de macroalgas marinhas em determinada comunidade costeira têm o seu benefício ecológico, econômico e social, sendo utilizada para a alimentação humana e animal, fabricação de produtos de beleza, compostos bioativos, como o ágar, carragenana e alginato, produção de extratos, para emprego na germinação de sementes ou como *spray* foliar, visando a um melhor desempenho e a rendimento das culturas, e a biomassa resultante desse extrato será usada como biofertilizantes, aplicados diretamente no solo de variados cultivares. Em regiões tropicais, é importante destacar o gênero *Gracilaria* (*Rhodophyta*), amplamente cultivado em razão do seu alto rendimento de ágar, como a espécie *Gracilaria birdiae*. Os moluscos são largamente distribuídos e comercializados em todo o mundo. No Brasil, a atividade de extração e beneficiamento de moluscos (mariscagem) é praticada em quase toda a zona costeira, sendo exercida, em sua maioria, por mulheres, as quais retiram as espécies do ambiente diretamente com as mãos ou com auxílio de instrumentos simples. Entre os moluscos está a ostra do mangue, *Crassostrea rhizophorae*, importante recurso pesqueiro encontrado nos estuários da costa brasileira. Neste capítulo abordam-se a maricultura de macroalgas e moluscos como fator de desenvolvimento da zona costeira.

26 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Acaraú*, Ceará, Brasil.

27 Instituto Agropolos do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

3.15 CAPÍTULO QUINZE

Carbono Azul e Recuperação de Mangues: Potencialidades no Ecossistema do Ceará

Autores:

Fernanda Beatryz Rolim Tavares²⁸, Nicole Stephanie
Florentino de Sousa Carvalho²⁹, Luanna Mariane Pereira
Ramos Gil²⁹, Raimundo Eduardo Silveira Fontenele²⁹

RESUMO (Escrito pelos Autores)

Carbono azul configura todo aquele capturado e armazenado em ecossistemas costeiros. Seu papel chama a atenção em todo o mundo em decorrência das contribuições para as mudanças climáticas, já que os manguezais armazenam quantidades significativas de carbono, mas, em razão das perdas de áreas desse ecossistema, grandes quantidades do mencionado produto armazenado são emitidas, contribuindo, assim, para o aquecimento global. As metodologias de compensação de carbono em zonas costeiras são, hoje, divisadas como estratégias para recuperação dos mangues e continuação de serviços ecossistêmicos que eles fornecem. Considerando as potencialidades do Ceará, detentor do ecossistema em 22 municípios, com 19.518,21 ha em área de mangues, correspondente a 1,40% em relação à área total do País – e de relevância para o equilíbrio ambiental, com potencial de contribuir na mitigação de impactos ambientais – merecem atenção por serem ecossistemas sensíveis, necessitando de cuidados e preservação. Este capítulo, pois, debate, com procedência no conhecimento de experiências nacionais e internacionais, acerca do modo como a compensação de carbono de zonas úmidas costeiras (carbono azul) é passível de contribuir para o aspecto social e econômico, bem assim com vistas à preservação de mangues no Ceará.

28 Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

29 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

3.16 CAPÍTULO DEZESSEIS

Transporte Marítimo e Economia Global

Autor:

Jamiro Dias de Oliveira Junior³⁰

“No correr da história da civilização, os povos que se encontram distantes, mas partilham o acesso ao mar, estão constantemente ligados, maioritariamente, por meio do transporte marítimo. Estradas e ferrovias são, obviamente, necessárias para o transporte terrestre e são capazes de fornecer a alternativa ao transporte marítimo em alguns contextos domésticos e internacionais, mas, muitas vezes, são inviáveis ou muito caras em razão das distâncias extensas. Hoje, as pessoas se movem mais rapidamente por via aérea, ao passo que as informações fluem, mais facilmente, por meio da tecnologia de telecomunicações do que a bordo de embarcações marítimas. O transporte marítimo continua, todavia, a dominar a condução, desde longa distância, de mercadorias físicas”.

(OBS. Excerto da Introdução do Capítulo 3.16).

3.17 CAPÍTULO DEZESETE

Investimento e Comércio Internacional na Economia do Mar no Ceará no Contexto da Transição Energética

Autor:

Rômulo Alexandre Soares³¹

À continuidade, reproduzimos a epítome escrita pelo investigador, condensando a matéria do Capítulo 3.17.

O trabalho “explora um conjunto de evidências em torno da atração de negócios internacionais para a Economia do Mar do Ceará

³⁰ *Commercial Director of NML Tankers & Bulkiers Shipping Agency*

³¹ *Sócio do escritório APSV Advogado, cofundador do Festival Winds For Future*

em atividades intensivas em capital e expressivamente conectadas à transição energética - nomeadamente, a geração de energia elétrica *offshore* e a operação de terminais portuários de apoio e transporte internacional de vetores energéticos. De fato, há pouco mais de três anos, sobretudo após a crise europeia decorrente do conflito entre a Rússia e a Ucrânia, estabeleceu-se uma corrida global para a produção de hidrogênio, necessariamente verde, em razão dos compromissos assumidos pelas economias daquele Continente no Acordo de Paris, em 2015. No caso do Ceará, a cadeia de suprimentos do hidrogênio verde (H2V) mostra-se diretamente associada à Economia do Mar. Por um lado, a geração de energia eólica *offshore* na extensa costa cearense, com cerca de 573 km, evidencia-se como importante fonte de energia renovável para a eletrólise. Por outra parte, uma vez produzido, pretende-se que o H2V seja exportado pelo porto do Pecém para o mercado consumidor mais imediato que está na porção leste do Atlântico Norte, ou seja, no Velho Mundo. O capítulo ora sob relato conjuga, portanto, uma combinação de vantagens locais naturais e de mercado favoráveis à expansão dessas atividades da Economia do Mar por parte de empresas estrangeiras que já atuam no Ceará, bem como por novos *players*, repetindo e aprofundando, o que já ocorreu quando do desenvolvimento da geração *onshore* de energias eólica e solar no Ceará, desde os anos de 1998, desta vez, entretanto, com intenso influxo, também, nas exportações do Estado”.

3.18 CAPÍTULO DEZOITO

Políticas Públicas para Aproveitamento das Potencialidades do Mar

Autores:

Maira Melo Cavalcante³² e Tarin Cristino Frota Mont’Alverne³³

RESUMO (Escrito pelos Autores)

O aumento da demanda pelos recursos marinhos vivos e não vivos, bem como a fragmentação de instrumentos institucionais e jurídicos

32 Universidade Federal do Ceará (UFC), Programa de Pós-Graduação em Direito, Fortaleza, Ceará, Brasil

33 Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil

cos aplicados aos ambientes marinhos, são capazes de contribuir para a degradação dos ecossistemas. Assim, a implementação de políticas internacionais, nacionais e locais direcionadas para o enfrentamento dos desafios oriundos da industrialização da Amazônia Azul é sobradamente importante para garantir a conservação e o uso sustentável dos recursos marinhos. Analisa-se, aqui, sobre as políticas públicas ambientais nos níveis de jurisdição, mas com ênfase para as políticas no Estado do Ceará. Dentre as políticas, destacam-se a atuação no Planejamento do Espaço Marinho brasileiro e a Política Estadual de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos do Mar, conhecida como Lei do Mar do Estado do Ceará.

3.19 CAPÍTULO DEZENOVE

O Hub da Economia do Mar e sua Governança como Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável

Autores:

Juliana Rabelo Melo³⁴ e Célio Fernando Ribeiro de Melo³⁵

Com profundidade temática, qualidade argumentativa, bem como correta e fácil manifestação elocutória, os autores dissertam, magnificamente, a respeito desta matéria de capital relevância no âmbito da Economia do Mar, feita estratégia para o desenvolvimento sustentável no Estado do Ceará.

Após cobrir o tema com didática irrepreensível – o que o leitor vai comprovar – os pesquisadores consumam o assunto, ao expressarem a ideia de que aprestar “[...] profissionais qualificados e fomentar os pequenos negócios é parte importante do processo para consolidar, justa e inclusivamente, a Economia do Mar no Estado, sob pena de limitar o acesso apenas às grandes empresas, aumentar a concentração de renda e o contingente de vulneráveis”.

34 Graduada em Administração de Empresas pela Universidade de Fortaleza; MBA em Finanças pela Escola de Negócios Saint Paul; mestra em Administração pela Universidade de Ciências Aplicadas de Deggendorf.

35 Economista, mestre em Negócios Internacionais, membro da Academia Cearense de Economia, sócio da BFA Investimentos, vice-presidente da APIMEC Brasil, secretário-executivo de Regionalização e Modernização da Casa Civil do Governo do Estado do Ceará.

4 A MODO DE FIM

Experimentamos demarcado contentamento com o fato de havermos sido convidado a proceder à redação do capítulo introdutório desta conjunção de temas de utilidade geral, à disposição neste novo livro, salvante lapso, o primeiro a englobar o argumento da Economia marítima, concertada em particular, nas raias do Estado do Ceará.

É indene de dúvidas o fato de que, entre outros proveitos, vai servir aos setores governamentais para, com amparo nos seus apontamentos, terem a oportunidade de complementar as ações projetadas de Governo e de Estado-Membro, ao recepcionar as intenções da obra, ou mesmo reparar posições eventualmente equívocas, por míngua de orientações mais eficazes.

Com efeito, os organizadores/autores deste verdadeiro guia-texto, Prof. Dr. Luís Parente Maia (LABOMAR-UFC), Dr. Raimundo Eduardo Silveira Fontenele (Depto. de Economia Aplicada - UFC) e Dr. João Jaime Gomes Marinho, Deputado à Assembleia Legislativa do Ceará, decidiram editá-lo, com a vênua dos demais escritores. Incluímos nesta menção o engenheiro-civil Dr. João Ximenes Fiúza, pois foi partícipe das conversações mencionadas no parágrafo imediatamente anterior destas notas, uma das razões para que o volume sob comentário viesse à publicidade. Ele é diretor das empresas Diagonal Engenharia e Victa Engenharia, de Fortaleza-CE, autor do Capítulo 2, já por nós comentado no item 3.3 desta seção, com elogios comedidos, verdadeiros e imparciais.

Agrada-nos por demais referir, neste passo, à personalidade e ao profissionalismo do Prof. Dr. Luís Parente Maia, investigador com quem travamos conhecimento e relação funcional há vários anos, na Universidade Federal do Ceará, feito seu comparte, no que se relaciona às revistações de tarefas acadêmicas vinculadas às Ciências do Mar, constantemente de nível insuperável, tanto no que concerne aos seus teores fixos, maiormente para transferência didática, como na exposição de novidades científicas por ele manifestas numa sede perene de perseguir o saber novo.

Nesta posição patente de inquisitor *est assidue opus*, esse mestre e esquadrinhador, principalmente dos saberes marítimos, conforme se declara neste lance da Economia do Mar, vive sob incessante desassossego, no intento de descobrir o conhecimento adicionado do caráter de novidade, para o bem da Humanidade (aliás o compromisso do saber parcialmente ordenado), sempre à demanda infrene de compartilhá-lo e no tentame de dessedentar a sempre insaciável e sequiosa garganta da Ciência.

Assim, nos revelamos agradecido pelo lance que nos cometeram de fazer esses ligeiros e despreziosos comentários a respeito da publicação cearense mais importante dos derradeiros tempos – **Economia do Mar – Oportunidades e Desafios do Estado do Ceará.**

Como se delimita na epígrafe de Lao-Tsé, o “velho mestre” da antiga China, desaparecido em 531 a.t.c, o agradecimento é a memória do coração.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência**. Introdução ao Jogo e suas regras. 12. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

BÍBLIA. **Eclesiastes**, 1.7.

BOCHENSKI, J. M. **Diretrizes do Pensamento Filosófico**. Trad. Alfred Simon. São Paulo: Herder, 1961.

BRUGGER, Walter. **Dicionário de Filosofia**. Trad. Antônio Pinto de Carvalho. 2 ed. São Paulo: Herder, 1969. 574p.

DESCARTES, René. **Discurso sobre o Método**. Trad. Torrieri Guimarães. São Paulo: Hemus, 1972.

JASPERS, OSB. Ludgero. **Manual de Filosofia** (baseado em C. H. Lahr). 6.ed. São Paulo: Melhoramentos1932. 696 p.

JOLIVET, Régis. **Curso de Filosofia**. Rio de Janeiro: AGIR, 1957.

LÉLLIS, Raul Moreira de. **História Literária do Brasil**. São Paulo: Nacional, 1970.

MENEZES, Raimundo de. **Dicionário Literário Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 1969.

MESQUITA, Vianney. Método e Conhecimento – Confluência Integral. *In: Esboços e Arquétipos* – Língua – Ciência – Literatura. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2016. 228 p.

MESQUITA, Vianney. A Respeito dos Críticos. *In: Arquiteto a Posteriori*. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 2013. 252 p.

MESQUITA, Vianney. **Repertório Transcrito**. Notas Críticas Ativas e Passivas. Sobral: Edições Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2003. 192 p.

NINA, Della A. **Dicionário da Sabedoria**. São Paulo: Fitipaldi, 1985.

SANTOS, Arnaldo. Convívio Saudável com a Escrita Russa. *In: SIDORENKO, Dmitry. De Khabarovsk a Fortaleza*. Fortaleza: RDS Editora, 2023.

TOYNBEE, Arnold. **Estudos de História Contemporânea**. Rio de Janeiro: Nacional, 1976.



CAPÍTULO UM

MENSURANDO A IMPORTÂNCIA DA ECONOMIA DO MAR NO CEARÁ

Daniel de Oliveira Sancho¹,
Francisco Wellington Ribeiro²,
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele³

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior extensão costeira do mundo. Dentre todas as unidades federativas do país, 17 estados têm território que abrange o litoral. O estado do Ceará, particularmente, ocupa a sétima maior extensão territorial na costa brasileira, com cerca de 573 km, ou aproximadamente 8% da extensão costeira do país. Além disso, o estado cearense é o sexto com maior número de municípios defronte ao mar, totalizando 20 municípios (IBGE, 2023).

Tanto em nível nacional, como no caso específico do Ceará, existe uma importante presença das atividades que compõem a economia do mar, com grande potencial de incremento. Além disso, há uma competitividade a ser considerada frente à economia como todo que, como apontam Carvalho (2018) e Carvalho e Moraes (2021), o tamanho da economia do mar no Brasil, com seus impactos socioeconômicos, ainda são desconhecidos.

Globalmente, a economia do mar respondeu por USD 1,5 trilhão ou 2,5% do valor adicionado bruto do mundo em 2010 (OECD, 2016). Apenas nos Estados Unidos, a economia do mar representou USD 373 bilhões ou 1,8% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2018 (NICOLLS *et al.*, 2020). Na China, a economia do mar respondia por USD 877 bilhões ou 9,5% do PIB em 2013 (YAN *et al.*, 2015). No Brasil, a economia do mar somou USD 286 bilhões ou 19% do PIB nacional em 2015 (CARVALHO; MORAES, 2021).

-
- 1 Assessor de Relações Institucionais, Fecomércio/CE, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Fortaleza, Ceará, Brasil.
 - 2 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, PPAC/UFC, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.
 - 3 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, PPAC/UFC, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Mas no que consiste a economia do mar? A economia do mar consiste em um complexo de setores da atividade econômica, envolvendo produção, distribuição e consumo, e produzindo grandes impactos não apenas na economia, mas também em questões sociais e ambientais. Nesse sentido, o alcance de prosperidade econômica de um país ou região, juntamente com a busca por respeito às condições humanas e ao meio ambiente, constituem a base para a economia do mar (BARI, 2017; OECD, 2016). Sobretudo por que não é de agora, que os oceanos vêm sofrendo fortes pressões, por consequências de mudanças ambientais e econômicas sem precedentes e ainda pouco compreendidas, afetando a vida no mar e na terra (KILDOW; MCLLGORM, 2010).

Ainda em fase de construção de um conceito, a Economia do Mar vem se configurando nos últimos anos como um campo de pesquisa em franca expansão, notadamente pelo fato da ONU ter estabelecido o período de 2021-2030 como a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável. Fundamentalmente, a Economia do Mar integra em seu quadro analítico perspectivas sociais, econômicas e ambientais sobre o tema. Estudos voltados à avaliação da contribuição das atividades relacionadas à economia do mar têm sido cada vez mais desenvolvidos pelas nações que já reconheceram a importância da mesma para a economia nacional.

A noção da economia do mar como complexo econômico, ou seja, um *cluster* de setores interconectados, tem sustentação em muitos estudos sobre o tema (CARVALHO; MORAES, 2021; COLGAN, 2013; KILDOW *et al.*, 2016; NICOLLS *et al.*, 2020; OECD, 2016). Colgan (2013) aponta que a economia do mar pode envolver a produção de bens e serviços que usam recursos marinhos como insumos ou que serão usados no ambiente marinho (o que é produzido) e a localização geográfica da atividade econômica que permite uma relação com o mar (onde é produzido).

Já Carvalho e Moraes (2021), admitem que a economia do mar envolve atividades econômicas influenciadas diretamente pelo mar, inclusive aquelas que não tem o mar como insumo, mas são realizadas próximas ao mar. No estudo de Kildow *et al.* (2016), a economia costeira pode ser definida como toda atividade econômica realizada na zona costeira, enquanto que a economia do mar seria definida como toda atividade econômica que advém do mar, total ou parcial-

mente. Em complemento, a economia do mar, fundamentalmente, deve incluir tanto as atividades tradicionais ou já consolidadas, a exemplo da pesca, do turismo e do transporte marítimo, como envolver outras atividades emergentes, a exemplo das energias renováveis, da aquicultura, da extração em águas profundas e da biotecnologia e bioprospecção marinhas (CARVALHO; MORAES, 2021; OECD, 2016).

Neste sentido, consideramos a economia do mar como um complexo econômico ou *cluster* de setores interconectados (CARVALHO; MORAES, 2021; COLGAN, 2013; FENICHEL *et al.*, 2020; KILDOW; MCLLGORM, 2010; NICOLLS *et al.* 2020; OECD, 2016), que envolve tanto a economia costeira (atividades desenvolvidas na zona costeira e que têm relação indireta com o mar) e a economia marinha (atividades desenvolvidas diretamente no mar, este considerado como provedor de insumos ou como local de atividade).

Particularmente dentro da abordagem econômica, apenas alguns poucos estudos no mundo têm sido realizados para mensurar a contribuição da economia do mar para as economias nacionais e subnacionais, apesar de sua relevância (FENICHEL *et al.*, 2020; NICOLLS *et al.* 2020). E esta busca é bastante recente, tendo início somente no último quartil do século passado (KILDOW; MCLLGORM, 2010).

No caso brasileiro, os estudos ainda são extremamente incipientes, sendo muito recente as pesquisas para definir e medir a economia do mar no contexto do país (ANDRADE *et al.*, 2022; CARVALHO; MORAES, 2021). Em termos de contabilidade nacional, ainda não está estabelecido um padrão ou modelo sólido para se calcular o PIB ou identificar o nível de emprego da economia do mar. Esse obstáculo está relacionado com a dificuldade de uma definição estrita desse complexo econômico e a falta de acesso a estatísticas setoriais.

Segundo Carvalho (2018), os primeiros estudos que abordam a contribuição dos oceanos para a economia nacional foram realizados nos Estados Unidos para o ano de 1972. Posteriormente, no ano de 1999, houve a inauguração do *National Ocean Economics Program* (NOEP), pertencente ao *Center of Blue Economy*, ligado ao *Middlebury Institute of International Studies at Monterey*, com o objetivo de fornecer aos tomadores de decisão dados confiáveis e consistentes sobre o valor dos oceanos e da costa nos EUA.

A União Européia também vem buscando aprofundar os estudos e metodologias para a economia do mar em seus países membros. Ao elaborar o *Blue Book - on an Integrated Maritime Policy for European Union*, no ano de 2007, o Parlamento Europeu expôs a necessidade de uma governança conjunta dos aspectos marinhos relacionados a Costa Europeia.

No Brasil, as primeiras experiências para elaboração de metodologias que possibilitem a coleta de dados e estatísticas sistemáticas para quantificação do PIB do Mar são bastante recentes. A tese de Doutorado da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, com o título: Economia do mar: conceito valor e importância para o Brasil, desenvolvida por Andréa Bento Carvalho, e orientação do Prof. Gustavo Inácio de Moraes do Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento, estimou que os setores da economia do mar no Brasil representaram 19% do PIB, incluindo diversos segmentos, incluindo petróleo, transporte, pesca, cabos submarinos, lazer e turismo.

Segundo Andrade et al (2022), ressalta-se que a mensuração das atividades relacionadas ao mar em determinado país – e, consequentemente, do seu PIB do mar – demanda iniciativas específicas, tendo início com a classificação dos setores econômicos concernentes ao mar, passando por rigoroso levantamento de dados. Como ressalta Carvalho (2018), a primeira etapa para definição metodológica do PIB do mar está em considerar qual abordagem a ser trabalhada na definição os setores da economia poderão ser escolhidos.

Portanto, admite-se como importante a busca por identificar a contribuição da economia do mar para as economias nacionais e subnacionais. Esta importância ressoa na necessidade crescente de dados sobre atividades econômicas associadas ao mar para dar suporte a um leque de aplicações no planejamento e análise de políticas (COLGAN, 2013). Para o Brasil, um país com extensa zona costeira e com uma relação cultural fortemente litorânea, conforme Andrade et al. (2022) e Carvalho e Moraes (2021), o desenvolvimento da economia do mar figura como uma agenda estratégica para os formuladores de política e tomadores de decisão de negócios. Como uma agenda estratégica, a economia do mar também figura com esse *status* no caso do Ceará, especialmente pelo seu destaque em algumas atividades (ANDRADE et al., 2022).

Tendo todo esse contexto peculiar à economia do mar, quanto à sua incipiência em termos de definição e mensuração e ao seu impacto sobre as economias nacionais e subnacionais (ANDRADE *et al.*, 2022; CARVALHO; MORAES, 2021; COLGAN, 2013; KILDOW *et al.*, 2016; KILDOW; MCLLGORM, 2010), considera-se relevante buscar caracterizar esse complexo econômico em uma região em desenvolvimento do Sul Global, no caso, o estado do Ceará.

Particularmente, no estado cearense, existe uma força consolidada em vários setores que compõem a economia do mar, por exemplo, a pesca e aquicultura marinhas, o transporte marítimo e o turismo costeiro, além de existir uma iminência quanto à atuação do estado em setores como energias renováveis *offshore* e usina de dessalinização de água do mar. Deste modo, é definida a seguinte pergunta de pesquisa: qual a contribuição de setores da economia do mar para a economia cearense, em termos de trabalho, emprego e estabelecimento de atividade econômica.

O contexto em que tal complexo econômico está inserido também deve ser levado em conta para a formulação adequada de uma medida econômica que expressa a economia do mar (KILDOW; MCLLGORM, 2010). Além do mais, muitos estudos, em diferentes partes do mundo, como Andrade *et al.* (2022) e Carvalho e Moraes (2021) no Brasil, Colgan (2013), Kildow *et al.* (2016), Kildow e Mcllgorm (2010) e Nicolls *et al.* (2020) nos Estados Unidos, e Yan *et al.*, (2015) e Zhao, Hynes e He (2014) na China, evidenciaram a relevância da economia do mar.

Portanto, assume-se como pressuposto, que o conjunto de atividades econômicas da economia do mar contribuem significativamente para a economia do Ceará. Em especial pelo estado cearense ter tradição e competitividade no empreendimento de muitas dessas atividades ao longo de sua história, como supracitado, nas atividades de pesca e aquicultura marinhas, transporte marítimo e turismo costeiro.

Como objetivo geral, este estudo pretende analisar a contribuição da economia do mar para a economia do estado do Ceará. Tendo como objetivos específicos: i) definir os setores de atividades econômicas da economia do mar; ii) avaliar as características do trabalho e emprego nos setores da economia do mar no Ceará; iii) avaliar as características das empresas que compõem os setores da economia do mar no Ceará.

2. METODOLOGIA

Para atender ao objetivo de pesquisa, buscou-se, inicialmente, definir os municípios para o dimensionamento da contribuição da economia do mar. Para esse fim, considerou-se o conceito de zona costeira para o Brasil. De acordo com o Decreto Presidencial 5300/2004, a zona costeira brasileira é considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, correspondendo ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos, renováveis ou não. Assim, a zona costeira abrange uma faixa marinha - entendida como o espaço que se estende por doze milhas náuticas medidas a partir das linhas de base, estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) - compreendendo a totalidade do mar territorial e uma faixa terrestre, que corresponde ao espaço compreendido pelos limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira. Segundo o decreto, os municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira são divididos em sete categorias. São elas: 1) defrontantes com o mar, assim definidos em listagem estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; 2) não defrontantes com o mar, localizados nas regiões metropolitanas litorâneas; 3) não defrontantes com o mar, contíguos às capitais e às grandes cidades litorâneas, que apresentem conurbação; 4) não defrontantes com o mar, distantes até cinquenta quilômetros da linha da costa, que contemplem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental na zona costeira ou ecossistemas costeiros de alta relevância; 5) estuarino lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar; 6) não defrontantes com o mar, mas que tenham todos os seus limites com Municípios referidos nas categorias 1 a 5; 7) desmembrados daqueles já inseridos na zona costeira.

Diante disso, considerou-se o recorte dos municípios cearenses que estão localizados no Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Costeira do Ceará (ZEEC), que possui 23 municípios nessa condição, são eles: Acaraú, Amontada, Aquiraz, Aracati, Barroquinha, Beberibe, Camocim, Cascavel, Caucaia, Chaval, Cruz, Eusébio, Fortaleza, Fortim, Icapuí, Itapipoca, Itarema, Jijoca de Jericoacoara, Paracuru, Paraipaba, Pindoretama, São Gonçalo do Amarante e Trairi (Figura 1).

Figura 1 - Municípios pertencentes à Zona Costeira do Ceará (ZEEC)



Fonte: Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Costeira do Ceará.

O uso do ZEEC como parâmetro se deu porque este constitui um instrumento de gestão norteador do desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Este mecanismo de gestão ambiental consiste na delimitação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características (potencialidades e restrições) de cada uma delas.

Posteriormente, buscou-se definir os setores que fazem parte da amplitude econômica para a dimensão marinha da economia do mar. Para esse recorte, foi utilizada a proposta observada em CARVALHO (2018). Segundo a autora, a economia do mar no Brasil é definida, como: Atividades econômicas que apresentam influência direta do mar, incluindo as atividades econômicas que não tem o mar como matéria-prima, mas, que são realizadas nas suas adjacências. Neste sentido, a proposta metodológica inclui atividades como as de hotelaria e alimentação que mesmo não utilizam o mar ou tem como produto algo que será empregado no mar, no entanto adquirem forte

apelo quando atuam em municípios litorâneos o que faz estas atividades (CARVALHO, 2018). Para a dimensão marinha, da economia do mar, foi utilizada a edição 2.3 da Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE) do IBGE. Ao todo, foram selecionados um total de 40 atividades econômicas relacionadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Setores e atividades da economia do mar – dimensão marinha

Seção	Descrição	CNAE
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, DEFESA E SEGURIDADE SOCIAL	Defesa	8422100
AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO FLORESTAL, PESCA E AQUICULTURA	Pesca de peixes em água salgada	0311601
	Criação de peixes em água salgada e salobra	0321301
ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO	Hotéis	5510801
	Albergues, exceto assistenciais	5590601
	Restaurantes e similares	5611201
	Serviços ambulantes de alimentação	5612100
ARTES, CULTURA, ESPORTE E RECREAÇÃO	Gestão de instalações de esportes	9311500
	Clubes sociais, esportivos e similares	9312300
	Discotecas, danceterias, salões de dança e similares	9329801
ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	Aluguel de equipamentos recreativos e esportivos	7721700
	Agências de viagens	7911200
	Operadores turísticos	7912100
	Serviços de reservas e outros serviços de turismo não especificados anteriormente	7990200
ATIVIDADES IMOBILIÁRIAS	Compra e venda de imóveis próprios	6810201
	Corretagem na compra e venda e avaliação de imóveis	6821801
COMÉRCIO; REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E MOTOCICLETAS	Comércio atacadista de carnes bovinas e suínas e derivados	4634601
	Comércio varejista de carnes - açougues	4722901
CONSTRUÇÃO	Incorporação de empreendimentos imobiliários	4110700
	Obras portuárias, marítimas e fluviais	4291000

Seção	Descrição	CNAE
INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO	Preservação de peixes, crustáceos e moluscos	1020101
	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo, peças e acessórios	2851800
	Construção de embarcações de grande porte	3011301
	Construção de embarcações para esporte e lazer	3012100
	Fabricação de artefatos para pesca e esporte	3230200
	Manutenção e reparação de embarcações e estruturas flutuantes	3317101
INDÚSTRIAS EXTRATIVAS	Extração de petróleo e gás natural	0600001
	Extração de sal marinho	0892401
	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	0893200
	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural	0910600
	Atividades de apoio à extração de minério de ferro	0990401
TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E CORREIO	Trens turísticos, teleféricos e similares	4950700
	Transporte marítimo de cabotagem - Carga	5011401
	Transporte marítimo de longo curso - Carga	5012201
	Navegação de apoio marítimo	5030101
	Transporte por navegação de travessia, municipal	5091201
	Transporte aquaviário para passeios turísticos	5099801
	Administração da infraestrutura portuária	5231101
	Atividades de agenciamento marítimo	5232000
	Serviços de praticagem	5239701

Fonte: CARVALHO, 2018.

De posse desse recorte, foram definidas as variáveis que seriam utilizadas para fazer um mapeamento descritivo da importância do setor para as economias daqueles municípios, segundo os dicionários de dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), relativo aos empregos, e da Receita Federal do Brasil (RFB), relativo

às empresas. Para a RAIS, as variáveis selecionadas foram: Vínculos ativos, Massa salarial, Salário médio, Sexo, Raça/cor, Idade, Trabalho Intermitente, Trabalho Parcial, Portador de deficiência, Grau de Escolaridade, Ano, Ocupação e CNAE. Já para a base da RFB, as variáveis selecionadas foram: CNPJ, Data de início das atividades, Idade, MEI, Porte da Empresa, Situação e CNAE.

Em termos de abordagem estatística, optou-se por um viés descritivo, considerada uma etapa inicial de análise dos dados e tem por objetivo descrever os dados observados. Também se fez uso do Quociente Locacional, indicador comumente utilizado para investigar o grau de concentração de determinada variável. Para este trabalho, quis se observar a relevância do setor da economia do mar em cada município da Zona Costeira, em relação a economia cearense (economia de referência). Para realização do cálculo, foi utilizada a variável emprego formal. Por fim, o método de cálculo do Quociente Locacional é dado pela seguinte fórmula:

$$QL = \frac{\frac{E_{i,j}}{\sum E_j}}{\frac{\sum E_i}{\sum E}}$$

Em que:

$E_{i,j}$ = Empregos do setor da economia do mar, no município j

$\sum E_j$ = Total de empregos no município j

$\sum E_i$ = Total de empregos do setor da economia do mar no Ceará

$\sum E$ = Total de empregos no Ceará

Sua análise se dá pela verificação de resultados superiores a 1 (um). Isto é, como é uma razão entre relações, um indicador igual a 1 sinaliza que a relevância daquele setor para o município é a mesma que o setor para o estado (economia de referência). Um valor superior a 1, indicaria que a relevância do setor para o município é maior que a relevância para o estado. Logo, há um indicativo de concentração setorial.

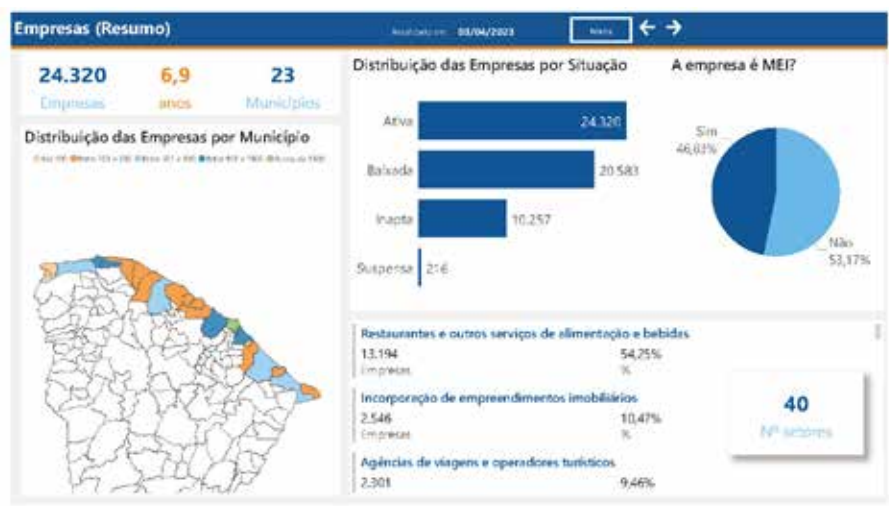
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados em dois grupos, a saber: Empresas e Empregos, respectivamente. O objetivo é apresentar um recorte das características das empresas e empregos relacionados à economia do mar. Inicia-se, portanto, com as informações relacionadas às empresas. As informações estão organizadas em formato de painéis analíticos a fim de proporcionar maior conexão com as análises apresentadas.

3.1 Panorama das empresas relacionadas ao setor da economia do mar

Segundo os dados da RFB, atualizados em abril de 2023, há 24,3 mil empresas ativas nos municípios localizados pertencentes ao ZEEC, considerando o grupo de CNAE já apresentado. Como esperado, as empresas se concentram na capital Fortaleza, seguido do município de Caucaia. A idade média dessas empresas é de 6,9 anos e a maioria delas não está cadastrada como MEI (53,17%). Vale ressaltar que as empresas que não são MEI possuem idade média de 9,9 anos. Aquelas que são MEI, por outro lado, possuem idade média de 3,5 anos. O setor de alimentação lidera com 54,25% no quantitativo de empresas, são quase 13,2 mil estabelecimentos espalhados pelos municípios (Figura 2).

Figura 2 - Panorama das empresas relacionadas ao setor de economia do mar, municípios litorâneos - Ceará, 2023



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Receita Federal do Brasil.

Quando se observa a proporção entre o total de empresas do setor e o total de empresas, verifica-se um percentual de 6,43%. Dentre os municípios, Jijoca de Jericoacoara é o que apresenta maior proporção (32,89%), seguido de Cruz (21,8%) e Fortim (14,3%). Os municípios de Barroquinha, Chaval e Pindoretama são os que apresentam menor proporção (Tabela 2).

Tabela 2 - Proporção de empresas relacionadas à economia do mar e o total de empresas

Município	Proporção (%)
Jijoca de Jericoacoara	32,89%
Cruz	21,84%
Fortim	14,33%
Amontada	11,90%
Trairi	11,42%
Beberibe	10,64%
Camocim	9,39%
Aquiraz	9,29%
Aracati	8,61%

Município	Proporção (%)
Paracuru	8,22%
Icapuí	8,18%
Paraipaba	8,13%
São Gonçalo do Amarante	7,97%
Itarema	7,47%
Acaraú	7,05%
Cascavel	6,97%
Caucaia	6,26%
Eusébio	5,97%
Fortaleza	5,73%
Itapipoca	5,03%
Pindoretama	4,47%
Chaval	4,32%
Barroquinha	4,25%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Receita Federal do Brasil.

No que se refere ao número de empresas por setor de atividade, a Tabela 3 traz um detalhamento sobre esses números. Como já foi dito, o setor de Serviços lidera no número de empresas relacionadas à economia do mar e, dentro deste, o destaque vai para Restaurantes e similares. Já no setor industrial, Incorporação de empreendimentos imobiliários é o principal representante. No comércio, o Comércio varejista de carnes – açougues e na agricultura, o segmento de Pesca de peixes em água salgada.

Tabela 3 - Número de empresas por setores relacionados à economia do mar

Setores	Empresas
SERVIÇOS	20.424
Restaurantes e similares	9.590
Serviços ambulantes de alimentação	3.604
Agências de viagens	1.963
Compra e venda de imóveis próprios	1.479
Hotéis	1.383
Corretagem na compra e venda e avaliação de imóveis	1.071
Operadores turísticos	338

Setores	Empresas
Aluguel de equipamentos recreativos e esportivos	302
Serviços de reservas e outros serviços de turismo não especificados anteriormente	262
Clubes sociais, esportivos e similares	163
Gestão de instalações de esportes	65
Atividades de agenciamento marítimo	50
Albergues, exceto assistenciais	43
Discotecas, danceterias, salões de dança e similares	33
Transporte aquaviário para passeios turísticos	22
Navegação de apoio marítimo	19
Defesa	16
Transporte marítimo de cabotagem - Carga	15
Transporte por navegação de travessia, municipal	3
Serviços de praticagem	2
Transporte marítimo de longo curso - Carga	1
INDÚSTRIA	2.731
Incorporação de empreendimentos imobiliários	2.546
Fabricação de artefatos para pesca e esporte	56
Preservação de peixes, crustáceos e moluscos	54
Extração de sal marinho	25
Obras portuárias, marítimas e fluviais	17
Manutenção e reparação de embarcações e estruturas flutuantes	12
Extração de petróleo e gás natural	7
Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural	5
Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	4
Construção de embarcações para esporte e lazer	2
Atividades de apoio à extração de minério de ferro	2
Construção de embarcações de grande porte	1
COMÉRCIO	1.139
Comércio varejista de carnes - açougues	1.097
Comércio atacadista de carnes bovinas e suínas e derivados	42
AGRICULTURA	26
Pesca de peixes em água salgada	21
Criação de peixes em água salgada e salobra	5
Total Geral	24.320

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Receita Federal do Brasil.

Os resultados apresentados tiveram impulso em um passado bem recente. Ao observar os dados de abertura de empresas (que permanecem ativas), o maior incremento se deu entre 2020 e 2022, tanto para MEI como para empresas de outros portes. Destaca-se que o período remete à pandemia da COVID-19. Dito isso, considere que o setor de alimentação foi um dos poucos que não sofreu total restrição do sistema de *lockdown*, imposto pelas autoridades governamentais. Portanto, pode-se inferir que este foi um mecanismo de escape encontrado pelas famílias para geração de renda (Figura 3).

Figura 3 - Abertura de empresas (que permanecem ativas) relacionadas ao setor de economia do mar, no Estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Receita Federal do Brasil.

3.2 Panorama dos empregos relacionadas ao setor da economia do mar

O panorama de empregos utiliza a base de dados da RAIS, conforme dito anteriormente. Para esta base, o último dado disponível é datado de 2021. Observando a Figura 4, o painel analítico dá uma boa ideia acerca das características que compõem o mercado de trabalho da economia do mar, nos municípios litorâneos do Ceará. Ao todo, são 36,9 mil, gerando uma massa salarial de 63,6 milhões e um salário médio de 1,7 mil reais, em 2021. A mão de obra é prioritariamente masculina (64,63%) e está concentrada no município de Fortaleza (71,63%). A participação da mão de obra do setor de economia do mar, em comparação com o total da economia dos municípios pertencentes ao ZEEC, é de 4,12%, em média, considerando o período entre 2015 e 2021. Para o último ano, o valor foi de 3,83%, com uma elevação em relação ao ano anterior.

Figura 4 - Panorama do estoque de empregos do setor da economia do mar, Ceará - 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Percebe-se que ao comparar o total de empregos do setor de economia do mar com o total da economia, o município de Jijoca de Jericoacoara é o que se mais se destaca (53,69%). Para esse município, do total de 4,4 mil empregos, 2,3 mil são relacionados ao setor. Por sua vez, quando se observa a relação salarial entre o setor e a economia como um todo, o salário médio da economia do mar corresponde a 86,38%. De forma geral, quase todos os municípios apresentam uma relação menor que 100%. Apenas no município de Paracuru é que o salário médio do setor é superior ao salário médio da economia (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação dos empregos e salários médios do setor da economia do mar e o total da economia, no Estado do Ceará - 2021

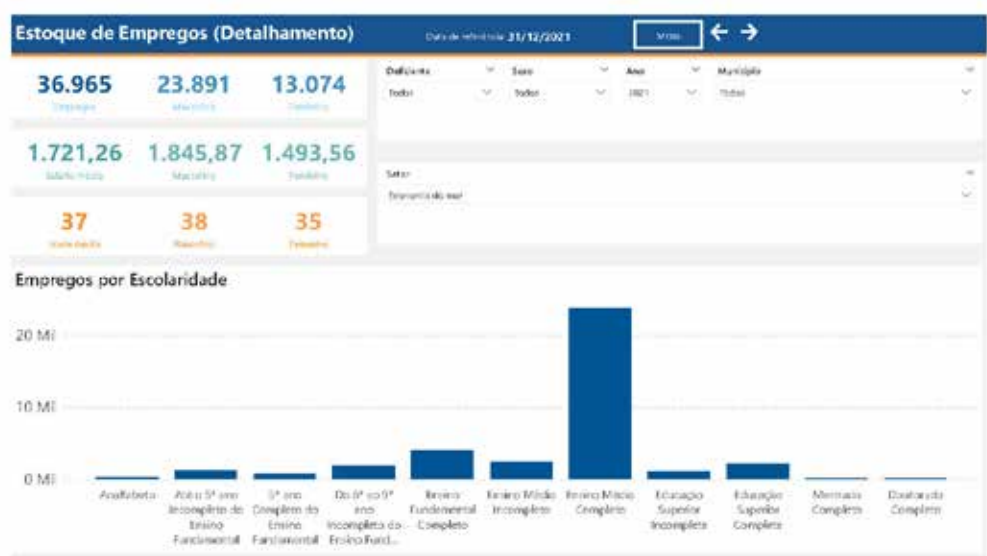
Município	Empregos	Empregos da economia do mar	Relação empregos	Salário médio	Salário médio da economia do mar	Relação salarial
Jijoca de Jericoacoara	4.405	2.365	53,7%	1.619,84	1.399,17	86,4%
Cruz	2.145	464	21,6%	1.679,61	1.460,04	86,9%
Fortim	1.459	311	21,3%	1.748,30	1.460,17	83,5%
Trairi	3.776	395	10,5%	2.011,00	1.434,58	71,3%
Beberibe	5.623	458	8,2%	1.876,58	1.105,70	58,9%
Aquiraz	19.071	1.519	8,0%	2.207,81	1.603,40	72,6%
Amontada	3.011	203	6,7%	1.996,61	1.201,01	60,2%
Itarema	2.807	176	6,3%	2.276,62	1.393,18	61,2%
Aracati	10.339	546	5,3%	1.757,76	1.485,23	84,5%
Caucaia	46.040	1.987	4,3%	2.108,06	1.383,24	65,6%
Camocim	6.600	282	4,3%	1.494,72	1.353,85	90,6%
Acaraú	4.763	183	3,8%	2.010,53	1.424,41	70,9%
Pindoretama	1.875	65	3,5%	1.602,95	822,45	51,3%
Fortaleza	764.290	26.479	3,5%	2.966,35	1.833,96	61,8%
Paraipaba	3.915	104	2,7%	1.848,97	1.143,14	61,8%
Paracuru	3.703	97	2,6%	1.856,88	3.973,13	214,0%
Icapuí	3.395	81	2,4%	1.936,71	1.470,04	75,9%
Cascavel	7.713	171	2,2%	1.719,98	1.359,62	79,1%
São Gonçalo do Amarante	14.100	295	2,1%	3.386,71	1.542,93	45,6%
Eusébio	38.900	706	1,8%	2.200,85	1.373,67	62,4%
Barroquinha	1.049	6	0,6%	2.118,11	1.428,12	67,4%
Itapipoca	14.797	68	0,5%	1.893,53	1.147,11	60,6%
Chaval	1.606	4	0,3%	1.161,07	963,03	82,9%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

No que se refere ao perfil do trabalhador ocupado na economia do mar, a maioria é do sexo masculino (64,63%), com idade média de 37 anos, ensino médio completo, de cor parda, não portador de deficiência física e com salário médio de R\$ 1,7 mil reais, considerando o ano de 2021 (Figura 5). Fazendo um recorte por sexo, o primeiro destaque se dá na diferença salarial, em que a renda masculina é 23,59%

superior. Para qualquer nível de escolaridade observado, o salário masculino é superior, exceto para o Doutorado completo, em que o salário médio feminino supera o masculino. Considerando as Regiões de Planejamento do Ceará, a Grande Fortaleza concentra maior número de empregos e paga maiores salários. O Litoral Oeste/Vale do Curu concentra os menores resultados para empregos e salários. Contudo, faz-se a ressalva de que as Regiões não estão completas, mas com alguns municípios representantes no recorte proposto neste trabalho, que foca nos municípios pertencentes a ZEEC.

Figura 5 - Perfil do trabalhador formal ocupado no setor de economia do mar, no Estado do Ceará - 2021



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

3.3 Quociente Locacional (QL)

Os resultados observados para o Quociente Locacional predominam, em maior grau, nos municípios pertencentes ao Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira, conforme o recorte realizado neste estudo. Além deles, o indicador também foi representativo para municípios fora do zoneamento. A Tabela 5 apresenta os municípios que obtiveram pontuação superior a unidade (um). O município de Jijoca de Jericoacoara obteve maior pontuação, indicando que a econo-

mia do mar naquele município é de grande relevância, quando comparada a economia do Ceará.

Tabela 5 - Resultados do Quociente Locacional

Município	QL	Zona costeira
Jijoca de Jericoacoara	18,84	Sim
Cruz	7,59	Sim
Fortim	7,48	Sim
Guaramiranga	4,80	Não
Trairi	3,67	Sim
Beberibe	2,86	Sim
Aquiraz	2,79	Sim
Chorozinho	2,79	Não
Amontada	2,37	Sim
Itarema	2,20	Sim
Aracati	1,85	Sim
Caucaia	1,51	Sim
Camocim	1,50	Sim
Acaraú	1,35	Sim
Juazeiro do Norte	1,24	Não
Pindoretama	1,22	Sim
Fortaleza	1,22	Sim
Pacoti	1,19	Não
Tianguá	1,07	Não

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Observe que a tabela trouxe a referência se o município pertence, ou não, ao ZEEC. Dos dezenove municípios listados, catorze participam do zoneamento. Dentre aqueles que participam, mas apresentaram indicador inferior a 1(um), tem-se o total de nove (Tabela 6).

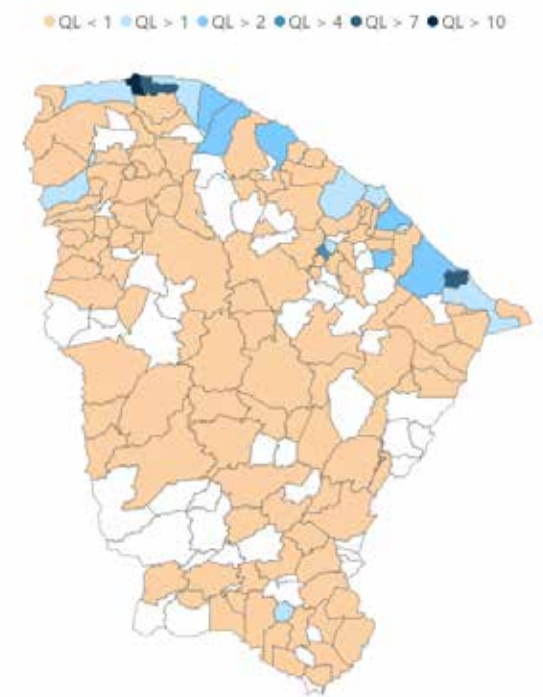
Tabela 6 - Municípios pertencentes ao ZEEC que apresentaram QL<1

Município	QL
Paraipaba	0,93
Paracuru	0,92
Icapuí	0,84
Cascavel	0,78
São Gonçalo do Amarante	0,73
Eusébio	0,64
Barroquinha	0,20
Itapipoca	0,16
Chaval	0,09

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

Os resultados do QL podem ser melhor observados por meio da Figura 6, em que estão geograficamente distribuídos.

Figura 6 - Resultados do indicador QL para os municípios do Ceará



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da RAIS.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo dimensionar a contribuição e o perfil socioeconômico da economia do mar para a economia do estado do Ceará. O recorte estatístico, com uso de informações com foco em empresas e empregos, permitiu dimensionar, inicialmente, o tamanho desse setor dentro da economia do estado.

Vale destacar que a metodologia escolhida para a conceituação dos setores da economia do mar segue alguns estudos internacionais anteriores, que classifica as atividades direta ou indiretamente relacionadas ao mar - ou seja, que se utilizam diretamente os recursos marinhos, que obtêm vantagens econômicas advindas do ambiente marinho ou então sofrem reflexos de políticas voltadas para as zonas costeiras. Em relação ao recorte geográfico, considerou-se o conceito de zona costeira para o Brasil, de acordo com o Decreto Presidencial 5300/2004, sendo, portanto, semelhante ao definido pelo ZEEC.

De forma objetiva, a representatividade média de 4,12%, no montante de empregos da economia, não significa pouca relevância. Muito pelo contrário, o estado do Espírito Santo, que conta com uma faixa litorânea de aproximadamente 400 km, e 52% da população está localizada em municípios litorâneos, essa relação percentual está em torno de 5,17%. Ao considerar setores tradicionais do Ceará, a exemplo da Moda, a economia do mar alcança 66% da mão-de-obra deste setor. Sua amplitude na cadeia produtiva do Ceará, perpassa por vários setores, por exemplo: Alojamento, Alimentação, Turismo e Saúde.

Ressalta-se que a economia do mar do Estado do Ceará não é dominada por setores tradicionalmente marinhos, como a pesca e aquicultura e exploração e produção de petróleo e gás *offshore*, mas sim pelo setor de serviços.

As quarenta atividades econômicas classificadas como dimensão marinha empregaram no ano de 2021 cerca de 37 mil. As seções de alojamento e alimentação e incorporação de empreendimentos imobiliários dominam a economia do mar cearense, com 81% dos empregos. O fato de que as atividades do setor de serviços apresentem maior destaque entre as demais é perfeitamente aceitável, visto que os municípios litorâneos recebem grande quantidade de turistas durante todo o ano.

Considerando apenas a dimensão marinha, que compreende as atividades diretamente ligadas ao mar e que utilizam insumos provenientes do mar e/ou ofertam produtos que podem ser utilizados no mar ou rios, ou seja: pesca de peixes em água salgada; preservação de peixes, crustáceos e moluscos; criação de peixes em água salgada e salobra; extração de sal marinho; atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural; construção de embarcações de grande porte; obras portuárias, marítimas e fluviais; manutenção e reparação de embarcações e estruturas flutuantes; navegação de apoio marítimo; transporte aquaviário para passeios turísticos e marítimo de cabotagem, são empregadas cerca de 1.000 pessoas, ou seja, 2,8% dos empregos.

Embora o trabalho não tenha dimensionado a participação econômica do setor, isto é, realizado uma estimativa de Valor Adicionado Bruto (VAB), a relevância do setor pode ser observada pela sua participação na geração de empregos. Essa constatação pode ser também encontrada no valor para o Quociente Locacional, visto que os municípios do ZEEC são aqueles apresentaram maior valor.

Considerando que é um tema de pesquisa em franca expansão, em escala mundial, no âmbito das ciências sociais aplicadas; faz-se oportuno gerar novas possibilidades de desenvolvimento de projetos de pesquisa voltados a realidade estadual. No Brasil, o tema ainda se mostra em fase embrionária, uma vez que existem poucos trabalhos ligados à mensuração da contribuição econômica das cadeias de valor envolvidas na Economia do Mar, além de seu impacto em relação às três dimensões básicas da sustentabilidade.

Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento de uma metodologia de cálculo do PIB da Economia do Mar, no Estado do Ceará. A ampliação de pesquisas sobre esses temas garantirá melhores respostas à sociedade dos recursos aplicados para essa finalidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. O.; HILLEBRAND, G. R. L.; SANTOS, T.; MONT'ALVERNE, T. C. F.; CARVALHO, A. B. **PIB do mar brasileiro, motivações sociais, econômicas e ambientais para sua mensuração e seu monitoramento**. Brasília: IPEA, 2022. (Texto para Discussão, 2740).

BARI, A. Our oceans and the blue economy: Opportunities and challenges. **Procedia Engineering**, v. 194, p. 5-11, 2017.

CARVALHO, A. B.; MORAES, G. I. The Brazilian coastal and marine economies: Quantifying and measuring marine economic flow by input-output matrix analysis. **Ocean & Coastal Management**, v. 213, 105885, 2021.

CARVALHO, A. B. **Economia do mar**: conceito, valor e importância para o Brasil. Tese (Doutorado em Economia do Desenvolvimento), Programa de Pós-graduação em Economia do Desenvolvimento, PUC-RS, 2018.

COLGAN, C. S. The ocean economy of the United States: Measurement, distribution, & trends. **Ocean & Coastal Management**, v. 71, p. 334-343, 2013.

FENICHEL, E. P.; ADDICOTT, E. T.; GRIMSRUD, K. M.; LANGE, G.-M.; PORRAS, I.; MILLIGAN, B. Modifying national accounts for sustainable ocean development. **Nature Sustainability**, v. 3, p. 889-895, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Municípios defrontantes com o mar**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072-municipios-defrontantes-com-o-mar.html?=&t=sobre>. Acesso em: 20 abr. 2023.

KILDOW, J. T.; COLGAN, C. S.; JOHNSTON, P.; SCORSE, J. D.; FARNUM, M. G. **State of the U.S. ocean and coastal economies**: 2016 update. NOEP, 2016.

KILDOW, J. T. MCLLOGRM. A. The importance of estimating and the contribution of the oceans to national economies. **Marine Policy**, v. 34, n. 3, p. 367-374, 2010.

LEITE, D. Economia do Mar no Espírito Santo: um potencial estratégico de desenvolvimento econômico. Disponível em: <http://desenvolvimentocapixaba.com/2020/04/economia-do-mar-no-espirito-santo-um-potencial-estrategico-de-desenvolvimento-economico/> Acesso em: 10 mai. 2023

NICOLLS, W.; FRANKS, C.; GILMORE, T.; GOULBER, R.; MENDELSON, L.; MORGAN, E.; ADKINS, J.; GRASSO, M.; QUIGLEY, K.; ZHUANG, J.; COLGAN, C. Defining and measuring the US ocean economy. **Bureau of Economic Analysis**, 2020.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The ocean economy in 2030**. Paris: OECD Publishing, 2016.

RFB – Receita Federal do Brasil. Cadastro nacional da pessoa jurídica. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/cadastro-nacional-da-pessoa-juridica---cnpj>. Acesso em: 03 abr. de 2023.

YAN, X.; YAN, L.; YAO, X.-L.; LIAO, M. The marine industrial competitiveness of blue economic regions in China. **Marine Policy**, v. 62, p. 153-160, 2015.

ZHAO, R.; HYNES, S.; HE, G. S. Defining and quantifying China's ocean economy. **Marine Policy**, v. 43, p. 164-173, 2014.

CAPÍTULO DOIS

OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA EROSÃO COSTEIRA

Luis Parente Maia¹

João Jaime Gomes Marinho de Andrade²

Antônio Nei de Sousa³

1. INTRODUÇÃO

A mudança climática é uma grande ameaça para o século XXI e além, conforme reconhecido pelos governos do mundo que financiaram as cinco avaliações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e vários relatórios especiais desde os anos de 1980. Esses esforços são importantes no apoio à política climática global, culminando no recente Acordo de Paris sobre a redução das futuras emissões de gases de efeito estufa. As mudanças climáticas para a nossa região projetadas pelo IPCC 2022 (CASTELLANOS *et al.*, 2022) irão converter os riscos na região em riscos-chave graves. Os principais riscos são, assim, avaliados: 1 Risco de insegurança alimentar, em razão secas; 2 Risco de insegurança hídrica, em decorrência diminuição das chuvas; 3. Risco de aumento de epidemias, principalmente de transmissão vetorial de doenças; 4 Os riscos em cascata ultrapassam os sistemas de serviço público; 5 Risco de grandes mudanças e deslocamentos de biomas; 6 Riscos aos ecossistemas de recifes de coral; e 7 Riscos aos sistemas socioecológicos costeiros pela elevação do nível do mar (SLR), tempestades e erosão costeira.

Pessoas, infraestrutura e atividades econômicas estão expostas à elevação do nível do mar (SLR) nos 3.800 km de costa. A alta concentração de cidades no litoral é preocupante (MARTINS *et al.*, 2017), com a maioria das capitais dos estados localizadas

1 Universidade Federal do Ceará (UFC)

2 Assembleia Legislativa do Ceará

3 Secretário da Infraestrutura do Estado do Ceará

no litoral, totalizando quase 12 milhões de pessoas vulneráveis (estimativa para 2019 do IBGE [2020]). Os portos da região são importantes exportadores de *commodities* brasileiras, e as praias da sub-região são um destino turístico internacional, gerando receitas consideráveis (PEGAS *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2017).

No que concerne à erosão, quatro praias cearenses deverão desaparecer nos próximos dez anos. Essa é a conclusão de uma série de estudos de pesquisadores do Labomar (Instituto de Ciências do Mar), da Universidade Federal do Ceará, ao concluir que, nessas localidades, o Atlântico avança a impressionantes dez metros por ano. As mudanças climáticas fazem com que o mar aumente de nível 40, 60 centímetros por século, causando avanço do mar de quatro a seis metros nesse mesmo período, o que é muito pouco ante o que estamos vendo em certas localidades. As praias onde acontecem maior avanço do mar são as de Barreira (Icapuí), Caponga (Cascavel), Icaraí (Caucaia) e Morgado (Acaraú) (FERNANDES, 2011).

Estudos já mostram que a subida do nível do mar leva também à ampliação da velocidade dos ventos, com rajadas mais fortes, a força das ondas aumenta exponencialmente. E, no Brasil, o efeito dessa aceleração dos ventos deverá ser sentido, sobretudo, no Nordeste. Com a aceleração dos ventos, as ondas ficam maiores e o aumento de sua energia é exponencial causando forte erosão nas praias, um efeito muito mais danoso do que a subida do nível do mar, que tem se mostrado mais lenta. Neste sentido, se estima que serão cada vez mais comuns as ressacas do mar no nosso litoral". (FERNANDES, 2011. As ressacas do mar induzem uma série de impactos importantes, como a erosão de praias, dunas e falésias, galgamentos oceânicos e inundações de zonas costeiras. Como consequência do desenvolvimento urbano mal ou não planejado dos espaços costeiros, as frentes urbanas são bastante castigadas, sem culpa, com os impactos das ressacas do mar, que, geralmente, são acompanhadas de danos nas infraestruturas e com efeito direto sobre o uso dos recursos costeiros (CIAVOLA *et al.*, 2007).

As estruturas de engenharia costeira, a ocupação humana e outras atividades socioeconômicas aumentaram a vulnerabili-

dade da costa aos processos oceânicos (por exemplo, ondas de ressaca) e potencializaram o risco de erosão costeira e de galgamentos oceânicos, às vezes causando fortes danos físicos, econômicos, sociais e patrimoniais em núcleos urbanos costeiros (e.g., Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Paulista-PE e Rio de Janeiro). Apesar disso, a pressão humana (por exemplo, demanda turística) aumentou durante os últimos anos sem qualquer preocupação com a capacidade de resiliência do sistema costeiro.

Em trabalhos desenvolvidos por Paula *et al.*, (2011 e 2012), as ressacas do mar são caracterizadas como fenômenos naturais induzidos, especialmente, pelo empilhamento da massa de água junto à costa, provocando uma sobre-elevação momentânea do nível de água acima do nível médio (*Wave setup*), o que facilita o galgamento das estruturas urbanas e potencializa os danos ao patrimônio edificado. É importante evidenciar que o resíduo de maré (maré observada ou real) que ultrapassa os valores da maré prevista (ou teórica) constitui um fenômeno associado à ressaca do mar, ou seja, a sobre-elevação do nível do mar de índole meteorológica (*Storm surge*) para o litoral da RMF é induzida, principalmente, por forçamentos naturais (ondas, marés e ventos).

A erosão costeira constitui uma preocupação em escala mundial, pois afeta praticamente todos os países que possuem litoral, sendo passível de, em alguns casos, alcançar estádios em que a erosão exprime um alto índice de degradação ambiental. As repercussões econômicas são diversas, tais como a perda de infraestruturas públicas e/ou propriedades privadas, suscetíveis de experimentar consequências sobradamente graves, muitas vezes sem recuperação dos danos, pela falta de investimentos e de recursos financeiros, como é o caso do Brasil e, em particular, do litoral do Estado do Ceará.

Como exemplo dos riscos de eventos extraordinários e seus impactos sobre os espaços litorâneos da costa cearense, mencionamos o episódio de ressacas que atingiram o litoral nordestino em março do ano de 2018, em razão de um violento ataque das ondas do tipo *swell*, atingindo, particularmente em Fortaleza, a praia de Iracema, destruindo parte do calçadão

da avenida Beira Mar e afetando significativamente o trânsito e o sistema de drenagem das praias da Região Metropolitana. A contenção das ressacas e sua consequente proteção costeira é uma das principais razões da construção do aterro da Beira Mar e recomposição do aterro da praia de Iracema, em Fortaleza. Ressaltamos que nenhum destes episódios de ressacas afetou as estruturas dos espigões construídos nestas praias, pelo fato de estas estruturas terem sido projetadas e construídas para resistir a estes episódios excepcionais.

Na avaliação do IPCC (CASTELLANOS *et al.*, 2022), muitos aspectos da mudança climática vão persistir durante muitos séculos, mesmo se as emissões de gases-estufa cessarem. É muito provável (há 90% de certeza) que mais de 20% do CO₂ emitido permanecerá na atmosfera por mais de mil anos após as emissões cessarem - assinala o relatório. Desta maneira, se considerarmos que, tanto nas condições climáticas já observadas, quanto naquelas projetadas, chama atenção na sub-região Nordeste da América do Sul o aumento dos indicadores de risco/perigo relacionados à elevação da temperatura e do calor, da subida do nível do mar e da aceleração da velocidade dos ventos, todos com alta possibilidade de sua ocorrência.

Como estas mudanças irão persistir, os impactos são significativos e fortes, somados às intervenções antrópicas nos territórios, podendo, em alguns locais, ser catastróficos. “É certo que muitas regiões costeiras vão sofrer forte erosão, incluindo o litoral do município de Caucaia-CE e milhões de pessoas terão de ser removidas de onde vivem hoje. A questão é: como vamos nos adaptar, quem vai controlar a governabilidade desse sistema global e de onde sairão recursos para que países em desenvolvimento possam construir barreiras de contenção contra as águas do mar. Quanto mais cedo isso for planejado, menores serão os impactos socioeconômicos. Em contraste, a adaptação ocorre em escalas menores do que a mitigação climática, e informações muito diferentes e mais detalhadas são necessárias para apoiar tais decisões. Várias avaliações regionais e locais deverão ser produzidas com essas questões em mente.

2. EROÇÃO COSTEIRA

As linhas de costa no mundo foram alvos - e continuam a ser - de erosão marinha, em grande parte, resultante de conflitos entre ações naturais e atividades antrópicas. A erosão costeira é um problema há tempos observado em variadas costas do mundo, considerando-se atualmente um fenômeno global. Os estudos realizados pela União Geográfica Internacional - UGI demonstram que 70% das costas sedimentares do mundo transitam por erosão, enquanto 10% experimentam progradação e 20% continuam estáveis. Cerca de 40% dos estudos sobre erosão na costa brasileira são referentes às praias arenosas, 20% das precedidas por escarpas sedimentares, 15% associadas às desembocaduras de rios e estuários, 15% as desembocaduras de pequenos canais (*inlets*) e 10% referentes às praias em progradação (MUEHE, 2006).

Mudanças costeiras induzidas por erosão e acreção constituem processos naturais que sucedem em escalas de tempo. São ocorrentes em resposta a eventos de menor escala (curto prazo), como tempestades, ondas regulares, marés e ventos, ou em resposta a eventos de grande escala (longo prazo), como glaciação ou ciclos orogênicos, capazes de alterar significativamente níveis do mar (subida/descida) e atividades tectônicas que causam subsidência ou emergência de terras costeiras. Portanto, a maioria das linhas costeiras é, naturalmente, dinâmica e os ciclos de erosão, muitas vezes, são uma característica importante de seu caráter ecológico.

Vento, ondas e correntes são forças naturais que movem facilmente a areia não consolidada e os solos na área costeira, resultando em rápidas mudanças na posição da linha de costa. Excluindo o influxo da atividade antrópica, esses processos são simplesmente fenômenos evolutivos naturais. As atividades humanas à extensão da costa (recuperação de terras, desenvolvimento de portos, cultivo de camarão), dentro de bacias hidrográficas e bacias hidrográficas (represamento e desvio de rios) e *offshore* (dragagem, mineração de areia), em combinação com essas forças naturais, com frequência, exacerbam a erosão cos-

teira em muitos lugares e comprometem oportunidades para as costas cumprirem os seus papéis socioeconômicos e ecológicos a longo prazo a um custo social razoável.

O desenvolvimento nas áreas costeiras aumentou o interesse nos problemas de erosão; levou a grandes esforços para gerir os problemas de erosão costeira e restaurar a capacidade das costas para acomodar mudanças de curto e comprido prazo, induzidas por atividades humanas, eventos extremos e aumento do nível do mar. O problema da erosão piora sempre que as contramedidas (ou seja, opções estruturais duras ou moles) aplicadas são inadequadas, projetadas, construídas ou mantidas incorretamente, e se os efeitos nas margens adjacentes não forem cuidadosamente avaliados. Com muita recorrência, a erosão é abordada localmente em sítios específicos ou em limites regionais ou jurisdicionais, em vez de nos limites do sistema que refletem os processos naturais. Esta anomalia é, principalmente, atribuível ao conhecimento insuficiente dos processos costeiros e da função protetora dos sistemas costeiros.

A localização da linha costeira e a mudança de posição desta fronteira *pro rata temporis* são de importância elementar para os cientistas, engenheiros e gestores costeiros (DOUGLAS, CROWELL, 2000). Agências de assistência e desenvolvimento também dependem dessas informações a fim de facilitar o desenvolvimento de medidas eficazes para prevenir, mitigar ou gerenciar desastres. Tanto a gestão costeira sustentável quanto o projeto de engenharia requerem informações sobre onde está a linha costeira, onde esteve e em qual lugar se prevê que esteja. O sensoriamento remoto ajuda a substituir os dados de pesquisa conservadores, por sua eficácia rítmica e de menor custo. As tecnologias espaciais têm a capacidade de fornecer informações sobre uma grande área de modo repetitivo e, portanto, são muito úteis na identificação e monitoramento de vários recursos costeiros.

3. ESTUDOS DE CASOS

No Estado do Ceará, a distribuição dos estudos de recuo da linha de costa em praias se aproxima do cenário nacional. Os processos erosivos nos 573 km de costa se expressam com velocidades e intensidades bem diferenciadas, com taxas médias variando de 0,05 m/ano a 5 m/ano (MORAIS *et al.*, 2006). Somam-se a isto o aumento da frequência e a intensidade das tempestades no Atlântico Norte ou distúrbios gerados no extremo sul do Continente Africano que influenciam diretamente na entrada de ondas *swell*, de alta energia no nordeste setentrional brasileiro, no primeiro semestre do ano (INNOCENTINI *et al.*, 2003; INNOCENTINI *et al.*, 2005 e MELO *et al.*, 1995). São causas da erosão: a) elevação do nível relativo do mar; b) ocupação/urbanização das áreas fonte de sedimentos, c) construção de obras portuárias, além das repercussões no litoral oriundas das transformações socioespaciais no interior da bacia de drenagem (DIAS, 2011; MORAIS; PINHEIRO, 2000 e MORAIS *et al.*, 2002).

3.1 A erosão na desembocadura do rio Jaguaribe

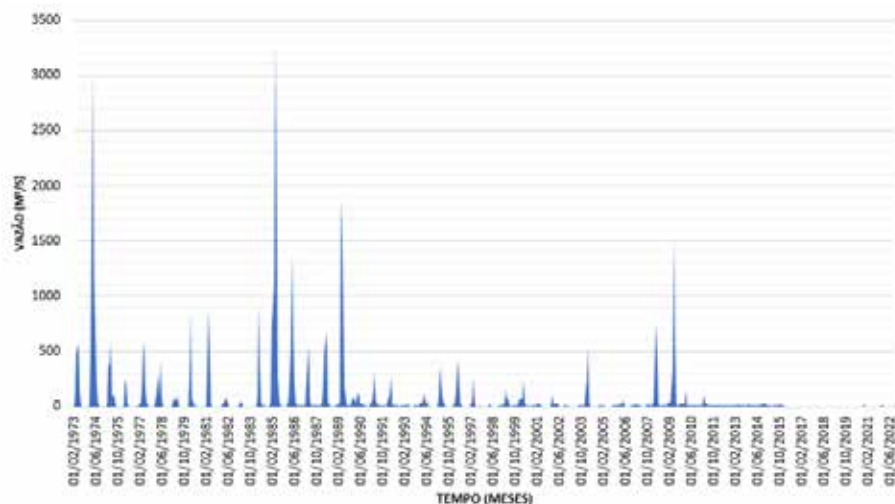
Considerando as repercussões das transformações na bacia de drenagem e os impactos no litoral, na costa setentrional do Nordeste brasileiro, principalmente no Estado do Ceará, merecem destaque os processos erosivos nas áreas adjacentes às desembocaduras fluviais. A escassez de água, a qual é submetida às bacias hidrográficas inseridas no semiárido, impulsionou a intensiva ocupação das margens fluviais para expansão das cidades, desmatamento para as culturas de subsistência, projetos agroindustriais e a construção de barragens de pequeno e grande portes para abastecimento dessas atividades e sustentação da vida. O resultado disto, a exemplo do que é observado na bacia do rio Jaguaribe, foi a mudança em curto prazo dos processos de produção, transporte e deposição de sedimentos, contribuindo com o recuo da margem esquerda do Rio, no Município de Fortim.

Mudanças nos ciclos biogeoquímicos, na capacidade de suporte e biogeografia dos manguezais no estuário do rio Jaguaribe,

também, foram observadas como consequências das transformações socioespaciais, principalmente a instalação de grandes açudes, como é o Castanhão. Ao extenso de seu curso, várias são as obras instaladas em seu leito, na maioria barragens, na tentativa de perenização. Desde os anos de 1980, com a abertura da válvula do açude Ôros, o Rio possui 2/3 do curso perenizado – são mais de 300 km, atingindo 23 municípios. Atualmente são mais de 50 barragens de grande, médio e pequeno porte. Tais construções implicam consideráveis alterações nas características naturais do recurso hídrico. O barramento do fluxo natural do Rio, no alto, médio e/ou baixo cursos, inserido na política da gestão das águas do Estado, alterou consideravelmente sua vazão na foz, que, no início do século XX, era de 200 m³/s, para menos de 40 m³/s nos dias fluentes.

Segundo Godoy e Lacerda (2014) relembrem, o Jaguaribe é o rio mais importante do Estado do Ceará, cuja bacia hidrográfica ocupa cerca de 60% do Estado. No seu percurso, foram construídos diversos açudes e barragens com a intenção de reduzir os efeitos da seca na região. Os dados da estação fluviométrica de Peixe Gordo, da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada no rio Jaguaribe, a jusante do reservatório do Castanhão, mostra, no período de 1972, as intensivas variações interanuais, com tendência, desde 1989, de redução dos picos de vazão. De 1974 a 1985, o rio Jaguaribe apresentava vazões máximas na ordem de 3.210 m³/s, e, 1996 a 2009, a vazão máxima diminuiu para 1.432 no ano de 2009, diminuição que dificulta o transporte de sedimentos, depositados em todo o estuário, causando erosão nas desembocaduras, principalmente margem esquerda, e aumento na influência da água marinha no estuário. Esta tendência de redução das vazões persiste até os dias de hoje, com o desaparecimento de fluxos fluviais com maior energia e poder de transporte de sedimentos para a foz, em decorrência das velocidades médias, que alcançaram nos últimos 12 anos valores máximos de somente 9,96 m³/s (Figura 1).

Figura 1 - Série temporal de vazão (1973-2022) da estação fluviométrica da ANA situada a jusante do açude Castanhão no rio Jaguaribe.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros estudos mostraram que, mesmo em anos atípicos e com alta pluviosidade, a subida da maré ocasiona o aumento do material particulado dentro do estuário e a diminuição do índice de oxigênio dissolvido na água. Isso é uma evidência de que a entrada de água marinha provoca a erosão e a ressuspensão de sedimentos do fundo, além da erosão da margem do estuário, criando áreas de sedimentação que são eventualmente colonizadas por mangues.

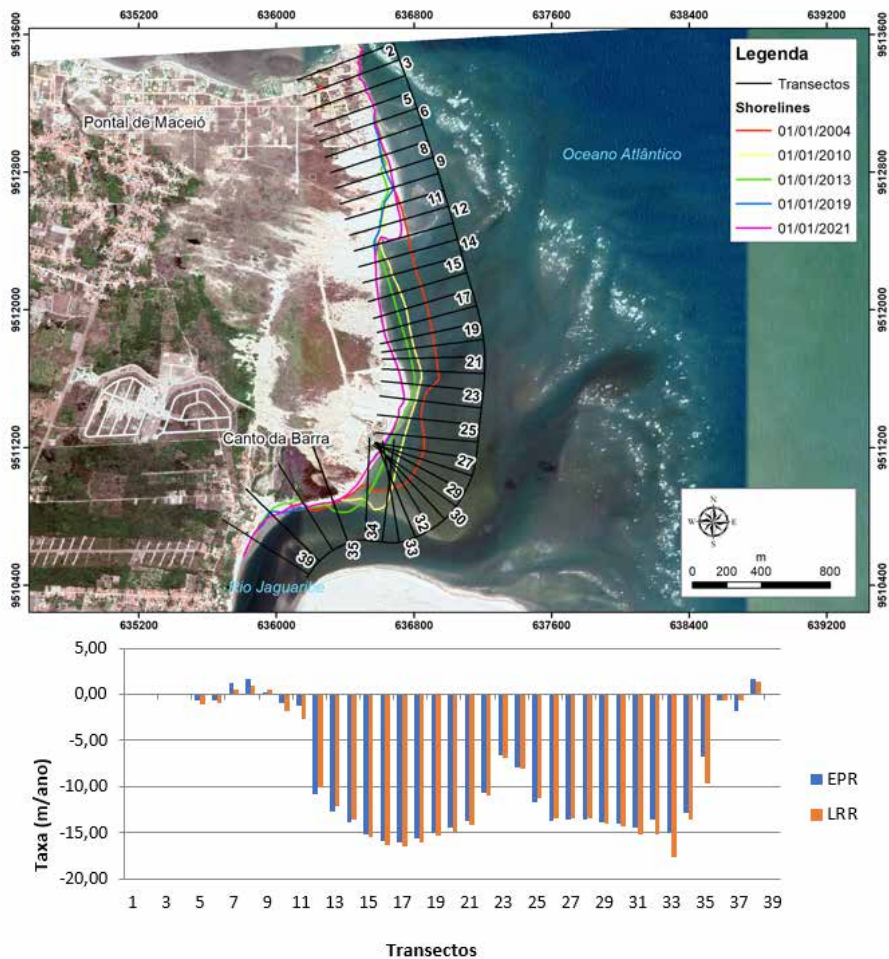
Em período similar, a análise da faixa de praia do entorno da foz do rio Jaguaribe à extensão dos 38 anos 1968/1988/2004, realizada por Carvalho-Neta (2007), mostra que a evolução da margem direita da desembocadura fluvial denota a formação de flechas litorâneas que foram, posteriormente, acopladas à linha de praia, caracterizando, assim, o ambiente de engorda da linha de costa. Esse aspecto de engorda é entendido como um processo natural. Os sedimentos alimentam este segmento da faixa de praia e são responsáveis por essa progradação, oriundos da erosão das falésias de Aracati, situadas ao leste da área. Na margem esquerda da foz, o processo erosivo é destaque, o que indica haver carência de sedimentos ou ampliação da dinâmica fluviomarinha nesse setor.

O registro de imagens é uma ótima metodologia na análise multitemporal em sistemas naturais, e neste estudo foi realizada a determinação das taxas de erosão para o período de 2004 a 2021 (17 anos), utilizando a extensão Digital Shoreline Analysis System – DSAS 3.2 para ArcView, ferramenta empregada para a análise da linha de costa a partir de transectos que cruzam as linhas (*shorelines*) representantes de cada data ou ano da imagem referente à posição da preamar. No estudo foram utilizados os dois métodos estatísticos EPR ou taxa de ponto de extremidade, que calcula a variação, dividindo a distância do movimento pelo tempo decorrido entre a linha mais antiga e a mais atual; e o método LRR, que calcula as taxas de variação da linha de costa por intermédio do método de regressão linear simples, considerando as inflexões à extensão de linha representativa a cada ano, de sorte que todos os transectos são considerados para efeito de cálculo.

Neste período, observa-se que a tendência erosiva ainda persiste na margem esquerda do rio Jaguaribe, com taxa de recuo de até -17,61 metros por ano, o que significa um recuo da linha de costa de até 300 metros. A exceção é observada nos transectos 8 e 9, que, no método EPR, apresentou uma taxa de recuperação da erosão de até 1,68 metro por anos, perfazendo uma progradação de 29 metros (Figura 2).

As variações climáticas, principalmente o regime pluviométrico que altera a vazão fluvial e as características das ondas que controlam o transporte litorâneo de sedimentos, são os controladores da dinâmica na foz, cuja sazonalidade causa períodos de erosão da margem esquerda e períodos de recuperação ou engorda das praias adjacentes. Segundo *Morais et al.* (2008), a diminuição da vazão do rio Jaguaribe no período de implantação e funcionamento do açude Castanhão contribuiu na elevação da taxa de recuo da linha de costa das praias de Fortim de 17 m/ano a 29 m/ano.

Figura 2 - Evolução da planície litorânea na margem esquerda do rio Jaguaribe, mostrando intrusiva erosão nos últimos 17 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A situação atual de erosão persiste nos terrenos da margem esquerda, onde foram instalados diversos empreendimentos turísticos dos tipos hotéis e complexos turísticos imobiliários (CTI) em glebas da empresa Confide Brasil - Gestão de Projetos Turísticos e Imobiliários. Perícia realizada em janeiro de 2003 mostra que as ressacas causadas pelas ondas e maré afetam fortemente os empreendimentos e as áreas adjacentes. O lado oeste dos terrenos, antes protegido por uma faixa de natural de areia, foi seriamente impactado,

tendo penetrado sobre a área continental. Observam-se as estacas de marcação da divisa, ao norte (Figura 3).

Figura 3 - Planície litorânea na desembocadura do rio Jaguaribe. Observar empreendimento em implantação situado na faixa litorânea submetida a erosão nos últimos 17 anos, principalmente após a conclusão do açude Castanhão, em 23 de dezembro de 2002.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os terrenos situados ao leste já são alvo de intenso recuo, tendo sido, inclusive, utilizados sacos de areia para proteger da maré de ressaca, mais que mostraram moderada eficiência, chegando a remover estas estruturas com mais 1,5 tonelada. Ainda nesta direção, no terreno adjacente, está instalado o Jaguaríndia Village, também objeto de intensa erosão, tendo instalada uma proteção costeira com anéis enterrados de concreto, reforçado por muro fortificado por hastes de ferro e protegido por pequenos blocos rochosos, “proteção” esta que não funcionou minimamente, tendo as águas marinhas penetrado o terreno dos chalés (Figura 4).

A definição do tipo de obra mais adequado para conter a erosão neste segmento costeiro, do ponto de vista técnico e ambiental, passa essencialmente pela identificação fisiográfica da região, dos agentes da hidrodinâmica local, mas também pelas condições de uso e ocupação da praia. O **Manual do Uso de Rochas em Costas e em Engenharia Costeira** (CIRIA/CUR, 1991) chama a atenção para o fato de

que “obras de engenharia costeira podem afetar (ou serem afetadas) diante do ambiente natural e social em que estão”. Nesse sentido, para a elaboração do projeto de recuperação, além de estudar as características da região, tais como localização, geologia, geomorfologia, dados oceanográficos, entre outros, avaliando o tipo e a causa dos processos atuantes no local, observa-se, também, a trajetória histórica do Município de Fortim, analisando toda sua configuração litorânea. Da análise merecem destaques o forte apelo paisagístico e, consequentemente, o enorme potencial turístico. Porém, da forte relação do município com o ambiente costeiro, se sobressaem a produção de vários bens e as atividades pesqueiras, sobretudo, a pesca da lagosta.

Figura 4 - Terreno do Jaguaríndia adjacente ao empreendimento em instalação também submetido a erosão, ocasionando a destruição da estrutura de proteção instalada, com a penetração das marés a área dos bangalôs.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Notadamente, as atividades turísticas, ainda em expansão, se constituem nas principais fontes de renda para o Município, mas que se encontram negativamente influenciadas pelos severos problemas decorrentes do avanço do mar. Haja vista esta situação emergencial em que se encontram as praias de Pontal de Maceió, submetidas a intensos processos de retrogradação da linha de costa e, alicerçados

nas informações obtidas através de estudos pretéritos, assim como da análise dos dados coletados por meio dos levantamentos realizados (sedimentologia, morfodinâmica praial, hidrodinâmica e levantamento batimétrico para identificação da morfologia da plataforma continental adjacente às áreas atingidas), foi possível identificar que a intervenção mais apropriada à estabilização da linha de costa nas áreas atingidas é o enrocamento aderente.

Do ponto de vista técnico e ambiental, o enrocamento aderente se constitui na obra de defesa costeira mais apropriada à estabilização da costa e preservação das estruturas naturais, urbanísticas e residenciais, que se encontram ameaçadas pelo avanço do mar, sem que promova a transferência dos processos erosivos para praias adjacentes. O enrocamento é uma obra que possui alta capacidade de absorção da energia produzida pelas ondas incidentes e, principalmente, que combate o ataque frontal das ondas – situação em que as cristas das ondas são paralelas à linha de costa, em que as frentes de ondas arrebatam praticamente em paralelo à linha de costa, podendo, dessa maneira, eliminar a erosão que atualmente acomete essas praias. Os estudos para a definição das características construtivas e orçamentárias mostram que, para a proteção de 180 metros longitudinais de linha de costa, alcançará o valor total de R\$ 2.000.000,00 que, dividido pelo trecho a ser protegido, alcança R\$ 11.100,00 por metro linear.

A opção por esse tipo de obra de defesa costeira, no entanto, se vê fortalecida, também, nos êxitos obtidos com seu uso em ambientes praias de mesmas características que o litoral de Fortim e, por essa razão, se fundamenta, principalmente, nos resultados positivos que o enrocamento aderente vem obtendo em outras praias do Município (Barreiras da Sereia e Redonda em Icapuí; Flexeiras e Mundaú, em Trairi; praia do Aquário, em Fortaleza; e praias de Arpoeiras em Acaraú), sem que tenha exercido grandes interferências no ambiente, e que não provoca, por transferência, a erosão para praias adjacentes, permitindo, inclusive, a fixação dos sedimentos aportados.

3.2 As Obras de Contenção na Praia do Icaraí - Caucaia

Com o objetivo de ampliar as condições de embarque de passageiros e expandir o comércio, as primeiras tentativas de construção de um porto em Fortaleza ocorreram no início do século XIX. Em 1807, foi construído um quebra-mar sobre estacas de madeira, posteriormente substituído por outro maior, equipado com grua. Essas construções, apesar de simples, causaram sedimentação na área, que se tornou a primeira barreira artificial para os sedimentos transportados ao extenso da costa, fazendo a orla da praia progradar e inviabilizando o funcionamento do porto. Em decorrência desses problemas, começaram as investigações para definir um novo local onde pudesse ser construído um porto definitivo para a Cidade. A ideia foi aproveitar as feições geomorfológicas da área, de modo que oferecessem maior abrigo para as embarcações e sem problemas de sedimentação.

As discussões continuaram até 1874, quando consideraram um antigo molhe numa zona de recifes que se dirigia para WNW em direção ao mar como o local ideal. Durante a construção da ponte, não surgiram problemas, mas, com o início da parte fechada, surgiram dois grandes empecilhos: a formação de uma barra de proporções consideráveis a montante e o assoreamento quase total da baía formada. Em 1899, o dique tinha apenas 350 m de largura e a linha de costa já avançava 150 m em direção ao mar (MAIA, 1998).

Para tentar solucionar esse problema, várias obras foram iniciadas para conter o transporte de sedimentos, como a fixação das dunas da ponta de Mucuripe e diques de contenção, porém sem resultados práticos. Como se pensava que o transporte de sedimentos se restringia à zona mais próxima da praia e em razão da necessidade de um porto, abandonou-se a ideia de obras mais próximas da praia, iniciando-se a construção de duas estruturas do tipo pontão, formando ilhas portuárias.

A primeira, denominada ponte Moreira da Rocha ou dos Ingleses, construída em 1923, com 400 m em direção ao mar, e a segunda, denominada ponte do Bicalho e iniciada durante as obras contra as secas em 1929 e que deveria ter 800 m, não chegou a ser concluída em razão de impedimentos técnicos ou financeiros (JOPPERT, 1936).

Os dois portos não eram a solução definitiva, em consequência da acumulação de sedimentos e das condições de atracação de navios com calados superiores a 4 m, pelo que se iniciaram as discussões, apresentando vários projetos.

A solução final seria na ponta do Mucuripe, que necessitaria construir um dique ao norte com 2.000 m de comprimento, desde a ponta ao noroeste, até atingir a batimétrica de -10 m. Caso o quebra-mar não fosse totalmente eficiente em reduzir a agitação no porto, outro quebra-mar seria construído com orientação SW-NE, formando uma baía com capacidade para receber navios com calados de oito a dez metros. A construção foi realizada no período 1939-45 e, com a conclusão das obras, surgiram três problemas principais: o cais do porto assoreou totalmente; não protegeu totalmente a zona de atracação das ondas com os componentes de norte (*swell*); e as praias ao oeste começaram a apresentar intensa erosão.

Após a conclusão das obras de construção do dique do porto de Mucuripe (1940-1945), que interrompeu o transporte longitudinal de sedimentos, o período de 1929-1947 exprimiu as maiores mudanças. O recuo da linha de costa nas praias a jusante do porto neste período alcançou a média de 77 metros. A região mais afetada foi a praia de Iracema, com recuo de 130 m, onde várias edificações foram destruídas pela erosão. Os menores valores encontrados, 32 metros, foram localizados na praia do Meireles. Esta grande diferença na magnitude dos recuos está associada a mudanças laterais nas características geológicas do terreno, uma vez que a maior parte da área é constituída por areias não coesas, encontrando-se localmente terrenos mais resistentes constituídos de recifes.

Os sedimentos desviados pelo cais do porto começaram a formar uma barra submarina paralela à linha de costa a 10 m de profundidade, que, com o tempo, assumiu proporções consideráveis. Essa estrutura causou muitos prejuízos à navegação, pois durante sua migração fechou o canal de acesso ao porto. Haja vista o não funcionamento das soluções, o Laboratório de Hidráulica Dauphinois foi contratado em 1953 para realizar um estudo em modelo reduzido das condições portuárias. Durante a realização do estudo, foram construídos espigões e enrocamentos como medidas para mitigar os problemas de erosão na praia de Iracema. As conclusões do estudo deram

como solução o prolongamento do quebra-mar inicial e a implementação de um quebra-mar de retenção de areia no Titanzinho, obra que ficou concluída em 1963.

A análise das mudanças ocorridas de 1947 a 1964, após as obras de contenção da erosão na região mais afetada, mostra que as obras previstas não protegeram todo o litoral, a erosão continuou na praia de Iracema, com níveis de até 56 m no período. Apesar da tendência erosiva geral, a difração das ondas no quebra-mar do porto do Mucuripe originou dentro da zona de sombra do quebra-mar uma corrente com direção oposta à deriva litorânea. Este fenômeno produziu uma acumulação de sedimentos na bacia portuária e, localmente, um avanço da costa. A existência de uma contracorrente oeste-leste foi confirmada pelo estudo da migração na foz do rio Maceiozinho (MORAIS e PITOMBEIRA, 1974). Este fenômeno foi erroneamente atribuído à retenção de sedimentos pelo porto.

O período (1964-80) caracteriza-se por pequenas alterações da linha de costa, com um recuo médio de 11 m, embora se tenha mantido o comportamento erosivo. Os baixos valores de recuo decorrem, em parte, das obras de defesa e, por outro lado, do alcance das condições-limite em razão do esgotamento dos recursos arenosos, deixando algumas zonas costeiras sem proteção natural. Essas medidas resolveram o problema da erosão local, mas o transferiram para jusante. Mais uma vez, o mesmo tipo de proteção se repetiu, de modo que toda a costa oeste da cidade está agora protegida por 13 espigões e a erosão foi transferida para o Município vizinho de Caucaia.

A transferência da erosão nos anos de 1980 foi gradativamente destruindo as praias de Dois Coqueiros, Iparana e Pacheco, alcançando a praia do Icaraí no início dos anos de 1990, com forte aceleração de setembro de 1996 a março de 2001, quando foram destruídos 70 metros longitudinais de linha de costa.

Desde os anos de 1990, o Icaraí deixou de ser uma estância costeira tradicional e passou a ser primeira residência para uma parte da população, que outrora tinha ali apenas a sua segunda residência, e com isso, intensificou-se a edificação do núcleo urbano na praia do Icaraí. Evidencie-se o fato de que isso só foi possível em virtude da construção das vias de acesso interligando esta região à capital,

Fortaleza. Por exemplo, em 1997, foi construída a ponte José Martins Rodrigues sobre o rio Ceará, facilitando ainda mais a mobilidade urbana entre os dois sítios.

Uma vez acelerada erosão de sua migração para o oeste, foi implantada em 2010 uma solução utilizando geossintéticos, o *bagwall*, que consiste em uma estrutura que utiliza sacos de geotêxtil para aprisionar e modelar o concreto. Trata-se de uma estrutura rígida construída paralelamente à costa, e que se assemelha a uma escadaria (degraus), forma projetada para dissipar a energia das ondas e evitar que o espraio máximo das ondas (wave run-up) atinja a frente urbana marítima e provoque danos físicos e prejuízos econômicos, sociais e patrimoniais.

Em março de 2013, a incidência de fortes ondas na localidade destruiu 100 metros do *bagwall*, que se agravou no decorrer do tempo, tendo sido completamente afetado em novembro do mesmo ano. A obra foi toda refeita e, novamente, destruída totalmente no final de 2016. Em outubro de 2017, as obras para reconstruir a contenção do mar na praia do Icaraí foram concluídas e, conforme a Prefeitura de Caucaia, o valor total da obra foi de R\$ 3,7 milhões para um trecho de 1.400 metros longitudinais, ou seja, R\$ 2.640,00 por metro linear. Considerando a construção inicial e as recuperações, estima-se um custo total de R\$ 11.100.000,00, sem haver resolvido o problema da erosão na praia do Icaraí.

A nova Administração executiva de Caucaia, comandada pelo Prefeito Vitor Valim, que assumiu o Município em 2021, trouxe um novo alento a este desejo de combate à erosão costeira que aflige há décadas toda a população local. Em 2022, se iniciou a implantação do Anteprojeto de Proteção e Restauração da Linha de Costa do Município de Caucaia, elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias – INPH do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. A solução selecionada consiste na implantação de 11 estruturas curvilíneas, com um comprimento de 220m, medido a partir do nível médio d'água atual, e o espaçamento longitudinal entre duas estruturas vizinhas é de 700m. Além das estruturas, recomendou-se um engordamento artificial de praia de 50m, com cota de +4m (+DHN), sendo esta altura suficiente para resistir aos níveis de água extremos suscetíveis de ocorrer durante ressacas.

A estrutura completa será implantada em quatro etapas, conforme está expresso à continuidade.

1ª – Três espigões de proteção (números 5, 6 e 7) já em construção da praia do Icaraí.

2ª – Quatro espigões de proteção (números 1, 2, 3 e 4) com previsão de implantação no final do segundo semestre de 2023.

3ª – Quatro espigões de proteção (números 8, 9, 10 e 11) com previsão de implantação em 2023.

4ª – Engorda de praia de todo o trecho com previsão de implantação em 2023/2024.

A primeira etapa, ao custo de R\$ 44 milhões, inclui três espigões no bairro Icaraí, um dos principais polos turísticos do Município e o que mais sofre com o avanço do mar. Esses espigões servirão tanto na defesa da moradia das pessoas, quanto na geração de milhares de empregos. A população poderá se empregar na gastronomia, na hotelaria, na construção civil e em tudo o que isso desencadeará de desenvolvimento para o Município. No total, serão protegidos 1.400 metros longitudinais de praia, o mesmo do sistema de *bagwall*, e, neste caso, o custo por metro linear de proteção sobe para R\$ 31.428,00. A Figura 5 mostra um trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa recomendado.

Assinalamos, com base em diversos estudos científicos realizados, o fato de que a erosão na foz do rio Jaguaribe (Aracati/Fortim) e na praia do Icaraí (Caucaia) está associada, respectivamente, à ação antrópica de construção de barragens à extensão de todo o curso do rio Jaguaribe e a interrupção da deriva litorânea de sedimentos pela construção do porto do Mucuripe. Inúmeros são os princípios ambientais contemplados pelas declarações e convenções internacionais sobre meio ambiente (como a Declaração de Estocolmo sobre o Ambiente Humano, de 1972, e a Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992) e internalizados, no Brasil, pela Constituição Federal e Lei da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal 6.938/1981) – só para citar os diplomas principais. Todos eles estão vocacionados a resguardar o equilíbrio ecológico e, indiretamente, a qualidade de vida e a dignidade da pessoa humana.

Figura 5 - Foto de Satélite do Espigão 5, no mês de agosto de 2022, em Icaraí, Caucaia – CE.



Fonte: Google Earth, 2022

Dentre eles, destaca-se o Princípio do Poluidor Pagador que, de um lado, reitera e reforça a máxima proteção ambiental determinada pelos princípios ambientais da prevenção, precaução e reparação/responsabilidade, e, de outro lado, orienta e procura implementar uma maneira justa da distribuição dos *onera* da prevenção e reparação dos danos ambientais entre os agentes econômicos, parceiros comerciais e consumidores, mediante um sistema de internalização das externalidades ambientais, que transfere os “custos da poluição” do Estado e da sociedade para os responsáveis diretos e indiretos pela atividade poluidora/degradadora. Em suma, o Estado é que deveria restaurar as condições de estabilidade do local ou a instalação de estruturas para conter a erosão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas costeiras tornaram-se mais propensas e vulneráveis a riscos naturais e causados pelo ser humano que levam à erosão costeira, e isso é reconhecido como uma ameaça crescente por causa da mudança climática global e outras atividades antropogênicas que alteram os processos naturais de sustentação de praias e costas. A erosão costeira ocorre, principalmente, quando o vento, as ondas e as longas correntes costeiras movem a areia da costa e a depositam em outro lugar. A areia é removível para outra praia, para o fundo do oceano mais profundo, em uma fossa oceânica ou no lado terrestre de uma duna. A remoção da areia do sistema de compartilhamento de areia resulta em mudanças permanentes no formato e estrutura da praia. O impacto do evento não é visto imediatamente como no caso de tsunamis ou tempestades, mas é igualmente importante quando consideramos a perda de propriedade. Geralmente, leva meses ou anos para notar o impacto da erosão; portanto, isso é ordinariamente classificado como um “Perigo Costeiro de Longo Prazo”.

A mudança climática criará desafios mais intensos para a proteção costeira do que os experimentados no passado. As forças sobre as estruturas de proteção estão aumentando e o aumento do risco de erosão na maioria das áreas costeiras coincidiu com o crescimento contínuo da população e do investimento. Uma vez que a implementação de medidas de proteção costeira necessita de uma antecipação de décadas, a determinação das condições de fronteira para o seu desenho requer uma margem adequada e suficientemente segura para desenvolvimentos previsíveis, para futuro mais remoto. Atualmente, esta é a melhor prática em Engenharia costeira, mas torna-se mais difícil e incerta, à medida que se avança no tempo, uma vez que não há previsões confiáveis para os impactos das mudanças climáticas, apenas cenários abrangentes.

Assim, as estratégias de adaptação para a proteção costeira devem ser econômicas para construir a curto prazo e concebidas de maneira que sejam facilmente adaptadas no futuro, permitindo uma flexibilidade adequada para responder aos efeitos ainda insuficientemente determináveis dos impactos futuros das alterações climáticas. Em termos de políticas públicas, o Estado do Ceará reconhece a im-

portância de incorporar os estudos sobre a erosão costeira da Secretaria de Infraestrutura para atender a esses requisitos. A compreensão atual dos efeitos das mudanças climáticas nas medidas de proteção costeira deve ser usada para examinar estratégias alternativas para a proteção costeira futura sob uma ampla gama de cenários para os impactos das mudanças climáticas considerados possíveis.

REFERÊNCIAS

CASTELLANOS, E., M.F. LEMOS, L. ASTIGARRAGA, N. CHACÓN, N. CUVI, C. HUGGEL, L. MIRANDA, M. MONCASSIM VALE, J.P. OMETTO, P.L. PERI, J.C. POSTIGO, L. RAMAJO, L. ROCO, AND M. RUSTICUCCI, 2022: Central and South America. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014.

CIAVOLA, P., ARMAROLI, C., CHIGGIATO, J., VALENTINI, A., DESERTI, M., PERINI, L., LICANI, E. P. Impacto of storm along the coastline of Emilia-Romagna: the morphological signature on the Ravenna coastline (Italy). Journal of Coastal Research, SI 50, p.1-5, 2007. Paula et al., (2011 e 2012),

CIRIA/CUR. The Rock Manual: The Use of Rock in Hydraulic Engineering. C683, CIRIA, London, 1991. 1.304p.

DIAS, F.J.S. 2011. Circulação e massas de água na plataforma continental leste do Ceará: modelagem numérica e observações. Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 2011. 329p.

DOUGLAS, B.; CROWELL, M. (2000) Long-Term Shoreline Position Prediction and Error Propagation. Journal of Coastal Research, 16, 145-152.

FERNANDES, K. 2011. Praias no Ceará devem desaparecer em dez anos, diz estudo. UOL Notícias. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/06/05/praias-no-ceara-devem-desaparecer-em-dez-anos-diz-estudo.htm>. Acessado: 8 de mai. 2023.

GODOY, M.D.P.; LACERDA, L.D. River-island response to land-use change within the Jaguaribe River, Brazil. *J Coast Res* 30: 399-410. 2014.

INNOCENTINI, V.; ARANTES, F.O.; FERREIRA, R.J.; MICHELETO, R.G. A agitação marítima no litoral nordestino do Brasil associada aos distúrbios africanos de leste. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, Vol. 20, n.3, p. 367-374, 2005.

INNOCENTINI, V.; ARANTES, F.O.; PRADO, S.C.C. Modelo de ondas aplicado ao caso 5-8 de maio de 2001. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, vol. 18, n. 1, p. 97-104, 2003.

JOPPERT, M., 1936: O pôrto do Ceará. *Revista do Club de Engenharia*, março de 1936, 20p.

MAIA, L. P. Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NEBrasil): Implicaciones para uma gestión adecuada de la zona rural. Tese de Doutorado. Facultat de Biologia. Universidade de Barcelona. 1998, 269p.

MARTINS, K.A.; PEREIRA, P.S.; SILVA-CASARÍN, R.; NETO, A.V.N. 2017. The influence of climate change on coastal erosion vulnerability in northeast Brazil. *Coastal Engineering Journal*, v. 59, p. 25, 2017.

MELO, E., ALVES, J. H. G. M., JORDEN, V., ZAGO, F. Instrumental confirmation of the arrival of North Atlantic Swell to the Ceará coast. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries – COPEDEC IV*, Riode Janeiro, Brazil, p. 1984-1996. 1995

MORAIS, J.O.; PAULA, D.P.; PINHEIRO, L.S. Influência dos Processos Estuarinos do Rio Jaguaribe na Variação da Linha de Costa da Praia de Pontal de Maceió – Ceará - Brasil. *Anais do VI SINAGEO – VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*, 10 p., Goiânia, GO, Brasil. 2006.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S. Evolução a curto e médio prazo da zona costeira adjacente à foz do Rio Jaguaribe-Ceará. Revista de Ciências e Tecnologia da UECE, 2(2):69-77. 2000.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S.; CAVALCANTE, A.A. Dinâmica Costeira. In: Elias, D. (org.), O Novo Espaço da Produção Globalizada: O Baixo Jaguaribe – CE, 1:119-159, FUNECE. 2002.

MORAIS, J.O.; PITOMBEIRA, E.S., 1974: Processos migratorios na embocadura do Rio Maceiozinho (Fortaleza-Ceará-Brasil). Bol. Cienc. Mar., 27: 1-9.

MUEHE, D. 2006. Erosion in the brazilian coastal zone: an overview. Journal of Coastal Research, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium): 43 - 48. Itajaí, SC, Brasil.

PEGAS, F.; WEAVER, D.; GUY, C. 2015. Domestic tourism and sustainability in an emerging economy: Brazil's littoral pleasure periphery. Journal of Sustainable Tourism. 23. 748-769. 10.1080/09669582.2014.998677.

RIBEIRO, L. C. S., SILVA, E. O. V., ANDRADE, J. R. L., SOUZA, K. B. Tourism and regional development in the Brazilian Northeast. Tourism Economics, v. 23, n. 3, p. 717-727, 2017

CAPÍTULO TRÊS

A HERANÇA IMOBILIÁRIA LITORÂNEA

João Fiuza¹

O mar fala mais alto. Traz para as pessoas uma paz de espírito diferente, uma energia positiva. Até mesmo a lua nascendo e o sol se pondo ali é diferente. Atrai tudo, é ele que puxa todo o vetor de uma cidade litorânea, desde turismo até a economia. Minha convivência com estas circunstâncias sempre foi muito intensa, desde a infância. Eu abria a porta da minha casa, com 12 irmãos, na Praia de Iracema, em Fortaleza-CE, e já deparava o mar. Na minha vida, este vai muito além do empreendedorismo.

Há 41 anos, tenho o compromisso de liderar o Grupo Diagonal, referência no mercado imobiliário de alto padrão, destacando-se como uma das maiores construtoras e incorporadoras do Ceará. Constatando mais de sete mil unidades entregues e mais de dois milhões de m² de área construída, temos como marca registrada nos principais empreendimentos da região o reconhecimento pelo trabalho em trechos litorâneos à extensão da costa cearense.

Como um apaixonado pelo mar, claro é que o litoral precisava de um enfoque especial, também, por parte da empresa

Foi nos anos de 1980 que começamos a olhar para empreendimentos de linha de praia. Desde a parceria com grupos empresariais internacionais, a Diagonal participou de projetos nesse segmento que se tornaram referência no Ceará, como o conhecido Hotel dos Franceses, o Paradise Flats, o Vila Galé Cumbuco, VG Fun Residence e o VG Sun.

Estar inserido nesses projetos agregou muito aprendizado de como conviver corretamente com empreendimentos na linha de praia. Aperfeiçoamos todo esse conhecimento para aplicar na prática projetos de excelência que reunissem qualidade, modernidade e sustentabilidade.

1 Presidente - Diagonal Engenharia/ Victa Engenharia

O sucesso do Grupo Diagonal no panorama imobiliário de regiões litorâneas conecta-se com o “DNA” da empresa, de ser genuinamente cearense. O Ceará é um hub turístico internacional robusto, que só cresce atraindo visitantes e investidores de todo o mundo.

O turismo no Ceará é um dos maiores indutores econômicos do Estado. Depois da implementação do aeroporto, que conectou o Brasil, principalmente, à Europa e aos Estados Unidos, tivemos uma crescente constante de empreendimentos turísticos hoteleiros e imobiliários que trazem geração de emprego e renda, e desenvolvem a região como um todo.

É importante reconhecer que grandes projetos na área litorânea têm potencial de influenciar no desenvolvimento de regiões turísticas, como o Ceará, e, por isso, requerem responsabilidades. Há uma rotina de aprovações e licenciamentos que é e deve ser cumprida para a aplicação de projetos como esses. Além de seguir critérios técnicos que respeitem a cidade e o meio-ambiente, temos como visão tornar os projetos mais sustentáveis com suporte em medidas como reúso de água, utilização de energia limpa, educação em coleta seletiva, entre outros.

É oportuno ressaltar que nossa expertise em projetos de construção e incorporação na linha de praia trouxe uma visão especial para as localizações. Além da arquitetura, a beleza do litoral, a brisa e a energia das pessoas que frequentam o mar são quesitos importantes para o sucesso de um empreendimento de frente essas águas. Por esses fatores, a Diagonal se tornou referência na construção de prédios na orla cearense. Em adição, há o compromisso de construir o melhor, oferecendo as melhores soluções arquitetônicas. Assim nasceram projetos de linhas arrojadas que deram à Empresa o caminho do sucesso no mercado competitivo e exigente da construção civil.

BONS VENTOS EM CAUCAIA

Há mais de 30 anos, quando cheguei ao Cumbuco, só existiam a vila da praia e apenas dunas de areia. Era muito deserto, não tinha estrutura. Com grande mérito ao empresário e amigo João Bosco, que enxergou potencial na região, os grupos hoteleiros e residenciais, entre

eles a Diagonal, começaram a equipar o local com os primeiros empreendimentos. Se, antes, a beleza do litoral era o único atrativo, com o passar do tempo, a cidade evoluiu com diversos hotéis, pousadas, uma infraestrutura mais solidificada e desenvolvida, tornando-se importante rota turística para o Ceará. Hoje, a localidade já concentra diversos hotéis e pousadas, tem uma infraestrutura mais solidificada em desenvolvimento e tornou-se importante rota turística para o Ceará.

Foi no litoral de Caucaia que a Diagonal assinou alguns dos nossos empreendimentos mais conhecidos, como o Vila Galé Cumbuco, resort desenvolvido em parceria com o grupo hoteleiro português Vila Galé, entregue em 2010. Situado entre as dunas da Costa dos Ventos, o hotel é a localização perfeita para os adeptos dos esportes náuticos, como kitesurf e windsurf e dos passeios de caiaque e de lancha nas lagoas de Banana e Parnamirim.

Além de praias paradisíacas, a região tem esse grande diferencial, configurado no turismo esportivo. A praia do Cumbuco é um dos principais destinos para os praticantes de kitesurf e windsurf. Com isso, é importante que as instituições públicas e privadas enxerguem que esses são fatores passíveis de ser mais explorados, com estruturas específicas para a prática desses esportes que atraíam tantos estrangeiros ao Ceará.

Outro fruto de sucesso da parceria Diagonal e Vila Galé é o VG Sun, entregue em 2016, que elevou o patamar de segunda residência na Praia do Cumbuco. O complexo está localizado vizinho ao Hotel Vila Galé. O projeto foi concebido com apartamentos e bangalôs em uma localização que valoriza a tranquilidade de morar à beira-mar.

A Diagonal sempre trabalhou com amparo no respeito pelo meio-ambiente, cumprindo as orientações e as legislações, apoiando intervenções com soluções técnicas e ambientalmente corretas, mediante estudos e com a cooperação de profissionais das áreas competentes.

CAPITAL DO SOL E DOS ARRANHA-CÉUS

A influência do crescimento imobiliário no desenho arquitetônico de uma cidade é um dos principais pilares do desenvolvimento urbano

e social. Nessa contextura, é ensejado evidenciar o fato de que os incorporadores precisam manter uma conexão, simbiose e sintonia completa com os arredores. É o caso de Fortaleza, capital que reflete esse movimento em toda a orla. Somente a Diagonal tem dezenas de empreendimentos de frente para o mar em Fortaleza, com outros dois em obras.

É importante termos noção da responsabilidade de trabalhar com o litoral de Fortaleza. Por isso, ao apostarmos em desenhos arquitetônicos diferenciados, estamos conduzindo a cidade à Modernidade, ao futuro. Cada vez mais, é preciso sustentar a viabilidade de projetos sustentáveis, tecnológicos e que sabem trabalhar bem as belezas e vantagens de morar a poucos metros da praia. A Diagonal, por exemplo, tem no portfólio grandes marcos arquitetônicos na avenida Beira Mar e seus arredores, em Fortaleza, como o Solar Volta da Jurema, Beira Mar Trade Center, Trapiche Condominium, Titan, Holanda Piazza, Veleiro Condominium, dentre outros. E prepara-se para entregar, em cinco anos, mais cinco prédios icônicos: Diagonal by Pininfarina, Ivens Monumental, Legacy, Epic e EDGE.

Dentre as novidades, o EDGE, é o primeiro do Nordeste com estrutura inédita de elevador para carros. O prédio possui, ainda, heliponto, área de lazer, tomada para carros elétricos, academia de ginástica, entre outros diferenciais exclusivos.

Não se há de esquecer de um lançamento que movimentou o mercado imobiliário nacional, por trazer a assinatura do prestigiado estúdio de design italiano Pininfarina, consagrado no meio automobilístico pelo projeto de métodos exclusivos de marcas automotivas do porte de Ferrari, Maserati e Alfa Romeo. Sem dúvidas, é um presente de luxo para a Beira-Mar de Fortaleza, primeira cidade das regiões Norte e Nordeste a receber um empreendimento By Pininfarina. É a junção perfeita da estética sofisticada e alta performance de uma Ferrari, com a beleza e a energia de uma praia ensolarada.

E essa visão diária para toda a imensidão do mar também foi um dos cuidados especiais no desenvolvimento do Edifício Epic, a poucos metros da praia do Meireles. Inspirado nos maiores arranha-céus do mundo, é um empreendimento que abraça a cidade do alto dos seus 51 andares e possibilita ao morador a contemplação para o azul do litoral.

Em transposição à avenida Beira-Mar, é preciso destacar o potencial da praia do Futuro, onde já estivemos com o VG Fun, o Beach Village Residence e, recentemente, com o Mirante, lançado pela Victa. Essa região não recebia tantos investimentos imobiliários na época. Enxergamos potencial na localização e implantamos alguns empreendimentos que hoje são grandes sucessos da nossa Empresa. Obras como essas ajudam a impulsionar o turismo, refletindo em outros setores, como lazer, serviços, gastronomia e toda uma cadeia produtiva.

Acredito, também, que o boom imobiliário na orla de Fortaleza carrega muitos benefícios para a Capital e acende o alerta para que o desenvolvimento esteja alinhado aos aspectos ambientais. Seja qual for a região litorânea, as construtoras precisam seguir diretrizes muito claras de respeito ao meio ambiente e à comunidade local, e atender, de maneira correta e íntegra, os preceitos da responsabilidade corporativa com a Metrópole Cearense. É preciso levar Fortaleza ao futuro com sustentabilidade.

NOVOS HORIZONTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Município de Fortim, a 135 km de Fortaleza, chama, recorrentemente, a atenção de turistas e investidores, desde alguns anos. A região abriga belas praias, como a praia de Pontal de Maceió e a praia Canto da Barra, e é conhecida pelas águas calmas e os bons ventos que propiciam excelentes passeios de lancha e jet ski. Além disso, a região se expressa como um dos melhores lugares do Estado para a prática de kitesurf, esporte que atrai turistas de todas as partes do mundo ao Ceará.

Em 2022, anunciamos o lançamento do Fortim Eco Village, primeiro empreendimento da Diagonal na região. O condomínio de casas será banhado pelo encontro do rio Jaguaribe com o oceano Atlântico e ocupará um espaço de mais de 50 mil metros quadrados, divididos entre unidades de habitação e espaços de lazer.

Acreditamos no potencial de Fortim para o segmento de segunda residência e, reforçamos a ideia de que a chegada a essa região vai trazer muitas oportunidades para o mercado imobiliário. A Cidade

costeira constitui um tesouro escondido com paisagens naturais incríveis. De praias de areia branca a dunas imponentes, Fortim é um lugar onde o rio encontra o mar em patente harmonia.

O Fortim Eco Village está localizado na praia Canoé, um dos lugares praianos mais exclusivos do Ceará, que fica há apenas uma hora e 20 minutos de Fortaleza. Com águas calmas e uma rica paisagem, o lançamento terá pé na areia, combinando tranquilidade, paz, privacidade e segurança. A localização privilegiada possui vasta riqueza paisagística que culmina exuberante, encantadora e diversificada, contando com rio, mar tranquilo, mangue, dunas e falésias.

Trabalhar em um empreendimento cercado de tanta natureza é um privilégio e requer responsabilidades. O Grupo Diagonal mantém um diálogo constante com os órgãos ambientais e é obediente a todos os critérios baseados em estudos feitos na região. O Fortim Eco Village chega para celebrar as riquezas naturais de Fortim e ajudar a impulsionar o desenvolvimento socioeconômico da região.

Complexos turísticos como o Eco Village atraem turistas para as áreas litorâneas, especialmente as mais afastadas das grandes cidades, como é o caso de Fortim, em comparação ao Cumbuco, por exemplo. São empreendimentos que contribuem para o aumento da demanda por serviços turísticos, como restaurantes, lojas e atividades de lazer. Isso cria oportunidades para pequenos negócios locais, suscetíveis de fornecer produtos e serviços para os turistas.

SUSTENTABILIDADE E RESPEITO

Unido a outros aspectos que adicionam valia a um imóvel, o desenvolvimento de complexos turísticos imobiliários precisa ser feito de modo sustentável, respeitando o meio ambiente e as comunidades locais. A construção sem planejamento, na maioria das vezes, causa choques muito negativos na paisagem natural e na qualidade de vida dos moradores da região.

Os empreendimentos, então, conformam-se como uma fonte importante de desenvolvimento econômico para as áreas litorâneas,

desde que sejam construídos e gerenciados responsável e sustentavelmente. É preciso reconhecer nosso compromisso, como empreendedor, de sempre trabalhar com planejamento, estudo e respeito ao meio ambiente.

Há uma rotina de aprovações e licenciamentos, que é e deve ser cumprida para a aplicação de projetos como esses. Além de seguir critérios técnicos que respeitem a cidade e o meio ambiente, a construção civil precisa ter como visão tornar os projetos mais sustentáveis, com amparo em medidas como reúso de água, utilização de energia limpa, educação em coleta seletiva, entre outros.

Naturalmente, o litoral é uma região que tem desafios, como o avanço do mar, por exemplo, e, portanto, necessita de cuidados especiais na garantia da segurança ambiental e dos moradores. Por isso, as diretrizes de ESG (sustentabilidade ambiental, social e de governança corporativa) são pilares indispensáveis nas práticas corporativas de grandes empresas, pois só assim será possível medir os influxos sociais e os níveis de sustentabilidade.

Além dos benefícios ambientais, empresas que aplicam as diretrizes do ESG ganham em competitividade. Startups que seguem este modelo, por exemplo, costumam receber mais investimentos, e grandes empresas atraem mais clientes e consumidores, que hoje compram produtos mais sustentáveis de quem realmente cumpre um papel socioambiental, como revelam pesquisas especializadas em tendências de mercado e consumo.

Dentre as questões ambientais orientadas pelo conceito de ESG, a empresa precisa se comprometer a minimizar seus impactos ambientais, reduzindo a emissão de CO₂, garantir eficiência energética, tornar absolutamente correto o descarte de lixo e pugnar pelo uso mais sustentável da água, além da própria preservação do meio ambiente.

Negócios que assentam suas operações em um compromisso socioambiental e nas melhores práticas da gestão auferem mais espaço no mercado, no gosto dos consumidores, no crescimento dos resultados e, sobretudo, ensejam uma influência positiva enorme na sociedade.

ECOSSISTEMA ECONÔMICO BANHADO PELO MAR

Os complexos turísticos imobiliários inseridos em regiões litorâneas têm uma importância significativa para a economia do seu entorno. A chegada de um hotel, resort, condomínios de apartamentos ou casas de praia representa uma nova movimentação no desenvolvimento socioeconômico local.

Esses empreendimentos dão ensejo a empregos e renda para a população, se conectam a outros segmentos - como restaurantes, entretenimento e espaços para atividades esportivas - criam oportunidades para pequenos negócios locais, capazes de fornecer produtos e serviços para os turistas. São um verdadeiro ecossistema econômico banhado pelo mar...!

A construção desses empreendimentos requer investimentos significativos, que oferecem empregos diretos e indiretos, tanto na fase de construção quanto na operação do complexo. Além disso, esses empreendimentos dão ensejo a receitas para o Governo, por meio de impostos sobre a construção e operação, além de taxas turísticas. Esses recursos são, normalmente, investidos em infraestrutura e serviços públicos para a população local.

Cidades cearenses como Fortaleza, Caucaia, Fortim e Jijoca de Jericoacoara, por exemplo, têm o mar como importante fonte de recursos, e o setor imobiliário possui um grande papel no desenvolvimento dessas regiões. Quando vamos construir um empreendimento, não pensamos só na edificação em si, mas há um planejamento para seu entorno. Queremos sempre deixar uma herança para a região, fomentar mais negócios que contribuam com aquele local, além das contrapartidas ambientais.

CAPÍTULO QUATRO

O TRANSPORTE MARÍTIMO ANTE A MUDANÇA CLIMÁTICA

Almirante-de-Esquadra Elis Treidler Öberg¹

MOLDURA HISTÓRICA

O mar e as embarcações fazem parte do cotidiano da vida humana desde a Pré-História. Estiveram na evolução do ser humano e avançaram junto com as civilizações. São componentes dos aspectos socioeconômicos, como transporte, alimentação, comércio e, mais recentemente, participam da exploração dos recursos do mar e em pesquisas de cunho científico.

Alguns povos, normalmente por estarem mais próximos ao mar, desenvolveram toda uma cultura direcionada para o seu uso, com grande dedicação para a construção de navios, formando marinheiros e pescadores, propiciando a exploração da pesca, do comércio e transporte marítimo, assentando toda sua economia nesses fatores.

A primeira rota comercial de que se tem notícia remonta a cinco mil anos, entre a Mesopotâmia, Bahrain e o vale do rio Indus (1-pag 7). Naquela época e por toda a Antiguidade, a principal propulsão das embarcações era o remo, embora a vela coexistisse. A dificuldade de se navegar em direções contrárias ao vento, entretanto, em face da inexistência de um arranjo de velas que isto permitisse, explicava a preferência pelo remo, em especial nas proximidades da costa e em situações em que manobras eram necessárias.

Cabe aqui uma comparação entre a propulsão a remo ou com o uso do vento. A primeira enseja que se navegue em qualquer direção, sendo a velocidade e o alcance ditados pelo esforço e a disponibilidade de remadores. A propulsão a pano dificulta que se procurem rumos contrários à direção do vento e terá a velocidade determinada pela sua intensidade. Em situação de calmaria, não tem condição de ser utilizada. (2-pag 25).

1 Marinha do Brasil

Dessa maneira, as embarcações mercantes, com pequenas tripulações, preferiam a navegação a vela, enquanto as militares que utilizavam escravos e convictos² como remadores, normalmente, eram a remo (3-pag 3)

Acompanhando os movimentos históricos, a navegação comercial expandiu-se do golfo Pérsico para o mar Mediterrâneo Oriental, com especial importância no rio Nilo e entre o povo fenício, grandes construtores de embarcações e navegadores, onde a cidade de Tiro (situada onde hoje é o Líbano), se consolidou como centro marítimo da região. Em realidade, na época, Tiro atuava como uma intermediadora de produtos oriundos do Oriente Médio e Ásia para o mundo mediterrâneo (1-pag 8).

A batalha naval de Salamina, travada entre a frota persa de Xerxes I e a grega, comandada por Temístocles, que ocorreu em setembro de 480 (a.t.c. – antes do tempo corrente), foi não só um marco em termos de estratégia naval, como muito importante para o comércio marítimo, uma vez que a vitória grega manteve aberta a navegação entre o Mediterrâneo e o Mar Negro, facilitando o comércio de grãos oriundos daquela área (1-pag 9)

A importância econômica do transporte marítimo será fator preponderante no desenvolvimento das marinhas, na tarefa de prover proteção às rotas marítimas e ao tráfego mercante, contra a pirataria ou mesmo inimigos nacionais.

Por volta do ano 300 (a.t.c.) Tiro foi conquistada por Alexandre “O Grande”, pondo fim à importância fenícia nas navegações. As cidades gregas, especialmente Cartago, no norte da África, assumiram a liderança marítimo/comercial (1-pag 9)

Com o Império Romano, o mar Mediterrâneo e as suas cidades litorâneas formaram um polo econômico onde a navegação mercante se expandiu e aperfeiçoou, procurando uma expansão para o norte europeu. Somente, porém, lá pelos anos 1000 (t.c.), com o declínio romano, foi que o comércio do mar Báltico se igualou ao das cidades-estados (especialmente Genova e Veneza) do Mediterrâneo, com o sucesso da chamada “Liga Hanseática”. (1- pag. 11).

2 - Réus já julgados.

A conexão marítima entre o norte europeu e o Oriente Médio, através do Mediterrâneo, estava consolidada. Não era, todavia, suficiente. O trajeto por terra para trazer os produtos asiáticos, as conhecidas “especiarias,” se mostrou dispendioso e submetido a uma grande insegurança durante toda a Idade Média.

Os navegadores não tinham mais dúvidas de que os próximos avanços teriam de ser no oceano Atlântico, uma vastidão de águas que demandaria um sem-número de incrementos tecnológicos, seja no arranjo das velas na mastreação das embarcações, seja na arte de navegar, pois seriam necessários grandes períodos longe da costa, em um mar diferente do Mediterrâneo, que, aparentemente, não tinha fim.

Foi Portugal, contudo, durante a era do Renascimento, com sua posição geográfica debruçada sobre o Atlântico, com o incentivo da Coroa, por intermédio da Escola de Sagres e da visão do Infante D. Henrique, que reuniu as condições necessárias de embarcações e métodos de navegação, possibilitando a ocorrência da chamada época dos grandes descobrimentos.

A epopeia que ocorreu na segunda metade do século XV foi um movimento inigualável na história marítima, quando navegadores portugueses e, posteriormente, espanhóis, ampliaram definitivamente a fronteira do mundo conhecido. Nomes como Bartolomeu Dias, Vasco da Gama, Pedro Alvares Cabral, Cristóvão Colombo e Fernão de Magalhães, dentre muitos outros, moldaram o futuro da humanidade com as suas expedições, sempre movidos por um desejo incontido de encontrar a riqueza por via do comércio com terras distantes.

Essa dicotomia das perspectivas dos riscos das viagens com expectativa de ganhos futuros, sobrou exposta em 1487, quando Bartolomeu Dias passou pelo ponto extremo sul do continente Africano e o batizou de “cabo das Tormentas”, em face das condições de mar ali encontradas. Em Portugal, contudo, compreende-se que o caminho marítimo para as Índias se tornaria uma realidade, em razão da passagem descoberta. Por esse motivo, o Rei de Portugal o rebatizou como “cabo da Boa Esperança”. (1-15).

Em 1498, Vasco da Gama atingiu a Índia, navegando pelo cabo da Boa Esperança, concretizando o principal objetivo que motivou a era das navegações. O feito foi imortalizado na consagrada e clássica obra de Luís Vaz de Camões, **Os Lusíadas**.

De outra vertente, essa corrida marítima, por descobrimentos e comércio, propiciou o aperfeiçoamento contínuo da estrutura de velas das embarcações e, principalmente, dos instrumentos de navegação, como a agulha magnética, que passou a apontar rumos confiáveis, e o astrolábio, que, ao medir o ângulo que o sol fazia com o horizonte, deu ensejo ao cálculo da latitude.

O século XVI configurou a consolidação dos descobrimentos que ocorreram no século anterior, com portugueses e espanhóis se lançando à demanda de riquezas nas novas terras e, mais tarde, secundados pelos holandeses.

No início do século XVII, o mundo marítimo exprimia grande disponibilidade para novas rotas e oportunidades comerciais. As linhas regulares entre a Europa e a Índia, bem como para o Caribe e a América do Norte, foram, gradativamente, se estabelecendo e se expandindo, tecendo uma rede que passou a ser imprescindível para a economia mundial.

Releva comentar o fato de que também foi nesse século que a propulsão a remo deixou de ser considerada, ficando restrita a situações sobradamente específicas. O desenvolvimento do arranjo de velas, conduzindo a que se navegasse em rumos bastante próximos à direção do vento, bem assim, as distâncias impostas pelos grandes oceanos impuseram suas vantagens.

Os avanços observados na trigonometria esférica e na astronomia, durante o século XVIII, resolveram, com segurança, o problema da posição no mar pela via da navegação astronômica. A invenção do sextante e os cronômetros de precisão, juntamente com as tábuas de navegação, passaram a ser instrumentos imprescindíveis para o navegante. É interessante observar que o cálculo astronômico se manteve com pequenos aperfeiçoamentos até o surgimento do GPS (Global Positioning System), no final do século XX, e continua sendo ensinado e exigido na formação e qualificação dos navegantes, por ainda ser a mais segura modalidade de se obter a posição no mar.

Ainda no século XVIII, houve grande necessidade de desenvolvimento das marinhas de guerra, seja para atingir ganhos estratégicos, obtendo o controle do mar durante os inúmeros conflitos que se sucederam, como, também, para proteger as suas frotas mercantes

nas longas travessias para as Américas e o Oriente. A pirataria e os corsários se tornaram ameaça de porte aos ganhos comerciais e necessitaram ser contidas com vigor. Foi no final desse século que os britânicos, dispondo de uma marinha poderosa, começaram a estabelecer – e o fizeram – o seu império comercial e marítimo.

A invenção da máquina a vapor, por James Watt, juntamente com a Revolução Industrial, em parte, na segunda metade do século XVIII, influenciaram profundamente no negócio do transporte marítimo, provocando a primeira grande transformação a que essa atividade teve de se adaptar.

Inicialmente, houve uma convivência entre a vela e o vapor nos navios, que mantiveram os seus mastros instalando rodas de propulsão nas suas bordas. Em breve espaço de tempo, conforme se avançava na curva de aprendizado do vapor, as rodas de propulsão foram substituídas pelo hélice na popa.

A navegação comercial a vela, entretanto, deixou saudades no seu final, em face da beleza dos *clippers* e *windjammers*, as últimas classes puramente a pano que cruzaram os mares. Os primeiros primavam por maiores velocidades no comércio entre a Europa e a China. Os outros, já com casco de ferro ou aço, chegando a ter cinco mastros de velas quadradas e se utilizando de cabos de aço com guinchos a vapor, ganharam o nome do som produzido por fortes ventos soprando através da armação de aço e tem origem no idioma holandês onde o verbo *jammeren* é traduzido como *gemer*. Existem, entretanto, outras interpretações para o termo, sendo uma das mais comuns a utilizada pelos marujos dos navios a vapor, de maneira pejorativa, em relação àqueles que tripulavam os veleiros, em face do significado da palavra *jam* (bloquear) em inglês, insinuando que eles bloqueavam os portos (5).

Os *windjammers* foram os maiores veleiros já construídos. Deslocavam milhares de toneladas, com uma capacidade de carga de 2000 a 5000 toneladas. Foram projetados para longas viagens, normalmente seguindo os ventos predominantes e circum-navegando o globo terrestre (6).

A propulsão a vapor eliminava a restrição de rumos imposta pela direção do vento, ao passo que o alcance e a velocidade eram dependentes da disponibilidade de combustível para as caldeiras que,

inicialmente, era o carvão mineral com boa disponibilidade em solo europeu. Rapidamente, foi compreendido que se impunha a resolução de um problema logístico de consideráveis proporções: estabelecer uma rede de reabastecimento de carvão ao extenso das rotas mercantes, bem como investir, pesadamente, na formação de outra classe de marujos – os maquinistas – sem elevar excessivamente os custos.

Em realidade, essas dificuldades foram admiravelmente superadas. Em cerca de 60 a 70 anos, no início do século XX, o vapor predominava na propulsão dos navios, enquanto o carvão era largamente utilizado como combustível, com os *colliers* (navios projetados especificamente para o transporte de carvão) mantendo, regularmente, em boas condições, os pontos de abastecimento.

Já a introdução do óleo combustível em substituição ao carvão na alimentação das caldeiras ocorreu na primeira metade do século XX, de maneira muito mais suave, uma vez que as redes logísticas, apenas, se adaptaram aos hidrocarbonetos.

Gradativamente, conforme os motores a explosão, paulatinamente, foram aperfeiçoados, substituíram, *pari-passu*, o vapor no transporte marítimo. Talvez a maior resistência a essa modificação tenha ocorrido com as embarcações militares, em face da necessidade de grandes alterações de velocidades, inopinadamente.

O fato é que sucedeu a admissão da humanidade ao século XXI, com o comércio marítimo em um estado impressionante de desenvolvimento, com dezenas de milhares de navios cruzando os mares, continuamente, se utilizando de um mesmo combustível com redes logísticas de apoio perfeitamente estabelecidas e confiáveis.

O PROBLEMA CLIMÁTICO

No final do século XX, generalizou-se a preocupação com uma possível mudança climática causada pela ação humana, que ocasionaria um efeito de aquecimento global em face da poluição atmosférica. Este movimento levou a Organização das Nações Unidas a realizar, na cidade do Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992, a Conferência sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento (United Nations Conferen-

ce on Environment and Development - UNCED), informalmente conhecida como “Reunião de Cúpula da Terra” (*Earth Summit*). (7)

Nessa Conferência, 154 Estados depositaram sua assinatura, na Convenção Quadro da Nações Unidas sobre a Mudança Climática (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), que entrou em vigor em 21 de março de 1994 após a quinquagésima ratificação (8).

A Convenção estabeleceu que as partes deveriam se reunir anualmente, em conferência (*Conference Of Parties - COP*), com o propósito de acompanharem a situação e manterem acesas as discussões. Dessa maneira, em Paris, durante a COP21, em 2015, se acordou, como objetivo principal, limitar o aumento da temperatura global em 1,5º Celsius acima dos níveis pré-industriais (9).

Após esse consenso, e considerando estudos e aprofundamentos realizados, que apontaram como causa da elevação de temperatura a poluição atmosférica por gases que geram o chamado “efeito estufa”, em especial, as emissões de carbono, se concluiu que tal meta só seria factível com a eliminação dos combustíveis fósseis ou, pelo menos, uma redução acentuada do seu uso.

A Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization – IMO*), vinculada à Organização das Nações Unidas, nos anos que se seguiram, promoveu discussões entre seus membros com o fito de estabelecer o modo como o transporte marítimo iria reagir à situação, de tal jeito que, no início da fluente década, estabeleceu as metas delineadas à continuação.

- Os navios deverão reduzir a intensidade da emissão de carbono em 40% até o ano de 2030.
- Os navios deverão reduzir a intensidade da emissão de carbono em 70% até o ano de 2050.
- Os navios deverão reduzir as emissões dos demais gases que provocam o efeito estufa em até 50% até 2050.

Essas reduções deverão ser observadas com base nos níveis de 2008 (10).

Os objetivos são bastante criticados pelos *mass media*, em geral. Os armadores as julgam sobradamente ousadas e os ambientalistas as consideram muito tímidas, demandando 100% de eliminação de emissões de carbono em 2050.

As metas estabelecidas implicam a necessidade de que sejam realizadas algumas reflexões, dado o impacto com que atingirão o negócio do transporte marítimo, de tal maneira que estaremos ante a segunda grande transformação a que terá de incorporar, ao se comparar, em magnitude, à transição da vela para o vapor.

A principal constatação foi a de que não há como obter as metas colimadas com os combustíveis e motores atuais. À primeira vista, seria possível aduzir uma similitude com a substituição do carvão pelo óleo combustível. Não se dá o caso, entretanto.

Não existe um só combustível claramente definido para que se efetue a substituição, e sim um conjunto deles, de variadas fontes, todos necessitando investimentos em pesquisa e desenvolvimento para que se tornem viáveis economicamente.

Para cada um, haverá a necessidade do desenvolvimento de motores que otimizem o rendimento, sem implicar uma perda da capacidade da carga, por aumento de tanques, para garantir maior alcance com velocidades compatíveis.

Dessa maneira, no primeiro momento, será preciso que se estabeleça uma diversidade de redes de distribuição, de maneira a atender a demanda de cada um, até que se comece a obter uma convergência, que só será factível com o decorrer do tempo. Isto, certamente, constituirá em formidável desafio logístico.

Como meio de avaliar os avanços na direção pretendida, a IMO estabeleceu alguns índices, que entraram em vigor do mês de novembro de 2022 (10), consoante está expresso à frente.

- EEXI - Índice de Eficiência Energética para Navios Existentes.
- CII - Indicador de Intensidade de Carbono.
- EEDI - Índice de Eficiência Energética de Projetos.

Em primeiro de janeiro de 2023, passou a ser obrigatório que todos os navios calculem o seu EEXI e iniciem a coleta de dados para obter o CII anual. O valor deste posicionará o navio nas classes A, B, C, D ou E. Um navio classificado como D ou E por três anos consecutivos terá que apresentar um plano de ação corretiva (11).

A IMO estabelecerá um valor mínimo para a relação EEXI/EEDI, à qual todos os navios deverão atender. De acordo com algumas empresas de auditoria envolvidas com o setor marítimo, menos de 25% dos navios, tanques e graneleiros, se posicionarão dentro da relação EEXI/EEDI a ser estabelecida. Em consequência, a maioria da frota terá que diminuir a velocidade ou executar modificações nos sistemas de propulsão dos navios (12).

A diminuição de velocidade implicará em que as frotas não serão suficientes para manter o atual padrão de frequência de visita aos portos nas suas rotas. Muitas empresas vão demandar por modificações na propulsão e descarte antecipado das unidades mais antigas. Essa transição terá de ser negociada sob pena de um inaceitável aumento de custo do frete marítimo.

OS COMBUSTÍVEIS VERDES

Os combustíveis que estão sendo considerados como verdes são:

- LNG – Gás Natural Liquefeito.
- Hidrogênio Verde (H2V).
- Metano.
- Amônia.
- Biodiesel.
- *Straight Vegetable Oil (SVO)* – Óleo Vegetal Direto.
- *Hydrotreated Vegetable Oil (HVO)* – Óleo Vegetal Hidrotratado.
- *Hydrotreated Pyrolysis Oil (HPO)* – Óleo de Pirólise Hidrotratado.

Para todos eles existem óbices a considerar, em especial no que tange à densidade energética, a desafios tecnológicos para a sua obtenção, além de modificações na arquitetura dos navios, que impactam no espaço disponível para a carga (13).

O LNG é havido como o combustível de transição, uma vez que emite menos carbono do que o *bunker* ou o óleo diesel marítimo, e possui maior maturidade tecnológica para sua utilização, entretanto, guarda níveis limitados de redução dos gases indesejáveis (13).

Seguem aqueles que são ricos em hidrogênio e obteníveis da molécula do hidrogênio verde. A denominação **verde** decorre do *modus operandi* da obtenção, sem qualquer possibilidade de contaminação da atmosfera. Atualmente, a mais comum é a eletrólise da água, com o emprego de energia elétrica derivada de fontes plenamente renováveis, como eólica ou fotovoltaica.

Independentemente dos aspectos de segurança que envolvem o hidrogênio, por ser um gás explosivo, sobreleva considerar algumas de suas características. Se, por um lado, um litro de gasolina possui uma densidade energética inferior à 1L de hidrogênio, *in alia manu*, cuida-se do elemento menos denso observado na natureza e com temperatura de liquefação excessivamente baixa, aproximando-se do zero absoluto.

Existem boas perspectivas para o biodiesel, SVO e HVO, que contrastam com a baixa densidade energética da amônia, HPO e H2V (13).

Devem ser considerados, também, dois outros pontos que afetam a todos. Um deles, e talvez mais importante, é o custo que ainda suplanta razoavelmente o dos hidrocarbonetos. O outro é a inexistência de uma logística na distribuição.

No momento, diversos projetos-piloto estão em andamento, com navios-conceito sendo colocados em operação, principalmente com propulsão a metanol ou amônia, com o intento de solucionar os problemas de armazenamento em face da densidade energética mais desfavorável.

A disponibilidade de energia em grande quantidade a ser proporcionada no Nordeste brasileiro, seja de origem eólica ou fotovol-

taica, incentiva a disseminação de projetos de Hidrogênio Verde (H2V), com suporte na eletrólise da água do mar, o que também beneficiará, decerto, a indústria salineira estabelecida na Região, em razão de o sal constituir um subproduto que resulta do processo.

Os desafios tecnológicos a serem superados para a sua utilização de modo padronizado ainda são consideráveis e não devem ser desprezados. A baixa densidade energética do gás, implicando ter que comprimi-lo a altas pressões, ao que se adita a necessidade de resfriá-lo a temperatura de -253º C para se liquefazer, dificultam, sobremaneira, o seu armazenamento e transporte. A transformação em amônia é suscetível de representar a solução mais ligeira para o problema.

Existem diversos tipos de hidrogênio em função da energia empregada para a sua obtenção, consoante expressidos à continuidade (14).

- O hidrogênio **preto/castanho** – poluente – com base na hulha (carvão mineral) /lenhite (carvão de madeira).
- O hidrogênio **cinza** – poluente - produzido desde fontes fósseis, sem captura de carbono.
- O hidrogênio **rosa** – não poluente, com os riscos da energia nuclear – procedente de fonte nuclear.
- O hidrogênio **azul** - pouco poluente - o cinza submetido a procedimentos de captura de carbono.
- O hidrogênio **turquesa** – não poluente – oriundo da pirólise do metano, com resultante de carbono em estado sólido.
- O hidrogênio **verde** – não poluente – proveniente de fontes totalmente limpas e renováveis, como a eólica e fotovoltaica.

Surgiram, recentemente, algumas ideias conceituais desenvolvidas para a sua obtenção. A mais tradicional é a sua produção *onshore*, recebendo a energia das fontes renováveis no mar ou em terra. Já ocorrem, entretanto, estudos e plantas- piloto em desenvolvimento, especialmente no norte da Europa, para colocar as usinas no mar, sejam de maneira fixa ou flutuante.

Especial atenção é dispensada ao conceito da empresa H2Carrier, que foi submetido à sociedade classificadora DNV, e recebeu o *approval in principle (AiP)* para o prosseguimento do projeto. A ideia, chamada de *P2XFloater*, é a transformação de um grande *floating production storage and offloading (FPSO)*, em um produtor de amônia. O navio, amarrado a uma monoboia, purificaria a água do mar que seria submetida a eletrólise com a utilização de cabos de energia de fontes nas proximidades. O H2V obtido seria combinado, então, com o nitrogênio extraído do ar e sintetizado como amônia verde (15).

Estaleiros, especialmente asiáticos, estão desenvolvendo projetos para o transporte de H2V de modo liquefeito, utilizando-se de tecnologias já empregadas para o LNG, apesar da necessidade de uma temperatura bem mais baixa, o que aumenta o risco dessa modalidade de transporte (16).

De outra vertente, a utilização de amônia e metanol como combustíveis marítimos é altamente incentivada, e os primeiros projetos nesta seara estão sendo submetidos às classificadoras por diversos estaleiros, principalmente, visando a atender à criação dos corredores verdes, acerca dos quais nos reportamos mais à frente.

A guerra na Europa acelera o processo de tal jeito, que a Alemanha firmou, muito recentemente, um compromisso com o Canadá, para aquisição da totalidade de H2V que lá for produzido, bem como para cooperar intensamente na formação de uma cadeia de suprimentos confiável (17).

No Brasil o tema aufere momento com várias iniciativas, como a planta experimental do porto do Açu, implantada pela Shell, e a de Camaçari, da Unigel. Especificamente, no Nordeste, os dois principais polos são os Complexos Industriais do Pecém, no Ceará, e de Suape, em Pernambuco.

No Ceará, foi criado *hub* de H2V, capitaneado pela Federação de Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), que implantou um ambiente de negócios onde foram firmados 24 *memoranda* de entendimento e três pré-contratos (AES, Fortscue e Comerc Eficiência/Casa dos Ventos). O projeto mais avançado parece ser o de substituição do carvão por H2V na Siderúrgica do Pecém (19).

Em dezembro de 2022, a empresa EDP Brasil, operando em São Gonçalo do Amarante, no Complexo Industrial do Pecém-CE, anunciou a produção da primeira molécula de H₂V dentro da primeira etapa do Projeto Piloto de Hidrogênio Verde no Complexo Termelétrico do Pecém, que foi lançado em janeiro de 2023. A meta foi obtida por eletrólise com energia de origem fotovoltaica (21).

Em Suape, foi criado, em junho de 2022, o TechHub H₂V, espécie de *cluster* do setor de hidrogênio, que, em 26 de novembro de 2022, abriu a primeira chamada de adesão de empresas e, no mesmo dia, foi lançado o *Cluster* de Inovação de Suape, apoiado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). (18)

A White Martins, que já está produzindo H₂V no Complexo Industrial do Suape em escala industrial, recebeu o *Green Hydrogen Certificate*. No ano de 2022, foram produzidas 156 toneladas, também com procedência na energia fotovoltaica (20).

A DECLARAÇÃO DE CLYDEBANK

Durante a COP26, na cidade de Glasgow, em 2021, foi firmada a *Declaração de Clydebank*, onde os signatários, provavelmente preocupados com o quadro desafiador que se exibia, no que diz respeito aos aspectos logísticos, apoiaram o estabelecimento de corredores verdes, caracterizados como rotas marítimas com emissão zero entre dois ou mais portos (22).

Tal documento estabeleceu o objetivo coletivo de se obter um mínimo de seis corredores verdes até 2025, com vistas a incrementar esta atividade nos anos seguintes, de modo que, em 2030, tenhamos mais corredores com navios a mais trafegando.

Assinaram a Declaração: Austrália, Bélgica, Canadá, Chile, Costa Rica, Dinamarca, Fiji, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Japão, Ilhas Marshall, Marrocos, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Palau, Singapura, Espanha, Suécia, Reino Unido, EUA (22).

Interessante é notar que, na América do Sul, apenas o Chile firmou a Declaração e, até agora, não se tem notícia que tenha estabelecido entendimentos visando à implantação de algum corredor.

Acompanhando os esforços desenvolvidos, a IMO criou algumas expectativas (10), consoante vêm na sequência.

2026 – Operação independente de navios com diversos combustíveis.

2030 – Frotas especializadas para um determinado tipo de combustível, operando dentro de corredores verdes.

A COP27 na cidade de Sharm El Sheik, no Egito, em novembro de 2022, além de manter os compromissos da COP26, reafirmou a necessidade do estabelecimento dos corredores verdes nas rotas marítimas, tendo ocorrido intensas conversações a respeito entre Estados Unidos, Reino Unido, Noruega e Holanda.

Verifica-se que, para se obter os corredores verdes, entre dois portos, eles também deverão estar livres de carbono. Isso implicará alterações de infraestrutura, visando a dar flexibilidade, adoção de procedimentos especiais e capacitação do pessoal portuário.

Em março de 2023, foi noticiado que o porto de Los Angeles havia estabelecido corredores verdes com os portos de Yokohama e Tokio e que, anteriormente, já o havia feito com os portos de Singapura e Shanghai. Rotterdam, Antuérpia e Nova York, também, já estão aderindo ao movimento. Aqui o interessante, considerando que a China não foi signatária de Clydebank, é que os portos estão se movimentando independentemente, estabelecendo os *memoranda* de entendimento (23).

ADEQUAÇÃO DOS PORTOS

As decisões que resultaram na Declaração de Clydebank, também, terão profundo influxo nos portos, estendendo as transformações a serem introduzidas nos navios.

Os portos deverão acelerar os seus investimentos no sentido de se tornarem verdes, plenamente compatíveis com os corredores a serem implementados. O risco para aqueles que não cumprirem com

as normas ambientais poderá ser o seu posicionamento à margem dos fluxos econômicos, em especial, quando se tratar de rotas internacionais.

A realização de inventários de emissões em áreas portuárias, e em sua área retro, muitas vezes industrial, passa a ser dever inadiável, bem como os planos decorrentes de redução de emissões. Esses inventários deverão ser atualizados anualmente e verificado se continuam aderentes às ações realizadas com a execução dos planos.

Cumprir o **Guia de Avaliação do Risco Climático** e as normas de estabelecimento do **Índice Desempenho Ambiental dos Portos** (IDA), ambos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), é capaz de constituir um bom ponto de partida para as administrações portuárias nacionais.

A disponibilização de “energia de terra” para os navios, permitindo que desliguem seus geradores, parece ser uma demanda mais urgente nesse sentido. Embora alguns pensem ser de simples implantação, não o é, uma vez que, em sua maioria, os navios e portos não foram projetados para tal. Existem óbices que necessitam ser superados, como os listados sequentemente.

- Necessidade de energia reconhecidamente estabilizada. Os portos deverão se assegurar de que a energia fornecida não vai submeter a risco os sistemas dos navios por variações de tensão.
- Multiplicidade de voltagens nos navios. Não existe padronização nesse tema, sendo conveniente que os portos procurem, de imediato, levantar quais são as mais comuns nas embarcações que lá operam.
- Necessidade de sistemas a bordo que possibilitem a passagem da energia de bordo para terra e vice-versa, sem a ocorrência de transientes danosos aos sistemas.
- Falta de padronização das tomadas. Embora pareça um problema simples, é mais sério do que a multiplicidade de voltagens, sendo conveniente que se estabeleça um padrão, visando a incrementar a interoperabilidade.

- Estabelecimento do custo/benefício, em face de o valor do serviço a ser acrescido nas taxas portuárias, muitas vezes, não valer a pena para o armador, em face do curto tempo a ser utilizado.

Outro ponto de relevância é a implantação da coleta seletiva de lixo pelos portos, o que obrigará a que os navios entreguem os detritos já separados e corretamente embalados. Aqui, também, é possível suscitar pontos sobre padronização, em especial, da tipologia do lixo a ser separado.

Alguns portos estão estabelecendo uma visão de futuro em que se tornam um polo de energia renovável, seja de origem eólica (*offshore*), fotovoltaica ou qualquer outra reconhecida como verde. Com efeito, é esperado que tenham grande disponibilidade de eletricidade, o que facilitaria a instalação de plantas de água potável, seja por dessalinização, seja por reciclagem de águas servidas, aí incluídas as dos navios atracados.

Considerando, todavia, a matriz de transportes brasileira, penso que, apesar de a abundância energética ser um objetivo de relevância para os nossos portos, as seguintes metas também devem ser consideradas:

- a transição para um *hub* de multimodalidades com fácil acesso;
- integração do modal rodoviário e ferroviário com o marítimo;
- a criação de pátios com dimensões que ensejem a correta acomodação dos diversos tipos de carga; e
- um salto em automação e controle, no âmbito do qual sistemas de computação com alto grau de redundância, praticamente, controlam o *hub*.

São essas as condições primordiais para que se atinja um adequado grau de liberdade logística no País.

A adesão de portos de relevância, como Rotterdam, ao conceito de “Corredores Verdes” é outro fato que chama a atenção e deve ser considerado como o centro de gravidade da mudança pretendida. Além

de agregar credibilidade, mostra a importância como o assunto é tratado e reforça a necessidade do estabelecimento de uma estratégia que aponte quais dos novos combustíveis estarão disponíveis na região. Melhor exemplificando, o Porto de Sines, em Portugal, acabou de estabelecer um memorando de entendimentos com Rotterdam para a operação de um corredor de hidrogênio verde com início em 2028, o que denota uma estratégia de longo prazo começando a ser estabelecida.

FAZENDAS EÓLICAS OFFSHORE

Considerando que o momento transformador que atinge o ambiente marítimo demandará, no primeiro momento, razoável quantidade de energia sustentável, e que, alguns portos estão tencionando se estabelecerem como *hubs* de energia, penso ser conveniente que tratemos das eólicas *offshore*.

A geração de energia utilizando os aerogeradores instalados no mar está crescendo em todo o mundo de modo avassalador. As instalações fixas ou flutuantes desenvolvem-se com grande aceleração, pressionadas pelos requisitos de redução de carbono impostos pelas ações, visando a mitigar a tendência de mudança climática mundial.

Atualmente, a produção energética total no Brasil gravita ao redor de 200 Gw/h, sendo 22Gw provenientes de aerogeradores terrestres. Ainda não há geração *offshore*.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estima em 700Gw o potencial *offshore* do litoral brasileiro em lâmina d'água até 50m. É conveniente ressaltar que os custos de implantação aumentam após as instalações em terra, que são as mais baratas. A instalação fixa *offshore* já necessita de maior CAPEX (*Capital Expenditure*) e OPEX (*Operational Expenditure*), e as flutuantes são as mais dispendiosas. Por outra vertente, as marítimas têm a perenidade (especialmente no Nordeste brasileiro) e estabilidade na direção e intensidade dos ventos como vantagens que justificariam maior investimento. Vale a pena realçar, também, que se está estimando o potencial das instalações *offshore* flutuantes como superior em quatro vezes às fixas.

O Nordeste brasileiro, especialmente os litorais do Ceará e a parte norte do litoral do Rio Grande do Norte, possuem um potencial estimado para instalações *offshore* fixas em 169,4 Gw.

Estão tramitando 70 pedidos de licenciamento ambiental para projetos de eólicas fixas *offshore*, à extensão de nosso litoral, com um total de 176,58 Gw. São 21 no litoral do Ceará, 21 no Rio Grande do Sul, nove no Rio Grande do Norte, nove no Rio de Janeiro, quatro no Espírito Santo, quatro no Piauí, uma no Maranhão e uma em Santa Catarina. (24).

A situação ideal é a produção dos componentes das torres eólicas ou o seu armazenamento no porto de apoio, nas proximidades de instalação do projeto. Em especial quando isso não seja possível, entretanto, deve-se ter atenção à matriz de transportes a ser utilizada, bem como em relação aos trajetos a serem cumpridos, em decorrência do tamanho avantajado dos componentes das torres e dos aerogeradores.

Considerando que, no Brasil, no que concerne aos empreendimentos eólicos *offshore*, tanto a cadeia fornecedora de componentes, quanto o mercado correspondente ainda estão em formação, sem estar prevista consolidação, é possível ser necessário que, no primeiro momento, sejam convenientes investimentos governamentais, especialmente em pontos relativos a infraestrutura portuária, linhas de transmissão e tecnologia, visando à redução de custos.

Outro fator a ser considerado é a construção naval. Deve ser combatida a ideia de que embarcações específicas para a exploração de óleo e gás são adaptáveis para a construção e manutenção dos campos de eólicas *offshore*. Existe a possibilidade dessa adaptação em situações específicas, como transporte de pessoal, carga geral e controle remoto de veículos de manutenção das linhas de transmissão submarinas. A construção das torres com os aerogeradores, entretanto, demandará barcos novos e muito específicos, conforme são os indicados sequentemente.

- WTIV – Wind Turbine Installation Vessel.
- FIV – Foundation Installation Vessel.
- SOV – Service Operation Vessel.
- WSV – Wind Support Vessel.

Nesse ponto, torna-se conveniente que se faça uma reflexão a respeito do Planejamento Espacial Marinho (PEM) a ser confeccionado pela Comissão Interministerial de Recursos do Mar (CIRM), considerado pelos documentos normativos atuais, para a implantação de projetos de eólicas *offshore*, como uma importante referência para a aprovação deles, uma vez que provê a redução de incertezas jurídicas, fator considerado indispensável pelos investidores.

Esse tema da governança do mar assume especial relevância nas regiões nordestinas, onde a pesca artesanal ocorre exatamente nas áreas que estão sendo pleiteadas pelos projetos *offshore* fixos, bem como já existem áreas de exploração de óleo e gás, além - é claro - das necessárias *lanes* interligando os portos, bocas de rios e balneários, pois não se há de esquecer de que a área possui uma indústria turística relevante já estabelecida.

PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO (PEM)

A Primeira Conferência dos Oceanos das Nações Unidas ocorreu em Nova York, de 5 a 9 de junho de 2017. Foi a primeira conferência internacional dedicada à Implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, de nº 14, sobre conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marítimos (25).

Como Mahan³, o “pai” da Estratégia Naval, havia observado nos seus trabalhos, o mar é uno e indivisível, ideia que permanece atual (2) e vai ao encontro do que foi considerado como o resultado mais importante da Conferência, nas palavras da copresidente sueca, Isabella Lövin (a Conferência foi copresidida pelas Ilhas Fiji e pela Suécia) “É que todos possam ver que os problemas dos oceanos estão interligados”. (25).

Nessa ocasião, o Brasil assumiu o compromisso voluntário de implantar o PEM até 2030 e, para tal, a Comissão Interministerial de Recursos do Mar (CIRM), considerando os estudos conduzidos pelo Grupo de Trabalho Uso Compartilhado do Ambiente Marinho, cria-

3 Alfred Thayer Mahan – Oficial da Marinha dos Estados Unidos que, com a sua obra *The Influence of Sea Power Upon History 1660-1783*, ao estabelecer os conceitos estratégicos mais gerais da guerra naval, passou a ser considerado o “pai” da Estratégia Naval.

do desde 2013, decidiu alterar o Plano Setorial de Recursos do Mar (PSRM), elevando o referido Grupo de Trabalho à condição de ação do PSRM, sob a denominação de PEM. Cumpre evidenciar que a atual versão do PSRM foi aprovada pelo Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020 (26) (27).

O Grupo de Trabalho, em sua reunião realizada em 29/04/2020, estabeleceu os requisitos e passos para a sua implantação no País, que se vai iniciar com um projeto piloto na região marinha do sul do Brasil (28).

No início dos anos de 2020, observavam-se 20 países com Planos de Gestão Espacial Marinhos (principal documento decorrente do PEM) aprovados e em implementação em suas Zonas Econômicas Exclusivas (ZEE). Além disso, outros 26 países estavam em decurso de aprovação. Esse fato conduz-nos a considerar que estamos atrasados nessa tarefa, a qual assume relevância maior a cada ano (28).

A extensão do litoral brasileiro, com 7.367 Km, e águas jurisdicionais, com uma área de 5,7 milhões de Km², dificultam a confecção do PEM, em decorrência dos custos envolvidos. De efeito, o grupo de trabalho, como modo para descreter as necessidades financeiras, optou por criar quatro áreas geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste e Sul (28). Além desse, observam-se outros entraves, como, *exempli gratia*, a inexistência de um fundo específico para o financiamento dos trabalhos, a carência de dados e metadados marinhos a serem disponibilizados pelas entidades que os possuem na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), bem como a necessidade de que seja dada importância ao fortalecimento da mentalidade marítima no País (28).

Após o término do projeto piloto, na região Sul, ora em andamento, o trabalho será replicado nas demais regiões. Estima-se que o custo para a sua realização na região do Nordeste brasileiro será de dez milhões de reais (28), apesar de o litoral cearense estar com muito boa disponibilidade de dados, graças ao trabalho da FIEC, SEBRAE e Governo do Estado, na confecção do Atlas Eólico e Solar do Estado do Ceará, que abordou de maneira consistente a sua área marítima.

PERSPECTIVAS

Há que se compreender a perspectiva histórica para que entendamos a importância do momento que estamos vivendo para o negócio marítimo. Foram necessários milhares de anos para surgir uma tecnologia que suplantasse a navegação a vela, como ocorreu no século XVIII. Em menos de 60 anos, a propulsão a vapor foi totalmente absorvida e implementada, seja no que tange às dificuldades de capacitação de pessoal, seja no estabelecimento de uma rede de reabastecimento.

Decorridos pouco mais de 100 anos, deparamos nova modificação que, possivelmente, se aproxima, em magnitude, daquela ocorrida no referido passado. A necessidade de mitigar os danos gerados pela poluição atmosférica, causados pelas excessivas emissões de carbono e demais gases causadores do “efeito estufa”, levaram à decisão vinculante da COP21, em Paris, de limitar o aumento de temperatura global, reduzindo ou mesmo eliminando a sua causa.

Ao se alinhar com o processo desencadeado por aquela decisão, a IMO decretou o que será capaz de representar uma das mais profundas transformações no negócio do transporte marítimo. Os novos combustíveis necessários ao atingimento das metas estabelecidas ainda precisam de aperfeiçoamentos, além da superação de óbices tecnológicos diversos, impedindo, portanto, de se vislumbrar uma situação de estabilidade com um novo produto universal e um sistema de distribuição associado, que transmita segurança aos usuários, como temos hoje com os hidrocarbonetos.

A *Declaração de Clydebank*, emitida na COP26, é fortalecida, havendo sido ratificada na COP27. O Documento vai implicar na implantação dos “corredores verdes” entre dois ou mais portos. A atual multiplicidade de possíveis combustíveis alternativos transportará a uma especialização de frotas a operarem dentro de certos corredores, em face da disponibilidade do combustível ali ocorrente. Este movimento obrigará a que os portos se transformem e encontrem a melhor solução para os *locis* onde estão assentes. Esta será uma decisão estratégica de infraestrutura portuária, capaz de determinar que um porto fique à margem do fluxo internacional de cargas ou não.

De outra parte, a aceleração desse movimento de descarbonização, bem como alterações no normativo nacional, obrigam a que os portos brasileiros iniciem, desde já, os seus estudos, visando a sua adequação a esses novos tempos. Temas como *inventários anuais de emissão e confecção de planos de redução de emissões* passaram a ser imposições legais e não devem ser levianamente encarados.

A existência de um grande número de empreendimentos, visando a implantar campos de aerogeradores *offshore*, conduz, recorrentemente, alguns portos a inserirem em seu planejamento a sua transformação em *hubs* de energia, no âmbito da antevisão de que ela será abundante e barata, possibilitando o atingimento de vantagem competitiva no fornecimento de energia de terra aos navios que ali aportem, bem como o tratamento de águas servidas dos navios e das instalações terrestres ou, até mesmo, a instalação de plantas de dessalinização da água do mar. Essa disponibilidade de energia é suscetível de ser determinante no tipo de combustível a ser fornecido na região, como o H2V, a amônia ou metanol, ambos verdes.

O inegável potencial para a geração elétrica eólica *onshore* e *offshore* no Nordeste brasileiro, há certo tempo, desperta os interesses de empresas diversas, conforme se deduz com amparo na quantidade e qualidade dos pedidos de licenciamento ambiental que até agora adentraram o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Embora não existam óbices tecnológicos para o desenvolvimento desses projetos, já se desenham diversos estorvos de ordem logística para a sua implantação. A demanda pela construção de áreas de aerogeradores *offshore* é tendência mundial, que já está determinando o esgarçamento das cadeias de fornecimento de componentes e equipamentos, bem como da disponibilidade das embarcações necessárias para a construção e manutenção dos campos.

Em outra vertente, verifica-se que a moldura legal para a implantação desses empreendimentos ainda não foi completada, carecendo de que seja submetida à prova da aplicação real, para ser validada e amadurecida, como um meio de reduzir a insegurança jurídica hoje reinante.

Especial atenção há que ser dedicada ao *Plano Espacial Marinho*, porquanto os documentos normativos atuais o situam em posi-

ção de protagonismo para o ordenamento marítimo das áreas (prismas) a serem concedidas e outorgadas aos empreendedores.

Impende frisar o fato de que, hoje, em face dos custos envolvidos, a geração de energia *onshore* e a *offshore* se utilizando de instalações fixas são as mais competitivas. Já se considera, entretanto, que a eficiência das flutuantes, mais amarradas, em regiões onde a profundidade não aceita a utilização das permanentes, supera em mais de quatro vezes as fixas. Assim, quando do ordenamento, deve ser previsto, para o futuro mais remoto, que, provavelmente, vai rematar, por surgir uma migração para regiões mais profundas.

No mar, as tempestades formam os bons marinheiros. Assim, é lícito exprimir que, no meio empresarial, as crises proporcionam oportunidades que os bons gestores não devem desperdiçar. Este é o momento atual com relação ao mar no Brasil e, em especial, no litoral do Nordeste, onde se expressa uma miríade de situações habilitadas a alavancar um surto de desenvolvimento incomparável.

Ressalto, uma vez mais, a importância, sob todos os aspectos, de um apoio irrestrito ao ordenamento dos mares. Por meio do Planejamento Espacial Marinho e do seu principal documento decorrente - o Plano de Gestão Espacial Marinho - vai ser indigitado o caminho para que transformemos a nossa área com cerca de 5,7 milhões de Km², constituintes da Amazônia Azul, bem como os 7.367 Km de litoral, em um ambiente rico, explorado com sustentabilidade que permita um desenvolvimento harmônico das diversas vertentes socioeconômicas dependentes do mar.

Impende ressaltar, a modo de fecho, a ideia de que, quando da mudança da vela para o vapor, o mote era puramente econômico. A Revolução Industrial, então em andamento pleno, aguçava os espíritos para uma modernidade que espreitava o futuro com perspectivas de menores tempos de travessia e maiores lucros. O arrasto, então, gerado foi inexorável e se manteve por todo o século XX.

Atualmente, o centro de gravidade está no aspecto ambiental, entretanto não é ponto de consenso, unanimidade de pensamento, pois ainda persistem dúvidas e incertezas, inclusive no âmbito científico. Com esteio numa decisão de reduzir o aquecimento global, optou-se por modificar completamente a propulsão dos navios - e com que velocidade esse câmbio ocorrerá, e para onde ele nos levará -

uma vez mais sob a condição de um fator econômico e logístico é que será determinado se as metas colimadas serão alcançadas ou modificadas, de maneira a se adequarem a uma realidade que não respeita planejamentos irreais.

A mitigação do aquecimento global implicará uma mudança de combustíveis que demandará mais energia limpa para a produção dos novos propelentes. Ou seja, tudo está interligado em uma cadeia econômica que transcenderá o setor marítimo, afetando a vida e os costumes de todas as nações. Esse panorama é demasiado complexo, e tentar prospectar se torna tarefa inglória. Assim, apenas devemos ter confiança, nos lembrando das herdades do tempo passado, quando outros desafios foram suplantados com audácia, coragem e confiança.

Encerrando esse panorama evolutivo do setor, exprimo a crença de que os negócios marítimos sairão robustecidos da época de desafios a qual estamos atravessando, com navios mais seguros e se utilizando de combustíveis mais limpos o que, certamente, contribuirá para um mundo melhor. Principalmente, contudo, externo meu otimismo e a fé na noção de que o Brasil, em especial o Nordeste, saberão se aproveitar do momento e diminuir o *gap* de desenvolvimento ora em curso.

REFERÊNCIAS

STOPFORD, Martin. **Maritime Economics**. 3.Ed. New York: Routledge, 2009.

MAHAN, Alfred Thayer. **The Influence of Sea Power Upon History, 1660-1783**. 12.Ed. Boston: Little, Brown & Company, 1918.

CHANG, David. **Oars to Sail**. 2012. Tese. University of South Florida.

DAG, Pike. **The History Of Navigation**. Barnsley: Pen & Sword Maritime, 2018

Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Windjammer> Acessado em 20 Abr. 2023

AGARWAL, Shalab. *Windjammer Sailing Ships: From Past to Present*. **Marine Insight**. 27 Jul. 2019. Disponível em: <https://www.marineinsight.com/maritime-history/the-windjammer-sailing-ships-from-past-to-present/>. Acessado em 20 Abr. 2023

Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Framework_Convention_on_Climate_Change Acessado em:11Abr. 2023)

Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> Acessado em: 11Abr. 2023

Disponível em: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement?gclid=EAIaIQobChMI0tvUsKek_gIV0xPUAR0N0wSAEAAAYASAAEglcofD_BwE Acessado em :12 Abr. 2023

Disponível em: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx> Acessado em 12 Abr. 2023

Disponível em: https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/regras-sobre-a-intensidade-de-carbono-e-sistema-de-classificacao-da-imo-entram-em-vigor?utm_source=newsletter_10170&utm_medium=email&utm_campaign=noticias-do-dia-portos-e-navios-date-d-m-y> Acessado em 01 Nov. 2022

GUILHERME, Bianca. *Efeito do Comércio de Emissões Será Profundo e com Desafios na Transição*, Aponta Relatório. **Portos e Navios**. 03 Nov. 2022

Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/efeito-do-comercio-de-emissoes-sera-profundo-e-com-desafios-na-transicao-aponta-relatorio> Acessado em 03 Nov. 2022

Wei, Huang Ken. **Análise Comparativa do Porto Ao Navio de Combustíveis Alternativos para o Transporte Marítimo**. 2021. Dissertação de Mestrado. COPPE-UFRJ. Rio de Janeiro

Disponível em: <https://www.publico.pt/2023/02/25/infografia/espera-hidrogenio-verde-745> Acessado em 14 Abr. 2023

AJDIN, AdisNorwegian Floating Green Ammonia Facility Project Presses Ahead. **Splash** 247. 31 Ago. 2022. Disponível em: <https://splash247.com/norwegian-floating-green-ammonia-facility-project-presses-ahead/> Acessado em 15 Set. 2022

OBAYASHI, Yuka. Japan's Kawasaki Heavy Industries Says Hydrogen Tanker Test Proved Feasible. **GCaptain**. 08 Mar.2022 Disponível em: <https://gcaptain.com/japans-kawasaki-heavy-industries-says-hydrogen-tanker-test-proved-feasible/> Acessado em 15 Set. 2022

PLATT, Brian et NIENABER, Michael. Canada and Germany Ink Transatlantic Green Hydrogen Pact. **Gcaptain**. 23 Ago. 2022 Disponível em: https://gcaptain.com/canada-and-germany-ink-transatlantic-green-hydrogen-pact/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-7757c10265-170252905&mc_cid=7757c10265&mc_eid=d80a09a25a Acessado em 15 Set. 2022

Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/senai-anuncia-r-8-milhoes-para-cluster-de-inovacao-de-testagem-de-hidrogenio/> Acessado em 20 Mar. 2023

Disponível em : <https://www.ceara.gov.br/2022/11/07/com-hub-de-hidrogenio-verde-zpe-ceara-e-premiada-com-mencao-honrosa-no-global-free-zones-of-the-year-2022/> Acessado em: 15 Dez. 2022

Disponível em: <https://portalbenews.com.br/editoria/regiao/regiao-nordeste/white-martins-produz-primeiro-hidrogenio-verde-certificado-do-brasil/> Acessado em: 15 Mar. 2023

Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/geral/edp-lanca-planta-de-hidrogenio-verde-no-ceara?utm_source=newsletter_10233&utm_medium=email&utm_campaign=noticias-do-dia-portos-e-navios-date-d-m-y> Acessado em 15 Mar. 2023

Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors> Acessado em: 15 Abr. 202

SCHULER, Mike. **Ports of Los Angeles, Tokyo and Yokohama to Establish Green Shipping Corridors**. 16 Mar. 2023. Disponível em: https://gcaptain.com/ports-of-los-angeles-tokyo-and-yokohama-to-establish-green-shipping-corridors/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-fc735fb93d-170252905&mc_cid=fc735fb93d&mc_eid=d80a09a25a> Acessado em: 20 Mar. 2023

Disponível Em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/2022-12-07_Usinas_eolicas_offshore_Ibama.pdf. Acessado em 20 Dez. 2022

Disponível em: <https://council.science/pt/current/news/first-un-oceans-conference-highlights-urgency-to-address-marine-pollution-warming-and-over-fishing/> Acessado em 16 Abr. 2023

Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/psrm/pem> Acessado em 16 Abr. 2023

Disponível em : http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10544.htm Acessado em 16 Abr. 2023

SANTOS, Thauan *et al.* **Economia Azul – Vetor Para o Desenvolvimento do Brasil**. São Paulo: Essencial Idea Editora, 2022

POTENCIAL CAPITAL HUMANO AZUL: O PAPEL DA UECE NA CADEIA PRODUTIVA DA ECONOMIA DO MAR

Samuel Façanha Câmara^{ab},
Hidelbrando dos Santos Soares^a,
Felipe Roberto da Silva^{ab}

1. INTRODUÇÃO

Qual o potencial capital humano disponível nos setores de Economia do Mar? Esse capital humano disponível se insere em um ambiente de Economia Azul? Essas são questões que ainda levantam dúvidas na literatura sobre o papel desse capital humano disponível nos setores de Economia do Mar no crescimento azul. O crescimento econômico de forma geral tem sido associado ao nível de capital humano existente, de forma que o fortalecimento das economias regionais e o retorno crescente do processo produtivo depende não só de capital físico, como também do conhecimento e competências do pessoal empregado para produzir valor econômico (VIANA; LIMA, 2010; SILVA; CUNHA, 2018).

No contexto da Economia do Mar, o papel do capital humano é crucial já que esses setores dependem da expertise e habilidades de trabalhadores qualificados para operar com eficiência e inovação (CÂMARA *et al.*, 2022). Os setores da Economia do Mar são altamente especializados, e cada um deles requer habilidades específicas (CARVALHO, 2018; CÂMARA *et al.*, 2022). Por exemplo, a indústria pesqueira exige conhecimentos em biologia marinha, navegação e tecnologia de pesca, enquanto a indústria de energia renovável marinha requer engenheiros especializados em tecnologias de geração de energia, instalação e manutenção de infraestruturas *offshore*.

a Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

b **BlueLab** (Laboratório de Estudos e Pesquisas em Economia do Mar – PPGA), Fortaleza, CE, Brasil

Compreender a dinâmica dos setores relacionados à Economia do Mar é crucial, uma vez que o mercado global dos oceanos, incluindo todas as suas atividades, é avaliado em cerca de US\$ 3 trilhões por ano, podendo chegar a US\$ 5 trilhões. Isso corresponde aproximadamente a 5% do PIB mundial (TIRUMALA; TIWARI, 2020). No entanto, a exploração global dos recursos oceânicos, juntamente com o impacto humano acelerado nos oceanos, tem afetado gravemente os sistemas socioecológicos. Isso faz com que a gestão costeira e marinha seja um desafio ao lidar com a degradação dos ecossistemas marinhos e mudanças sistêmicas nos oceanos (GERHARDINGER *et al.*, 2020). Além disso, a dinâmica social dos assentamentos humanos na costa também é afetada.

Esse processo é conhecido como “tragédia dos bens comuns” na Economia, em que o acesso livre aos recursos leva a problemas, e é particularmente relevante para os recursos marinhos desde os preceitos do “*Mare Liberum*” (ANDRADE; SOARES, 2017; YOUNG, 2015; NTONA; MORGERA, 2018; SILVER *et al.*, 2015). Nesse contexto, a governança dos oceanos e a mediação de conflitos entre os usuários devem considerar o planejamento azul como um caminho para sustentar o crescimento social, econômico e ambiental em futuros esquemas holísticos e abrangentes de Economia Azul (GERHARDINGER *et al.*, 2020; EIKESET *et al.*, 2018; YOUNG, 2015; NTONA; MORGERA, 2018).

Salienta-se que o conceito de Economia Azul (EA) foi criado na Convenção das Nações sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Conferência Rio + 20, em 2012. A EA busca utilizar os recursos do mar para fins econômicos, mas com a preocupação de preservar a saúde e a integridade dos ecossistemas oceânicos, alinhando-se com a “Década da Ciência Oceânica” (2021-2030) e o objetivo de sustentabilidade (LEE; NOH; KHIM, 2020; BENNETT *et al.*, 2021). Embora o termo “*Ocean Economy*” também seja usado para se referir ao mesmo conceito (CÂMARA *et al.*, 2021), alguns estudos distinguem a *Blue Economy* ou *Blue Growth* da *Ocean Economy*, enfatizando a necessidade de uso sustentável dos recursos oceânicos para melhorar o bem-estar e a subsistência da população (KEEN; SCHWARZ; WINI-SIMEON, 2018; MICHEL, 2016). A relação entre o desenvolvimento econômico e o ambiente marinho é crucial para reavaliar a economia tradicional. Assim, a *Blue Economy* está intrinsecamente ligada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos na Agenda 2030,

marcando um esforço global histórico para alcançar prioridades sociais, econômicas e ambientais em todo o mundo (SACHS, 2012).

Lee *et al.* (2020) observam que todos esses objetivos estão de alguma forma alinhados com a EA, pois há um esforço coletivo entre os países para garantir melhores condições de desenvolvimento sustentável nos oceanos. Porém, no estudo de Lee *et al.* (2020) são destacados, fruto de revisão sistemática de literatura, seis objetivos mais relacionados à EA, que são ODS 3 (Saúde e Bem-estar), ODS 12 (Consumo e Produção Responsável), ODS 14 (Vida na Água), ODS 15 (Vida na Terra), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Fortes) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação).

O progresso dessas metas é alcançado pela implementação de indicadores e estratégias de monitoramento (RASOOLIMANESH *et al.*, 2020). O desenvolvimento dessas ferramentas é uma tarefa árdua, mas seus benefícios são muitos, pois podem simplificar, agregar e esclarecer informações, disponibilizando-as aos formuladores de políticas para a tomada de decisões (KRISTJÁNSDÓTTIR; ÓLAFSDÓTTIR; RAGNARSDÓTTIR, 2018). No entanto, poucos estudos (ALHARTHI; HANIF, 2020; VEGA-MUÑOZ *et al.*, 2021; PRADHAN *et al.*, 2017) analisaram a relação entre ODS e EA. Nesse sentido, ainda faltam estudos para medir os ODS em conjunto e vinculados aos resultados setoriais das atividades econômicas relacionadas à Economia do Mar, na tentativa de avaliar o nível potencial de sustentabilidade desses setores nessas áreas costeiras. Essa análise conjunta é uma tentativa de associar as regiões costeiras e a forma com as mesmas vem atuando em relação aos seis ODS, já mencionados, e a possibilidade do capital humano presente na economia do mar se torna, podemos dizer, mais azul. Uma vez que os ODS são relevantes como meios e não fins para alcançar o desenvolvimento sustentável (EZBAKHE, 2018; MACDONALD *et al.*, 2018).

Este estudo se limita à mensuração do potencial capital humano, já existente em municípios costeiros cearenses e em plena atuação nos setores econômicos considerados como da Economia do Mar e que por estarem em regiões que atendem mais ou menos as ODS podem ser mais facilmente orientados à Economia Azul. Este estudo, assim, pode ajudar sobre a compreensão da região em termos de oportunidades de emprego, desenvolvimento de programas de capacitação, promoção do desenvolvimento econômico sustentável e fortalecimento da economia

local (CÂMARA *et al.*, 2020, CÂMARA; PINTO; SILVA, 2020). O litoral do Ceará mostra uma economia bastante dependente do turismo e hotelaria, atividades primordiais da Economia do Mar, o que o torna uma matriz econômica pouco diversificada para o estado (RIBEIRO *et al.*, 2021; CÂMARA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022). Ressalta-se que esses setores têm um papel significativo na redução das desigualdades regionais no país (HADDAD *et al.*, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2017).

Nesse sentido, entender o potencial do capital humano nestes setores e como estes se inserem num ambiente economicamente azul é necessário, mas avaliar a dinâmica e o papel das instituições de ensino também deve ser considerado, uma vez que estas instituições são as grandes responsáveis pelo desenvolvimento das habilidades e conhecimento, assim como pelo desenvolvimento de competências do capital humano. Dessa forma, a Universidade Estadual do Ceará (UECE), pode ter um papel fundamental na formação do capital humano nos setores de Economia do Mar e no crescimento desses setores de forma sustentável e azul. Através da oferta de programas de graduação e pós-graduação, pesquisa científica, estágios e programas de intercâmbio, parcerias com empresas e organizações governamentais e programas de extensão universitária, as universidades podem fornecer aos estudantes e trabalhadores os conhecimentos e habilidades necessários para atuar nesses setores.

Por isso, este estudo visa identificar o potencial na cadeia produtiva das atividades econômicas relacionadas à Economia do Mar no Ceará e como a Universidade Estadual do Ceará pode intervir nessa relação, na tentativa de torná-la Economia Azul.

2. METODOLOGIA

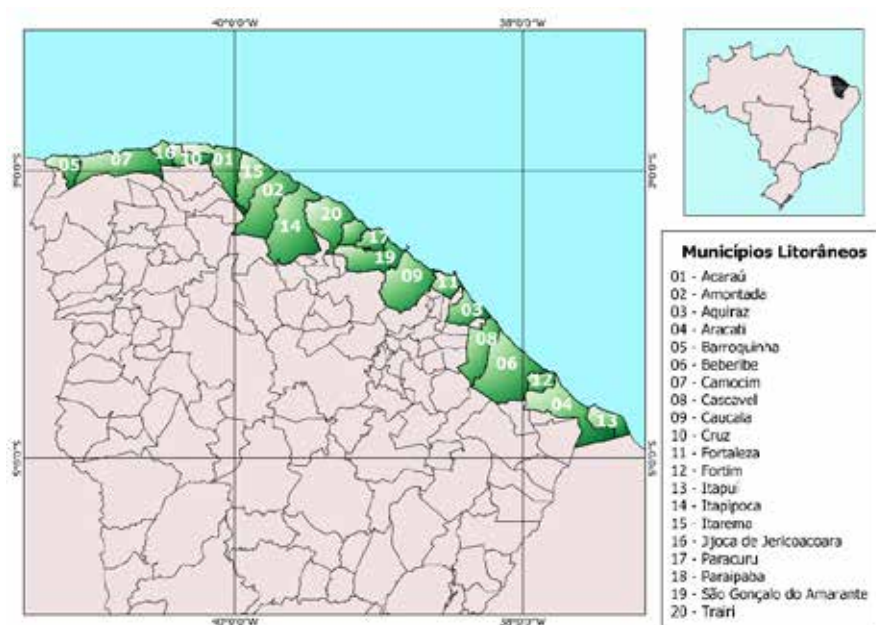
2.1. Área de Estudo

Em termos de litoral, o Ceará tem cerca de ~570km, representando 17,3% de todo o litoral do Nordeste brasileiro (CÂMARA; PINTO; SILVA, 2020). A região é setORIZADA em 20 municípios costeiros (IBGE, 2023), cujos limites se estendem da fronteira com o estado do Rio

Grande do Norte até a divisa do Piauí. De modo geral, esses municípios compartilham de características socioeconômicas semelhantes, tendo a economia local como base atividades de turismo e hotelaria, a pesca e a agricultura (CÂMARA *et al.*, 2021). O turismo é uma das principais atividades econômicas da região litorânea do Ceará, sobretudo nas cidades de Fortaleza, Caucaia e Aquiraz, que concentram a maioria dos hotéis, restaurantes e atrações turísticas da região (CÂMARA; PINTO; SILVA, 2020; CÂMARA *et al.*, 2021). Além disso, vale destacar também a importância da pesca como atividade relacionada à Economia do Mar para a região, cujas comunidades tradicionais de pescadores se espalham por todo o litoral cearense, mas está presente, principalmente, em municípios menores, como Itarema e Camocim (MENDES; GORAYEB; BRANNSTROM, 2015). A pesca artesanal é a principal modalidade, com destaque para a pesca do camarão e da lagosta. Porém, a pesca industrial também é presente na região, sobretudo em portos como o de Fortaleza e o de Pecém.

Apesar dessas atividades econômicas, a região litorânea do Ceará (Figura 1) ainda enfrenta desafios socioeconômicos, como a desigualdade social, a falta de infraestrutura em algumas áreas e a baixa qualificação profissional da população (CÂMARA; PINTO; SILVA, 2020; CÂMARA *et al.*, 2021). A região também sofre com a escassez de água em algumas áreas, o que pode afetar a produção agrícola e o abastecimento das cidades. Nesse sentido, entender o potencial que as atividades econômicas e respectivo capital humano têm nessa região podem contribuir para desenvolvimento de políticas de incentivo ao crescimento econômico de forma sustentável e seguindo os preceitos de uma Economia Azul.

Figura 1 - Área de estudo: municípios litorâneos do estado do Ceará analisados.



Fonte: elaborado pelos autores.

2.2. Análise dos dados

Para atingir nosso propósito, adotamos uma abordagem exploratória quantitativa. Primeiro, foram utilizados os resultados da revisão sistêmica da literatura e análise conceitual realizada por Lee *et al.* (2020) como base para selecionar os ODS mais relacionados à EA. Nesse estudo, com base na frequência de publicações envolvendo esses construtos, os autores percebem que a EA tem o potencial de contribuir significativamente para o alcance dos ODS, sendo os seguintes objetivos mais utilizados nas pesquisas de EA nos últimos anos: ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 12 (Produção e Consumo Responsável), ODS 14 (Vida na Água), ODS 15 (Vida Sobre a Terra), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Fortes) e ODS 17 (Parcerias em Prol das Metas). Posteriormente, esses dados foram associados aos resultados econômicos dos setores da Economia do Mar, conforme classificação proposta por Carvalho (2018) e aplicada por Câmara *et al.* (2020, 2021).

Para as estratégias de pesquisa, foram utilizados dados secundários provenientes de organizações públicas. No que diz respeito aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as variáveis foram selecionadas seguindo a metodologia proposta pelo Sustainable Development Report (2020). Essa metodologia utiliza um painel eletrônico que contém informações sobre os indicadores dos ODS para 770 municípios brasileiros, classificados de acordo com seu nível de conquista. Esse método segue a proposta de Schmidt-Traub *et al.* (2017), que apresenta uma ferramenta analítica para sintetizar dados dos indicadores de 17 ODS para 149 países. Essa ferramenta mostra o nível de cumprimento dos ODS pelos países e quais deles mantêm as melhores estratégias de desenvolvimento, equilibradas com as prioridades da Agenda 2030. Portanto, com base nessa metodologia, coletamos dados sobre os indicadores listados a seguir (Tabela 1) e suas respectivas metas, para os 20 municípios litorâneos cearenses (Figura 1).

Tabela 1 - Descrição das variáveis analisadas em cada ODS e fonte de coleta

Objetivo	Indicador (unidade de mensuração)	Instituição	Período de coleta
ODS 3	Cobertura vacinal (%)	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)	2010-2019
	Incidência de dengue (por 100.000 habitantes)		
	Deteção de hepatite ABC (por 100.000 habitantes)		
	Pré-natal insuficiente (%)		
	Gravidez na adolescência (%)		
	Incidência de tuberculose (por 100.000 habitantes)		
	Mortalidade infantil – crianças menores de um ano (por 1.000 nascidos vivos)		
	Mortalidade materna (por 1.000 nascidos vivos)		
	Mortalidade infantil – crianças menores de 5 anos (por 1.000 nascidos vivos)		
	Mortalidade neonatal – crianças de 0 a 27 dias (por 1.000 nascidos vivos)		
	Mortalidade por AIDS (por 100.000 habitantes)		
	Mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (por 100.000 habitantes)		
	Orçamento municipal de saúde (US\$/capita)		
	Unidades Básicas de Saúde (1.000 habitantes)		
	Mortes no trânsito (por 100.000 habitantes)		
	Expectativa de vida ao nascer (anos)	Atlas Brasil (2020)	2010

Objetivo	Indicador (unidade de mensuração)	Instituição	Período de coleta
ODS 12	Resíduos domésticos per capita (Ton./Inh./Ano)	Sistema Nacional de Informação Sanitária (SNIS)	2019
	População atendida com coleta seletiva (%)		
ODS 14	Esgoto tratado antes de chegar ao mar, rios e córregos (%)	Atlas Brasil (2020)	2013
ODS 15	Unidades de conservação totalmente protegidas e de uso sustentável (%)	Ministério do Meio Ambiente do Brasil	2018
ODS 16	Homicídio juvenil (por 100.000 habitantes)	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)	2010-2019
	Mortes por agressão (por 100.000 habitantes)		
	Mortes por armas de fogo (por 100.000 habitantes)		
	Taxa de homicídios (por 100.000 habitantes)		
ODS 17	Investimento público (US\$ per capita)	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI)	2013-2020

Fonte: Adaptado de Sustainable Development Report (2020).

Para comparar os indicadores, foi utilizado um esquema de classificação que atribui valores de 0 a 1 para cada variável (Tabela 1), em que 0 representa o pior desempenho e 1 representa o melhor. No entanto, essa classificação pode ser influenciada pelos limites de normalização e pela presença de outliers extremos na distribuição dos dados, conforme mencionado no Sustainable Development Report (2020). Para minimizar esse problema, optou-se por remover os outliers com base no intervalo interquartil, que é calculado como a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil (Equação 1), seguindo a metodologia descrita por Vinutha, Poornima e Sagar (2018).

Onde:

Lim = limite superior ou inferior da variável;

X = média aritmética do intervalo;

IQR = diferença entre o primeiro e o terceiro quartil.

Em seguida, após estabelecer os limites superior e inferior, adotamos a seguinte equação proposta pelo Sustainable Development Report (2020), para determinar os valores de 0 a 1:

Onde:

X' = Índice do indicador ODS correspondente (variando de 0 a 1);

x = valor bruto (unidade de medida descrita na Tabela 1);

min = limite mínimo;

max = limite máximo.

As informações socioeconômicas dos setores da Economia do Mar foram obtidas a partir do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS, 2021), que coleta dados sobre o emprego formal no Brasil através de um censo anual. As atividades econômicas foram agrupadas de acordo com o Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que é estruturado em cinco níveis hierárquicos: seções, divisões, grupos, classes e subclasses (Câmara *et al.*, 2020, 2021). Neste estudo, foram utilizados dados de 32 unidades econômicas relacionadas à Economia do Mar, extraídos por classes setoriais (nível com maior detalhamento das atividades econômicas), conforme listado no estudo de Carvalho (2018). Essas informações foram obtidas a partir de um universo de 673 unidades econômicas RAIS.

Para avaliar o potencial de desenvolvimento sustentável dos setores da Economia do Mar, utilizamos como parâmetro o índice de Pessoal Ocupado (PO) nas classes setoriais correspondentes às atividades econômicas. Para isso, utilizamos os parâmetros propostos por Câmara *et al.* (2020), que analisaram a vulnerabilidade socioeconômica dos setores econômicos do estado do Ceará durante a pandemia de COVID-19. O índice de PO foi calculado considerando o número de vínculos empregatícios ativos por atividade econômica no estado.

Uma vez atribuídos os valores dos indicadores ODS, calculamos a média aritmética de todos e, conhecendo o índice de pessoas ocupadas nas atividades econômicas da Economia do Mar (Tabela 1), criou-se uma equação, adaptada de Câmara *et al.* (2020). Eles relacionaram os valores das atividades no nível das cidades com a média dos ODS (variação do índice descrito na Equação 2). Portanto, o Índice de Economia Azul (IEA), ou seja, o potencial capital humano disponível nos setores das respectivas atividades econômicas relacionada à Economia do Mar no Ceará inseridas em um ambiente de Economia Azul

segue a equação abaixo:

Onde:

IEA_{po} = Índice de Economia Azul da atividade econômica i do j -município tornar-se EA sob a ótica do Pessoal Ocupado (EP) (contratos ativos);

PO_{ij} = Número de postos de trabalho criados na atividade econômica i da Economia do Mar no j -município (contratos ativos);

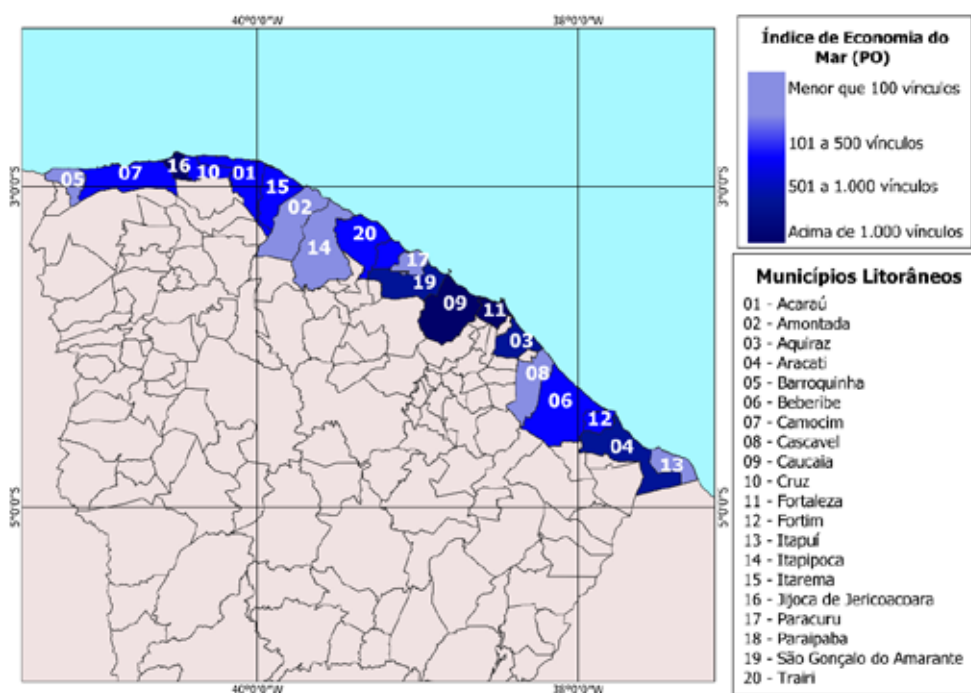
$ODS_{média}$ = média aritmética dos ODS do j -município (índice com intervalo de 0 a 1).

No que diz respeito a avaliação da atuação da UECE nesta transformação do capital humano da economia do mar em um Capital Humano mais orientado para economia azul, procurou-se primeiro classificar os setores empregadores da economia do mar dos municípios costeiros cearenses como tendo tecnologias mais ou menos complexas (MORAES, 2017). Depois levantou-se os conteúdos produzidos pelos diversos ambientes da UECE, em canais de notícias, publicações científicas e sites da instituição. Então foi realizada uma tentativa de associação entre estes ambientes e os setores identificados. Seguindo os seguintes critérios (pressupostos). Setores de mais baixa complexidade tecnológica possuem menos capacidade de absorção de conhecimento e portanto aproveitarão melhor iniciativas de extensão e ensino e setores com mais complexidade podem também absorver conhecimentos gerados na pesquisa. Além deste critério também foi usado o critério de similitude entre setores econômicos e áreas de conhecimento produzidos pelos ambientes. Vale ressaltar, que neste estudo não foram consideradas áreas em potencial ainda não instaladas de forma definitiva no Ceará e empregadores na economia do mar e alguns dos setores ainda não incluídos em CNAE (Código Nacional da Atividade Econômica) que já tenho sido citados de forma sistemática como da economia do mar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados resumem o parâmetro proposto na seção metodológica, cujos índices de potencial para as atividades da Economia do Mar se combinaram aos aspectos setoriais e à visão geral dos ODS. Esse processo possibilitou a avaliação dos municípios costeiros cearenses quanto à intensidade das atividades em termos de capital humano e sua adequação à Economia Azul (Figuras 2).

Figura 2 - Índice de Economia Azul por Pessoal Ocupado (IEA_{PO}), potencial por município litorâneo no Ceará.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como esperado, o município que apresenta os maiores índices de potencial para EA em termos de capital humano foi a capital do estado, Fortaleza. O município criou mais de 37 mil empregos formais ativos em 2021, sendo que, cerca de 54,1% (~20 mil vínculos) dessa mão de obra, é o capital humano disponível nos setores de Economia do Mar do Ceará com potencial de inserção em um ambiente de Economia Azul.

As atividades de destaque na capital foram os restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas, que concentrou ~10,9 mil empregos em 2021 com potencial econômico azul, assim como os empreendimentos imobiliários (~2,4 mil) e hotéis e similares (~2 mil). Esse resultado sumariza uma economia do município impulsionada principalmente em serviços atrelados ao turismo, como os empreendimentos de alimentação. Muitos desses empreendimentos usam da culinária local como mecanismo para atrair turistas e visitantes (CÂMARA *et al.*, 2021). Outro setor importante da economia do mar em Fortaleza é a incorporação de empreendimentos imobiliários. A cidade tem experimentado um crescimento exponencial imobiliário nos últimos anos, com muitos empreendimentos em construção na costa e nas áreas adjacentes (DIÓGENS, 2020). Os edifícios residenciais e comerciais são cada vez mais comuns, com muitos investidores vendo o potencial de Fortaleza como um destino turístico popular.

Finalmente, os hotéis e similares são outro setor importante da economia do mar em Fortaleza. A cidade tem experimentado um aumento significativo no turismo de negócios nos últimos anos, o que tem impulsionado o setor hoteleiro na cidade (MOTA, 2011). Isso se deve em grande parte ao fato de que Fortaleza se tornou um importante polo econômico na região Nordeste do Brasil, com várias empresas importantes estabelecidas na cidade (DIÓGENS, 2020; CÂMARA *et al.*, 2021).

O turismo de negócios é um segmento específico do setor de turismo que se concentra em viagens a negócios (MOTA, 2011). A crescente importância de Fortaleza como um polo econômico tem atraído um número crescente de eventos e conferências para a cidade. Isso, por sua vez, tem levado a um aumento na demanda por acomodações de alta qualidade. Como resultado, muitos investidores estão vendo oportunidades lucrativas no setor hoteleiro de Fortaleza e estão investindo na construção de novos hotéis ou na *expansão de hotéis já existentes* (MOTA, 2011; DIÓGENS, 2020; CÂMARA *et al.*, 2021).

Jijoca de Jericoacoara foi o segundo município que mais gerou empregos com potencial econômico azul, totalizando cerca de 1,1 mil vínculos ativos (45,6%) em 2021, seguida por Caucaia que chegou a mil vínculos ativos (43,6%) no mesmo ano. Jijoca de Jericoacoara também tem uma economia amplamente baseada no turismo, especialmente devido à famosa Praia de Jericoacoara, que é um dos principais desti-

nos turísticos do país. O turismo impulsiona vários setores, incluindo acomodações, restaurantes, lojas de artesanato, transporte e atividades de lazer (CÂMARA *et al.*, 2020). O que pode ser confirmado com base nos resultados apresentados que consolidam as atividades de hotéis e similares (~600 vínculos), restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas (~460 vínculos), outros tipos de alojamento (12 vínculos), agências de viagens (9 vínculos) e aluguel de equipamentos recreativos e esportivos (6 vínculos) como principais geradores de empregos com potencial econômico azul. Muitos dos moradores da cidade trabalham na indústria do turismo, o que contribui para o emprego direto ou indireto e para a renda da população local.

Caucaia também segue a mesma tendência dos municípios apresentados, tendo uma economia desenvolvida principalmente em atividades turísticas, impulsionada pelo turismo sol e praia (CÂMARA *et al.*, 2020). O turismo tem impulsionado o setor de serviços, incluindo hotéis, restaurantes, bares e atividades turísticas, como se pode notar nos resultados apresentados, em que restaurantes gerou ~410, hotéis ~400 e atividade imobiliária ~70 vínculos ativos.

Quanto aos ODS, vale ressaltar que é evidente a interdependência existente entre os setores de EA e os indicadores que representam esses objetivos, já que esses abordam diversas questões em âmbito local, regional e global (LEE *et al.*, 2020). Na conferência Rio + 20 das Nações Unidas, essa sinergia foi reforçada ao se definir os oceanos como uma das sete áreas prioritárias para o planejamento sustentável (BENNETT, 2018; KEEN; SCHWARZ; WINI-SIMEON, 2018; MICHEL, 2016; DUARTE, 2016). O ODS 14, que se refere aos recursos hídricos e à gestão global dos oceanos, facilita a conexão com a EA, conforme demonstrado pela revisão sistêmica de Lee *et al.* (2020), em que esse objetivo está fortemente associado ao construto. Embora os ODS abordem assuntos distintos, eles possuem metas comuns e, portanto, uma interação entre eles é necessária, seja pela sinergia, que gera uma relação positiva, ou pela compensação, causada pelo significativo efeito negativo entre eles (PRADHAN *et al.*, 2017).

Argumenta-se que o intenso impacto humano negativo nos ecossistemas marinhos se deve a falha de governança e falta de cooperação entre as instituições, objetos do ODS 16 e ODS 17. Esse impacto humano reflete diretamente na saúde ambiental e nas condições de vida

e saúde das pessoas, temas característicos do ODS 3 e ODS 15 (NTONA; MORGERA, 2018; SACHS, 2012; MACDONALD *et al.*, 2018; EZBAKHE, 2018).

Finalmente, quanto ao papel da Universidade Estadual do Ceará na formação desse capital humano com potencial econômico azul, vale destacar que o campus presente em Fortaleza lida com organismos que atuam direta ou indiretamente com os setores de Economia do Mar. Nesse contexto, ressalta-se o papel de: Laboratório de Economia do Mar (BlueLab), Laboratório Gestão da Responsabilidade Socioambiental e da Sustentabilidade (LABSUS), Laboratórios Associados de Inovação e Sustentabilidade (LAIS), Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais (LAGEO), Laboratório de Estudos do Território e da Urbanização (LETUR), Laboratório de Estudos Urbanos e da Cidade (LEURC), Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO) e Laboratório em Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC).

Esses laboratórios têm como um de seus objetivos fomentar a pesquisa e desenvolver tecnologias inovadoras que possam ser aplicadas na gestão sustentável dos recursos marinhos e costeiros (CHIARINI; VIEIRA, 2012; POMPEU, 2012). O LABSUS, por exemplo, tem como objetivo a pesquisa e a promoção da sustentabilidade ambiental e social. Este desenvolve projetos em diversas áreas, incluindo a gestão sustentável dos recursos marinhos e costeiros, e trabalha na elaboração de políticas públicas e estratégias para a sustentabilidade. Ressalta-se também o BlueLab, que tem como objetivo aplicar a tecnologia geoespacial na análise de dados socioeconômicos, cuja atuação se destaca na elaboração de mapas de vulnerabilidade costeira para o Estado do Ceará, indicando as áreas e empreendimentos de maior suscetibilidade em termos socioeconômicos. Ambos os laboratórios tiveram como resultado diversas publicações de interesse da área, como os estudos de Câmara *et al.* (2021), Silva *et al.* (2022) e Câmara, Pinto e Silva (2020).

Dessa forma, esses laboratórios são responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas científicas, que exploram novas tecnologias e soluções para os desafios enfrentados pelos setores da Economia do Mar, como a proteção do meio ambiente marinho, a otimização de técnicas de pesca e a exploração de recursos marinhos (CHIARINI; VIEIRA, 2012; POMPEU, 2012).

A UECE também é capaz de estabelecer parcerias com empresas e organizações governamentais para colaborar em projetos de pesquisa e desenvolvimento. Essas parcerias podem fornecer aos estudantes acesso a equipamentos e tecnologias avançadas e permitir que as empresas e organizações governamentais se beneficiem do conhecimento e das habilidades dos estudantes e professores (MOTA, 1999).

Ademais, a formação do capital humano na universidade também está muito associada à oferta de cursos de graduação e pós-graduação específicos para a Economia do Mar. Esses cursos podem abranger áreas diversas e fornecer conhecimentos teóricos e práticos para os profissionais que desejam atuar nesses setores.

Portanto, com base no conhecimento do potencial capital humano disponível na região, é possível desenvolver programas de capacitação e treinamento nesses organismos da UECE para fornecer aos trabalhadores as habilidades e conhecimentos necessários para atuar nos setores relacionados Economia do Mar (CHIARINI; VIEIRA, 2012; POMPEU, 2012). Esses programas de capacitação podem ajudar a melhorar a produtividade dos trabalhadores e a qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas locais (MOTA, 1999). Sendo assim, com um entendimento claro do potencial capital humano disponível nos municípios litorâneos do Ceará, é possível criar políticas e estratégias para fortalecer a economia local. Isso pode incluir a promoção de parcerias público-privadas, a atração de investimentos em setores relacionados ao mar e a criação de políticas que incentivem o empreendedorismo local.

Desta forma, pode-se inferir que alguns ambientes da UECE podem contribuir de forma substancial com esta transformação do capital humano da Economia do Mar cearense na direção de um Capital Humano mais azul. Neste sentido, na Tabela 2, a seguir, são citados alguns destes ambientes e suas possíveis atuações nesta transformação, considerando as características dos setores e suas relações com os conhecimentos produzidos e pelos ambientes da UECE, bem como sua capacidade de absorver estes conhecimentos, representado pela complexidade de suas tecnologias. Assim, setores de mais elevada complexidade tecnológica deverão ser mais impactados, por exemplo, pela pesquisa de excelência desenvolvidas em alguns dos ambientes da UECE com esta finalidade.

Tabela 2 - Possíveis Atuações da UECE

Setor	Complexidade	Possibilidades de Atuações da UECE
Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas	Baixa	Atividades de Melhoria da Gestão e Produtividade Sustentável - Atuações de extensão dos cursos de Graduação em Administração, Geografia, Nutrição
Incorporação de empreendimentos imobiliários	Baixa	
Atividades imobiliárias de imóveis próprios	Baixa	
Clubes sociais, esportivos e similares	Baixa	
Intermediação na compra, venda e aluguel de imóveis	Baixa	
Comércio varejista de carnes e pescados - açougues e peixarias	Baixa	
Atividades de recreação e lazer não especificadas anteriormente	Baixa	
Comércio atacadista de carnes, produtos da carne e pescado	Baixa	
Outros tipos de alojamento não especificados anteriormente	Baixa	
Serviços ambulantes de alimentação	Baixa	
Serviços de reservas e outros serviços de turismo não especificados anteriormente	Baixa	
Gestão de instalações de esportes	Baixa	
Aluguel de equipamentos recreativos e esportivos	Baixa	
Hotéis e similares	Média	Atividades de Melhoria da Gestão e Produtividade Sustentável - Atuações de extensão dos cursos de Graduação em Administração, Geografia, Nutrição; Atuação na pesquisa e transferência de Tecnologia dos Cursos de Pós-graduação em Geografia, Turismo, Administração
Gestão de portos e terminais	Média	
Agências de viagens	Média	
Atividades auxiliares dos transportes aquaviários não especificadas anteriormente	Média	
Navegação de apoio	Média	
Operadores turísticos	Média	
Transporte marítimo de cabotagem	Média	
Transportes aquaviários não especificados anteriormente	Média	
Extração e refino de sal marinho e sal-gema	Média	Atividades de Melhoria da Gestão e Produtividade Sustentável - Atuações de extensão dos cursos de Graduação em Administração, Geografia, Nutrição; Atuação na pesquisa e transferência de Tecnologia dos Cursos de Pós-graduação em Geografia, Turismo, Administração, Fisiologia, Renorbio e especificamente pesquisas desenvolvidas pelo LAIS, BlueLab, LABSUS, LAGEO, LETUR, LEURC, LGCO, LAGIZC
Defesa	Alta	
Aqüicultura em água salgada e salobra	Alta	
Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	Alta	
Construção de embarcações e estruturas flutuantes	Alta	
Obras portuárias, marítimas e fluviais	Alta	
Fabricação de artefatos para pesca e esporte	Alta	
Pesca em água salgada	Alta	
Atividades de apoio à extração de minerais, exceto petróleo e gás natural	Alta	
Extração de petróleo e gás natural	Alta	
Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural	Alta	

Fonte: Elaboração dos autores.

4. CONCLUSÃO

Neste estudo, propomos um indicador que permita avaliar o potencial dos setores relacionados com a Economia Azul (EA) em termos empregabilidade. O desenvolvimento dessas ferramentas pode contribuir para o entendimento do tema, pois esses indicadores ajudam a estabelecer conexões locais e regionais de similaridade e discrepância, seja por aspectos sociais, econômicos ou ambientais. Portanto, por meio deste caminho metodológico para a medição da EA, é possível visualizar os diferentes padrões de desenvolvimento sustentável por área, auxiliando a formulação de planos de ação para o alcance da Agenda 2030 no país.

Os resultados mostram que as cidades ainda estão aquém do potencial de desenvolvimento esperado, considerando um percentual mínimo de 50% dos vínculos ativos gerados no setor. Isso reflete a importância de investimentos nos demais municípios litorâneos do estado, além da capital, Fortaleza, que muitas vezes concentra a maior riqueza gerada pelos setores e, naturalmente, gera uma dependência das outras cidades em sua economia. A nível estadual, a economia do Ceará apresenta uma forte aposta nos recursos costeiros e marinhos. Porém, a intervenção de instituições de ensino como a UECE é apontada como o diferencial para melhorar os índices de capacitação desse potencial capital humano disponível a uma economia com azul. Nesse sentido, esses resultados podem auxiliar na elaboração de estratégias de desenvolvimento regional em planos de ação para aplicação dos ODS e capacitação do pessoal ocupado. Portanto, sugerimos temas para pesquisas futuras: (1) estudos de monitoramento do alcance de outros ODS, não abordados neste artigo, com enfoque especial em um conjunto de atividades da EA ou outros setores econômicos; (2) avaliação das políticas públicas adotadas para o crescimento da EA; (3) Avaliação do papel das instituições de ensino na formação de profissionais da área de Economia do Mar.

Esta pesquisa apresenta como principal limitação o fato de que alguns setores em processo de implementação no estado, mas portadores de futuro, e que ainda não figuram nas estatísticas oficiais da RAIS, preponderante para os indicadores usados neste trabalho, ficaram de fora de nossas análises. Desta forma, sugere-se a ampliação da

pesquisa para entrevista com especialistas e buscas de documentação que possam lançar luz sobre estes novos setores que estão por vir.

REFERÊNCIAS

ALHARTHI, Majed; HANIF, Imran. Impact of blue economy factors on economic growth in the SAARC countries. *Maritime Business Review*, v. 5, n. 3, p. 253-269, 2020.

ANDRADE, Aline Batista; SOARES, Marcelo O. Offshore marine protected areas: divergent perceptions of divers and artisanal fishers. *Marine Policy*, v. 76, p. 107-113, 2017.

Atlas Brasil. *Consulta em Tabela*. 2020. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>>. Acessado em: 5 abr. 2023.

BENNETT, Nathan J. Navigating a just and inclusive path towards sustainable oceans. *Marine Policy*, v. 97, p. 139-146, 2018.

BENNETT, Nathan James *et al.* Blue growth and blue justice: Ten risks and solutions for the ocean economy. *Marine Policy*, v. 125, p. 104387, 2021.

CÂMARA, Samuel Façanha *et al.* Wicked multi-problems (COVID-19+ Oil Spill+ wildFires) in Brazil and their effects on socioeconomic vulnerability. *International Journal of Social Economics*, v. 49, n. 11, p. 1625-1642, 2022.

CÂMARA, Samuel Façanha *et al.* Socioeconomic vulnerability of communities on the Brazilian coast to the largest oil spill (2019–2020) in tropical oceans. *Ocean & Coastal Management*, v. 202, p. 105506, 2021.

CAMARA, Samuel Façanha; DA SILVA, Felipe Roberto; PINTO, Francisco Roberto. Vulnerabilidade socioeconômica do litoral cearense. *Caderno de Geografia*, v. 30, n. 62, p. 817-817, 2020.

CARVALHO, Andréa Bento. Economia do mar: conceito, valor e importância para o Brasil. 2018.

CHIARINI, Tulio; VIEIRA, Karina Pereira. Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. *Revista Brasileira de Economia*, v. 66, p. 117-132, 2012.

DIÓGENS, Beatriz Helena Nogueira; BARBOSA, Stéfany Grayce Teixeira; MARTINS, Liziane Bezerra. *Turismo e urbanização no litoral oeste da Região Metropolitana de Fortaleza*. 2020.

DUARTE, Érico. Brazil, the Blue Economy and the maritime security of the South Atlantic. *Journal of the Indian Ocean Region*, v. 12, n. 1, p. 97-111, 2016.

EIKESET, Anne Maria *et al.* What is blue growth? The semantics of “Sustainable Development” of marine environments. *Marine Policy*, v. 87, p. 177-179, 2018.

EZBAKHE, F. Addressing water pollution as a means to achieving the sustainable development goals. *J Water Pollut Control*, v. 1, n. 1, p. 6, 2018.

GERHARDINGER, Leopoldo Cavaleri *et al.* Crafting a sustainability transition experiment for the Brazilian blue economy. *Marine Policy*, v. 120, p. 104157, 2020.

HADDAD, Eduardo Amaral; PORSE, Alexandre Alves; RABAHY, Wilson. Domestic tourism and regional inequality in Brazil. *Tourism Economics*, v. 19, n. 1, p. 173-186, 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE Cidades. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 23 abr. 2023.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. *Infraestrutura econômica no Brasil: Diagnósticos e perspectivas para 2025* (livro 6, vol. 1). 2010. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=6472>. Acessado em: 23 abr. 2023.

KEEN, Meg R.; SCHWARZ, Anne-Maree; WINI-SIMEON, Lysa. Towards defining the Blue Economy: Practical lessons from pacific ocean governance. *Marine Policy*, v. 88, p. 333-341, 2018.

KRISTJÁNSDÓTTIR, Kristín Rut; ÓLAFSDÓTTIR, Rannveig; RAGNARSDÓTTIR, Kristín Vala. Reviewing integrated sustainability indicators for tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, v. 26, n. 4, p. 583-599, 2018.

MICHEL, J. A. Rethinking the oceans: Towards the blue economy. Paragon House, 2016.

LEE, Ki-Hoon; NOH, Junsung; KHIM, Jong Seong. The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. *Environment international*, v. 137, p. 105528, 2020.

MACDONALD, Adriane et al. Multi-stakeholder partnerships (SDG# 17) as a means of achieving sustainable communities and cities (SDG# 11). *Handbook of sustainability science and research*, p. 193-209, 2018.

MENDES, Jocicléia de Sousa; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Diagnóstico participativo e cartografia social aplicados aos estudos de impactos das usinas eólicas no litoral do Ceará: o caso da Praia de Xavier, Camocim. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 6, n. 3, p. 243-245, 2015.

Ministério do Meio Ambiente. *Unidades de Conservação*. 2018. Disponível e: <<https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao/>>. Acessado em: 12 abr. 2023.

MORAES, Roberto Costa. *Uma análise de fatores que influenciam o grau de complexidade tecnológica das atividades de P&D em subsidiárias de multinacionais que atuam no Brasil*. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOTA, Teresa Lenice Nogueira da Gama. Interação universidade-empresa na sociedade do conhecimento: reflexões e realidade. *Ciência da Informação*, v. 28, p. 79-86, 1999.

MOTA, Keila Cristina Nicolau et al. Segmento do turismo de negócios para as agências de viagem: perfil de clientes corporativos de Fortaleza e região metropolitana-CE. *Revista Turismo em Análise*, v. 22, n. 2, p. 428-444, 2011.

NTONA, Mara; MORGERA, Elisa. Connecting SDG 14 with the other Sustainable Development Goals through marine spatial planning. *Marine Policy*, v. 93, p. 214-222, 2018.

POMPEU, Randal Martins. A Responsabilidade Social da Universidade na Formação de Capital Humano e como Ferramenta de Desenvolvimento Local Sustentável: os casos da UTAD e da UNIFOR. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

PRADHAN, Prajal *et al.* A systematic study of sustainable development goal (SDG) interactions. *Earth's Future*, v. 5, n. 11, p. 1169-1179, 2017.

Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). **Bases estatísticas RAIS/CAGED**. 2021. Disponível em: <<http://rais.gov.br>>. Acessado em: 8 abr. 2023.

RASOOLIMANESH, S. Mostafa *et al.* A systematic scoping review of sustainable tourism indicators in relation to the sustainable development goals. *Journal of Sustainable Tourism*, p. 1-21, 2020.

RIBEIRO, Luiz Carlos De Santana *et al.* Blue water turns black: economic impact of oil spill on tourism and fishing in Brazilian Northeast. *Current Issues in Tourism*, v. 24, n. 8, p. 1042-1047, 2021.

RIBEIRO, Luiz Carlos De Santana *et al.* Tourism and regional development in the Brazilian Northeast. *Tourism Economics*, v. 23, n. 3, p. 717-727, 2017.

SACHS, Jeffrey D. From millennium development goals to sustainable development goals. *The lancet*, v. 379, n. 9832, p. 2206-2211, 2012.

SCHMIDT-TRAUB, Guido *et al.* National baselines for the Sustainable Development Goals assessed in the SDG Index and Dashboards. *Nature geoscience*, v. 10, n. 8, p. 547-555, 2017.

SILVA, Jady Yumi Kuniwaki; CUNHA, Marina Silva da. Capital humano e crescimento econômico: uma análise para o Paraná. *Economia & Região*, v. 6, n. 2, p. 47-68, 2018.

SILVA, Felipe Roberto da *et al.* Oil Spill and Socioeconomic Vulnerability in Marine Protected Areas. *Frontiers in Marine Science*, p. 718, 2022.

SILVER, Jennifer J. *et al.* Blue economy and competing discourses in international oceans governance. *The Journal of Environment & Development*, v. 24, n. 2, p. 135-160, 2015.

Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro [Siconfi]. *Contas anuais*. 2020. Disponível em: <<https://siconfi.tesouro.gov.br/>>. Acessado em: 23 abr. 2023.

Sistema de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus). *Informações de saúde* (TABNET). 2020. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/>>. Acessado em: 20 abr. 2023.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento [SNIS]. *SNIS: série histórica*. 2020. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acessado em: 20 abr. 2023.

Sustainable Development Report. Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil. 2020. Disponível em: <<https://idsc-br.sdgindex.org/>>. Acessado em: 15 abr. 2023.

TIRUMALA, Raghu Dharmapuri; TIWARI, Piyush. Innovative financing mechanism for blue economy projects. *Marine Policy*, v. 139, p. 104194, 2022.

VEGA-MUÑOZ, Alejandro *et al.* How to measure environmental performance in ports. *Sustainability*, v. 13, n. 7, p. 4035, 2021.

VIANA, Giomar; LIMA, Jandir Ferrera de. Capital humano e crescimento econômico. *Interações (Campo Grande)*, v. 11, p. 137-148, 2010.

VINUTHA, H. P.; POORNIMA, B.; SAGAR, B. M. Detection of outliers using interquartile range technique from intrusion dataset. In: *Information and Decision Sciences: Proceedings of the 6th International Conference on FICTA*. Springer Singapore, 2018. p. 511-518.

YOUNG, Michaela. Building the blue economy: the role of marine spatial planning in facilitating offshore renewable energy development. *The International Journal of Marine and Coastal Law*, v. 30, n. 1, p. 148-174, 2015.

CAPÍTULO SEIS

O POTENCIAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS PARA A ECONOMIA DO MAR

Adão Linhares Muniz¹, Luís Parente Maia², Sergio Bezerra Lima Junior²,
Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco² e Márcio Albuquerque Quixadá³

INTRODUÇÃO

Os oceanos são uma fonte de abundante potencial de energia renovável, capaz de impulsionar uma “economia azul” baseada no uso sustentável dos recursos oceânicos. A energia captada dos oceanos, por meio de renováveis offshore, pode contribuir para a descarbonização do setor elétrico e para outras aplicações de uso final relevantes para uma economia azul (por exemplo, transporte marítimo, resfriamento e dessalinização de água). As tecnologias nascentes de energia oceânica – incluindo ondas, marés, conversão de energia térmica oceânica e energia de gradiente de salinidade – podem fazer uso desse enorme potencial de acordo com a energia sustentável geral e o desenvolvimento econômico. Juntamente com seu próprio potencial intrínseco de energia renovável, os oceanos do mundo fornecem um local crucial para a expansão de outras fontes de energia renovável. As renováveis offshore incluem tecnologias eólica offshore (fundações fixas e flutuantes) e solar fotovoltaica (PV) flutuante, bem como várias formas de tecnologias de energia oceânica. As energias renováveis offshore também podem oferecer oportunidades socioeconômicas significativas para países com áreas costeiras e territórios insulares, como criação de empregos, melhoria dos meios de subsistência, cadeias de valor locais e sinergias aprimoradas entre os atores da economia azul (IRENA, 2020).

1 Secretário Executivo de Energia e Telecomunicações (Seinfra-CE)

2 Universidade Federal do Ceará (UFC)

3 LEBEN Serviços Administrativos LTDA

Para garantir a sustentabilidade das energias renováveis provenientes dos oceanos, os benefícios devem ser maximizados ao mesmo tempo em que abordam os potenciais impactos negativos nos ecossistemas oceânicos. Não está claro como as tecnologias de energia oceânica, incluindo as marés, estão afetando o meio ambiente, incluindo a vida marinha. Os impactos negativos podem surgir na forma de perda de habitat, interações animal-turbina, ruído e campos eletromagnéticos produzidos por cabos marítimos, que podem afetar as espécies aquáticas. No entanto, pesquisas para abordar esses riscos estão sendo realizadas. Alguns estudos indicam que a energia oceânica pode realmente sustentar a biodiversidade por meio de recifes artificiais, dispositivos de agregação de peixes e áreas marinhas protegidas. Como para qualquer projeto de infraestrutura, estudos detalhados de avaliação de impacto e melhores práticas devem ser aplicados. À medida que a compreensão dessas tecnologias se aprofunda, devemos continuar a mitigar quaisquer riscos potenciais e, ao mesmo tempo, maximizar os benefícios socioeconômicos e ambientais das várias tecnologias.

A energia oceânica pode trazer importantes benefícios tecnológicos e socioeconômicos, além de ajudar a mitigar as mudanças climáticas. A energia aproveitada dos oceanos, por meio de renováveis offshore, pode contribuir para a descarbonização do setor de energia e outras aplicações de usuário final relevantes para uma economia azul, por exemplo, transporte marítimo, resfriamento, dessalinização de água (Figura 1). As energias renováveis offshore também podem oferecer oportunidades socioeconômicas significativas para países com áreas costeiras e territórios insulares, como criação de empregos, melhoria dos meios de subsistência, cadeias de valor locais e sinergias aprimoradas entre os atores da economia azul, além de contribuir para a realização do Programa de Sustentabilidade das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento (ODS) em ilhas e territórios costeiros (ODS 7 - Energia limpa e acessível, ODS11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima). Outro benefício importante das tecnologias de energia oceânica é sua alta previsibilidade, o que as torna adequadas para complementar fontes de energia renováveis variáveis, como eólica e solar fotovoltaica (PV) (Figura 1).

Figura 1 - Principais Benefícios das Tecnologias de Energia Oceânica.



Fonte: IRENA, 2020.

A capacidade instalada cumulativa para tecnologias de energia oceânica em todo o mundo atualmente é de 535 megawatts (MW), o que é insignificante em comparação com a capacidade instalada global para todas as energias renováveis hoje (cerca de 2.600 gigawatts, GW). Da tecnologia de barragem de maré (521,5 MW), que domina a produção mundial de energia oceânica, principalmente por meio de três grandes projetos no Canadá, França e República da Coreia. No entanto, a capacidade recém-instalada e a tendência futura esperada da energia oceânica estão se movendo em direção a outras tecnologias, como a corrente das marés, seguida pela energia das ondas e conversão de energia térmica oceânica (OTEC).

Os projetos de correntes de maré e ondas atualmente em desenvolvimento (excluindo a tecnologia de flutuação das marés), se concretizados, representariam quase 3 GW de capacidade adicional em todo o mundo. A maior parte dessa capacidade está na Europa

(55%), seguida pela Ásia e Pacífico (28%) e Oriente Médio e África (13%), com a participação restante dividida entre a América do Norte (2%) e o Sul e o Centro América (2%).

A energia oceânica pode atingir 10 GW de capacidade instalada até 2030, de acordo com as projeções da IRENA. As tecnologias de energia oceânica oferecem alta previsibilidade, tornando-as adequadas para fornecer de forma contínua a energia. Isso pode ser complementado por fontes de energia renováveis variáveis, como eólica e solar fotovoltaica. Os recursos energéticos dos oceanos poderiam, teoricamente, gerar entre 45.000 terawatts-hora (TWh) e 130.000 TWh de eletricidade por ano.

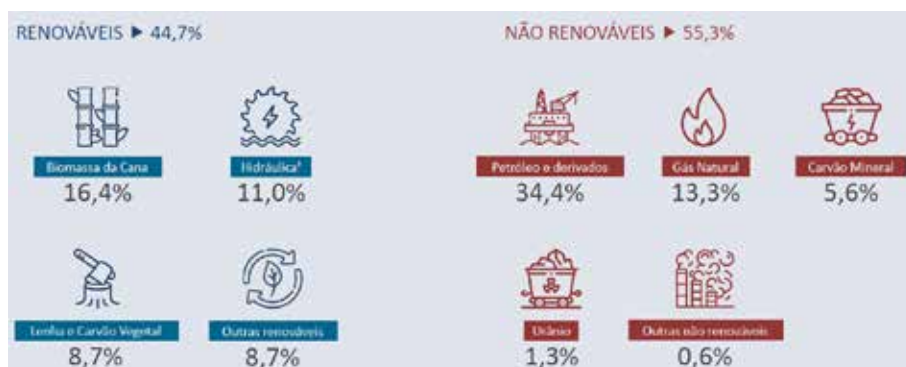
A corrente das marés e a energia das ondas estão sendo ampliadas rapidamente, com unidades de 1 MW entrando em operação. A maioria das tecnologias oceânicas ainda está na fase de protótipo, com algumas começando a ser comercializadas. Avançá-los exige um foco em casos de negócios inovadores, pesquisa e desenvolvimento acelerados, apoio financeiro para o desenvolvimento inicial e habilitação de políticas e estruturas regulatórias. Também exigirá uma maior compreensão dos impactos ambientais das tecnologias, bem como a cooperação regional no ordenamento do espaço marinho. Enquanto a energia oceânica é distribuída globalmente, países europeus como Finlândia, França, Irlanda, Itália, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido, juntamente com Austrália, Canadá e Estados Unidos, têm estado na vanguarda do mercado, com o maior número de projetos testados, implantados e planejados, assim como a maioria dos desenvolvedores de projetos e fabricantes de dispositivos.

O POTENCIAL BRASILEIRO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

A matriz energética brasileira é uma das mais renováveis do mundo. De acordo com o Relatório Síntese 2022 do Balanço Energético Nacional (BEN) realizado pelo Ministério de Minas e Energia e pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 44,7% da geração de energia elétrica no Brasil é proveniente de fontes renováveis como solar, biomassa,

biogás, eólica e hidráulica. O potencial de energia renovável no Brasil, no primeiro trimestre de 2022 o país gerou mais de 69.000 Megawatts para o SIN (Sistema Interligado Nacional de Energia). As hidrelétricas tiveram maior participação, com 8,4% de geração de energia, seguida pela eólica e solar. Em 2021 o Brasil produziu 158 GW de energia renovável, ocupando a posição de líder entre os países da América Latina nesse segmento de geração de energia (Figura 2).

Figura 2 - Repartição da Oferta Interna de Energia (OIE) 2021.



Fonte: BEN, 2022.

Na atualidade não dispomos, ainda, de nenhuma estrutura offshore de geração de energia, apesar do grande potencial de geração ao longo da uma linha costeira contínua de 8 000 km de extensão. Existe, portanto, a possibilidade de desenvolver diversos projetos para aproveitar o recurso energético do mar.

Tolmasquim (2016) realizou uma avaliação do potencial teórico de energia oceânica no Brasil. Este levantamento teve medições locais e pesquisas teóricas, na qual foi identificado que no litoral na Região Norte existe um potencial energético estimado de 27 GW em função das marés que variam de 5 a 11 metros. As ondas no litoral brasileiro possuem como característica uma altura que oscila entre 1,2 a 3 metros com um período predominante de 5 a 12 segundos. Com esta referência foi possível estimar o potencial energético das ondas no Brasil que tem 22 GW no Nordeste, 30 GW no Sudeste e 35 GW no Sul. Portanto a somatória do potencial de ondas e marés no Brasil é de aproximadamente 114 GW.

O primeiro estudo realizado na nossa região para pesquisar fontes alternativas de energia viáveis de serem exploradas, foi realizado na região da Baía de São Marcos, no Estado do Maranhão onde apresenta ocorrências de marés de grandes amplitudes. O objetivo principal foi estudar o aproveitamento destes desníveis acentuados, para geração de energia elétrica, através de uma usina maré-motriz. A existência de uma barragem no estuário do Rio Bacanga, na Baía de São Marcos, foi o motivo para que este fosse escolhido para os estudos de viabilidade de instalação da referida usina maré-motriz. Com a finalidade de se conhecer os elementos necessários para o julgamento da validade do projeto e para definir as medidas a serem tomadas a curto, médio e longo prazos, foi desenvolvido um programa de estudos preliminares, composto de levantamentos batimétricos, medições de correntes, termo-salinidade e sólidos em suspensão, marés, levantamentos hidrodinâmicos, topohidrográficos e de fácies sedimentares, além da avaliação, em primeira aproximação, do potencial hidroenergético disponível e utilizável no local (PITOMBEIRA e MORAIS, 1977).

Em relação a energia das ondas, a UFRJ desenvolveu um dispositivo de conversão das ondas onshore que foi instalado no litoral do Ceará no Porto do Pecém, cuja capacidade instalada deste sistema é de 100 KW (TOLMASQUIN, 2016). Este conversor de energia das ondas é composto por: módulos de bombeamento, um acumulador hidropneumático de dois estágios, uma câmara hiperbárica, uma turbina Pelton e um gerador elétrico. Neste sistema cada dispositivo flutuante está ligado a uma bomba hidráulica por um braço articulado.

O funcionamento baseia-se na transferência da energia da oscilação das ondas para o flutuador que está acoplado ao braço articulado, que em forma de alavanca aciona a bomba hidráulica. Esta bomba aspira e envia a água para o acumulador hidropneumático que está interligado com a câmara hiperbárica. O acumulador hidropneumático de dois estágios separa o gás da água pressurizada, sendo que o gás é acumulado na câmara hiperbárica. O acumulador trabalha em conjunto com a câmara hiperbárica, sendo este sistema responsável pelo armazenamento de energia. A água pressurizada é utilizada para acionar uma turbina Pelton que está conectada a um gerador para produzir energia elétrica (Figura 3).

Figura 3 - Conversor de energia das ondas instalados no Porto do Pecém.



Apesar de aparentemente apresentar viabilidade, nenhum dos dois sistemas, Usina Maré -Motriz e Conversor de energia das ondas, vieram a ser implantados. Os sistemas de energia oceânica usam a energia cinética e térmica da água do mar – ondas ou correntes, por exemplo – para produzir eletricidade ou calor. Os sistemas de energia oceânica ainda estão em um estágio inicial de desenvolvimento, com vários protótipos de dispositivos de ondas e correntes de maré sendo explorados. A energia dos oceanos tem o potencial de exceder facilmente as atuais necessidades de energia humana.

A ENERGIA EÓLICA OFFSHORE

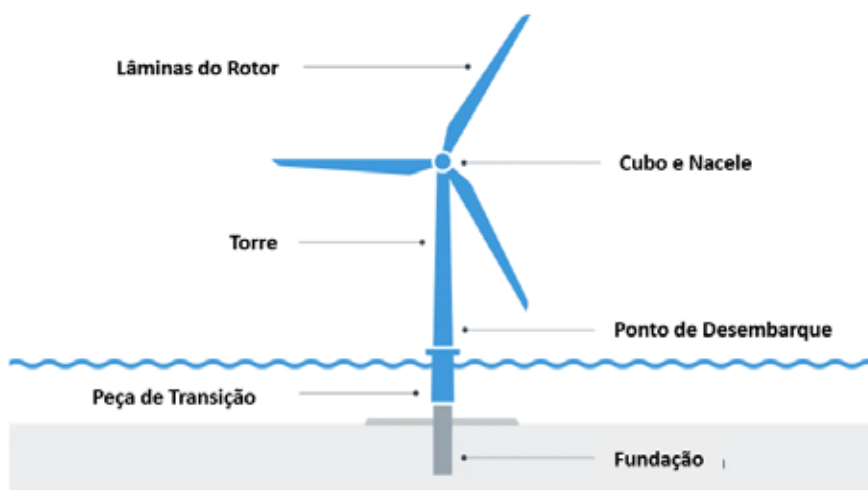
O oceano é uma incrível fonte de energia renovável – energia eólica e oceânica offshore, derivada de fontes naturais, como vento, água e marés, que não emitem dióxido de carbono ou outros gases de efeito estufa que contribuem para o aquecimento global. A energia eólica offshore é gerada pelo fluxo de ar através de turbinas eólicas que acionam mecanicamente geradores elétricos. A tecnologia de energia eólica, usada há milênios, evoluiu nos últimos anos para maximizar a eletricidade produzida. A energia eólica poderia cobrir

mais de um terço das necessidades globais de energia, tornando-se a principal fonte de energia do mundo. A Dinamarca foi o primeiro país do mundo a construir um parque eólico *offshore*.

A energia elétrica pode ser gerada pela rotação de ímãs dentro de uma bobina de fio condutor. A grande questão é como conseguir essa rotação. Nas usinas elétricas convencionais, combustíveis fósseis como carvão, gás e petróleo são queimados para aquecer a água, produzindo vapor de alta pressão que pode acionar uma turbina e, por sua vez, um gerador elétrico. Infelizmente, isso também produz dióxido de carbono e outras emissões nocivas, além de contar com recursos finitos que precisam ser constantemente extraídos do subsolo e transportados para a usina (ØRSTED, 2023).

Em uma turbina eólica, a rotação é obtida através da força limpa, natural e ilimitada do vento. Para captar a energia eólica, a parte superior da turbina é virada para o vento, as três pás são colocadas no ângulo exato e o movimento do ar que passa por elas faz com que girem. Dentro da nacela – a parte não rotativa no topo da turbina – a rotação das pás é passada por um eixo de acionamento, muitas vezes via caixa de engrenagens, para girar ímãs dentro de uma bobina de fio. Isso gera uma corrente alternada de eletricidade (Figura 4).

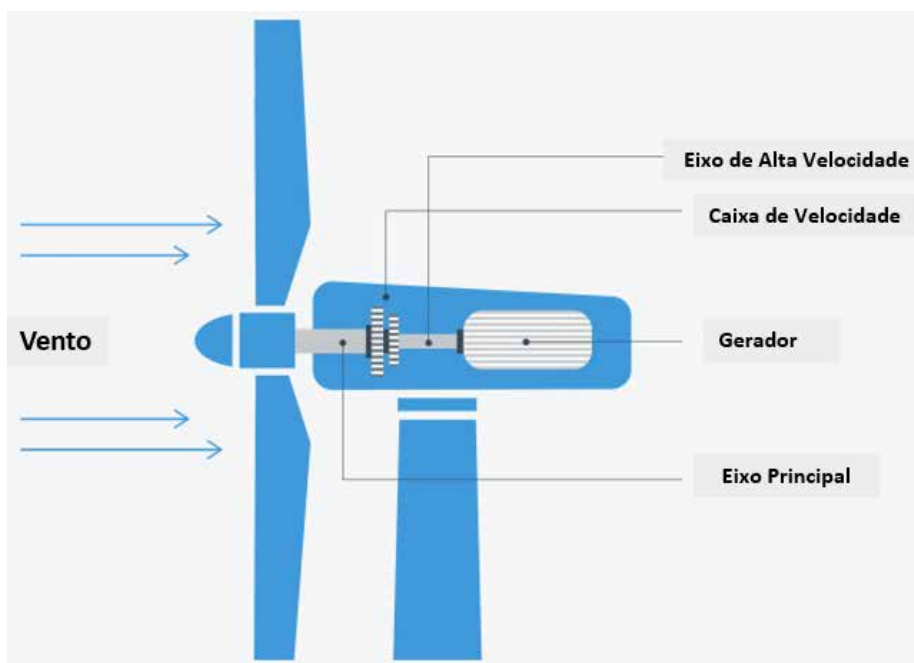
Figura 4 - Composição dos aerogeradores offshore.



Fonte: ØRSTED, 2023.

Uma única turbina eólica pode gerar alguns megawatts (MW) de energia. Isso é muito em comparação com a energia necessária para iluminar uma casa, por exemplo. Mas ainda é muito menos do que a turbina a vapor em uma usina convencional. É por isso que as turbinas eólicas são agrupadas para formar um parque eólico. Isso pode ser pensado como uma grande estação de energia – mas que não cria nenhuma emissão quando gera eletricidade. Um parque eólico offshore é composto por muitas turbinas espalhadas por uma vasta área do oceano. Cada um está firmemente fixado a uma peça de fundação no fundo do mar, com uma torre que se estende no ar onde as pás podem fazer uso de velocidades de vento mais altas.

Figura 5 - Detalhes do sistema de geração da energia dos aerogeradores.

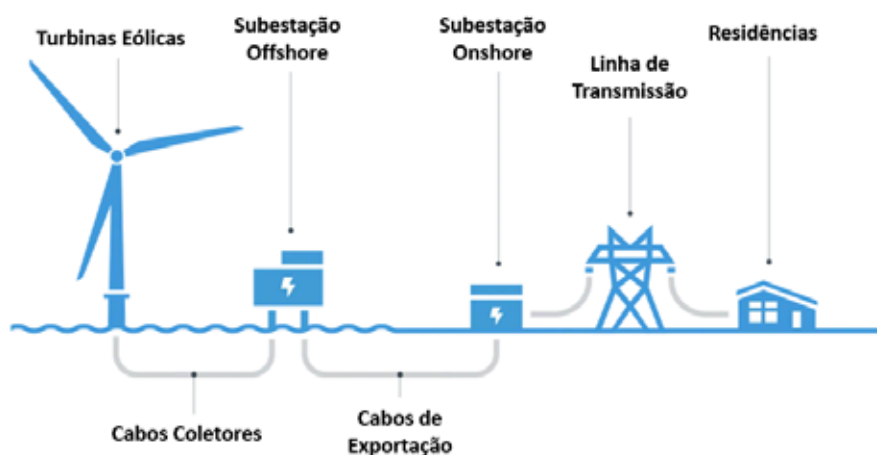


Fonte: ØRSTED, 2023

Cada turbina eólica envia sua energia por meio de cabos que descem da torre e sob o fundo do mar para uma subestação offshore. Aqui, a energia é aumentada para uma tensão mais alta, pronta para ser enviada para terra por meio de cabos de alta tensão. Tensão mais alta significa que menos energia é perdida na transmissão. Em terra,

outra subestação ajusta a voltagem novamente para que a eletricidade possa ser alimentada na rede e distribuída por meio de linhas de energia para as residências e empresas que precisam dela (Figura 6).

Figura 6 - Forma de transmissão da energia gerada offshore pelos aerogeradores. Fonte: ØRSTED, 2023



Espera-se que um parque eólico esteja em operação comercial por pelo menos 25 anos. Durante esse período, ele precisa de manutenção para continuar funcionando de maneira ideal, evitar falhas e consertar qualquer coisa que dê errado. Este trabalho é feito por uma equipe de técnicos de turbinas eólicas altamente qualificados. Esses técnicos usam seu *know-how*, juntamente com as mais recentes inovações tecnológicas, para manter tudo funcionando como deveria, solucionando problemas técnicos à medida que surgem e realizando inspeções. Como os parques eólicos offshore geralmente estão localizados longe da costa, as equipes de técnicos geralmente moram em uma embarcação de serviço e operação – um hotel flutuante para funcionários – por duas semanas a cada vez. Isso significa que eles podem acessar facilmente as turbinas eólicas que precisam de atenção – e tirar duas semanas de folga bem merecidas entre os turnos.

O POTENCIAL DA ENERGIA RENOVÁVEL NO CEARÁ

Estudo do EMASP (2019) tratando da expansão da energia eólica offshore para mercados emergentes, mostra que qualquer avaliação desse tipo deve partir de uma estimativa do potencial técnico, ou seja, da capacidade instalada máxima possível determinada pela velocidade do vento e profundidade da água. O potencial locacional, o potencial econômico e, finalmente, a implantação real representam valores cada vez mais restritivos:

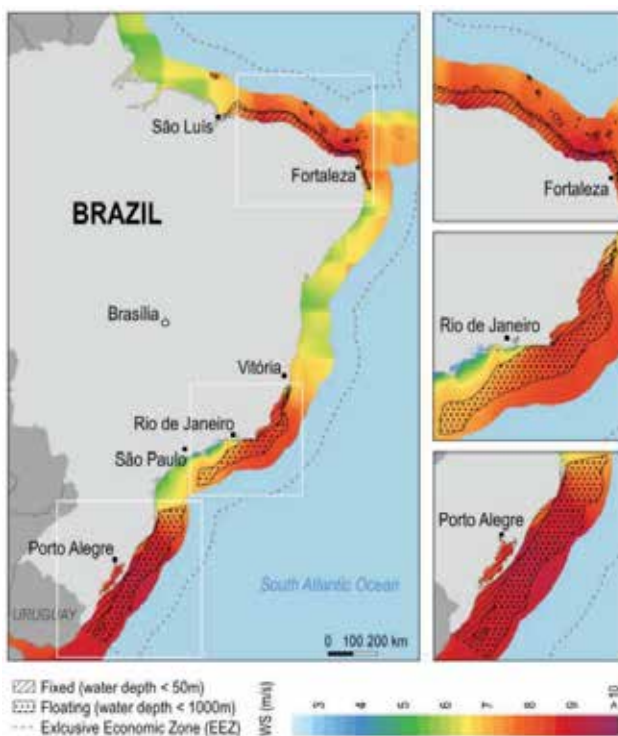
1. Potencial técnico: A fundação fixa é considerada tecnicamente viável em áreas com lâmina d'água inferior a 50 m e velocidade média do vento superior a 7 m/s. A estrutura flutuante é considerada tecnicamente viável com profundidades de água de 50 m até 1.000 m.
2. Potencial locacional: Apenas uma parte do potencial técnico se traduzirá em potencial locacional, representado pela área física onde os desenvolvedores podem obter consentimento para construir. Isso é restrito a áreas do fundo do mar que estão disponíveis e adequadas para o desenvolvimento eólico *offshore*.
3. Potencial econômico: Representa áreas do potencial locacional onde a energia eólica *offshore* pode ser desenvolvida com uma tarifa competitiva.
4. A implantação real é o subconjunto final, restrito a áreas onde as políticas energéticas de um país podem apoiar o desenvolvimento eólico offshore, incluindo limitações e restrições relacionadas a corredores de navegação, rotas migratórias e outras questões logísticas. Ao todo, o potencial de implantação real é uma pequena fração do potencial técnico geral.

Para avaliar o potencial locacional e econômico, é necessário um trabalho específico de cada país com envolvimento de partes interessadas, avaliação do ambiente regulatório, análise das capacidades da cadeia de suprimentos e assim por diante. O resultado deste estudo para o Brasil indica que o desenvolvimento da energia eólica offshore pode ocorrer após ou juntamente com o desenvolvimento da considerável capacidade inexplorada de recursos *onshore*, que pode

ser dimensionada a um custo menor no curto prazo. Quando a energia eólica offshore entrar no mercado, provavelmente será por estruturas costeiras com fundação fixa do tipo monopile. A costa do Brasil tem três plataformas largas com velocidades a cima de 7 m/s (Figura 7):

1. A costa nordeste (São Luis a Natal) tem ventos de até 9 m/s, com um potencial técnico de 237 GW para fundações fixas. A plataforma cai rapidamente, deixando pouco espaço para fundações flutuantes;
2. A costa sudeste (ao sul de Vitória) possui ventos de até 8,5 m/s com potencial técnico para 67 GW de fundações fixas e 227 GW de fundações flutuantes;
3. O litoral sul (de Florianópolis até a fronteira com o Uruguai) possui os melhores recursos eólicos de mais de 9 m/s, com um potencial de 173 GW para fundações fixas e 430 GW para flutuantes.

Figura 7 - Áreas com potencial técnico de geração de energia eólica offshore no Brasil.



Fonte: EMASP, 2019.

O Ceará foi pioneiro na produção de energias renováveis (eólica e solar) no Brasil. Com 17 protocolos de intenções já assinados para a produção de hidrogênio verde (H2V), o Estado também vislumbra se tornar um dos principais atores globais na produção, exportação e distribuição do combustível do futuro. Para isso, o Governo do Ceará está viabilizando a implantação do hub de H2V no Complexo do Pecém, o qual deve utilizar a infraestrutura local, incluindo as vantagens competitivas da Zona de Processamento e de Exportação (ZPE) do Ceará, para produzir o combustível. O Complexo do Pecém vem se destacando na sua participação no segmento de energias renováveis, tanto eólica como solar. O potencial de geração de energia solar no Ceará é de 643 GW.

Atualmente, o potencial de geração de energia eólica no território cearense é de 211 GW, sendo 94 GW onshore (em terra) e 57 GW offshore (no mar) referente a 22 empreendimentos. Os projetos Asa Branca I e II da empresa Eólica Brasil irá instalar 576 aerogeradores com potência unitária de 15 MW para produzir 8.640 MW, localizado na costa a frente dos municípios de Acaraú e Itarema. O menor deles, localizado na praia do Icaraí, o projeto Caucaia – Bi Energia com 48 aerogeradores de 12MW de potência, totalizando 576 MW. Por ter sido o primeiro licenciamento deste tipo projeto no Brasil, enfrentou a falta de clareza nas leis e termos de referencia por parte do IBAMA, o que causou ao final a suspensão do licenciamento (Figura 8).

Figura 8 - Projetos com processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA referentes ao litoral oeste do Ceará.



Fonte: IBAMA, 2023.

GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA

As oportunidades de emprego são uma consideração importante no planejamento do crescimento econômico de baixo carbono. Muitos governos priorizaram o desenvolvimento de energia renovável, primeiro para reduzir as emissões e atender às metas climáticas internacionais, mas também em busca de benefícios socioeconômicos mais amplos. Desde o início do século 21, alguns esforços para quantificar o emprego de políticas climáticas, especificamente de tecnologia de energia renovável, foram feitos.

A maior parte da nova capacidade foi instalada na China, que continuou a dominar a eletricidade renovável e representa uma grande parcela do emprego de energia renovável. China implantou 50% das novas instalações mundiais em energia eólica e em energia solar fotovoltaica representaram 40% (IRENA, 2022). Coletivamente, o resto do mundo adicionou quantidades recordes de capacidade eólica e solar em 2021. No setor de energia solar fotovoltaica, Estados Unidos, Índia, Brasil, França e Itália adicionaram quantidades recordes às suas capacidades. Em contraste, alguns outros países líderes permaneceram atrás do ritmo que haviam estabelecido nos anos anteriores. Na energia solar fotovoltaica, o ritmo diminuiu na Alemanha, Espanha, Turquia, Japão, Austrália e República da Coreia. Na energia eólica, Brasil, Reino Unido, Suécia e Turquia marcaram novos recordes anuais; A Alemanha e a Índia não conseguiram acompanhar o ritmo dos anos anteriores (IRENA, 2022).

O setor de energia renovável empregou 12,7 milhões de pessoas, direta e indiretamente, em 2021. O número continuou a crescer em todo o mundo na última década, com o Brasil sendo responsável por 10% da geração de empregos mundial, os 1,272 milhões de postos de trabalhos assim distribuído 874,3 mil na fabricação de Biocombustíveis líquidos, 176,9 mil nas hidroelétricas, 115,2 mil na energia solar, 63,8 mil em energia eólica e 42 mil no aquecimento e arrefecimento solar.

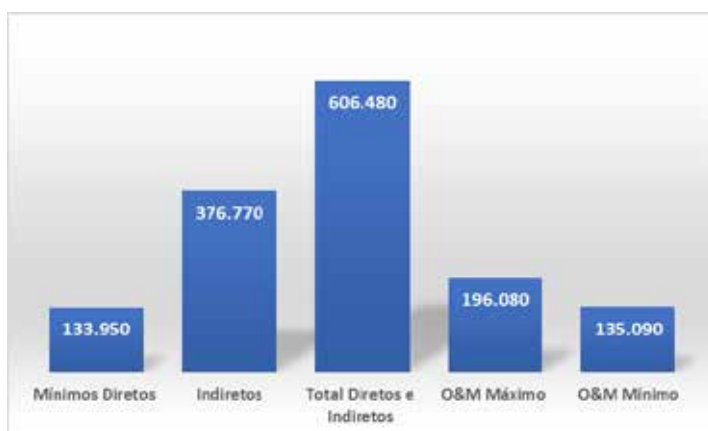
Embora os estudos anteriores sobre a geração de postos de trabalhos difiram em métodos e suposições, eles geralmente aplicam uma métrica comum para avaliar o emprego potencial: empregos (ou empregos-ano) criados por capacidade instalada. Os resultados para avaliações diferentes variam amplamente devido a diferentes abordagens

metodológicas. Assim, os resultados não são diretamente comparáveis ou aplicáveis a outros contextos sem referências a outros estudos.

Aldieri *et al.* (2019) forneceram uma visão global dos efeitos do trabalho por MW de instalações de energia eólica, o que permitirá uma melhor tomada de decisão e modelagem de futuros projetos de energia eólica. O intervalo de geração de empregos ficou entre 0,5 e 15,6/MW quando se trata de empregos diretos. Uma observação é que existem várias maneiras de considerar a criação de empregos, e encontramos várias na literatura. Além do “Máximo de empregos diretos”, também conseguimos catalogar mínimos diretos (faixa 0,9–2,7; média 2,35/MW), indiretos (faixa 1,22–15,7; média 6,61/MW), totais diretos e indiretos (faixa 5,2–16,55, média 10,64/MW), O&M máximo (operação e gerenciamento; intervalo 0,2–10,8; média 3,44), O&M mínimo (intervalo 0,1–3,9; média 2/MW) e trabalhos induzidos máximos (intervalo 0,9–2,7; média 2,35/MW).

Utilizando estes limites internacionais de geração de emprego sobre os 57 GW *offshore* (no mar) referente a 22 empreendimentos previstos para serem instalados no Ceará, teríamos que a atividade poderia gerar até 606 mil postos de trabalho diretos e indiretos, e se somarmos os mínimos diretos com os indiretos o total gerado seria de 510 mil postos, durante as fases de instalação dos complexos eólicos. A fase seguinte operação e gerenciamento, incluindo os serviços de manutenção seriam gerados entre 135 mil e 196 mil novos postos de emprego.

Figura 8 - Número de postos de trabalhos gerados por tipo direto e indireto e pelas etapas de instalação e funcionamento dos complexos eólico do litoral do Ceará.



Segundo Hanna *et al.* (2023) grupos de estudos foi identificado em torno da questão de habilidades e níveis de educação típicos associados a empregos verdes. Com base em uma análise de dados ocupacionais e de empregos nos Estados Unidos sugerem que “os empregos verdes exibem níveis mais altos de educação, experiência de trabalho e treinamento profissional” e “usam habilidades cognitivas e interpessoais de alto nível mais intensamente em comparação com empregos não verdes”. Isso é corroborado pelas descobertas pela análise dos dados do Bureau of Labor Statistics dos EUA e descobriu que as indústrias verdes “aumentaram a quantidade de trabalhadores demandados no meio da distribuição de habilidades ao mesmo tempo pois reduziram a quantidade demandada por trabalhadores menos qualificados”. O mesmo estudo concluiu que “são os graduados universitários que mais ganham com a expansão dos empregos verdes”.

Dominish *et al.* (2019) compararam a proporção de tipos e categorias de ocupação para várias tecnologias de geração de eletricidade renovável com geração de energia de combustível fóssil (e atividades associadas). A distribuição relativa das ocupações encontradas identifica as áreas onde os empregos de baixa qualificação estão particularmente concentrados: por exemplo, montadores compreendem a maioria dos empregos em instalação de energia solar fotovoltaica e aproximadamente metade de todos os empregos na mineração de carvão são em ocupações elementares. Cerca de 70% dos trabalhos de construção eólica *offshore* são compostos por tripulantes de navios. Operadores de plantas e máquinas, montadores e ocupações elementares contribuem com uma parcela pequena, mas significativa, das atividades de fabricação e construção eólicas. Embora seja claro que ocupações profissionais altamente qualificadas compreendem parcelas substanciais de empregos de operação e manutenção em energia eólica e solar fotovoltaica, entretanto não encontraram diferenças claras entre energias renováveis e combustíveis fósseis em termos de níveis relativos de habilidade.

Para garantir consistência ao comparar diferentes projetos, métodos usados para coleta de dados, interpretações obtidas de taxas de emprego, aspectos territoriais, velocidade de desenvolvimento de tecnologias, maturidade da indústria e disponibilidade de mão de obra qualificada (para citar alguns) devem ser considerados. Alguns outros fatores que dificultam a comparação são fatores de retorno à escala, distâncias geográficas, diferenças de custo de mão de obra e

fatores institucionais. Assim, quaisquer resultados obtidos são dificilmente comparáveis ou aplicáveis a contextos fora da energia eólica e devem ser interpretados com cautela em nível nacional.

Melo et al. (2019) apresenta uma pesquisa exploratória sobre a estrutura de custos para cada fase do ciclo de vida de projetos de usinas eólicas offshore: Pré-Desenvolvimento e Concessão (P&C); Produção e Aquisição (P&A); Instalação e Comissionamento (I&C); Operação e Manutenção (O&M); Descomissionamento e Venda (D&V). A apresentação da estrutura de custos utilizou como base dois estudos de caso: um desenvolvido no Reino Unido e outro no Chile. O primeiro estudo de caso trata de um estudo de viabilidade técnico-econômica para um projeto de usina eólica offshore no Reino Unido, com capacidade de 504 MW, localizado no Mar do Norte a uma distância da costa de 36 km e profundidade de 26 m, semelhante às condições que temos aqui. A outra área de instalação está localizada no Chile a uma distancia de 100 km da costa, utilizando estrutura flutuante referentes a um projeto de 240 MW (Tabela 1).

Tabela 1 - Custos por fase do projeto para a instalação no Chile.

Fase do projeto	Descrição	Valor (USD)
P&C	Estudos ambientais	\$11.028.811,00
	Estudos do leito marinho	\$1.985.186,00
	Projetos de engenharia	\$258.074,00
	Gestão e desen. projetos	\$136.779,00
P&A	Turbinas	\$398.400.000,00
	Infraestrutura	\$172.527.744,00
	Amarração e ancoragem	\$21.243.055,00
	Conexão com a rede	\$86.798.985,00
I&C	Turbinas Infraestrutura elétrica	\$36.258.504,00
	Infraestrutura elétrica	\$20.780.493,00
	Cabo submarino	\$395.883,00
O&M	Operação	\$9.600.000,00
	Manutenção	\$18.000.000,00
D&V	Descomissionamento	\$30.583.793,00
Total		\$807.997.307,00
Preço/MW		\$3.366.655,45

Fonte: Melo et al., 2019.

Os resultados mostram que a fase de Produção e Aquisição (P&A) é responsável pelo maior custo, com um percentual que pode variar de 84% do custo total do projeto. A turbina representa o componente mais caro nessa fase do projeto orçada em US\$13.280.000,00 (Vestas V164-8.0 MW). Em segundo lugar, ocorre a fase de Instalação e Comissionamento (I&C) com um percentual de 7%, e as demais fases, somadas, totalizam 9% do custo total do projeto. Utilizando o valor total do projeto US \$807.997.307,0 pela potência total de 240MW, teremos que o preço por MW será de US\$3.366.655,45. Realizando as mesmas operações com os dados do Reino Unido (Valor total/produção) o preço por MW será de US \$3.969.380,95. Considerando estes valores encontrados para o Brasil e a potência que pode ser instalada no estado é de 57 GW o valor do investimento considerando a relação do Chile será igual a US\$191.899.360.412,50 e a relação para o Reino Unido US\$226.254.714.285,71.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para muitos, o oceano é a nova fronteira da economia. Encerra em si a promessa de uma riqueza imensa em recursos e de um enorme potencial para impulsionar o crescimento econômico, o emprego e a inovação. E é, cada vez mais, reconhecido como indispensável para solucionar muitos dos desafios globais com que o planeta vai ter de se defrontar nas próximas décadas, desde a segurança alimentar mundial e as alterações climáticas ao abastecimento de energia, recursos naturais e melhorias nos cuidados de saúde. Apesar de o potencial para ajudar a enfrentar estes desafios ser enorme, o oceano encontra-se já sob pressão devido à sobreexploração, poluição, diminuição da biodiversidade e alterações climáticas. A concretização de todo o potencial proporcionado pelo oceano vai, assim, exigir abordagens responsáveis e sustentáveis relativamente ao seu desenvolvimento económico.

A economia dos oceanos abrange os setores de atividade relacionados com os oceanos (transportes marítimos, pesca, energia eólica marítima, biotecnologia marinha), mas também os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos que o oceano fornece (pescado, vias de navegação, absorção de CO₂, etc.). Uma vez que ambos estão indissociavelmente

te ligados, este relatório aborda muitos aspectos dos serviços ecossistêmicos e da gestão assente em ecossistemas, focando ao mesmo tempo a dimensão dos setores de atividade relacionados com os oceanos.

Olhando para 2030, são muitos os setores de atividade relacionados com o oceano que têm potencial para conseguirem um desempenho superior ao da economia global no seu conjunto, quer em termos de valor acrescentado, quer de emprego. As projeções sugerem que, entre 2010 e 2030, num cenário de base semelhante, a economia dos oceanos poderá mais do que duplicar o seu contributo para o valor acrescentado mundial, ultrapassando os USD 3 triliões. Prevê-se um crescimento particularmente robusto na aquacultura marinha, na energia eólica *offshore*, transformação de pescado e construção e reparação navais.

Essas tendências de emprego são moldadas por uma infinidade de fatores, incluindo custos, investimentos e capacidades novas e cumulativas, e por uma ampla gama de medidas políticas para permitir a implantação de energia renovável, gerar cadeias de suprimentos viáveis e criar uma força de trabalho qualificada. O tamanho do mercado doméstico é um fator importante que afeta a geração de empregos na construção, instalação e operação e manutenção (O&M). Construir ou manter uma forte base industrial de fabricação de equipamentos também requer uma demanda doméstica suficientemente grande e estável. Apenas alguns países se tornaram importantes produtores de equipamentos. Restrições comerciais podem ser necessárias para proteger uma indústria local incipiente, mas os formuladores de políticas precisam encontrar um equilíbrio cuidadoso entre esses esforços e a minimização de custos para projetos de energia renovável.

REFERÊNCIAS

ALDIERI, L.; GRAFSTRÖM, J.; SUNDSTRÖM, K.; VINCI, C. (2019). Wind Power and Job Creation. Sustainability. 12. 45. 10.3390/su12010045.

Balanço Energético Nacional (BEN). 2022. Relatório Síntese. Empresa de Pesquisa Energética, 67 p.

ESMAP. 2019. Going Global: Expanding Offshore Wind to Emerging Markets. Washington, DC: World Bank

HANNA, R.; HEPTONSTALL, P.; GROSS, R. (2023). Quantity and quality of job creation in renewable energy and energy efficiency: A review of international evidence, 31p. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2460691/v1>.

IBAMA (2023). Mapa dos complexos eólicos offshore projetos em processos de licenciamento ambiental no Brasil.

IRENA (2020), Fostering a blue economy: Offshore renewable energy, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-288-8

IRENA (2022), Renewable energy and jobs: Annual review 2022, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva.

JAMES, R.; MARTINS, E. Future potential for offshore wind in wales: prepared for the Welsh Government, 142 p.2018.

MELO, D. C.; GONZALEZ, M. O. A. VASCONCELOS, R. M.; GOMES NETO, F. C. ; MAZETTO, B. M. ; NUNES, J. P. C. E. S. 2019. Estrutura de Custo de Empreendimento Eólico Offshore: Estudo de Caso Comparativo de Projetos da Europa e da América do Sul. In: Brazil WindPower 2019, 2019, São Paulo.

ØRSTED.2023. What is offshore wind power? Disponível em: <https://us.orsted.com/renewable-energy-solutions/offshore-wind/what-is-offshore-wind-power>. Acesso em: 03 mai. 2023.

PITOMBEIRA, E.S.; MORAIS, J. O. 1977. Comportamento hidrodinâmico e sedimentológico do estuário do Rio Bacanga (São Luís, Estado do Maranhão, Brasil). Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 17, n.2, p. 165-174.

REIS, M.M.L; MAZETTO, B.M.; SILVA, E.C.M. 2021. Economic analysis for implantation of an offshore wind farm in the Brazilian coast. Sustainable Energy Technologies and Assessments 43.

CAPÍTULO SETE

BIOPROSPECÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTOS NATURAIS DOS ECOSISTEMAS LITORÂNEOS NO CEARÁ

Selene Maia de Moraes¹
Jader Onofre de Moraes²

INTRODUÇÃO

O uso econômico da biodiversidade pode aliar-se a políticas de comando e controle no esforço para sua conservação. Isso ocorre na medida em que parte da renda gerada sirva como aporte de recursos para o gerenciamento ambiental, ao mesmo tempo em que forneça alternativas a populações que se veem impelidas a degradar os ecossistemas de sua região na busca pela sobrevivência. Uma das formas de extrair valor econômico da biodiversidade é a bioprospecção. Ela pode ser definida como a busca sistemática por organismos, genes, enzimas, compostos, processos e partes provenientes de seres vivos em geral que possam, eventualmente, levar ao desenvolvimento de um produto. É relevante para uma ampla gama de setores e atividades, incluindo biotecnologia, agricultura, alimentação, indústria farmacêutica e de cosméticos, biorremediação, tecidos, tintas entre outros (SACCARO JUNIOR, 2011).

As etapas da bioprospecção consistem na **coleta** dos insumos naturais, como plantas superiores, algas, fitoplâncton, microrganismos, animais que serão estudados por métodos químicos e físicos para **isolamento** e caracterização estrutural dos metabólitos secundários como compostos fenólicos, alcaloides e terpenoides, produzidos pelas plantas para sua defesa contra os problemas ambientais bem como os metabólitos primários usados para sobrevivência, reprodução e sustentação como carboidratos/polissacarídeos/celulose, lipí-

1 Universidade Estadual do Ceará, Curso de Química, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Renorbio, Fortaleza, Ceará, Brasil

2 Universidade Estadual do Ceará, Curso de Geografia

deos e proteínas/lectinas. Estes produtos passam por uma **triagem de atividades** para descoberta do seu potencial para o **desenvolvimento de produtos** nos mais diversos ramos da indústria, visando uma futura **comercialização** (Figura 1, adaptado de Hosseine *et al.*, 2022).

Figura 1 - Etapas da Bioprospecção



O Estado do Ceará possui 578 km de área costeira, apresentando uma grande diversidade de ecossistemas costeiros, onde predominam praias arenosas, extensos cordões de dunas seccionadas por planícies fluviomarinhas revestidas por manguezais (SEMAGE, 1997).

Os ecossistemas litorâneos são configurados de muitas espécies de plantas e animais que interagem em harmonia, em ambientes com alto teor de sal, diferentes dos de água doce. Eles cobrem, no total, 70% da superfície planetária e incluem sistemas costeiros (pântanos), algas marinhas, manguezais, recifes de coral e sistemas interditais rochosos. Devido à extensa biodiversidade dos ambientes submarinos e dos metabólitos produzidos pelos organismos marinhos resultantes das condições ambientais em que se encontram, existe ainda muito a ser pesquisado em termos de bioprospecção (Casas *et al.*, 2007).

O manguezal apresenta-se como uma floresta arbórea que surge do encontro do rio com o mar. As principais árvores que crescem neste ambiente são conhecidas por pé-de-mangue, ou simplesmente, mangue. Os solos dos mangues são lodosos, de cores escuras e têm boa profundidade, sendo muito mal drenados e possuem teores elevados de salinidade e enxofre. Praticamente, não têm uso agrícola em função das limitações impostas pelo excesso de sais e pela susceptibilidade às inundações. Atualmente, a intensa utilização de recursos naturais ameaça existência do ecossistema manguezal, principalmente, porque muitas dessas regiões litorâneas se tor-

naram grandes centros populacionais e econômicos. Os principais vetores potenciais geradores de impactos nos manguezais incluem a barragem de rios, a extração de fauna e flora, a agropecuária, incluindo a aquicultura, a produção de sal e a urbanização, que resultam em pressões sobre o balanço de sedimentos e águas em estuários, o fluxo de nutrientes e poluentes. Entre os agentes de degradação desse ecossistema merece destaque a crescente pressão exercida pela carcinicultura, sobretudo nos estados do Nordeste do Brasil, com destaque para Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. Essa atividade tem apresentado crescimento desordenado, sem o devido controle por parte dos órgãos ambientais, provocando sérios prejuízos ambientais, sociais e econômicos, em escala local e regional (MAIA, 2016).

O rico ecossistema do manguezal se configura como um berçário para inúmeras espécies da fauna e da flora aquática. Os peixes, moluscos e crustáceos, que habitam e se reproduzem neste ambiente, são importantes fonte de renda e de alimento para as famílias que vivem na região costeira (SIMGEO-NE, 1999).

Nos bosques de manguezal estuarinos cearenses, são encontradas principalmente 5 espécies: *Avicennia germinans* (L.) Stearn., *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechm. (*Avicenniaceae*), *Rhizophora mangle* L. (*Rhizophoraceae*), *Conocarpus erectus* e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (*Combretaceae*), sendo a última a mais abundante (PAULA et al, 2016, MAIA, 2016). Entretanto estudo recente das plantas do Parque Estadual do rio Cocó revelou além das mencionadas, a planta comumente chamada de Araticum do brejo (*Annona glabra* L.) (MORAIS et al. 2021) e nos mangues de Aquiraz, Ceará, foi relatada a presença de *Dalbergia ecastophyllum* (marmelo do mangue), planta que apresenta uma resina vermelha medicinal que as abelhas utilizam na produção de mel e principalmente da própolis vermelha, de grande interesse econômico (SANTOS et al., 2022).

Na costa nordestina os peixes em geral apresentam baixos teores de ácidos graxos ômega-3, devido a temperatura alta do mar, no entanto, alguns destes representam fontes de ácidos polinsaturados, indicados para a saúde mental das pessoas. A diversidade de espécies de algas da costa do Ceará constitui um alvo importante para a bio-prospecção. O cultivo de algas na costa do Ceará em Icapuí está bem desenvolvido visando a obtenção de ágar e carragenana constitui uma iniciativa importante da economia circular, **conceito** estratégico em que os resíduos são insumos para a produção de novos produtos.

A manutenção e melhoria da qualidade de vida, principalmente em países em desenvolvimento e em regiões carentes enfrentadas com o grave problema das secas, como no Nordeste do Brasil, motivam a busca por novas substâncias extraíveis de recursos naturais renováveis e a bioprospecção viabiliza este direcionamento.

PLANTAS DOS MANGUEZAIS DO PARQUE ECOLÓGICO DO RIO COCÓ, FORTALEZA, CEARÁ. - *ANNONA GLABRA* L. (ARATICUM-DO-BREJO) E PROPRIEDADES MEDICINAIS

O Parque Estadual do Cocó na cidade de Fortaleza-CE apresenta uma flora principalmente constituída de manguezais e inclui plantas decorativas e plantas medicinais. A espécie *Annona glabra* L. está presente nas trilhas do parque e seus frutos servem para alimentação de pássaros e de pessoas. A espécie *Annona glabra* L. (Figura 2) apresenta aplicações na área da saúde com propriedades relacionadas à fitoquímica e na medicina tradicional, os extratos são empregues no sistema de saúde chinês, japonês e mexicano, demonstrando atividades antimicrobianas, antifúngicas e inseticidas moderadas, esporicidas e anticâncer (COCHRANE *et al.*, 2008); nos frutos encontram-se compostos (acetogeninas, entcauranos, peptídeos e alcalóides) com inúmeras propriedades clínicas e farmacológicas em seres humanos (ANH *et al.*, 2014).

Figura 2 - Árvore do Araticum-do-brejo e fruto do Parque ecológico do Cocó

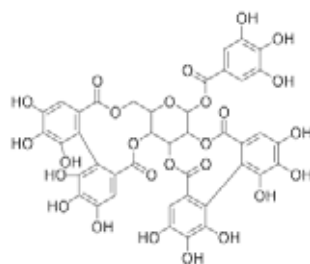


Na bioprospecção da *Annona glabra* coletada no parque do Cocó, foram investigadas as principais classes de compostos químicos presentes e avaliado o seu potencial biológico, analisando suas atividades anticolinesterase e leishmanicida. Para tanto, a entrecasca e sementes foram extraídas com diversos solventes orgânicos para obtenção dos respectivos extratos. Todos os extratos apresentaram inibição da enzima acetilcolinesterase e os extratos hexânicos de ambas as partes mostraram maior percentual de inibição de *Leishmania infantum chagasi*. Nestes extratos, compostos apolares como diterpenos e acetogeninas podem contribuir para a atividade leishmanicida. Conclui-se que *A. glabra* constitui uma fonte potencial de agentes leishmanicidas com possível mecanismo ação pela inibição da enzima acetilcolinesterase das membranas da *L. infantum chagasi*, causador da leishmaniose visceral. No entanto pesquisas sobre a caracterização dos constituintes químicos responsáveis por estas ações são necessárias para estudos mais aprofundados e se descobrir os compostos bioativos responsáveis pelas ações da planta (SILVA et al., 2015).

POTENCIAL DA PLANTA *LAGUNCULARIA RACEMOSA* NO COMBATE AO ALZHEIMER

Na literatura o potencial terapêutico de *L. racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Figura 3), conhecido popularmente como mangue branco, é muito pouco relatado, mesmo tendo suas folhas popularmente utilizadas na forma de chás e infusões para tratar quadros diarreicos e febris (SILVA, 2019). A casuaritina, um elagitanino isolado das folhas de *L. racemosa*, foi considerado um potencial anti-inflamatório além disso, o composto também apresentou grande potencial antimicrobiano (RODRIGUES et al., 2019).

Figura 3 - *Laguncularia racemosa* (Mangue branco) presente no Parque ecológico do Cocó e ao lado a estrutura do tanino casuarictina presente nas folhas da planta



L. racemosa, da família Combretaceae, é a planta mais abundante nos manguezais, revelou alto teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante contra radicais livres e inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), características de produtos naturais com potencial contra a doença de Alzheimer (MORAIS et al., 2021).

O perfil de metabólitos no extrato de *L. racemosa* compreende flavonóides, taninos hidrolisáveis, taninos condensados e polifenóis de baixo peso molecular, entre eles, apigenina, kaempferol, tricina, quercetina e derivados glicosilados como quercetina-3-*O*-arabinosídeo e quercetina-3-*O*-ramnosídeo (COSTA et al., 2021).

Vários compostos fenólicos foram caracterizados no extrato etanólico de *L. racemos* como quercetina que é um; dos flavonoides naturais mais comuns sendo bem conhecido por seu efeito antioxidante, além de outras ações, incluindo efeito no sistema nervoso central - SNC. A quercetina e o extrato etanólico da planta revelaram potencial ansiolítico e anticonvulsivante em experimento com o zebrafish, corroborando com o potencial da planta no tratamento do Alzheimer (BANDEIRA, 2023).

DALBERGIA ECASTOPHYLLUM NA PRODUÇÃO DE PRÓPOLIS VERMELHA

Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub. (Fabaceae), popularmente conhecida como rabo-de-bugio ou marmelo-do-mangue, é uma espécie escandente ou semi-prostrada, encontrada associada a estuários, mangues e dunas. Esta espécie ocorre em restingas (vegetação que cresce em solo arenoso próximo ao mar) e manguezais, estendendo-se desde o estado de Santa Catarina (sul do Brasil) até o nordeste e norte do Brasil, bem como ilhas do Caribe. Foi observado que as abelhas coletavam o exsudato vermelho da superfície dessa espécie (Figura 4), sugerindo ser essa a origem botânica da própolis vermelha (SALATINO & SALATINO, 2018).

Os caules e folhas de *D. ecastophyllum* apresentaram altos teores de compostos fenólicos e teores lipídicos com ácidos valiosos, como os ácidos linoléico e linolênico (família ômega), respectivamente. A presença dos flavonoides formononetina, pinocembrina, kaempferol, rutina, naringenina e medicarpina, entre outros, caracteriza composições químicas que merecem atenção, devido à versatilidade das propriedades farmacológicas relatadas pela literatura e atividade (LUCAS *et al.*, 2020).

Alencar *et al.* (2007) observaram que a própolis vermelha obtida da *D. ecastophyllum* apresenta compostos biologicamente ativos nunca vistos em outras própolis. Neste mesmo estudo, a própolis vermelha apresentou atividade antioxidante, atividade citotóxica para células tumorais e atividade antimicrobiana. Além das propriedades medicinais reconhecidas e utilizadas, principalmente pela indústria farmacêutica, a própolis vermelha possui uma agregação de valor diferenciada em relação à outras própolis. O efeito leishmanicida da própolis vermelha no Nordeste foi relatada por Ayres *et al.* (2007) e Araujo *et al.* (2018).

Figura 4 - Partes da planta *Dalbergia ecastophyllum* e de abelha coletando a resina vermelha que exsuda do seu caule (<https://botany.cz/en/dalbergia-ecastaphyllum>)



Na própolis vermelha brasileira de Alagoas foram identificados 14 compostos, entre eles fenólicos simples, triterpenoides, isoflavonoides, benzofenonas preniladas e um epóxido de naftoquinona. Os principais componentes demonstraram atividade antimicrobiana e antioxidante (TRUSHEVA et al., 2006).

POTENCIAL DE PEIXES DA COSTA CEARENSE COMO FONTE DE ÔMEGA-3

A deficiência da acetilcolina é uma característica neuroquímica de pacientes com diagnóstico clínico da doença de Alzheimer (DA). As substâncias que inibem a enzima acetilcolinesterase, aumentando os níveis de acetilcolina no cérebro, são uma forma promissora de tratamento desta doença neurodegenerativa. Estudos relacionam o uso de ácidos graxos ômega-3 no tratamento e prevenção da DA.

Os óleos da carne de onze espécies de peixes marinhos encontrados no litoral do Ceará, foram analisados em relação ao perfil de ácidos graxos e à atividade inibitória da enzima acetilcolinesterase. Os óleos em geral apresentaram elevados percentuais de ácidos graxos saturados, característica dos peixes de águas tropicais. No entanto, os óleos de *Scomberomorus cavala* (Cavala), *Lutjanus synagris* (Ariacó) e *Haemulon plumieri* (Biquara) apresentaram percentuais

expressivos de ácidos graxos ômega-3 assim como as mais potentes atividades anticolinesterásicas, semelhantes ao medicamento usado para o tratamento da DA. Dessa forma, a pesquisa demonstrou a importância do consumo destas espécies de peixes no Ceará, como alimentos funcionais ricos em ácidos graxos bioativos que podem ser utilizados mais frequentemente na dieta de pessoas com a doença de Alzheimer (MOURA *et al.*, 2021).

AS ALGAS MARINHAS

As algas são seres importantes em seus habitats, uma vez que, nos ecossistemas aquáticos, são fonte de nutrientes e os principais organismos fotossintetizantes. Possuem representantes unicelulares e pluricelulares, sendo destaque os grupos de macroalgas: Feofíceas ou algas pardas; Rodófitas ou algas vermelhas e Clorófitas ou algas verdes (MOTA *et al.*, 2014).

As algas marinhas estão inseridas em muitos ramos da sociedade, sendo utilizadas para fins diversos como: alimentação; cosméticos; fármacos; biotecnologia e agricultura (DAPPER *et al.*, 2014). Como fertilizantes, as macroalgas atuam na nutrição vegetal como reguladoras, proporcionando uma resposta mais efetiva a condições de estresse.

As macroalgas marinhas estão sujeitas a diferentes estresses ambientais, como marés, longa exposição à luz ultravioleta, variação de temperatura e, portanto, para sobreviver, precisam desenvolver estratégias de defesa que resultam em uma enorme diversidade de metabólitos de diferentes vias metabólicas. As macroalgas são fontes de fibras, minerais, esteroides, antioxidantes, vitaminas, pigmentos, lectinas, polissacarídeos, compostos halogenados, policetídeos, ácidos graxos insaturados, aminoácidos, proteínas e são amplamente consumidos em muitos países. Além disso, compostos isolados, extratos e extratos fracionados têm sido relatados como importantes atividades biológicas, incluindo anti-inflamatórias, doenças negligenciadas como leishmanicida, tripanocida, esquistossomicida, antioxidante e absorvedor de UV, biofilmes para liberação de drogas e propriedades

microbidas como antifúngico, antivírus, anti-incrustante (COSTA-LO-TUFO et al., 2022).

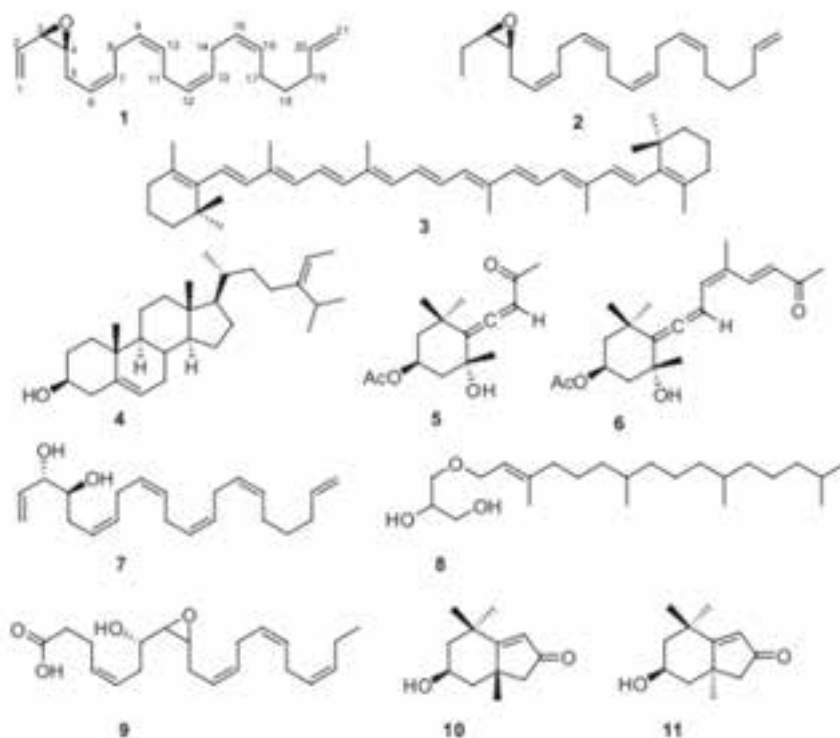
Estudos pioneiros de bioprospecção de produtos naturais marinhos revelaram o isolamento e caracterização estrutural do polímero do ácido beta-hidroxibutírico da alga *Gracilaria domingensis* (MORAIS, S.M.; BRAZ-FILHO, 1990) bem como o estudo químico de macroalgas do litoral do Ceará *Cryptonemia luxurians* (Mertens) J. Agardh e *Bryothamnion seaforthii* (Turner) Kutzing. Este estudo revelou um maior percentual de ácidos graxos saturados para as duas espécies de algas vermelhas coletadas na praia de Sabaguaba-Ce (MORAIS et al., 2000).

Além dos ácidos graxos, estudo posterior relatou a atividade antinociceptiva de carboidratos presentes na alga *Bryothamnion seaforthii* (VIEIRA et al., 2004).

DERIVADOS POLIINSATURADOS EPOXI-HENEICOSANES COM ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA DA MACROALGA MARRON *LOBOPHORA VARIEGATA*

A alga marrom *Lobophora variegata* (Dictyotales, Phaeophyceae), foi coletada manualmente na Praia da Pedra Rachada, Ceará, Brasil (3°23'55.6"S, 39°00'47.5"W), durante a maré baixa. O estudo químico da alga levou ao isolamento e identificação de 11 compostos (Figura 5). Os compostos foram testados em células de tumores cancerígenos e os compostos **1**, **2** e **7** foram os mais ativos. Estes se assemelham estruturalmente com os ácidos graxos n-3 poliinsaturados, ácido eicosapentaenoico (EPA) e DHA. Estas moléculas apresentam atividade antitumoral através da indução do apoptose em células de câncer humanas isoladamente ou em combinação com agentes quimioterápicos convencionais (ÁVILA et al., 2019a).

Figura 5 - Representação estrutural dos compostos isolados de *Lobophora variegata*: 3,4-epoxi-loboforeno A (**1**); 3,4-epoxi-loboforeno B (**2**); -carotene (**3**); fucosterol (**4**); apo-9'-fucoxantina (**5**); apo-13'-fucoxantina (**6**); loboforenol B (**7**); éter gliceril-fiteno (**8**); derivado de hepoxilin (7,8-HepETE, **9**); loliolida (**10**) e isolololida (**11**).

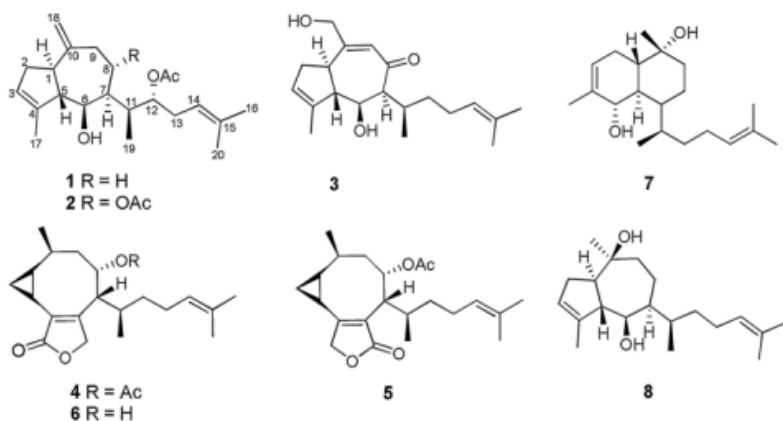


DITERPENOIDES ANTI-INFLAMATÓRIOS DA ALGA BRASILEIRA *DICTYOTA MENSTRUALIS*

Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert é uma alga marron produtora de diterpenos, principalmente xenianos derivados, guaianos prenilados, dicotomanos, alguns dos quais exibem atividades como antiviral, antiplaceta e também heterofucanas anti-inflamatórias. Espécimens de *D. menstrualis* foram coletadas manualmente na praia da Pedra Rachada, no município de

Paracuru no estado do Ceará (3°23' 55.6" S 39°00' 47.5" W) durante a maré baixa. As algas foram coletadas, secas à temperatura ambiente (~28 °C) e trituradas, sendo então submetidas à maceração com hexano e depois com acetato de etila, fornecendo os dois respectivos extratos. O extrato hexânico foi submetido à coluna cromatográfica de sílica gel, sendo eluída com os solventes n-hexano e acetato de etila em misturas de polaridades crescentes (100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 40:60; 0:100) e foram extraídos os compostos **1**, **2** e **3**. O extrato acetato de etila passando por procedimento semelhante como também purificação em coluna de sephadex e cromatografia líquida de alta eficiência, forneceu os compostos **4**, **5**, **6**, **7** e **8** (Figura 6).

Figura 6 - Estruturas dos diterpenos de 1-8 isolados de *Dictyota menstrualis*



Os diterpenos isolados apresentaram potente atividade anti-inflamatória, com Cl_{50} variando de 0,12 a 0,23 μ M, valores muito menores do que os apresentados pela dexametasona padrão, um potente anti-inflamatório, imunossupressor e antialérgico atualmente usado para tratar vários distúrbios autoimunes (ÁVILA *et al.*, 2019b)

ATIVIDADE BIOLÓGICA DE EXTRATOS ORGÂNICOS E AQUOSOS DE MACROALGAS MARINHAS DO ESTADO DO CEARÁ

A atividade biológica de 12 macroalgas marinhas da costa do estado do Ceará, foram coletadas e obtidos 48 extratos (extratos aquosos, diclorometânicos, acetônicos e metanólicos) de cada espécie. A atividade dos extratos foi avaliada quanto à letalidade em náuplios de artêmia, ao potencial hemolítico, à inibição do desenvolvimento de embriões de ouriço-do-mar e ao efeito antiproliferativo sobre células tumorais através do método do MTT. Este estudo revelou que 9 das 12 espécies testadas apresentaram alguma atividade nos ensaios aplicados, sendo que *Botryocladia occidentalis* foi a mais potente. O extrato acetônico obtido de *B. occidentalis* inibiu o crescimento de quatro das cinco linhagens de células tumorais usadas e demonstrou atividade antimitótica em ovos de ouriço em concentrações, não apresentou atividade hemolítica, mas mostrou uma moderada toxicidade para *Artemia salina* (TORRES *et al.*, 2005).

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTICÂNCER E ANTICOLINESTERÁSICO DE ALGAS DO LITORAL OESTE DO CEARÁ

Várias algas do litoral oeste do Ceará, foram coletadas nas regiões entremarés manualmente nas praias de Camocim: *Canistrocarpus cervicornis*, *Codium isthmocladum*, *Dictyota mertensii*, *Gracilaria birdiae*, *Gracilaria cervicornis* e *Gracilaria domingensis* e em Itarema: *Botryocladia occidentalis*, *Bryothamnion seaforthii*, *Corallina panizzoi*, *Hypnea musciformis*, *Gracilaria domingensis*, *Jania subulata* e *Osmundaria obtusiloba*. Foram preparados extratos das algas com solventes e submetidos à análise fitoquímica e avaliação das atividades anticâncer e de inibição da enzima Acetilcolinesterase. O extrato clorofórmio de *Jania subulata* apresentou melhores atividades de inibição da enzima acetilcolinesterase como também demonstrou potencial citotóxico frente às linhagens celulares de câncer humano HCT-116 (carcinoma de cólon), PC-3 (adenocarcinoma de próstata) e

SNB-19 (glioblastoma). Em menor proporção as algas *Dictyota merten-sii* e *Codium isthmocladum* também apresentaram estas atividades. Estas algas apresentaram principalmente esteroides e polissacarídeos sulfatados entre os seus constituintes químicos.

A caracterização química do extrato da alga *J. subulata* constatou a presença de hidrocarbonetos, álcoois, fenóis, cetonas, ácidos graxos e seus ésteres metílicos e etílicos, amidas, terpenos e esteróis. O ácido palmítico e o hexaidrofarnesol principais constituintes do extrato já haviam sido relatados como possuindo atividade antitumoral, contribuindo, portanto, para o potencial anticâncer de *J. subulata* (DANTAS, 2019).

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE ALGAS

Polissacarídios sulfatados da alga vermelha *Gracilaria intermedia*, coletada na costa atlântica do Brasil (praia da Taíba, São Gonçalo - Ceará), foram obtidos por digestão com papaína (60 °C, 30 min). Em testes de atividade antioxidante (quelação de íon ferroso, capacidade antioxidante total e sequestro de radicais livres diphenilpicrilhidrazina - DPPH), estes compostos revelaram significativa atividade antioxidante, podendo ser usados como antioxidantes não sintéticos. O comportamento reológico de soluções aquosas dos polissacarídeos sulfatados foi avaliado a 25±1 °C, usando cisalhamento estacionário e medições oscilatórias dinâmicas. Todas as soluções analisadas apresentaram também comportamento pseudoplástico e potencial para atuar como agente espessante, comprovado através de uma comparação preliminar com um produto comercial utilizado para esta aplicação (CASTRO *et al*, 2018).

Os extratos metanólicos das algas marinhas *Caulerpa cupressoides*, *Ulva fasciata*, *Amansia multifida*, *Cryptonemia crenulata*, *Dictyota dichotoma* e *Sargassum vulgare* apresentam menor atividade antioxidante quando comparados aos controles positivos. Por não oferecerem risco à saúde humana, as atividades antioxidantes dessas espécies de algas podem ser consideradas importantes. Portanto, estas algas merecem estudos mais aprofundados para posterior aplicação como substitutos de antioxidantes sintéticos (Lima *et al*, 2016).

ALGAS ARRIDAS NA PRAIA DO PACHECO EM CAUCAIA COMO FERTILIZANTES

A Praia do Pacheco tem elevada riqueza de macroalgas marinhas, apesar da presença de pontos de lixo. Foram detectados dezoito táxons, sendo quatorze algas vermelhas, duas algas verdes e duas algas pardas. As espécies encontradas em maior quantidade são a *Hypnea pseudomusciformis*, *Glacilaria cearensis* e *Ulva fasciata*. As análises químicas indicam o potencial nutricional para produção de fertilizantes orgânicos a partir da biomassa destas espécies. A utilização desse material para produção de fertilizante orgânico mostrou-se viável. Contudo, é uma matéria prima que deve ser utilizada de forma consciente para garantir sua sustentabilidade, bem como, dos ecossistemas que dependem dela (FERREIRA *et al.* 2020).

ATRIBUTOS NUTRITIVOS E NÃO NUTRITIVOS DE ALGAS MARINHAS DO LITORAL CEARENSE, BRASIL

Várias espécies de algas (24 vermelhas, nove verdes e quatro marrons) foram analisadas e revelaram níveis razoáveis de proteínas (10–14,8%) e baixo teor de lipídios (abaixo de 1%) e alto teor de carboidratos (60%).

A farinha de algas marinhas apresenta fatores antinutrientes e/ou tóxicos, como inibidores de tripsina e α -amilase, compostos polifenólicos (taninos), lectinas, ácido fítico e contaminantes tóxicos (metais pesados) o que pode contribuir para a redução de sua qualidade nutricional. Evidentemente, essas algas não são apropriadas para consumo humano devido à contaminação por metais tóxicos e porque, mesmo após o processamento térmico, apresentam atividade inibidora de tripsina. Apesar de toxicidade moderada e limitações antinutricionais, as algas marinhas representam uma potencial alternativa alimentar para humanos após processamento adequado e remediação ambiental para garantir a segurança alimentar (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

CULTIVO DE ALGAS PARA OBTENÇÃO DE PRODUTOS BIOATIVOS

No Brasil, a exploração de algas iniciou em 1960, quando os bancos naturais de gracilária (*Gracilaria birdiae*) e *Hypnea pseudo-musciformis* do Nordeste foram intensivamente explorados pela indústria de processamento de ágar e carragenana, respectivamente.

O extrativismo de algas marinhas frente à demanda mundial por ficocolóides pelas indústrias tem afetado a sustentabilidade desses recursos marinhos, dada a necessidade e a carência de conhecimento relacionado à maricultura no Brasil. O cultivo da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* em Icapuí apresentou bom desempenho após 56 dias de cultivo, principalmente no início do cultivo, podendo seu cultivo ser utilizado comercialmente. O cultivo de algas vermelhas mudou a vida de mulheres de uma comunidade de pescadores do município de Icapuí, no Ceará. Com a produção de algas, elas preservam a natureza e garantem uma renda extra, confeccionando produtos de beleza e alimentos para vender (ARAUJO *et al.*, 2011).

As algas vermelhas, encontradas na costa do Nordeste brasileiro vem sendo cultivadas (Figura 7), e são matéria-prima importante de indústrias como a de cerveja e a de doces. A carragenana, pó extraído de algumas espécies de algas vermelhas, é usada no processo de clarificação de cervejas. Outras substâncias extraídas desse tipo de algas, as agaranas são usadas pela Val Alimentos, de Vista Alegre do Alto (SP), para dar consistência ao marrom-glacê, feito de batata-doce.

Figura 7 - Tipo de estrutura para cultivo da alga marinha vermelha.
<http://aquiculturanoceara.blogspot.com/2012/09/algas.html>



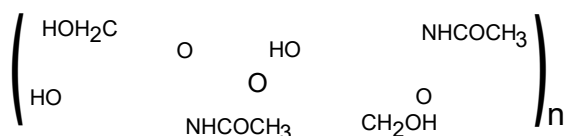
RESÍDUOS DE CRUSTÁCEOS NA OBTENÇÃO DE QUITINA E QUITOSANA

A quitina (Figura 8) é encontrada no exoesqueleto de crustáceos, na parede celular de fungos e em outros materiais biológicos. Devido à sua versatilidade, a quitina pode ser utilizada como agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos e principalmente para produção de quitosana (BESSA-JUNIOR; GONÇALVES, 2013).

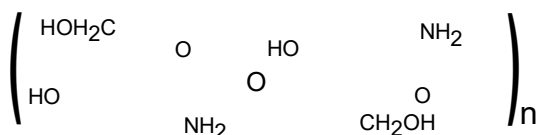
A quitosana caracterizado como biopolímero β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina (Figura 8) é o mais abundante encontrado na natureza, depois da celulose. A palavra quitina deriva da palavra grega chiton, significando um revestimento protetor para invertebrados. As principais fontes comerciais da quitina são os resíduos de camarão, siri e lagosta. O camarão apresenta na sua composição cerca de 5 a 7%

de quitina, e o siri, de 15 a 20%. A partir da desacetilação alcalina da quitina obtém-se a quitosana, um copolímero biodegradável constituído de unidades de D-glucosamina que contém um grupo amino livre.

Figura 8 - Representação das estruturas da quitina e da quitosana, onde n é o grau de polimerização



Quitina



Quitosana

A quitosana pode ser utilizada em um grande número de aplicações industriais, devido suas propriedades físico-químicas e biológicas, dentre as quais destacam-se: biocompatibilidade, biodegradabilidade, propriedades bactericidas, emulsificantes e quelantes (MOURA et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ecossistemas litorâneos no Estado do Ceará apresentam uma rica diversidade de produtos naturais que além dos usos primários para alimentação, como peixes, moluscos, crustáceos e em menor escala frutos do Araticum-do brejo, soma-se uma variedade de aplicações das árvores e algas como medicamentos, cosméticos, fertilizantes, no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos e obtenção da quitosana obtida de resíduos da indústria

pesqueira, como as carapaças de camarão e lagosta. No entanto o uso indiscriminado do mangue para cultivo de camarão tem causado poluição e apropriação indevida dos espaços. Desta forma, aponta-se como medidas relevantes a ampliação do cultivo de algas e o reflorestamento de manguezais degradados com espécies úteis como *Araticum-do-brejo*, fornecedora de frutos nutritivos e o mangue vermelho que fornece uma resina vermelha medicinal, utilizada pelas abelhas para a produção de própolis vermelha, de alto valor comercial. Estas iniciativas associadas à bioprospecção dos demais produtos naturais do ambiente marinho, irão descobrir novos horizontes para o uso racional dos recursos vegetais e animais dos ecossistemas litorâneos do Ceará.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. S.; RODRIGUES, J. A. G. Maricultura da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* em Icapuí, Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 44 (1): 62 – 68, 2011.

ARAUJO, J. M. E.; MENDONÇA-MELO, L. S.; ARAUJO, E. D.; FERNANDES, R. P. M.; SCHER, R. Phenolic Composition and leishmanicidal activity of red propolis and *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub (Fabaceae) extracts from Sergipe, Brazil. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 61, e18160461, 2018.

ÁVILA, F. N.; PINTO, F. C. L.; CARNEIRO, P. B. M.; FERREIRA, K. Q.; WILKE, D. V.; NOGUEIRA, N. A. P.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. New antiproliferative polyunsaturated epoxy-Heneicosane derivatives isolated from the brown alga *Lobophora variegata*. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 30, n. 2, p. 406–412, 2019a.

ÁVILA, F. N., SOUZA, L. G. S., CARNEIRO, P. B. M., SANTOS, F. A., SASAHARA, G. L., MARINHO FILHO, J. D. B.; ARAÚJO, A. J.; BARROS, A. B.; MONTEIRO, N. K. V.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. Anti-inflammatory diterpenoids from the Brazilian alga *Dictyota menstrualis*. **Algal Res.**, v. 44, 101695, 2019b.

AYRES, D.C; MARCUCCI, M.C; GIORGIO, S. Effects of Brazilian propolis on *Leishmania amazonensis*. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 102, n. 2, p. 215-220, 2007.

BANDEIRA, T. E. Bioprospecção de plantas da família Combretaceae para o desenvolvimento de bioprodutos com efeito neuroprotetor. Tese de Doutorado em Biotecnologia da RENORBIO, Universidade Estadual do Ceará, 2023.

BESSA-JUNIOR, A. P.; GONÇALVES, A. A. Análises econômica e produtiva da quitosana extraída do exoesqueleto de camarão. **Acta Fish. Aquat. Res.**, v. 1, n.1, p. 13-28, 2013.

CASTRO, J. P. L. DE; COSTA, L. E. C., PINHEIRO, M. P., FRANCISCO, T. DOS S., VASCONCELOS, P. H. M. DE; FUNARI, L. M., DAUDT, R. M., SANTOS, G. R. C.; Cardozo, N. S. M.; Freitas, A. L. P. Polysaccharides of red alga *Gracilaria intermedia*: structure, antioxidant activity and rheological behavior. **Polímeros**, v. 28, n. 2, p. 178–186, 2018.

COCHRANE, C.B.; NAIR, P.K., MELNICK, S.J., RESEK AP, RAMACHANDRAN C. Anticancer effects of Annona glabra plant extracts in human leukemia cell lines. **Anticancer Res.**, v. 28, n. 2, p. 965-71. PMID: 18507043, 2008.

COSTA, F. D. N.; JERZ, G.; HEWITSON, P.; FIGUEIREDO, F. D. S.; IGNATOVA, S. *Laguncularia racemosa* phenolics profiling by three-phase solvent system step-Gradient using high-performance countercurrent chromatography with off-line electrospray mass-spectrometry detection. **Molecules**, v. 26, n. 8, p. 2284, 2021.

COSTA-LOTUFO, L.V., COLEPICOLO, P., PUPO, M.T., PALMA, M.S. Bioprospecting macroalgae, marine and terrestrial invertebrates & their associated microbiota. **Biota Neotrop.**, v. 22(spe), p. e20221345, 2022.

DANTAS, L. V. B. **Composição Química e atividades antioxidantes, anticolinesterásicas e citotóxicas de algas do litoral Norte do Estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Ceará, 2019.

DAPPER, T. B.; PUJARRA, S.; OLIVEIRA, A. J. de; OLIVEIRA, F. G. de; PAULERT, R. Potencialidades das macroalgas marinhas na agricultura: revisão. **Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.2, p. 295-313, 2014.

FERREIRA, G. S.; BRITO, P. O. B. DE; ADERALDO, F. I. C.; CARNEIRO, P.B. M. C.;

ROCHA, A. M.; FRANKLIN ARAGÃO GONDIM, F. A. Algas arribadas da Praia do Pacheco, Ceará, Brasil. **Rev. Verde**, v. 15, n. 2, p. 208-214, 2020.

LIMA, R.; PIRES-CAVALCANTE, K.; ALENCAR, D.; VIANA, F.; SAMPAIO, A.; SAKER-SAMPAIO, S. In vitro evaluation of antioxidant activity of methanolic extracts obtained from seaweeds endemic to the coast of Ceará, Brazil. **Acta Scientiarum. Technol.**, v. 38, p. 247, 2016.

LUCAS, C. I. S.; FERREIRA, A. F.; COSTA, M.A.P.C.; SILVA, F.L.; ESTEVINHO, L.M.; CARVALHO, C.A.L. Phytochemical study and antioxidant activity of *Dalbergia ecastaphyllum*. **Rodriguésia**, v. 71, e00492019, 2020.

MAIA, R.C. Manguezais do Ceará, Recife, Imprima Soluções Gráficas Ltda., 55 p.: il., 2016.

MORAIS, S. M.; BRAZ FILHO, R. Beta-hidroxibutiric acid polimer from *Gracilaria domingensis*. **Anais Acad. Bras. Ciênc.**, São Paulo, v. 62, n.3, p. 213-215, 1990.

MORAIS, S. M.; JOVENTINO, F. P. ; MACHADO, M. I. L. ; MORAIS, M. M.; SOUZA, R. T. Estudo Químico de Macroalgas do Litoral do Ceará: *Cryptonemia luxurians* (Mertens) J. Agardh e *Bryothamnion seaforthii* (Turner) Kutzing. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 33, p. 65-68, 2000.

MORAIS, S.M.; LOPES, F.F. DA S.; FONTENELE, G.A.; SILVA, M.V.F.; FERNANDES, V.B.; ALVES, D.R. Total phenolic content and antioxidant and anticholinesterase activities of medicinal plants from the State's Cocó Park (Fortaleza-CE, Brazil). **Res., Soc. Develop.**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e7510514493, 2021.

MOTA, N. S.; FIGUEIREDO, T. V. B.; MACHADO, B. A. S.; DRUZIAN, J. I. Macroalgas marinhas comestíveis: tendências tecnológicas. *Cadernos de Prospecção*, v. 7, n. 2, p. 118, 2014.

MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. Quitina e Quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siris: Avaliação do processo em escala piloto **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1/2, p. 37-45, 2006.

MOURA, S. M. A.; MORAIS, S. M.; CARIOCA, J. O. B.; RODRIGUES, A. L. M.; ALVES, D. R.; SILVA, F. F. M.; SILVA, A. C. S.; AMARAL, S. M. B.; SILVA, Y. Y. V. Fatty

acids profile and anticholinesterase activity of fish lipids from Brazilian Northeast. **Res., Soc. Develop., [S. l.]**, v. 10, n. 10, p. e450101018968, 2021.

OLIVEIRA, E. C. Macroalgas Marinhas da Costa Brasileira - Estado do Conhecimento, Uso e Conservação Biológica. In: ARAÚJO, E. L. et al. Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 122-126, 2002.

OLIVEIRA, M. N. DE; FREITAS, A. L. P.; CARVALHO, A. F. U.; SAMPAIO, T. M. T.; FARIAS, D. F.; ALVES TEIXEIRA, D. I.; GOUVEIA, S.T.; PEREIRA, J.G.; SENA, M. M. DE C. C. DE. Nutritive and non-nutritive attributes of washed-up seaweeds from the coast of Ceará, Brazil. **Food Chem.**, v. 115, n. 1, p. 254-259, 2009.

PAULA, A. L. DE S.; LIMA, B. K. DE S.; MAIA, R. C. The recovery of a degraded mangrove in Ceará through the production of *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae) and *Avicennia* sp. Stapf ex Ridl (Acanthaceae) seedlings. **Rev Árvore** [Internet], v. 40, n. 3, 377-385, 2016.

PINTO, L. A. A. Quitina e Quitosana obtidas de rejeitos de pescado e aplicações no tratamento de efluentes (Capítulo 4.8 - p. 435-444). In: GONÇALVES, A. A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011.

POLYMAR. https://www.polymar.com.br/?page_id=62

RODRIGUES, C.F.B.; FERREIRA, M. J. P.; BELCHOR, M. N.; COSTA, C. R. C.; NOVAES, D. P.; DOS SANTOS JUNIOR, A. B.; TAMAYOSE, C. I.; PINHO, M. V. T., DE OLIVEIRA, M. A.; TOYAMA, M. H. Evaluation of the inhibitory potential of casuarictin, an ellagitannin isolated from white mangrove (*Laguncularia racemosa*) leaves, on snake venom secretory phospholipase A2. **Marine Drugs**, v.17, n. 7, p. 403, 2019.

SACCARO JUNIOR, N. L. **Desafios da bioprospecção no Brasil. Texto para discussão 1569, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.** ANH, H.L.T.; HIEN, N.T.T.; HANG, D.T.T.; HA, T. M.; NHIEM, N.X.; HIEN, T.T.T.; KIEM, P.V. Ent-Kaurane diterpenes from *Annona glabra* and their cytotoxic activities. *Nat. Product Com.*, v. 9, n. 12, p. 1681-1682, 2014.

SALATINO, A.; SALATINO, M. L. F. Brazilian red propolis: legitimate name of the plant resin source. **MOJ Food Proc. Technol.**, v. 6, n. 1, p. 21-22, 2018.

SANTOS, M.A.C.; COELHO-FERREIRA, M.; LAMEIRA, O.A.; DALBERGIA, S.P.P. – VERONICA. Capítulo 5. Medicinais. Plantas-para-o-Futuro-Norte-1048-1056. In: Coradin, L.; Camillo, J.; Vieira, I. C. G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022.

SANTOS, V.G. **Avaliação do potencial biotecnológico das algas marinhas: *Hypnea pseudomusciformis* e *Gracilaria apiculata***. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Química, Universidade Estadual do Ceará, Ceará, p. 45, 2023.

SEMAGE – Diagnóstico sócio-ambiental da costa leste do Estado do Ceará. Fortaleza, 1997.

SIMGEO-NE. Caracterização dos ecossistemas costeiros dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí, 1999.

SILVA, E.M. **Caracterização fotoquímica, atividade antioxidante e funções biológicas do extrato aquoso das folhas de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn.** 2019. 95 p. Dissertação (Mestrado em Morfotecnologia). Centro de Biociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SOUZA, B. W. S.; CERQUEIRA, M. A.; BOURBON, A. I.; PINHEIRO, A. C., MARTINS, J. T.; TEIXEIRA, J. A.; COIMBRA, M. A.; VICENTE, A. A. Chemical characterization and antioxidant activity of sulfated polysaccharide from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. **Food Hydrocol.**, v. 27, n. 2, p. 287–292, 2012.

TORRES, M.R.; SOUSA, A.P.A.; SILVA FILHO, E.A.T.; PESSOA, C.; De MORAES, M.E.A. De MORAES, M.O.; COSTA-LOTUFO, L.V. Atividade biológica de extratos orgânicos e aquosos de macroalgas marinhas do Estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2005, 38: 55 – 63.

TRUSHEVA, B.; POPOVA, M.; BANKOVA, V.; SIMOVA, S.; MARCUCCI, M. C.; MIORIN, P. L.; DA ROCHA, P. F.; TSVETKOVA, I. Bioactive constituents of Brazilian red propolis. **Evid. Based Comp. Alternat. Med.**, v.3, n. 2, p. 249–54, 2006.

VIEIRA, L. A. P., FREITAS, A. L. P., FEITOSA, J. P. A., SILVA, D. C., & VIANA, G. S. B. The alga *Bryothamnion seaforthii* contains carbohydrates with antinociceptive activity. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v. 37, n. 7, p. 1071–1079, 2004.

CAPÍTULO OITO

A ECONOMIA DO MAR COMO UM ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO: O FINANCIAMENTO DAS PESQUISAS

Raimundo Nogueira da Costa Filho¹

INTRODUÇÃO

O mar é um dos recursos naturais mais importantes para o elemento humano. É fonte de alimento, transporte, lazer e até mesmo de inspiração para a arte. Mais do que isso, desempenha papel crucial no equilíbrio ecológico da Terra. Por ser esse recurso natural de sobrada importância para a espécie humana, é preciso ter consciência das influências negativas suscetíveis de causar à economia por intermédio das atividades humanas, descritas pela expressão **economia do mar**.

A origem da unidade ideativa **economia do mar** remonta ao século XVIII, março de 1776, quando o economista escocês Adam Smith, Pai da Economia Moderna, publicou o livro **A Riqueza das Nações**. Nessa obra, ele discute a importância do comércio marítimo para o desenvolvimento econômico dos países. Foi, porém, somente no século XX que o conceito de economia do mar passou a ser mais explorado. Isso decorre, em grande parte, do aumento da demanda pelos recursos marinhos, como petróleo e gás natural, e em razão da crescente conscientização sobre a importância da preservação dos ecossistemas marinhos.

A economia do mar foi chamada de **economia azul** em meados dos anos 2000, como maneira de ressaltar a importância dos oceanos e dos recursos marinhos para o desenvolvimento econômico e social. A dicção foi cunhada por Gunter Pauli, um empreendedor belga, que se dedica à criação de soluções sustentáveis para problemas ambientais e sociais. Pauli defende o argumento de que a economia azul é passível de ser mais rentável do que a de ordem tradicional, pois utiliza recursos abundantes e renováveis. Além disso, a economia azul é

¹ Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)

capaz de oferecer empregos e operar o desenvolvimento econômico sem prejudicar o meio ambiente. Desde a instituição dessa unidade de ideia, a economia azul aufere cada vez mais destaque em debates sobre sustentabilidade e desenvolvimento econômico.

A ideia da economia azul retrata o fato de que os oceanos oferecem uma série de oportunidades para a criação de negócios e empregos, ao mesmo tempo em que contribuem para a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida das comunidades costeiras. Entre as atividades econômicas incluídas na economia azul estão a pesca, a aquicultura, o turismo, a produção de energia, com suporte nas ondas e nas marés, a exploração de minerais e de recursos genéticos marinhos, entre outras.

Ao contrário da economia tradicional, muita vez baseada na exploração intensiva de recursos naturais e no descarte de resíduos e poluentes, a de padrão azul procura originar sistemas produtivos mais eficientes e sustentáveis, que utilizem os recursos de maneira mais inteligente e que minimizem os impactos ambientais. Para isso, é preciso investir em tecnologias limpas e em práticas gestoras ambientais, além de incentivar a cooperação entre empresas, governos e sociedade civil.

A economia azul obtém sempre mais ressalto nas discussões sobre o futuro do planeta Terra, mormente em razão dos desafios impostos pelas mudanças climáticas a necessidade de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis. Ainda há, todavia, muitos desafios a serem enfrentados para tornar essa visão uma realidade, como a falta de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, a míngua de regulamentação adequada e a resistência de setores conservadores da economia.

No Brasil, a economia azul tem grande potencial de crescimento, pois o País possui uma das maiores zonas costeiras, contando mais de 8.500 km de extensão. Em transposição a este fato, é um dos Estados-Nação com a maior biodiversidade marinha. Aproximadamente 19% do PIB nacional advêm, direta ou indiretamente, dessa economia. A gama de atividades associadas é vasta, abrangendo, por exemplo, pesca, turismo, transporte marítimo, construção naval, portos, extração de petróleo e defesa, dentre outras.

Malgrado esse potencial, no entanto, aqui a economia azul ainda é pouco explorada. Em grande parte, as atividades econômicas

relacionadas ao mar ainda são tradicionais, como a pesca artesanal e a produção de sal. Há, também, atividades mais modernas, como a exploração de petróleo e gás e a construção naval. Por isso, existe um grande potencial para o desenvolvimento de mais atividades econômicas relacionadas ao mar. É possível explorar a biotecnologia marinha, por exemplo, habilitada a oferecer medicamentos e cosméticos com base em organismos marinhos. Também há possibilidades largas de se investir em turismo sustentável, como, em dois exemplos, o mergulho ecológico e o turismo de observação de baleias.

Para que a economia azul seja sustentavelmente desenvolvida no nosso País, impõe-se a aplicação de capitais em tecnologia e inovação, além de se ordenar a garantia de conservação dos ecossistemas marinhos. É fundamental que as comunidades locais sejam envolvidas, para que sejam beneficiadas com os novos empregos e renda produzidos. Em tal direção, o Governo brasileiro tem um papel importante a desempenhar. É impositivo o estabelecimento de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento da economia azul de maneira sustentável, promovendo a investigação científica, o investimento em infraestrutura e a capacitação de mão de obra.

Consoante sucedeu nos últimos anos, hoje o Governo nacional aplica sempre mais recursos na economia azul. Em 2019, foi criado o Plano Nacional da Economia Azul, que tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável das atividades econômicas relacionadas aos oceanos. Em particular, o Ceará desenvolve algumas iniciativas em relação ao desenvolvimento dessa economia. De acordo com a FIEC (2018), o Estado possui aproximadamente 18.248 km² referentes aos seus 30 (trinta) municípios costeiros. Essa área, incluindo as 200 milhas náuticas marítimas, compõe o Território cearense da economia do mar.

No Ceará, as indústrias e subsetores considerados relevantes no quadro econômico desta Unidade federada são os transportes marítimos, portos, logística e expedição, pesca, aquicultura e indústria do pescado, entretenimento, desporto, turismo e cultura e energia. Além desses, existe ainda outro conjunto de subsetores, como as energias renováveis, recursos minerais e Biotecnologia, que, apesar de revelarem um enorme potencial, ainda levarão algum tempo para auferir relevância na representação econômica estadual.

Em razão da importância desses setores econômicos, algumas entidades coestaduais, como o Governo, a Câmara Setorial da Economia do Mar, a FIEC, o SEBRAE e algumas instituições de ensino superior dedicam-se a essa matéria no Estado. Existe, entretanto, enorme carência de dados e informações a respeito desse terreno. Portanto – a exemplo deste livro, oportunamente editado – é de sobrada relevância que estudos e sustentações científicas com abordagens qualitativas e quantitativas sejam incentivados, com vistas a aprofundar aspectos referentes ao desenvolvimento sustentável da economia do mar do Ceará.

A CRIAÇÃO DA FUNCAP

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), *in hoc sensu*, é o instrumento do Estado para financiar as pesquisas relacionadas à economia azul. Essa agência de fomento foi instituída pela Lei número 11.752, de 12 de novembro de 1990, e constitui importante agente de desenvolvimento no Estado, contribuindo para o avanço da ciência e da tecnologia em diversas áreas do conhecimento.

Uma das principais modalidades de apoio oferecidas pela FUNCAP são as bolsas de estudo, destinadas a estudantes de graduação, pós-graduação e pesquisadores que intentem desenvolver projetos de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. As bolsas são concedidas por um período determinado e são renováveis de acordo com o desempenho do bolsista. Além disso, a FUNCAP também financia projetos de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Esses projetos são selecionados por meio de editais públicos e são avaliados por uma comissão de especialistas que analisam a qualidade científica e a influência social das propostas. Os projetos selecionados recebem recursos financeiros para sua execução e são acompanhados durante todo o processo.

A FUNCAP também é responsável por promover eventos e atividades que visam a estimular o debate e a troca de conhecimento entre pesquisadores e a sociedade em geral. Entre essas atividades, destacam-se os seminários, *workshops* e congressos científicos, que

reúnem pesquisadores de áreas diversas do conhecimento para discutir temas relevantes e defender seus trabalhos.

Em resumo, a FUNCAP conforma importante instituição para o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no Estado do Ceará. Com suas diversas modalidades de apoio, a instituição contribui para o avanço da ciência e da tecnologia em vários setores do saber, além de estimular o debate e a troca de conhecimento entre pesquisadores e a sociedade em geral.

Em particular, é importante citar um programa - o Cientista Chefe. Por meio dele, a FUNCAP une a Academia e o Governo para desenvolverem projetos de pesquisa inovadores e de alto impacto, capazes de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do Estado e resolver problemas que afetam diretamente a população cearense.

O Programa é uma importante iniciativa para o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no Estado do Ceará, contribuindo para a formação de recursos humanos qualificados e para a geração de conhecimento e inovação.

– *O que é inovação?* Palavra cada vez mais utilizada no mundo dos negócios e da tecnologia. Define-se como a introdução de algo, novo ou aprimorado, em um produto, processo ou serviço, com o objetivo de melhorar a eficiência, qualidade ou desempenho. Ela é incremental, quando se trata de pequenas melhorias em algo, ou disruptiva, oportunidade em que há uma mudança radical que transforma completamente um mercado ou setor.

A inovação é um fator crucial para o sucesso das empresas em um mundo cada vez mais competitivo e globalizado. Enseja que as empresas se adaptem às mudanças do mercado e às necessidades dos consumidores, além de criar oportunidades de negócio. A inovação, no entanto, não é uma tarefa simples. Ela exige investimento em pesquisa e desenvolvimento, além de uma cultura organizacional que valorize a criatividade e o pensamento fora da caixa. É preciso estar sempre atento às tendências do mercado e às novas tecnologias que surgem a todo momento.

Demais disso, a inovação não se limita apenas às grandes empresas. Pequenos negócios também inovam e se destacam em seus

mercados, oferecendo soluções criativas e diferenciadas para seus clientes. Para incentivar a inovação, muitos governos e instituições oferecem programas de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, além de concursos e prêmios para *startups* e empresas inovadoras.

A inovação é, portanto, um fator crucial para o sucesso das empresas e para o desenvolvimento econômico e social de um país. Ela concede oportunidade para as empresas se adaptarem às mudanças do mercado e criarem oportunidades de negócio, além de melhorarem a qualidade de vida das pessoas por via de novas tecnologias e soluções criativas. Por isso, é importante que as empresas e governos invistam em inovação e criem uma cultura que valorize a criatividade e o pensamento fora da caixa.

Assim, quando nos reportamos à ideia de inovação, destacamos o fato de que o Estado do Ceará já foi destaque na aquicultura brasileira como um dos maiores produtores aquícolas do País, entretanto nos últimos anos, deparamos uma queda na produção em razão de enfermidades e de uma estiagem prolongada. A pesca artesanal, que exerce um papel socioeconômico e cultural fundamental no Estado do Ceará, sequer possui uma estatística atualizada. O setor pesqueiro e aquícola deve produzir alimentos saudáveis para o consumo humano, portanto, é necessário realizar estudos que visem a identificar e quantificar a exposição do consumidor a distintos tipos de contaminantes, aos quais o pescado é passível de estar exposto, primordialmente metais pesados. Desta maneira, o Programa Cientista Chefe da Pesca Artesanal e da Aquicultura Familiar desenvolveu seis projetos inovadores para o desenvolvimento da Aquicultura. Um projeto-piloto para análise da viabilidade biológica, técnica e econômica do cultivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* no Ceará. Inovações Tecnológicas e Sociais para modernização da Pesca Artesanal no Estado do Ceará; Projeto de Cultivo da Microalga *Haematococcus pluvialis* no Ceará; Quantificação da Contaminação do Pescado; Modelo de Avaliação da Contribuição Sócioeconômica da Cadeia de Valor da Pesca e Aquicultura na Economia do Estado do Ceará.

Esses projetos de inovação da economia azul têm como objetivo principal desenvolver um plano Estadual de Desenvolvimento da Aquicultura do Estado do Ceará. E, como consequência, obtivemos a análise da viabilidade biológica, técnica e econômica do cultivo da

garoupa-verdadeira. Esse projeto, também, fez um levantamento de inovações para qualidade de vida dos pescadores e modernização da pesca - traçando um perfil socioeconômico, cultural e técnico-legal do pescador artesanal e da pesca artesanal.

Desde um prisma bem mais tecnológico, foi feita uma avaliação biotecnológica - procedido a um estudo de biomoléculas e atividades antibacterianas e antibiofilmes. Neste âmbito, foi desenvolvido um protocolo para implementação da microalga *Haematococcus pluvisialis* e pigmento astaxantina. Além disso, procedeu-se a uma estimativa da contaminação de produtos da pesca e aquicultura e do risco humano associado.

O projeto também denota um viés econômico, averiguando a contribuição socioeconômica da pesca e da aquicultura na economia do Ceará. Foi criada uma plataforma interativa para visualização e análise dos dados relacionados a pesca e aquicultura.

Esse financiamento público deu ensejo à estruturação de laboratório de produção de alevinos de peixes marinhos e a qualificação de aquicultores em maricultura e cultivo de peixe marinho e micro e macroalgas - inovações como Pescaraguaia, Propesca e Manejo comunitário de Mamirauá. Do ponto de vista humano, foram feitas estimativas de risco de exposição ao Hg em função do peso corpóreo dos consumidores. Em adição, desenvolveram-se aplicativos para o monitoramento da pesca, que ajudaram no diagnóstico do marco regulatório da pesca artesanal no Brasil e no Estado do Ceará.

Outro grande exemplo do investimento na inovação da Economia Azul no Estado do Ceará é o programa de pesquisa para consolidar as políticas públicas no desenvolvimento da pesca e aquicultura, que se constitui de um projeto do recurso lagosta em andamento e dois projetos concluídos em microbiologia aplicada ao cultivo de organismos aquáticos. O projeto Avaliação Pesqueira, Proposta de Ordenamento e Comercialização da Lagosta Viva, estuda a estrutura, estado de exploração e opções de manejo das populações de lagosta e sua comercialização inteira, produto vivo, haja vista os aspectos ecológicos, biológicos e pesqueiros e suas interações ambientais, objetivando-se promover um plano de ordenamento sustentável da pesca da lagosta no Ceará. No período de execução, junho 2018 - maio 2023, a

equipe composta por um grupo de pesquisadores, com a competência e as habilidades variadas, desenvolve as bases científicas para integrar uma pesquisa multidisciplinar para o estudo da pesca da lagosta. Durante a execução, desenvolvemos parcerias com outras organizações, como o Sindicato das Indústrias de Frio e Pesca no Estado do Ceará (SINDFRIO), Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA-Pará), Instituto Federal do Ceará (IFCE-Acaraú).

Estas parcerias propiciaram um desenvolvimento da demanda, alcançando relevantes resultados, por exemplo, ciclo de vida, conectividade, comercialização e avaliação pesqueira. Este programa também obteve marcantes contribuições para o desenvolvimento de Políticas Públicas, nos planos estadual e nacional, que foram materializadas na contribuição de Regras de Ordenamentos no recurso lagosta, conforme publicação na Portaria SAP/MAPA nº 221, de 8 de junho de 2021. Durante a execução dos projetos, os pesquisadores envolvidos obtiveram elevada performance científica, o que se traduziu em 26 artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais, concretizando-se 4 Reportes Técnicos Científicos, em resposta aos princípios do Programa Cientista Chefe de subsidiar, com bases científicas, políticas públicas focadas na sustentabilidade nos eixos social, ambiental e econômico.

Foram procedidas a avaliações biológicas e análises pesqueiras da lagosta, incluindo ciclo de vida, biodiversidade, fecundidade, controle biológico e interações ecológicas. Também foram feitas avaliações do impacto de medidas regulatórias referentes a defeso, tamanho mínimo de captura, proibição de métodos e petrechos específicos. Regras de ordenamento, monitoramento e controle para toda cadeia produtiva da lagosta foram desenvolvidas.

Outras ações importantes são: a análise do comércio e exportação de lagosta inteira viva, a avaliação microbiológica do sistema reprodutor e lesões na carapaça das lagostas. A otimização de bioflocos bacterianos para melhoria do ambiente de cultivo aquático, como no cultivo de tilápia e aplicação de consórcios autóctones. O desenvolvimento de consórcio probiótico com microrganismos isolados do trato intestinal, bem como pacotes biotecnológicos para desenvolvimento do setor aquícola do Ceará foram resultados obtidos com o apoio da FUNCAP.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, mostramos que a economia azul é uma abordagem que visa ao desenvolvimento sustentável dos oceanos e dos recursos marinhos. Ela envolve a criação de oportunidades de negócios, a promoção da inovação e o uso eficiente dos recursos disponíveis. Investir em inovação é fundamental para o sucesso da economia azul, pois isso enseja a criação de soluções mais eficientes e sustentáveis para a exploração dos recursos marinhos.

Alguns exemplos de inovações na economia azul incluem, como vimos aqui, tecnologias para a pesca sustentável, produção de alimentos com suporte em algas marinhas, turismo ecológico em áreas costeiras e desenvolvimento de fontes renováveis de energia com procedência nas ondas do mar. Além disso, a economia azul também concorre para a redução da pobreza e o aumento da segurança alimentar em comunidades costeiras.

Por conseguinte, é essencial que governos, empresas e pessoas invistam em inovação para impulsionar o crescimento da economia azul e garantir um futuro sustentável para os oceanos e seus recursos.

CAPÍTULO NOVE

A ARQUEOLOGIA MARÍTIMA NO CEARÁ: PATRIMÔNIO MATERIAL

Augusto César Bastos¹, Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco²

INTRODUÇÃO

A costa brasileira possui extensão de aproximadamente 8.500 km, e o Brasil exerce jurisdição sobre a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais, tanto na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) quanto na sua plataforma continental, chegando os limites da segunda a ultrapassar as 200 milhas náuticas. Esse imenso cenário marinho, além de ser dono de imensas riquezas naturais, possui depositado em seu leito os restos de centenas de naufrágios ocorridos desde o início do processo de colonização europeia feita com início no século XVI. Os naufrágios, na sua maioria, são como “câpsulas do tempo”, que guardam a cultura material de sociedades organizadas do passado (GUIMARÃES, 2011).

A Convenção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural, adotada em 1972 pela Organização das Nações Unidas para a Ciência e a Cultura (UNESCO), tem como objetivo incentivar a preservação de bens culturais e naturais considerados significativos para a humanidade. Conformam um esforço internacional de valorização de bens que, por sua importância como referência e identidade das nações, sejam considerados patrimônio de todos os povos. Cabe aos países signatários desse Acordo indicar bens culturais e naturais a serem inscritos na Lista do Patrimônio Mundial. As informações sobre cada candidatura são avaliadas pelos órgãos assessores da Convenção (Icomos e IUCN) e sua aprovação final é feita, anualmente, pelo Comitê do Patrimônio Mundial, composto de representantes de 21 países. O Brasil ratificou a Convenção em 1978.

1 Instituto do Ceará (Histórico, Geográfico e Antropológico).

2 Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto – UFC.

De acordo com a classificação da UNESCO, o Patrimônio Cultural é composto por monumentos, grupos de edifícios ou sítios que tenham valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico ou antropológico. Inclui obras de Arquitetura, Escultura e Pintura monumentais ou de caráter arqueológico, e, ainda, obras isoladas ou conjugadas do Homem e da Natureza. São denominadas Patrimônio Natural as formações físicas, biológicas e geológicas excepcionais, habitats de espécies animais e vegetais ameaçadas, bem assim espaços que tenham valor científico, de conservação ou estético excepcional e universal.

O Patrimônio Imaterial privilegia os saberes, práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas - com os instrumentos, objetos, artefatos e lugares culturais que lhes são associados - que as comunidades, os grupos e, em alguns casos, as pessoas reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural. Uma das modalidades de proteger essa porção imaterial da herança cultural é a Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial, adotada pela Unesco em 2003.

A Arqueologia Marítima é uma disciplina acadêmica no âmbito da Arqueologia, que estuda, especificamente, a interação humana com o mar, mediante a investigação de vestígios físicos associados, sejam eles embarcações, fortalezas, portos e estruturas relacionadas, cargas, restos humanos e paisagens submersas. Entre as disciplinas associadas, estão a Arqueologia Náutica, que ensaia acerca da construção e uso de navios, e a Arqueologia Subaquática, cujo escopo é investigar o passado por meio de quaisquer vestígios submersos, sejam eles de interesse marítimo ou não (CATSAMBIS *et al.*, 2013).

A Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Cultural Subaquático é uma cimeira adotada em 2 de novembro de 2001 pela UNESCO. Expressa Convenção destina-se a proteger “[...] todos os vestígios da existência humana de caráter cultural, histórico ou arqueológico”, que tenham estado submersos por mais de 100 anos. Isso se estende à proteção de naufrágios, cidades submersas, obras de arte pré-históricas, tesouros passíveis de ser saqueados, locais de sacrifício e enterro, bem como portos antigos que cobrem o fundo dos oceanos. A preservação do patrimônio cultural subaquático é significativa, pois enseja a oportunidade de proceder à recontagem de inúmeros eventos históricos.

O patrimônio arqueológico é bem cultural acautelado em âmbito federal, fazendo parte do patrimônio cultural material. Engloba os vestígios e os lugares relacionados a grupos humanos pretéritos, responsáveis pela formação identitária da sociedade brasileira, representados por sítios arqueológicos, peças avulsas, coleções e acervos classificáveis como bens móveis e imóveis. Esse patrimônio, objeto de estudo da Arqueologia, é formado pelos vestígios materiais e suas informações associadas, como, por exemplo, a disposição desses vestígios, as modalidades adotadas para ocupação do espaço, as relações e os contextos ambientais selecionados para tal, sendo que o conjunto dessas informações constitui o sítio arqueológico

Com efeito, diferentemente do que muitos imaginam, a Arqueologia não é uma atividade de “caça ao tesouro”, não sendo comum o encontro de potes (as chamadas botijas) de ouros e afins. Ao contrário, é sobejamente comum que os vestígios arqueológicos estejam fragmentados, demandando estudo para sua reconstituição e compreensão. Algumas das peças das coleções encontradas são cerâmicas utilitárias, como urnas funerárias, vasos e vasilhas diversas; instrumentos de trabalho ou de defesa, como pontas de flecha, machados, lascas; adornos, objetos utilitários com formatos zoomórficos (de animais) ou antropomórficos (formato humano) etc. (IPHAN, 2023).

O Iphan é responsável pela gestão do patrimônio arqueológico, e sua proteção é garantida pelo artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, e pela Lei nº. 3.924, de 26 de julho de 1961, sendo considerados patrimônio cultural brasileiro e bens da União. Impõe-se lembrar, todavia, que a preservação é um direito e um dever de todos os cidadãos, e que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger os sítios arqueológicos (Art. 23 da Constituição). Nesse sentido, são proibidos o aproveitamento econômico, a destruição ou a mutilação dos sítios arqueológicos, antes de serem pesquisados por pessoas arqueólogas (Lei 13.653/2018), com a devida autorização do Iphan.

ARQUEOLOGIA MARÍTIMA

No Brasil, foram construídas centenas de fortificações, desde o século XVI, no litoral e em pontos estratégicos do interior e das áreas de fronteira. As fortalezas são as grandes edificações militares, com duas ou mais baterias de canhões instaladas em pontos distintos no interior da construção onde existem vários prédios, torre de observação, entre outras obras. Algumas se tornaram parte da paisagem urbana, o que ocorreu com a Fortaleza de Nossa Senhora da Assunção, ao redor da qual cresceu a cidade de Fortaleza, capital do Ceará. Outras encantam os visitantes das belas praias e ilhas brasileiras, como a Fortaleza de Santa Cruz, localizada na Ilha de Anhatomirim, em Santa Catarina. Os fortes são edificações militares menores do que as fortalezas e possuem uma ou mais baterias de artilharia, mas todas instaladas no mesmo local. Muitas fortificações brasileiras desapareceram, ao extenso dos séculos, ou delas sobraram apenas ruínas e registros históricos das batalhas ali travadas (Iphan, 2023).

Existem várias informações sobre fortificações no litoral brasileiro, remontando ao período colonial e indo até o século XIX. No caso específico do Estado do Ceará, são relatadas na literatura as chamadas “Fortificações na Ponta do Mucuripe”, reportando-se ao início do século XVII. Pelo menos cinco fortificações são comentadas nos arredores do litoral de Fortaleza, pelas investigações rápidas que fizemos. Neste estudo de Arqueologia Marítima, o objetivo foi investigar a ocorrência de vestígios arqueológicos relacionados ao Fortim de São Luís, inicialmente chamado de Fortim de São Bernardo do Governador, mencionado na literatura algumas vezes, a exemplo de Souza (1885) e Barreto (1958).

Existe farta documentação histórica relacionada às fortificações no litoral brasileiro, tanto do período do Brasil quando colônia portuguesa quanto do País-Império. No caso específico do Estado do Ceará, têm curso relatos de fortificações construídas ainda no período colonial em 5 (cinco) municípios, sendo Fortaleza a cidade que recebeu a maior parte destas fortificações, que vão desde casas de armas (paiol), passando por fortins e redutos e até fortalezas, sendo o mais antigo registrado na foz do rio Ceará, denominado Fortim de Santiago, em 1604.

Na literatura, encontramos, também, as chamadas “Fortificações na Ponta do Mucuripe”, remontando ao final do século XVIII. Pelo

menos quatro fortificações são mencionadas nessa localidade - Fortim de São Bernardo do Governador, Baterias de São Pedro Príncipe, Princesa Carlota e São João Príncipe. Jucá Neto; Beserra (2021), página 2 relatam as vistorias de engenheiros portugueses na enseada do Mucuripe (1744-1745) para avaliar o estado da fortificação que encontrou a velha estrutura em ruínas, por ter sido erguida em madeira. Passado um longo período, ainda no século XVII, veio a decisão de edificar outro forte, nascendo a cartografia “Planta da Costa do Ciara Grande da ponta do Mucuripe”, mencionando a localização de implante do novo forte.

No nosso entendimento, é factível de haver ocorrido uma estratégia no posicionamento desse novo forte. A imprecisão no posicionamento é muito clara, mesmo considerando as dificuldades em cartografia da época. Pelos relatos até então colhidos, remansa uma indefinição gigantesca desse posicionamento e, até mesmo, *in via vivendi*, a conclusão da obra em si. Passaram-se 50 anos até a vinda de um outro engenheiro (Francisco Xavier Torres) para nova vistoria. Reportamo-nos a meio século (aliás não encontramos relatos de quem e como isso era sequer mantido e/ou administrado). Surgiu, contudo, um desenho feito pelo mencionado engenheiro da fortificação, no ano de 1801. Esse, também, descreve o estado de arruinamento da edificação de maneira até minuciosa; inclusive, contém detalhes do estado do armamento e qualificando-a como reduto.

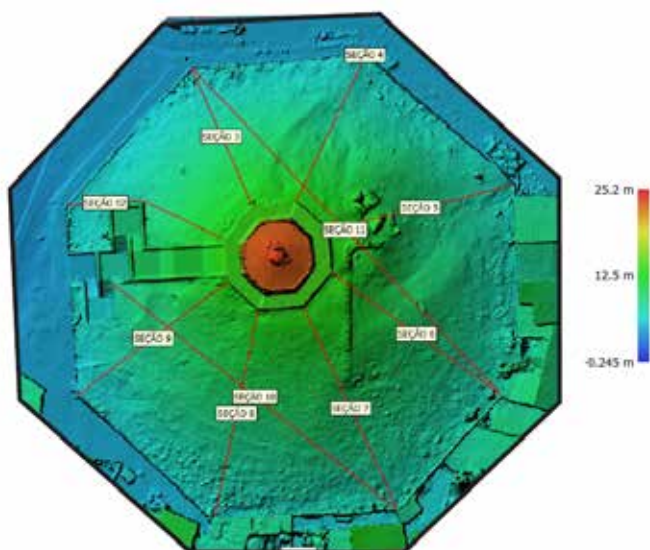
Nossa hipótese do trabalho procedeu de duas informações relevantes: 1) há menções sobre um “morro de areia” e 2) há desenho em formato de octógono (não custa lembrar - feição dotada de oito lados regulares). Assim, o atual Farol do Mucuripe seria passível de conformar uma área em potencial para se proceder a uma investigação, pelo fato de preservar essas características de localização e descrições. Essa foi a motivação maior desta pesquisa geofísica, recorrendo ao método de GPR (Radar de Penetração no Solo).

De modo bem resumido/sintético, foram obedecidos os seguintes materiais e métodos, não entrando em detalhes sobre características de equipamentos, logística, modo de operação, *softwares* diversos usados, *hardware* e vários outras particularidades operacionais. Isto, decerto, tornaria este capítulo demasiado extenso. Detalhes da investigação por GPR são contraditórios em inúmeros experimentos do Laboratório de Geofísica da UFC (CASTELO BRANCO *et al*, 2015; CASTRO *et al.*, 2005; LIMA JUNIOR, 2017).

Inicialmente, foi realizado um levantamento aerofotogramétrico de alta resolução com uso de drone para geração de um ortomosaico e de MDT (Modelo Digital de Terreno), seguido do levantamento topográfico RTK (um tipo de GPS de alta precisão, Real Time Kinematic) para pontos de controle no local e aumentar a resolução e qualidade do levantamento anterior. Em seguida, procedeu-se ao levantamento GPR (Ground Penetrating Radar) no local com especificações técnicas adequadas para a investigação. Recorremos a uma antena com frequência de 400Mhz, calibrações e dez seções 2D, oito delas seguindo a geometria do octógono e duas regionais, cruzando a área do Farol. A etapa seguinte, em laboratório, consistiu no processamento dos dados topográficos, de GPR (extração de polylines das seções do MDT), integração e interpretação.

Os dados do aerolevantamento, juntamente com o controle em terra, geraram dois produtos principais: 1) um ortomosaico e 2) um MDT – Modelo Digital de Terreno da área do Farol do Mucuripe, ambos em alta resolução. Modelos de visualização 3D também foram gerados (Figura 1).

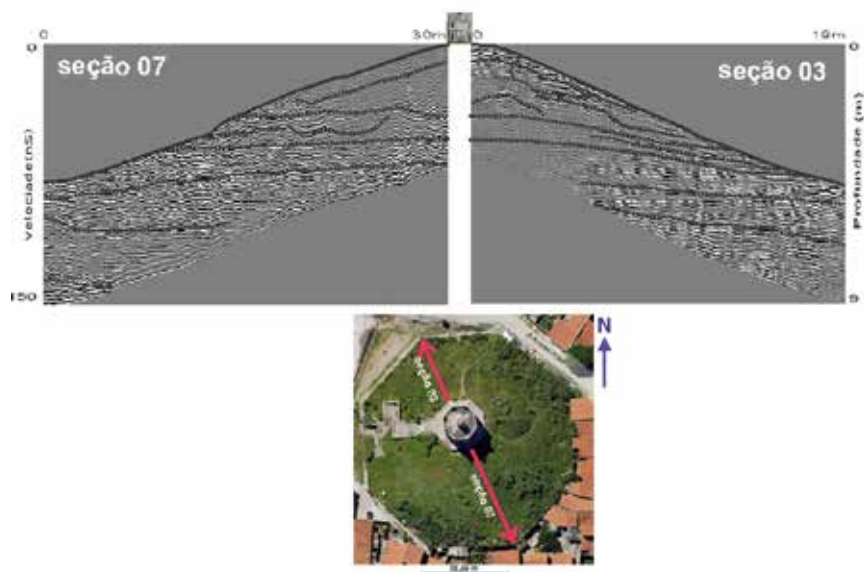
Figura 1 - Ortomosaico e Modelo Digital de Elevação, com a representação das seções GPR 2D adquiridas.



Fonte: Elaboração própria.

Passo seguinte e muito importante foi a extração das *polylines* representativas das seções GPR e contendo as informações plani-altimétricas para cada uma das dez seções GPR 2D. Essa informação foi substancial para a correção topográfica dos dados digitais das seções GPR, conforme suscetível de se observar nas seções processadas e interpretadas. Esta técnica foi desenvolvida pelo Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto LGPSR-Universidade Federal do Ceará - UFC (Figura 2).

Figura 2 - Resultado das seções de GPR processadas e com interpretação baseada em refletores e radarfácies, e sua posição no contexto da área do Farol do Mucuripe.



Fonte: Elaboração própria.

A integração de todas as informações deu ensejo à elaboração do modelo da sequência deposicional recente dessa duna, com suporte nos refletores do sinal EM e nos radarfácies identificados. Esta constitui uma interpretação preliminar que deveria seguir acompanhada de uma amostragem direta para melhor parametrização. Da base para o topo, provavelmente, ocorrem mudanças na granulometria, estando as sequências separadas por meio de refletores que, muito plausivelmente, correspondem a mudanças faciológicas sutis

nos sedimentos gradacionais de ordem normal de origem eólica ou com alguma pouca cimentação. No geral, a sedimentação é calma e praticamente horizontalizada.

Anomalias hiperbólicas são frequentes nas partes mais rasas da investigação, o que é normal nessa resolução da frequência centrada da antena usada nas aquisições. Devem corresponder a objetos pequenos, artefatos, blocos rochosos alterados, raízes etc. Os sete estratos identificados consistem de marcos temporais de alteração da capacidade de transporte eólico ou períodos de não deposição, quando a superfície estaria sujeita ao intemperismo e a alterações das características dos sedimentos, inicialmente depositados (Figura 3).

Figura 3 - Modelo da sequência eólica, com a identificação dos marcos temporais deposicionais da duna do Farol Velho.



Fonte: Elaboração própria.

Pelas informações aqui expressas, já estão dispostas algumas conclusões preliminares: com base nos relatos históricos sintetizados na introdução, não é possível a identificação de um local aproximado para a posição geográfica do Forte de São Luís na enseada do Mucuripe. O local objeto desta investigação foi escolhido por pretextos bastante sugestivos de uma relação do Forte com a posição do Farol do Mucuripe. Com os dados processados e interpretados, asserimos, com segurança, que não há anomalias compatíveis com alvos de interesse arqueológico ou histórico naquela área investigada, conforme é observável nas seções GPR. Em subsuperfície se observa feições típicas do ambiente sedimentar de dunas da faixa costeira (Castelo Branco *et al.*, 2021). É re-

comendável a busca de outras informações históricas que possam dar um direcionamento mais apropriado às investigações geofísicas.

ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA

Os objetivos da Arqueologia Subaquática (incluindo Arqueologia Marinha, Marítima e Náutica) estão expressos em integrar indicadores e interpretações arqueológicas no estudo mais amplo do passado humano, enfatizando, não apenas, materiais de lugares submersos, mas, também, de atividades marítimas, sem dúvida, um dos maiores empreendimento humanos universais. Haja vista o fato que dois terços da Terra são cobertos por água, muitas civilizações humanas recorreram ao mar, lagos e rios para sustento, transporte e guerra. Para obter uma compreensão tão completa do passado, as reconstruções arqueológicas do passado mais remoto, bem como as interpretações antropológicas do comportamento do *Homo sapiens*, devem incluir informações de locais submersos ou subaquáticos.

A Arqueologia Subaquática é um marçalho disciplinar relativamente novo da Arqueologia e está apenas passando de um período pioneiro, que abrangue a última metade do século XX. Os objetivos dos arqueólogos que trabalham nesta seara, ao largo do próximo século, vão se concentrar numa melhor integração de seus dados e interpretação com a comunidade profissional mais ampla e sob uma melhor divulgação de suas pesquisas para o público. Outros objetivos incluirão o combate à caça ao tesouro e o salvamento comercial de naufrágios arqueologicamente significativos, bem assim a adaptação ao desenvolvimento do final do século XX de novas tecnologias que liberaram o potencial para descobrir, examinar, escavar ou saquear locais em qualquer profundidade no oceano (MARTIN, 2020).

Para praticar um padrão adequado de Arqueologia Subaquática, são necessárias qualificações acadêmicas, impondo-se treinamento e experiência adequados. O treinamento apenas em técnica arqueológica não será suficiente. A educação superior (de preferência pós-graduação) em Teoria Antropológica, Histórica e Arqueológica, Metodologia e prática de pesquisa precisa ser combinada com qualificações adequadas e

experiência em trabalho subaquático. O treinamento de nível avançado em mergulho técnico, também, é vantajoso, especificamente ao se operar em locais subaquáticos em profundidade, sob visibilidade ruim ou limitada ou em outras condições perigosas. Ao realizar Arqueologia no ambiente subaquático, um arqueólogo, geralmente, terá uma ou mais especialidades ou interesses geográficos, temporais, temáticos ou culturais, como a construção de navios europeus de madeira, e o comércio marítimo. Outros arqueólogos são suscetíveis de se concentrar em temas como símbolos de navios, processos de formação de sítios ou modelagem por computador. Arqueólogos tecnicamente orientados, também, vão, certamente, concentrar esforços em áreas como sensoria-mento remoto, metodologia de pesquisa ou conservação (MARTIN, 2020).

Para que o ser humano permaneça submerso no ambiente subaquático por qualquer período, em praticamente qualquer profundidade abaixo da superfície da água, é necessário o uso de equipamentos especiais. Em águas relativamente rasas (em geral, menos de 40 metros de profundidade), uma opção é mergulhar onde o mergulhador recebe um suprimento de gás comprimido, como SCUBA ou ar fornecido pela superfície. Avanços recentes na tecnologia de mergulho, denominado mergulho técnico ou mergulho com mistura de gás envolvendo o uso de *nitrox* e *trimix*, estenderam as profundidades de água alcançadas pelos mergulhadores em transposição aos 80 metros. O mergulho técnico utiliza sistemas de sinos de mergulho, misturas de gases diferentes do ar e treinamento específico para mergulho em profundidade (DELGADO; STANIFORTH, 1997.)

Atualmente, no entanto, em sua maioria, os oceanos do mundo são muito profundos para a atividade de mergulho, razão por que os seres humanos só alcançam e laboram fisicamente em águas relativamente rasas. Trabalhar no ambiente subaquático em profundidades superiores a 100 metros envolve o uso de um submersível (ou submarino) ou a adoção de um regime de mergulho técnico.

Os custos de enviar um submersível tripulado para as profundezas são elevados, mas esses desembolsos estão caindo. Isto porque, com o domínio dos órgãos militares e financiados pelo Governo, como o Woods Hole Oceanographic Institute (onde está um importante veículo - o *Alvin* - operando em mergulhos profundos desde os anos de 1960), a exploração do mar profundo se estendeu ao universo comercial, como

demonstra o emprego do *Nautile* e dos *Mirs* nos projetos do Titanic. Para trabalhos em lugares mais rasos, os pequenos submersíveis articulados para uma pessoa, que se assemelham a uma armadura, estão se tornando mais baratos e concedem a oportunidade de as pessoas descenderem às profundezas, sem medo de doenças descompressivas. Eles incluem a atualização mais recente do traje de mergulho blindado, neste caso, um *Newtsuit* de corpo de uma atmosfera.

A alternativa para realmente colocar as pessoas em um sítio arqueológico subaquático envolve o uso de um Veículo Operado Remotamente (ROV) ou equipamento de Geofísica Marinha, como o sonar de varredura lateral, magnetômetros, detectores de metal, perfiladores subfundo ou sistemas *CHIRP*. Veículos operados remotamente são dispositivos robóticos, amarrados a um barco de apoio na superfície que transporta câmeras fotográficas ou de vídeo. Os ROVs, também, transportam dispositivos de manipulação para escavar ou recuperar materiais, desde amostras geológicas ou artefatos.

NAUFRÁGIOS NO BRASIL

O programa Sistema de Informações de Naufrágios (SINAU) foi criado em 1995 como um banco de dados aberto a todos os interessados, no âmbito do qual vários pesquisadores eram passíveis de contribuir com informações, aumentando o conhecimento de todos e reabrindo, rapidamente, parte importante da história naval do Brasil. Com o SINAU, é possível consultar informações para novos e inexplorados pontos de mergulho, acrescentar outros naufrágios e/ou dados históricos e técnicos sobre os já existentes, além de executar ampla pesquisa, cruzando informações registradas. Em relação ao Estado do Ceará, é listado um total de 75 naufrágios, muitos relatados em levantamentos históricos e relatórios da Marinha do Brasil, estando 16 ocorrências enquadradas na Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Cultural Subaquático como de caráter cultural, histórico ou arqueológico.

O mais antigo está datado de 1615, uma embarcação do tipo *patacho*, que é um barco a vela de dois mastros, tendo na proa uma vela redonda e na popa uma do tipo latina, utilizada pela Armada

Portuguesa na luta contra os franceses e seus aliados indígenas, estabelecidos na chamada França Equinocial. O comandante deste feito foi Diogo de Campos Moreno (Tânger, 1566 – 1617), militar lusitano que, após ter combatido na Flandres, seguiu para o Brasil em 1602, com o posto de sargento-mor. Sua experiência foi repassada por intermédio de livros diversos, tais como a *Jornada do Maranhão*, por ordem de Sua Majestade, feita o ano de 1614 (MORENO, 2011).

Na lista aparecem os naufrágios de navios dos aliados (Pecém e Acaraú) torpedeados por submarinos alemães que, posteriormente, foram afundados pela aviação de patrulha (Mucuripe e Jericoacora) que combateram em nossas águas durante a Segunda Guerra Mundial. Os períodos beligerantes do século XX acarretaram grandes mudanças não apenas de ordem política e social. Do ponto de vista material, houve considerável aperfeiçoamento da tecnologia naval, de equipamentos bélicos, desenvolvimento da aviação orientada para o combate, aviação naval, armas de destruição em massa *et coetera*. O aprimoramento tecnológico, consequentemente, acarretou uma grande perda de belonaves (embarcações e aeronaves) e vidas humanas. Na sua maioria, os sítios arqueológicos, procedentes de acontecimentos trágico-navais e trágico-aéreos, localizam-se nos oceanos Atlântico e Pacífico, mar Mediterrâneo e Caribe (embarcações, aeronaves e submarinos) com imensa diversidade de sítios de naufrágios provenientes de nações distintas, com variadas tipologias de sítios (PORTO, 2013).

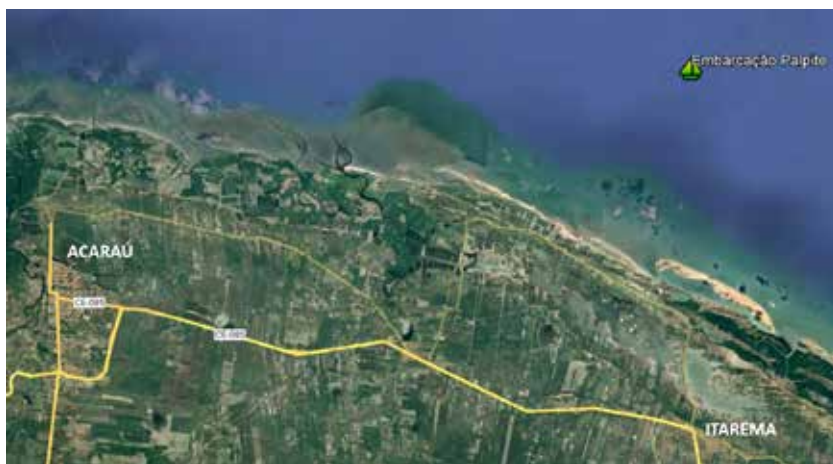
Malgrado haver muitos mistérios em cada naufrágio, ainda existe um hiato significativo em relação ao naufrágio mais importante da nossa história e conhecido como *O barco do Acaraú*. A Comissão Científica de Exploração foi uma expedição científica organizada pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro em 1856 e executada de 1859 a 1861, que realizou pesquisas nas áreas de Botânica, Geologia, Mineralogia, Zoologia, Astronomia, Geografia e Etnografia em todo o território do Ceará e arredores. A comissão foi cercada de polêmicas políticas e escândalos, inclusive sexuais. Terminou com um naufrágio, que levou para o fundo do mar muito do que havia sido descoberto.

Alemão (2011) citando uma crônica de Gustavo Barroso, que escreveu tentando explicar a desventura da Comissão, assinala que, como era de se esperar, ele recorreu a elogios ao currículo de cada cientista e repetiu o argumento que já vinha sendo usado no rol das defesas:

Dos seus copiosos relatórios se verifica que ela procedeu a estudos sérios. No entanto, como talvez se esperasse da mesma, não um material informativo para base dos estudos relativos às Ciências Naturais e sim a resolução concreta de problemas seculares, o que absolutamente não podia ser o seu escopo, nenhuma outra no Brasil foi tão combatida e desmoralizada no parlamento e na imprensa. Tudo servia de pretexto para metê-la a ridículo e as maiores calúnias choveram-lhe em cima. Puseram-lhe um apelido que logo pegou devido à sua coleta de insetos para o Museu: Comissão das Borboletas... [...] [um barco à vela], armado em iate, fez o comércio de cabotagem dos pequenos portos costeiros, até que a Comissão Científica o alugou para trazer do Camocim a Fortaleza o material geológico, mineralógico, zoológico e etnográfico colhido pelos chefes das diversas secções no interior da província. Na travessia da foz do Acaraú para Fortaleza, o “Palpite” foi a pique, perdendo-se toda essa preciosa coleta. Logo se começou a boquejar que o naufrágio fora proposital, a fim de que se perdesse a papitada da Comissão das Borboletas e jamais se pudessem apurar as comidelas dos seus membros (ALEMÃO, 2011, p.12).

Com amparo em diversos documentos históricos, foi realizada uma prospecção arqueográfica subaquática, contando com uma equipe de arqueólogos, envolvendo pós-graduados do Instituto Politécnico de Tomar (IPT), Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, incluindo um dos autores deste escrito, pesquisador-docente ente LABOMAR, da Universidade Federal do Ceará. O naufrágio localiza-se no litoral norte do Estado do Ceará (Brasil), próximo à foz do rio Acaraú, a cerca de 2,5 km do ponto mais próximo da costa, com as coordenadas 02° 48.627'S e 039° 54.942'W (Figura 1). O local, com uma profundidade média de cinco metros, é pouco acidentado, revelando uma grande quantidade de vida marinha e cobertura do coral *Siderastrea*, além de *seagrass* que se observam nas imediações. Com uma boa visibilidade geral, pouco comum a uma proximidade tão curta da costa, possui água com uma temperatura média de 27 graus Celsius.

Figura 1 - Localização do naufrágio do iate *Palpite*.



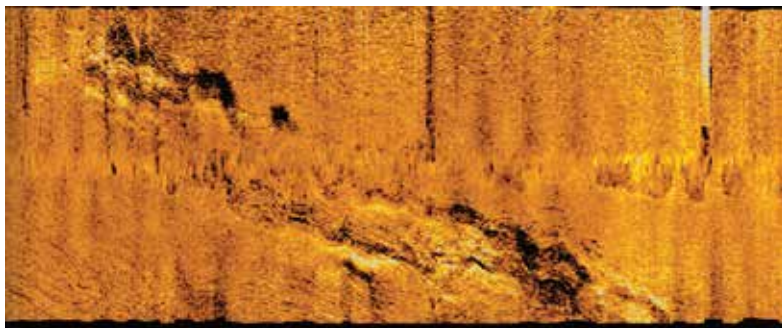
Na exploração arqueológica de subsuperfície dos destroços e registros das características da embarcação, visando a sua identificação, foram realizados diversos mergulhos de prospecção não invasiva, com a equipe interdisciplinar, em agosto de 2020. Os trabalhos foram assentes numa prospecção direta em linhas paralelas, nos sentidos longitudinal e perpendicular. Durante os mergulhos, foram desenvolvidas filmagens, para posterior tratamento fotogramétrico. Conforme as duplas de trabalho, consideraram-se o desenvolvimento de tarefas de registo de croquis dos destroços, delimitação da área de dispersão do sítio, medição das peças mais relevantes e identificação. À superfície, desenvolveu-se, ainda, um levantamento, nos sentidos longitudinal e perpendicular do local, com emprego do sonar de varredura lateral Garmin. As anomalias mais relevantes identificadas pelo uso de sonar foram georreferenciadas por meio de boias de isopor, lastreadas ao fundo, por poita de pedra e linhas de pesca, para posteriormente serem investigadas *in situ*, por via de prospecção direta. Todo o espaço foi registado batimetricamente e alguns dos vestígios georreferenciados (FIGUEREDO, 2022)

De acordo com as imagens obtidas pelo *sidescan* (Figura 2), por fotografias e contato visual durante os mergulhos, identificamos a embarcação com sua estrutura em avançado estado de degradação, provavelmente pelo desmonte, que consideramos ter existido na

época do naufrágio, em razão de sua proximidade à costa e da pouca profundidade.

Nos mergulhos, notamos que se trata de uma embarcação projetada com propulsão a vela, provavelmente, em uma época de transição para propulsão a vapor, da segunda metade do século XIX.

Figura 2 - Registro do *sidescan* da localização do naufrágio.



Os vestígios, nomeadamente as estruturas expostas acima do solo marinho, mostram-se bastante concrecionados, dificultando a interpretação de algumas peças que se encontram, parcialmente, enterradas. No local, registaram-se partes em madeira e em ferro, onde ainda restam peças de pequenas e grandes proporções, destacando-se uma âncora em estilo almirantado, uma caldeira auxiliar com dimensão reduzida, que normalmente era utilizada para içamento de âncoras, cargas e para gerar energia quando a embarcação se encontrava ancorada nos portos e atracadouros (Figura 3). Também foram identificados um guincho, um cabrestante, cravos de bronze, joelhos, cavilhas e peça de fixação dos estais no gurupés/mastro (Figura 4).

Figura 3 - Ancora de estilo almirantado (A) com sua reconstituição em 3D (B) e caldeira auxiliar (C) com reconstituição em 3D (D). Foto: Flávio Calippo. 2020; Reconstrução 3d Adriano Oliveira, 2021.

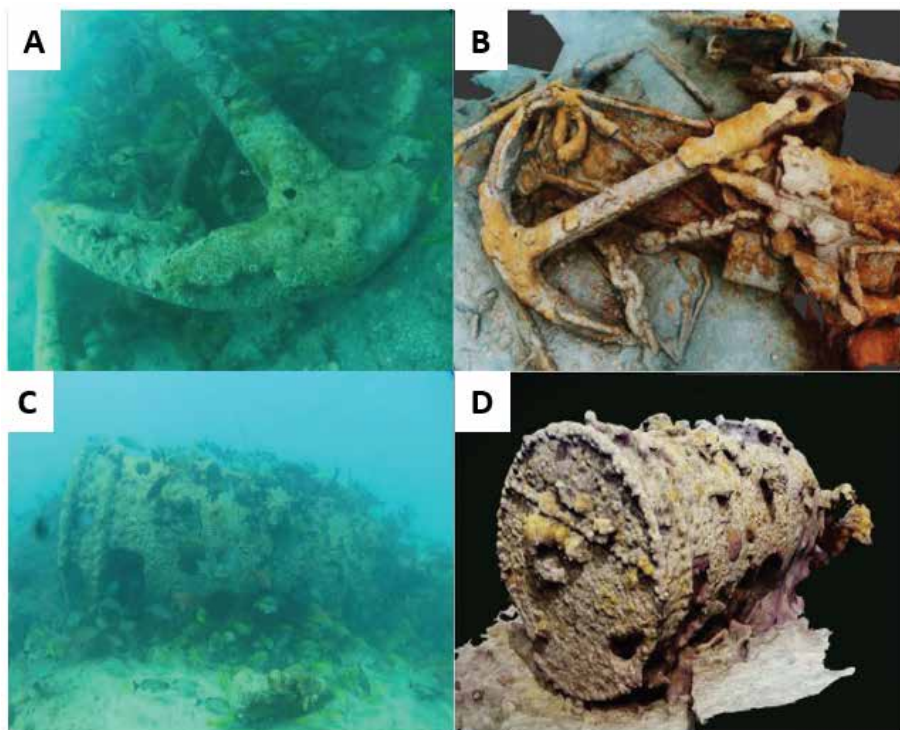
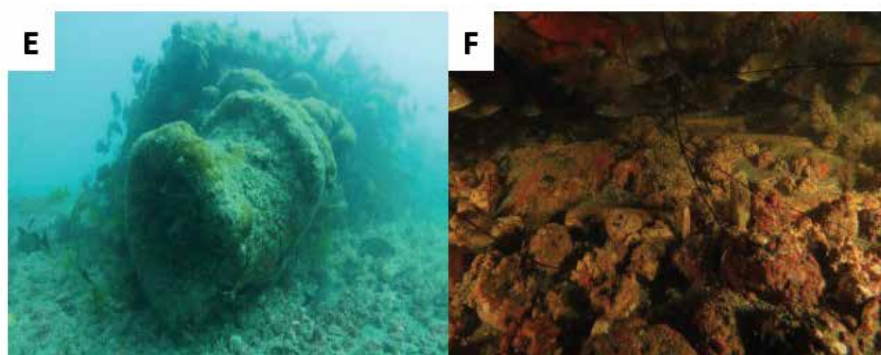


Figura 4 - Guincho (E) e cravos de bronze com as pontas saindo do sedimento, indicando que a porção do fundo da embarcação deve estar ainda enterrada. Foto: Flávio Calippo. 2020.



Analisando o sítio, registamos o fato de que possui proa apon-

tada para leste e, aparentemente, com parte da estrutura restante caída para boreste, medindo cerca de 35 metros de comprimento por seis de largura. Contextualizando o naufrágio em relação aos pontos cardiais, entendemos, então, bem melhor a dinâmica do sinistro, verificando o rumo para a cidade de Fortaleza, indicando que vinha do Noroeste, quando, provavelmente, alterou seu rumo em direção à costa, procurando, provavelmente, águas mais rasas para obter melhores condições de salvamento. As peças encontram-se sobre o sítio, ou, no seu redor, mas muito próximas dos destroços da embarcação, sendo um naufrágio que não denota grande dispersão dos materiais, indicando um comportamento da estrutura eclipsada para boreste do navio.

Alguns dos objetos que lá se encontram (BASTOS, 2022), bem como o registo e a confirmação do uso secundário da caldeira encontrada, vêm confirmar a preposição de que se trata de um naufrágio ocorrido na fase de transição para embarcações a vapor ou *steamship*, pois estas caldeiras, designadas de auxiliares, não eram tão utilizadas para navegação e sim para a faina regular.

Os inquéritos realizados à comunidade, sobretudo de pescadores, tiveram alguns resultados interessantes de análise (BASTOS, 2022). Três dos inquiridos revelaram que do local foram extraídos variegados objetos, mencionando um deles a presença de espólio por familiares, tendo algumas peças em bronze sido vendidas ao padre local, para fazer os sinos que coroam a igreja de Acaraú. Um nativo de Itarema, que também é historiador e administrador de um museu, mencionou que, em conversação com outros habitantes locais, nomeadamente o Mons. José Edson Magalhães, obteve a informação de que, por volta de 1860, terá ocorrido naquela zona um naufrágio. De acordo com os entrevistados, é também notório o relato de um neto de historiador, revelando que existe uma menção de nome de Guajará, de um naufrágio, em algumas publicações de Nicodemos Araújo (ARAÚJO, 2005).

Em pesquisa realizada, tornou-se notório o fato de que existe alguma discrepância entre o publicado e os *sites* de levantamento de naufrágios, apontando a ocorrência durante o séc. XX, e não em 1850, como é referido pelo autor (ARAÚJO, 2005). O naufrágio terá, mais precisamente, ocorrido no ano de 1922, data do afundamento referenciado no *site* Brasil Mergulho (BRAGA, 2015) ou em 1926, tal como descrito no *site* Naufrágios do Brasil. Estes últimos anos mencionados são coerentes para o registo,

tendo em conta os vestígios observados e apontados como pertencentes à barçaça Guajará. As pesquisas apontam-na como localizada no sítio Boca da Barra, não sendo a embarcação tratada neste estudo.

Em ultrapasse às possibilidades já aqui imprimidas, a análise documental situou a alternativa (BASTOS, 2022). Um dos autores deste artigo, Bastos, considerou pertinentes os relatos referentes à expedição da Comissão Científica Exploratória criada por D. Pedro II, em 1856, apontando como podendo ter grande viabilidade tratar-se do naufrágio da embarcação à vela *Palpite* (PORTO ALEGRE, 2003; ALEMÃO, 2011; BARROSO, 2017; ANDRADE, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos realizados de Arqueologia Marítima no Ceará mostram a grande potencialidade dos métodos utilizados para a elucidação da história evolutiva da ocupação do nosso litoral. Seja em terra, na costa, ou sob o oceano, existem, ainda, inúmeras evidências a serem descobertas e interpretadas. À guisa de exemplo, dos 75 naufrágios reportados no Ceará somente 24% foram localizados.

A capacidade é um conceito amplo, definível como “[...] a capacidade das pessoas, das organizações e da sociedade como um todo para administrar seus assuntos com sucesso” (OCDE 2012: 27). Para a Arqueologia Marítima e a proteção do patrimônio cultural subaquático (ou marítimo), é verdadeiro expressar a noção de que a capacidade é a preparação das pessoas, das organizações e da sociedade como um todo para gerirem o patrimônio cultural subaquático com sucesso, mediante a investigação, proteção e promoção. Vários fatores interagem para afetar essa habilidade, como, *exempli gratia*, a Arqueologia marítima é um empreendimento que requer certas habilidades e conhecimentos de seus participantes, bem como financiamento e acesso adequados e capacidade de usar uma gama diversificada de equipamentos e tecnologias. Demais disso, ações relevantes são realizadas dentro de determinados contextos sociais, legais e institucionais, que também influenciam a capacidade de uma pessoa, organização ou Estado de realizar efetivamente a Arqueologia Marítima.

O desenvolvimento de capacidades é um veículo fundamental para melhorar a pesquisa arqueológica marítima e a proteção do patrimônio cultural subaquático. Numerosas organizações, arqueólogos e projetos arqueológicos tentam desenvolver a capacidade em Arqueologia Marítima, com algumas das atividades nos últimos anos vinculadas à Convenção da UNESCO de 2001 sobre a Proteção do Patrimônio Cultural Subaquático, diretamente por intermédio do trabalho de sua Secretaria, ou realizadas em seu nome por outras partes (UNESCO 2017). Esses esforços, geralmente, se concentram no treinamento de agentes em vários aspectos da Arqueologia Marítima ou gestão do patrimônio subaquático (ANDERSON, 2014; MANDERS e UNDERWOOD, 2015). O sucesso, em geral, é medido listando o número de pessoas treinadas ou o número de cursos realizados (MANDERS e UNDERWOOD, 2015).

Sobra, também, aqui o registo da importância e da necessidade do uso de tecnologias de investigação adequadas e evoluídas para os casos de pesquisas arqueológicas *on* e *offshore*, como é o caso das tecnologias geofísicas em seu espectro mais amplo e integradas com ROV, PDI, SIG e investigações diretas; investimentos em recursos humanos e projetos aplicados estão inseridos neste conjunto.

REFERÊNCIAS

ALEMÃO, F.F. **Diário de Viagem de Francisco Freire Alemão (1859- 1861)**. Fortaleza: Ed. Fundação Waldemar Alcântara, 2011.

ANDERSON, R. **Report on ‘international capacity building on safeguarding the underwater cultural heritage’** (Kegiatan Bimbingan Teknis Cagar Budaya Bawah Air Tingkat Internasional Tahun 2014) training activities: Makassar, Sulawesi, Indonesia, 21 September–7 October 2014. Western Australian Museum Report No. 311. 2014.

ANDRADE, R.O. Tesouros do sertão: Comissão científica de exploração ao Ceará ajudou a enriquecer acervo do Museu Nacional em meados do século XIX [artigo]. In: **Revista FAPESP**, Edição 274, dez. 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/tesouros-do-sertao/> acessado em: 17 mai. 2023.

ARAÚJO, N. **Município de Acaraú**, Notas para sua História. Acaraú. 2005.

BARRETO, A. **Fortificações no Brasil** (Resumo Histórico). Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 1958. 368 p.

BARROSO, N. **As Pirâmides do Egito e o Palpite do Ceará**: Comissão Científica de Exploração, também conhecida como Comissão das Borboletas e suas implicações no naufrágio do *Palpite* em 1861 no Ceará. Ed. Instituto Epistême de Saúde, Educação e Cultura, Fortaleza, CE. 2017.

BASTOS, A. **Identificação do naufrágio conhecido como Barco Acaraú**. Dissertação de Pós-graduação em Arqueologia Subaquática. Instituto Politécnico de Tomar. Portugal. 2022.

BITTENCOURT, A.S. O projeto atlas dos naufrágios de interesse histórico da costa do Brasil. **Revista Marítima Brasileira**, v. 138 n. 01/03, p. 102-112. 2018.

BRAGA, M.D.; BARBOSA, A.C.B. **Atlas de Naufrágios do Ceará**. Fortaleza: Ed. Gráfica e Editora LCR, 2015.

CASTELO BRANCO, R. Mariano G.; LIMA JUNIOR, S. B.; CASTELO BRANCO, J. L.; AMORIM, A. N.; ALVITE, E. N. C.; MARTINS, J. A.; VIEIRA, N.C.; SANTOS FILHO, F. F. B.; LEOPOLDINO, K. M.; CAPUTO, M. V. - Ground penetrating radar (gpr) over calembre glacial striated pavement, parnaíba basin, SE Piauí state, NE brazil. In: **14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society**. Rio de Janeiro. 2015.

CASTELO BRANCO, R.M.G.; CASTELO BRANCO, J.L.; VINICIUS, M.; MAIA, C.R.. Pesquisa geofísica com GPR (radar de penetração no solo) na área do Farol do Mucuripe: buscas pelo Fortim de São Luís. Relatório Inédito, Fortaleza, 15p, 2021.

CASTRO, D. L.; CASTELO BRANCO, R. M. G.; CARVALHO, A.M. - Uso do GPR no estudo da estruturação interna de depósitos de eolianitos na região costeira de Uruoca, CE. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 18, n.2, 245-254, 2005.

CATSAMBIS, A.; FORD, B.; HAMILTON, D.L. **The Oxford Handbook of Maritime Archaeology**. Oxford University Press, 1248 p. 2013.

DELGADO J. P.; STANFORTH, M. **Encyclopedia of Underwater and Maritime Archaeology**. London: British Museum Press. 1997.

FIGUEIREDO, A.; CALIPPO, F.; BASTOS, A.; BRAGA, M.; GASTÃO, F.G.C. 2022. Será o **Palpite** integrado na Comissão Científica exploratória de D. Pedro II? Registro, análise e possível identificação de um naufrágio conhecido próximo a Acaraú/CE, no Brasil. **Atlanticus**. 1. 85-98. 10.29327/264588.11-8. 2022.

GUIMARÃES, R.S. Ações para proteção do patrimônio cultural subaquático. **Anais** do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH • São Paulo, 7 p. julho. 2011.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. Patrimônio Material. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/276>. Acesso: 17 mai. 2023.

LIMA JÚNIOR, S.B. **Estrutura interna de depósitos eólicos do Estado do Ceará**: radarfácies e evolução. Tese de Doutorado, PPG da UFC, 135 p., 2017.

MACKINTOSH, R. Capacity in Maritime Archaeology: A Framework for Analysis. **Journal of Maritime Archaeology**, 14(3), 391–408. <http://www.jstor.org/stable/45218705>. 2019.

MANDERS M, UNDERWOOD CJ UNESCO field school on underwater cultural heritage 2009–2011, Thai land: capacity building in the Asian and Pacific region. In: **Tripathi S (ed) Shipwrecks around the world**: revelations of the past. Delta Book World, New Delhi, p 730–748. 2015.

MARTIN, C.J.M. Underwater Archaeology. In: Smith, C. (eds) **Encyclopedia of Global Archaeology**. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30018-0_612. 2020.

Menezes Costa, D., Godoy, R. Archeology and Brazilian Studies: Past and Present. **Brasiliana: Journal for Brazilian Studies**, 9(2), 1–6. <https://doi.org/10.25160/bjbs.v9i2.125042>. 2021.

MORENO, D. **C.Jornada do Maranhão** / Diogo de Campos Moreno; apresentação:

José Sarney e Josué Montello. – Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 168 p. 2011.

OECD. **Greening development: enhancing capacity for environmental management and governance**. OECD Publishing, Paris.2012.

Porto Alegre, M.S. 2003. Comissão das Borboletas: a ciência do império entre o Ceará e a Corte (1856-1867). Fortaleza: Museu do Ceará, Secretaria da Cultura do Estado do Ceará.

PORTO. O.A. **Arqueologia Marítima/Subaquática da 2ª Guerra Mundial:** sua Aplicabilidade no Brasil. Dissertação de Mestrado – UFSE, 138 p. 2013.

SOUZA, A.F. Fortificações no Brasil. **RIHGB**. Rio de Janeiro: Tomo XLVIII, Parte II, 1885. p. 5-140.

UNESCO. **UNESCO capacity-building programme on underwater cultural heritage protection.** <https://en.unesco.org/underwater-heritage>. Acessado 17 mai. 2023. 2017.

ECONOMIA DO MAR E TEORIA DOS *STAKEHOLDERS*: MAPEAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS NO ESTADO DO CEARÁ

Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹
João Felipe Nogueira Matias²
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele³

RESUMO

A economia do mar é matéria ascendente, a ocupar espaço considerável no meio acadêmico nos últimos anos, em razão da sua relevância. Retrata um conceito interdisciplinar, visando a estudar o uso e a riqueza dos recursos naturais dos mares, oceanos e zonas costeiras com vistas a assegurar a sustentabilidade nessas regiões. No Ceará, a economia do mar reúne várias atividades que apoiam o desenvolvimento local, regional e estadual, com produção dos pescados, robusto setor turístico, turismo náutico esportivo, potencial para energias renováveis, dentre outros. Haja vista a relevância e as potencialidades do Estado quanto às atividades econômicas envolvendo o mar e a percepção da existência dos mais diversos *stakeholders* e possíveis conflitos entre estes, surge a necessidade de identificar e gerenciar os interesses dos grupos envolvidos, de maneira sustentável e mantendo o crescimento econômico. Este experimento objetivou proporcionar discussões relacionadas à economia do mar, associando à Teoria dos *Stakeholders*, e identificar quais destes estão no Ceará, mostrando, também, sua participação. Constatou-se, por conseguinte, a relevância da participação e do envolvimento dos segmentos interessados nas discussões e elaborações, além das tomadas de decisões que os afetem, considerando-se as dimensões sociais, econômicas e ambientais.

Palavras-chave: Economia do mar. Teoria dos *Stakeholders*. Ceará.

- 1 Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- 2 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.
- 3 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A economia do mar constitui uma temática em crescimento, que toma espaço considerável no meio acadêmico nos últimos, em decorrência da sua importância. Retrata um conceito interdisciplinar, visando a estudar o uso e a riqueza dos recursos naturais dos mares, oceanos e zonas costeiras, para garantir a sustentabilidade nessas regiões (SANTOS; FONTES, 2020). A EM é representada pelas atividades econômicas que se desenvolvem com a influência direta do mar, com práticas em suas adjacências, mesmo que não utilize as águas marinhas como matéria-prima (CARVALHO, 2018).

No Brasil, a região costeira é uma área de grande concentração populacional, onde se verificam conflitos de atividades econômicas, competindo espaço com turismo e ecossistemas frágeis, a exemplo dos manguezais (BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008). Compreender a dinâmica dos setores nessa economia permite mais consistência nas informações para elaborar políticas e ações específicas a essas regiões, além de considerar possíveis efeitos de mudanças climáticas (KILDOW; MCLLGORM, 2010). Cerca de 19% do PIB nacional são provenientes da EM (CARVALHO, 2018), incluindo uma diversidade de atividades, por exemplo, pesca, turismo, transporte marítimo, construção naval, portos, extração de petróleo e defesa, dentre outras (SANTOS; FONTES, 2020). Assim, é perceptível a existência de conflitos relacionados ao uso sustentável da região, crescimento econômico e a necessidade de conseguir entendimento entre os vários grupos de *stakeholders*, que, muitas vezes, são concorrentes (VOYER *et al.*, 2018; SCHUTTER; HICKS, 2019).

Nos últimos anos, o conflito entre os *stakeholders* em áreas costeiras e marinhas teve um aumento significativo (ALEXANDER, 2020; SPIJKERS *et al.*, 2018), considerando diversos grupos, capaz até de produzir influxos negativos na estrutura de custo do setor, nas tomadas de decisões, nas operações e, ainda, restringindo crescimento. O conflito entre os grupos é suscetível de surgir quando os valores, atitudes, interesses ou ações das partes interessadas são divergentes (DUFFY; ROSELAND; GUNTON, 1996; MORFORD *et al.*, 2003), seja competição por bens e serviços oceânicos e costeiros, pressão populacional, mudanças climáticas, fatores políticos e sociais, dentre outros (ALEXANDER, 2020).

O Estado cearense possui área de aproximadamente 600 km de litoral, com atividades pesqueiras tradicionais, também relevantes, com destaque na contextura nacional. A economia do mar reúne várias atividades que apoiam o desenvolvimento local, regional e estadual, com produção dos pescados, intensivo setor turístico, turismo náutico esportivo, potencial para energias renováveis, dentre outros. Assim, notamos a relevância e as potencialidades do Estado quanto às atividades econômicas envolvendo o mar, surgindo a necessidade de administrar e gerenciar, de maneira sustentável, para que todos usufruam sustentavelmente, mantendo o crescimento econômico.

Com essa finalidade, é importante reconhecer os mais diversos *stakeholders*, para assim promover práticas de gerenciamento e possibilitar resoluções de conflitos e a sustentabilidade do ambiente. A exemplo, impende considerar a participação e o engajamento dos mais variados *stakeholders* nas discussões e nas tomadas de decisões (KOONDEE; SHARAFUDDIN; MADHAVAN, 2021). É notória a importância de um equilíbrio entre os interesses econômicos gerados pelas atividades e os proveitos dos *stakeholders* envolvidos.

O ensaio agora sob relato objetiva mapear os *stakeholders* envolvidos na economia do mar no Estado do Ceará, e, assim, demonstrar possíveis relações entre a Teoria dos *Stakeholders* e esse setor econômico, dando ensejo a discussões sobre a necessidade desse gerenciamento, haja vista um setor com diversas organizações e *stakeholders* com múltiplos interesses, passíveis de ser divergentes e propensos a conflitos, tornando-se necessário gerenciar da melhor maneira para atender a todos e preservar os recursos.

Com efeito, esta investigação está organizada assim: na seção dois, foi procedida a uma contextualização acerca da economia do mar e o desafio da sustentabilidade; a de número três reporta-se à Teoria dos *Stakeholders*, sua relação com a economia do mar e alguns estudos anteriores que inserem essa relação nas suas discussões; o segmento quatro descreve o contexto do Ceará e oferece um mapeamento dos *stakeholders* na economia do Estado, culminando com as considerações finais (módulo 5) – configuradas no derradeiro segmento do capítulo.

2 A ECONOMIA DO MAR E O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

Nos últimos anos, debate-se a importância do paradigma emergente da economia do mar, ou Economia Azul (*Blue Economy*), com vistas a aproveitar os recursos oceânicos e costeiros na base do desenvolvimento sustentável. Os principais recursos da economia do mar incluem peixes, outros organismos vivos, recursos genéticos, minerais e outras substâncias não vivas, energia *onshore* e *offshore* e uma série de recursos marinhos, além de serviços, nomeadamente, transportes, turismo e comunicações. Os oceanos, historicamente, apoiaram a humanidade para atender às suas muitas necessidades essenciais e, se aproveitados de acordo com sua capacidade de carga, eles vão continuar a fazê-lo, para sempre. Essa preocupação está literalmente inserida no conceito do desenvolvimento sustentável, popularizado em 1997 no relatório *Our Common Future -Relatório de Brundtland*, definindo como aquele que “[...] satisfaz às necessidades e aspirações do presente, sem comprometer a possibilidade de atender-las no futuro” (WCED, 1987).

Com a finalidade de mensurar a *performance* das organizações, criou-se a *Triple Bottom Line* (TBL), difundindo a ideia de concepção de valor multidimensional e compreendendo que o desempenho dos negócios, bem como o sucesso das organizações, devem ser mensurados tomando por base fatores econômicos, sociais e ambientais (ELKINGTON, 1997; GOEL, 2010). Assim, o desenvolvimento sustentável engloba essas três dimensões de maneira inter-relacionada e complementar (CIEGIS; RAMANAUSKIENE; MARTINKUS, 2009).

O conceito de “economia do mar” ou “economia azul” emergiu nos preparativos para a Rio +20, mediante preocupações quanto ao papel dos oceanos na vida de milhões de pessoas, principalmente em pequenas nações costeiras, estimulando mais discussões (BAX *et al.*, 2022). Desde então, diversas iniciativas e políticas públicas foram implementadas. Estima-se que as atividades econômicas relacionadas a essa economia seja capaz de produzir cerca de de US\$3-5 trilhões por ano até 2030, reforçando a importância dessa temática (OCDE, 2019).

Um dos mais significativos desafios da atualidade é a sustentabilidade da economia azul, no entanto, é uma oportunidade, quando a gestão e a conservação dos ambientes marinhos devem reconhecer uma interdependência dos sistemas naturais e humanos (SHEN *et al.*, 2023). Dessa maneira, a economia do mar, por um lado, demonstra oportunidades de crescimento e desenvolvimento e, de outra parte, denota atenção aos espaços vulneráveis que necessitam de proteção. O nexo entre ideias envolvendo a sustentabilidade e o crescimento azul persiste controverso, tornando importante uma mudança proposital com vistas a uma economia orientada para o ambiental e o social, de maneira justa (BAX *et al.*, 2022; JOUFFRAY *et al.* 2020).

O ecossistema costeiro é a base do desenvolvimento sustentável local, relacionando-se aos aspectos sociais, econômicos e à vida das pessoas (ONU, 2017), no entanto, também, é o ecossistema que está altamente exposto aos influxos de mudanças regionais e globais, em razão, por exemplo, do desenvolvimento socioeconômico e das atividades humanas (principais causadores da poluição do ambiente marinho) (DUAN *et al.*, 2022; MA *et al.*, 2014).

Considerando a sustentabilidade oceânica, o Banco Mundial retrata aspectos desde a pesca sustentável até a saúde do ecossistema e a prevenção da poluição, a qual requer uma colaboração entre fronteiras e setores envolvidos, por intermédio de parcerias entre as partes interessadas. O fato, porém, de haver distintos *stakeholders*, que visam a atender, apenas, aos próprios interesses, implica potenciais conflitos entre essas preferências ou proveitos (VOYER *et al.*, 2018).

De acordo com a proposição das Nações Unidas, do ano de 2021 ao ano de 2030 decorre a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável, visando a reverter prejuízos gerados ao bem-estar oceânico, além de propor uma estrutura que englobe todos os *stakeholders*, garantindo apoio aos países na criação de melhores condições para o desenvolvimento sustentável do oceano (OCEAN DECADE, 2019). Na prática, esse equilíbrio é um desafio, em decorrência da redução das condições dos oceanos em relação às atividades humanas (muitas vezes conflitantes), gerando poluição, pesca insustentável e degradação biológica (NAÇÕES UNIDAS, 2018).

Na óptica internacional, organizações e países debatem e formulam objetivos para lidar com a poluição no ambiente marinho. A exemplo, o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 trata da “vida abaixo da água”, que visa a “[...] conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”. (ONU, 2015). Assim, cada país é habilitado a colaborar, desenvolvendo um papel ativo na tomada de decisões com medidas para proteger o ecossistema marinho, necessitando quantificar as influências negativas das mudanças climáticas e das atividades humanas, bem como implementar contramedidas (SHEN *et al.*, 2023).

Ainda constitui, todavia, é desafio vincular a economia do mar aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente pelos potenciais conflitos entre os interesses individuais ou industriais, como as reduções de emissões de carbono relacionadas a combustíveis fósseis e fornecimento de energia (NAÇÕES UNIDAS, 2018). Isso demonstra a necessidade de demandar soluções que viabilizem as oportunidades relacionadas à economia do mar, reconhecendo e enfrentando suas ameaças (VOYER *et al.*, 2018). Para tentar alcançar um desenvolvimento sustentável próspero, resulta importante definir metas e objetivos apropriados e possíveis de atingir, identificando e levando em consideração todas as principais partes interessadas envolvidas (LEE, NOH, KHIM; 2020).

3 ECONOMIA DO MAR E OS STAKEHOLDERS

3.1 Teoria dos Stakeholders

Atualmente, o tratamento dado aos grupos internos e externos é de grande interesse na academia, com mecanismos internos (auditoria interna, conselho de administração, conselho fiscal, dentre outros) e mecanismos externos (*stakeholders*, agentes de mercado financeiro, a governança corporativa, dentre outros), considerando uma visão de fora para dentro da organização, a qual - se espera - iniba conflitos de interesse entre as mais diversas partes (MARTINS; FERREIRA; LUCENA, 2021).

O termo *stakeholder* foi criado nos 1980 por Freeman e, em uma tradução livre, significa “partes interessadas”, representando pessoas que influenciam ou são influenciadas por alguma organização. Essas partes também são capazes de interferir nas condições da empresa, seja financeiramente ou não, e são, por exemplo, clientes, fornecedores, funcionários, governo, comunidade etc. Com supedâneo nesse conceito, a Teoria dos *Stakeholders* postula a ideia de que o interesse das partes deve ser levado em consideração, pois estas são capazes de afetar ou de ser afetadas no alcance dos objetivos organizacionais, garantindo a sustentabilidade a longo prazo desse negócio (FREEMAN, 1984).

A Teoria dos *Stakeholders* visa a entender a relação entre os distintos grupos envolvidos nas práticas gerenciais cotidianas de uma organização (SINGH; FREITAS; VALADÃO JUNIOR, 2019). Este sistema – ou teoria – objetiva abranger todas as partes interessadas à procura de valor competitivo e requer a reconciliação de valores morais diversos estabelecidos na organização e partes envolvidas. Percebemos, então, a necessidade de que os valores de todos os interessados tenham um alinhamento apropriado a fim de alcançar seus objetivos (HILLMAN; KEIM, 2001).

As relações entre os *stakeholders* são consideradas complexas, manifestando-se de maneiras diferentes em cada contexto (GAO, ZANG; 2006). A Teoria dos *Stakeholders* proporciona melhor compreensão dos tipos de influências no ambiente organizacional, com base na capacidade de a organização exercer ou receber influência em relação com os seus *stakeholders* (GOMES, GOMES; 2007).

Como explanado, tal sistema foi elaborado considerando organizações. A economia do mar cuida de atividades econômicas envolvendo diversos segmentos econômicos com várias organizações empresariais envolvidas e, conseqüentemente, diversos *stakeholders* com os mais variados interesses. Com efeito, este capítulo intenta associar algumas vertentes da temática com a Teoria dos *Stakeholders*, a fim de gerar discussões e contribuir com as pesquisas sobre a economia do mar e melhorias em seu desenvolvimento.

3.2 Relação entre a economia do mar e os *stakeholders*

Como abordado anteriormente, a economia do mar envolve diversas atividades, emergindo a necessidade de associá-las a um uso sustentável, principalmente ao se tratar do crescimento econômico, que compreende interesses de partes diversas, suscetíveis de ensejar, conflitos envolvendo vários aspectos, como valores, cultura, recursos *et reliqua*. Desse jeito, associar essa matéria ao que propõe a Teoria dos *Stakeholders* é capaz oferecer uma visão mais ampla e resoluções dos possíveis desafios que venham a aparecer, haja vista que a teoria visa a compreender a relação estabelecida entre os variegados grupos envolvidos. Os valores e interesses de todos os *stakeholders* devem ter alinhamento apropriado, a fim de alcançar um objetivo comum (HILLMAN; KEIM, 2001), que, nesse caso, se relaciona à sustentabilidade do ecossistema.

Ao se tratar de economia do mar, englobam-se vários segmentos econômicos, tais como transporte marítimo, o petróleo e o gás, os parques eólicos *offshore*, o turismo, dentre outros, cada qual envolvendo organizações empresariais diversas e, conseqüentemente, *stakeholders* com os mais variados interesses, em cujo contexto é passível a prevalência de proveitos particulares, trazendo conseqüências a todos os envolvidos. Assim, a abordagem da Teoria dos *Stakeholders*, sob a óptica da gestão organizacional e gerenciamento das partes interessadas/grupos de interesse, dá ensejo a contribuições ao visado desenvolvimento sustentável das organizações insertas nesse âmbito.

Quando inicia a elaboração de um projeto ou empreendimento, é importante considerar alguns pontos para seu desenvolvimento, e um dos de maior relevo é identificar e gerenciar os seus *stakeholders*. Cada um desses agentes ou grupos possui um grau de importância diferente, dando azo à necessidade de prevalecer o alinhamento das partes, a fim de obter sucesso no projeto. A organização é afetável de maneira positiva ou negativa pelos seus *stakeholders*, demonstrando, então, a relevância do gerenciamento de partes interessadas.

Realizar análise dos *stakeholders* como estratégia na seara da Administração, e para desenvolver políticas públicas, se fez frequente

nas últimas décadas (XAVIER, 2010). A SEMA (2021) relata que a participação efetiva dos *stakeholders* da economia do mar colabora nas informações necessárias para a elaboração dos diagnósticos setoriais, o que será um auxílio para formular os Planos de Desenvolvimento Setoriais da economia do mar. Os diagnósticos objetivam indicar como cada *stakeholders* é suscetível de colaborar para a sustentabilidade, identificando os problemas, forças, oportunidades, fraquezas e ameaças. Em ultrapasse a isto, ao trazer atenção a esse potencial, será possível conhecer, também, as suas necessidades e, assim, contribuir para elaborar e/ou modificar planos para o desenvolvimento, considerando suas atividades. Portanto, relacionando à Teoria dos *Stakeholders*, os planos tencionam atender os interesses desses grupos, passíveis de influenciar ou receber influências por parte de cada setor dentro da economia do mar (SEMA, 2021).

Regiões onde se concentram baixos conflitos, alta biodiversidade e boa governança são também locais onde sucede um desenvolvimento eficiente da economia do mar (SCHUTTER; HICKS, 2019; MUSTAFA *et al.*, 2019). Isso reforça a ideia da necessidade desse gerenciamento para obtenção de eficiência na economia. O desafio é manter o controle, e isso requer a implementação de meios que favoreçam a resolução de potenciais conflitos, gerenciando esses diversos interesses.

De tal maneira, notamos que o primeiro passo a tomar refere-se à necessidade de conhecer todos os *stakeholders* envolvidos, pois essas partes é que colaboram para o equilíbrio dos aspectos da sustentabilidade. De acordo com Project Management Institute (2013), os processos de gerenciamento dos *stakeholders* são compostos por quatro etapas: 1) Identificação das partes interessadas, que visa a identificar as pessoas, grupos ou organizações que impactem ou sejam impactados pela atividade, mediante análises de documentos e informações relevantes quanto aos interesses, engajamento, interdependências, dentre outros; 2) Planejamento do gerenciamento das partes interessadas, que pretende desenvolver estratégias adequadas para envolver cada *stakeholder* de modo eficaz; 3) Administração do engajamento dos interessados, envolvendo, assim, a comunicação com tais partes, de modo que sejam atendidas suas necessidades e expectativas; 4) Controle do engajamento das partes interessadas, envolvendo o monitoramento dos relacionamentos dos *stakeholders* e os ajustes das estratégias e planos para seu engajamento.

Importante é ressaltar a ideia de que, inseridas na economia do mar, existem diversas partes com interesses nos setores, não se resumindo, apenas, às empresas, visando ao aspecto econômico, mas, também, envolve o social e ambiental, ou seja, interesses por vezes divergentes e que necessitam de equilíbrio entre os setores e os agentes, a fim de proporcionar sustentabilidade, principalmente na preservação desse meio.

Portanto, destaca-se aqui a relevância de considerar os *stakeholders* na gestão organizacional, inclusive ao se tratar de um segmento tão amplo, também relevante, como a economia do mar, haja vista o fato de existirem diversas organizações inseridas, possuindo vários interesses e a necessidade de controle e equilíbrio para um desenvolvimento sustentável.

3.3 Contextualização de pesquisas anteriores

Algumas pesquisas já atentam para a necessidade de identificar os *stakeholders* envolvidos na economia do mar, a fim de possibilitar melhores tomadas de decisão. Por exemplo, a pesquisa de Lee, Noh e Khim (2020), *The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities*, constitui revisão sistemática, identificando os cinco principais *stakeholders* relacionados à economia do mar no mundo: Agências governamentais/decisores políticos; ONGs; Cientistas/Pesquisadores; Empresas/Indústrias; Comunidade/Sociedade Local.

A pesquisa *A teoria dos stakeholders como ferramenta de planejamento estratégico na aquicultura: estudo de caso na região Norte - Amazônica (Pará) e na região Nordeste (Ceará) do Brasil*, de Matias et al. (2021), identifica o perfil socioeconômico dos *stakeholders* e dos aquicultores no Pará e no Ceará, a fim de definir prioridades a serem consideradas na elaboração de políticas públicas que nesses *locis* promovam o desenvolvimento da aquicultura.

Na pesquisa *Stakeholder Perspectives on Opportunities and Challenges in Achieving Sustainable Growth of the Blue Economy in a Changing Climate*, Hoerter et al. (2020) investigam a percepção das

partes interessadas de importantes setores da economia azul à extensão da costa alemã do mar do Norte acerca dos impactos das mudanças climáticas em sua vida diária de trabalho e o crescimento da economia azul. O estudo demonstrou que as partes interessadas econômicas e sociais na região estão cientes das mudanças climáticas e já percebem os efeitos em seus negócios. A maioria vê o oceano como capital natural e, especialmente, para as comunidades costeiras envolvidas em setores tradicionais, como a pesca artesanal de camarão e mexilhão e o turismo costeiro, mar fornece meios de subsistência. Os autores complementam, ao expressarem que as tomadas de decisão em política e economia precisam ser mais rápidas, mais flexíveis, mas, a igual tempo, exibir resiliência em preparar seu planejamento para o futuro mais remoto, promovendo redes entre os praticantes.

A fim de desenvolver um estudo explorando relações, similaridades e diferenças entre a Teoria dos Grupos de Interesses e o gerenciamento da sustentabilidade, Horisch, Freeman e Schaltegger (2014) elaboraram o estudo *Applying Stakeholder Theory in sustainability management: Links, similarities, dissimilarities and a conceptual framework*. Criaram uma estrutura conceitual, com vistas a fortalecer a aplicabilidade da Teoria dos Grupos de Interesses ao gerenciamento da sustentabilidade, percebendo três mecanismos inter-relacionados (educação, regulação e criação de valor baseado na sustentabilidade para os *stakeholders*), os quais seriam necessários para superar as adversidades encontradas pelos gestores que tencionam relacionar a gestão de *stakeholders* com a sustentabilidade.

A título de exemplificar contribuições quanto à sustentabilidade empresarial, a pesquisa de Lyra, Gomes e Jacovine (2009), *O Papel dos **Stakeholders** na Sustentabilidade da Empresa: Contribuições para Construção de um Modelo de Análise*, exprime que uma melhor gestão de *stakeholders* é passível de repercutir positivamente na sustentabilidade da empresa e trazem como contribuição um modelo de análise no contexto brasileiro.

Ao considerarmos as pesquisas mencionadas, são fortalecidos os argumentos acerca da relevância de conhecer quem são os *stakeholders* para proporcionar uma gestão organizacional apropriada na economia do mar. Com esse intento, sugerimos, no segmento imediatamente à continuidade, um mapeamento desses *stakeholders* no

Estado do Ceará, a fim de se conhecer e identificar esses processos, produzindo discussões em benefício da sustentabilidade local.

4 MAPEAMENTO DOS *STAKEHOLDERS* DA ECONOMIA DO MAR NO ESTADO DO CEARÁ

No Ceará, a economia do mar abrange diversas cadeias produtivas que apoiam o desenvolvimento local, regional e estadual. O Estado possui cerca 600 km de litoral, uma atividade pesqueira tradicional e também relevante, situando-o entre os primeiros em termos de produção e exportação de pescado, um intensivo setor turístico ligado à grande beleza cênica da região litorânea, que dá ensejo ao desenvolvimento de um turismo náutico esportivo em expressão nacional e internacional, além da vocação para o desenvolvimento de energias renováveis e de indústrias para a produção de embarcações e peças para o setor náutico. Alguns setores emergentes já estão em projeto, como nos casos, respectivamente, dos cabos submarinos e de uma dessalinizadora de água do mar. O Estado possui também dois portos em operação: o Mucuripe, na Capital cearense, e o Pecém, um terminal *off-shore* com calado de 16 metros - atualmente uma *joint venture* formada pelo Governo do Estado do Ceará e pelo porto de Roterdã, na Holanda.

Haja vista situação de tal modo promissora, o Ceará é um dos estados brasileiros pioneiros no desenvolvimento de políticas econômicas e estratégias, com o objetivo de aumentar a geração de emprego e renda de modo sustentável por meio da economia do mar. Desde 2014, por intermédio do Programa para Desenvolvimento da Indústria da Federação das Indústrias do Ceará (FIEC), as atividades da economia do mar foram incluídas como uma das rotas estratégicas setoriais no projeto Setores Portadores de Futuro para o Ceará. O mapeamento das potencialidades propostas no *roadmap* da Rota Estratégica do Setor de Economia do Mar inclui atividades tradicionais, como pesca, aquicultura, energia eólica e extração de petróleo *offshore*, logística, instalações e infraestrutura portuária; transporte marítimo; turismo, esportes náuticos, recreio e cultura; P&D, formação profissional e tecnológica, dentre outras. Esse mapeamento também inclui novas

atividades, que se destacam, *pari passu*, no cenário mundial, como energias renováveis oceânicas, biotecnologia, exploração e mineração em águas profundas, dentre outras.

A criação de um *hypercluster* marítimo no Ceará, com o objetivo de formular políticas econômicas e estratégias de desenvolvimento para a economia do mar, incentivando o aumento da produtividade, do emprego e do consumo, é havida como alternativa viável e promissora de crescimento econômico sustentável.

A elaboração de políticas públicas orientadas para a economia do mar é também parte componente do Plano Fortaleza 2040, desenvolvido em 2016. O Plano é iniciativa da Prefeitura Municipal de Fortaleza, desenvolvido pelo Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), com apoio da Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, da Universidade Federal do Ceará. A proposta da economia do mar em Fortaleza era a criação de um “[...] *hipercluster* constituído por setores que atuam em um conjunto de políticas e práticas integradas numa estratégia de rede de empresas especializadas, visando o aproveitamento das potencialidades do mar e região costeira, de forma ordenada e sustentável”. “A criação de um ambiente sinérgico de desenvolvimento e trabalho faz com que a Cidade multiplique os ganhos sociais e viabilize o crescimento sustentável, na medida em que mitiga os riscos inerentes ao desenvolvimento baseado em um único setor”. (RELATÓRIO DIAGNÓSTICO ECONOMIA DO MAR, 2015).

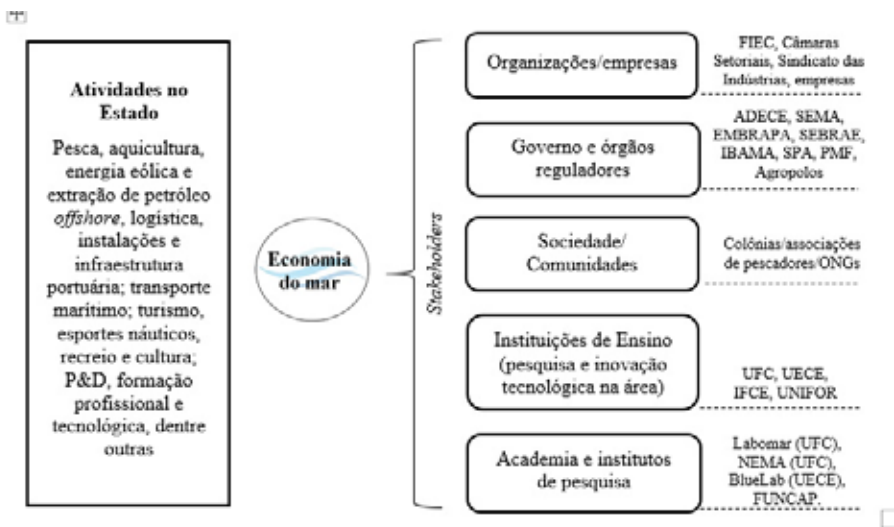
Nos projetos estratégicos definidos para a economia do mar, no âmbito do Plano Fortaleza 2040, estão incluídos, ainda, o ordenamento da cadeia pesqueira, com o reforço do ambiente institucional para fomento, formação de profissionais e investimentos em estrutura para desenvolvimento do setor de recursos pesqueiros, e maior representação no PIB local, bem como o desenvolvimento do turismo sustentável com o aprimoramento da infraestrutura turística, capacitação e formação de mão de obra.

Na contextura estadual, foram mostrados na Plataforma Ceará 2050 projetos e ações do Programa Riquezas do Mar, visando a garantir a prática de uma economia do mar com alto valor agregado e sustentabilidade e harmônica com as demais cadeias produtivas do Estado que encontram no mar os insumos para o seu desenvolvimento. A

principal proposta estratégica deste instrumento de planejamento de longo prazo é o potencial econômico do mar como fonte de riqueza e diferencial comparativo para o Ceará, desde a manutenção, proteção e incentivo, principalmente, das atividades da pesca e da aquicultura do mar como geradoras de emprego e renda. A Plataforma Ceará 2050 postula a expansão da fronteira econômica e do conhecimento para esse segmento relevante do Território cearense, com o intento de posicionar o Estado como referência internacional em economia do mar.

A Figura expõe as atividades que compõem a economia do mar no Estado do Ceará, bem como os *stakeholders* envolvidos e estudados/discutidos nesta pesquisa.

Figura - Economia do mar e os Stakeholders
identificados no Estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria (2023).

O Estado do Ceará conta com uma estrutura de instituições públicas e privadas de excelência, reconhecidas pela pesquisa e inovação tecnológica na área marinha e exploração costeira sustentável, instaladas na UFC, na UECE, no IFCE e na UNIFOR, além de fomentarem a formação profissional e tecnológica de mão de obra qualificada para o setor marítimo e para os variegados setores da economia.

O Labomar (Instituto de Ciências do Mar - UFC) tem laboratórios dedicados à pesquisa nas áreas de Biogeoquímica costeira, Biotecnologia, Ecologia pesqueira, Microbiologia ambiental e do pescado, Nutrição de organismos aquáticos, Oceanografia física e geológica, e o Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC), que trabalha com apoio a comunidades pesqueiras e desenvolve o Programa de Educação Ambiental Marinha (PEAM), cultivo de peixes marinhos e desenvolvimento de cultura de espécies *diádromas* (migram entre água salgada e doce para reprodução).

No âmbito do Programa Cientista-Chefe, com apoio da FUNCAP, cujo objetivo é unir o meio acadêmico e a gestão pública, estão envolvidas algumas iniciativas relacionadas aos programas da pesca e da aquicultura, do meio ambiente, dos recursos hídricos, da infraestrutura, das energias renováveis, dentre outros.

É oportuno destacar a existência de laboratórios de pesquisa diretamente relacionados à área da economia do mar, como o NEMA – Núcleo de Estudos em Economia do Mar, da FEAAC/UFC, e o Laboratório de Economia do Mar (BlueLab), na UECE.

Quanto ao papel de entidades no apoio ao potencial da economia azul, vale ressaltar a Câmara Setorial de Economia do Mar da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), a SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima, com seus projetos relacionados ao gerenciamento costeiro, a Secretaria da Pesca e da Aquicultura – SPA, a Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC, por meio do Observatório da Indústria do Sistema FIEC, o Sindicato das Indústrias de Frio e Pesca do Ceará – SINDFRIO, as colônias e associações de pescadores, as organizações não governamentais, a EMBRAPA, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, o IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e o Instituto Agropolos do Ceará. Este, por exemplo, no contexto da economia do mar, atua, desde 2009, junto ao setor pesqueiro artesanal (continental, marinha e estuarina) e a aquicultura, desenvolvendo atividades de assistência técnica, extensão pesqueira e educação ambiental no Estado do Ceará.

O Ceará tem uma série de atividades em andamento relacionadas à economia do mar, mas que ainda não utilizam integralmente

esse potencial de modo sustentável e coletivamente, pois estão sendo desenvolvidas de maneira isolada, também denotando conflitos de interesses entre os diversos segmentos das cadeias de valor. Em tais circunstâncias, torna-se necessário um esforço em prol do gerenciamento dos *stakeholders*, para que se alcance um ordenamento mais harmônico e efetivo dessas políticas. Impende ressaltar, ainda, a noção de que, apesar da extensa rede de instituições, universidades e laboratórios direcionados ao estudo da economia do mar, o Estado do Ceará não tem ainda real conhecimento do valor econômico dos recursos marinhos e ecossistêmicos de sua zona costeira.

O mapeamento das potencialidades marinhas e costeiras e dos *stakeholders* da economia do mar no Ceará é um procedimento imprescindível para aprofundamento das discussões, definição de políticas, planos e projetos estratégicos a fim de expandir essa cadeia de valor. A abordagem deve ser interdisciplinarmente consolidada, com visão integrada de todos os elos das cadeias produtivas. Pelas condições ambientais favoráveis e potencialidades econômicas de seus recursos marinhos e costeiros, o Estado tem plena condição de contribuir para o alcance da meta de transformar o Ceará em referência internacional em economia do mar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água configura uma imensidão de riqueza a ser explorada, onde existe um conjunto de atividades humanas que dependem desse meio. A economia do mar é uma fonte que proporciona considerável crescimento econômico, encontrando atividades como pesca, turismo, portos, energias renováveis, dentre outros. Cada um desses segmentos/negócios possui partes interessadas, os denominados *stakeholders*, e, em razão dessa variedade, esses grupos ensejam conflitos em relação a vários aspectos (valores, cultura, recursos utilizados *et reliqua*), transportando prejuízos coletivos econômicos, sociais e ambientais. Portanto, há a necessidade se lograr um equilíbrio entre o investimento responsável com práticas da gestão, visando à conservação da biodiversidade, tomando por base a legislação e o interesses da sociedade.

Vincular essa economia aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é um desafio, principalmente por esses potenciais conflitos envolvendo interesses individuais. Além da preocupação com os espaços vulneráveis e ameaçados, todavia, há de se ressaltar que a economia do mar oferece oportunidades de crescimento e desenvolvimento na região. Assim, notamos a relevância de considerar os *stakeholders* como protagonistas nesse meio, levando em conta suas proposições, participações, engajamento e colaborações, para elaborar propostas que auxiliem na preservação e no uso sustentável do ecossistema, sem que, para isso, seja desconsiderado o crescimento econômico. As atividades devem prezar pela vida e segurança da Terra, desfrutando com cuidado dos recursos e mantendo um desenvolvimento econômico e social sempre atrelado à preservação.

Nesta pesquisa, foi proposta uma discussão sobre a relação entre a economia do mar e aspectos sociais, econômicos e ambientais como pilares para o desenvolvimento sustentável. Foram retratadas, também, possíveis interações dessa temática com a Teoria dos *Stakeholders*, destacando a importância de identificar as partes interessadas a fim de gerenciar conflitos nos mais diversos segmentos que compõem esta economia, e, assim, proporcionar novos direcionamentos.

O mapeamento das atividades no Estado do Ceará inclui pesca, aquicultura, energia eólica, extração de petróleo *offshore*, logística, instalações e infraestrutura portuária; transporte marítimo; turismo, esportes náuticos, recreio e cultura; P&D, formação profissional e tecnológica, e também inclui novas atividades destacadas no cenário mundial, como energias renováveis oceânicas, biotecnologia, exploração e mineração em águas profundas, dentre outras.

Demais disso, ante o potencial do Estado, objetivamos realizar um mapeamento dos *stakeholders* na região que possuam ligação com a economia do mar, resultando em diversos agentes, tais como governo/órgãos reguladores, instituições de educação, institutos de pesquisa, a comunidade/sociedade e as organizações/empresas nas atividades. Cada participante tem sua contribuição ao meio, proporcionando visões diferentes para colaborar com o desenvolvimento sustentável nos planos local, estadual e nacional. Também evidenciamos que o Ceará é um dos estados brasileiros pioneiros no desenvolvimento de políticas econômicas e estratégias, com o objetivo

de aumentar a geração de emprego e renda de modo sustentável por meio da economia do mar.

As atividades humanas necessitam de gerenciamento, a fim de assegurar preservação ao meio ambiente, os interesses dos *stakeholders* e da sociedade, bem assim a produtividade econômica, a fim de que se desenvolva o potencial dessas atividades de maneira sustentável à medida do tempo. Conclui-se que o Ceará tem grande potencial em desenvolver sua economia nessa área, e há condições e participantes visando a colaborar com o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, K. A. Conflicts over marine and coastal common resources: causes, governance and prevention. **Routledge**. 2019.

BAX, N.; NOVAGLIO, C.; MAXWELL, K.H.; MEYERS, K.; McCANN, J.; JENNINGS, S.; FRUSHER, S.; FULTON, E. A.; NURSEY-BRAY, M.; FISHER, M.; ANDERSON, K.; LAYTON, C.; EMAD, G. R.; ALEXANDER, K. A.; ROSSEAU, Y.; LUNN, A.; CARTER, C. G. Ocean resource use: building the coastal blue economy. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 32, p. 189-207, 2022

CARVALHO, A.B. **Economia do Mar**: conceito, valor e importância para o Brasil. Tese (Doutorado). Programa de pós Graduação em Economia do Desenvolvimento. PUCRS, 2018. 185p.

CIEGIS, R.; RAMANAUSKIENE, J.; MARTINKUS, B. The concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, p. 28-37, 2009.

DUAN, H.; YU, X.; ZHANG, L.; XIA, S.; LIU, Y.; MAO, D.; ZHANG, G. An evaluating system for wetland ecological risk: Case study in coastal mainland China. **Science of the Total Environment**, 828, 2022.

DUFFY, D. M.; ROSELAND, M.; GUNTON, T. I. A preliminary assessment of shared decision-making in land use and natural resource planning. **Environments**, v.23, n.2, 1996.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks**: triple bottom line of 21st century business. Stoney Creek, CT: New Society Publishers, 1997.

FREEMAN, R. E. **Strategic Management**: a Stakeholders Approach. Boston: Pitman, 1984.

GAO, S. S.; ZHANG, J. J.. Stakeholder engagement, social auditing and corporate sustainability. **Business Process Management Journal**, v. 32, p.722-740, 2006

GOEL, P. Triple bottom line reporting: an analytical approach for corporate sustainability. **Journal of Finance, Accounting, and Management**, v. 1, n. 1, p. 27-42, 2010.

GOMES, R. C; GOMES, L. O. M. Proposing a theoretical framework to investigate the relationships between an organization and its environment. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. 1, p. 75-96, 2007.

HILLMAN, A. J.; KEIM, G. D. Shareholder Value, Stakeholder Management, and Social Issues: What's the Bottom Line?. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 2, p. 125-139, 2001.

HILLMAN, A. J.; KEIM, G. D. Shareholder Value, Stakeholder Management, and Social Issues: What's the Bottom Line?. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 2, p. 125-39, 2001.

HOERTERER, C.; SCHUPP, M.F.; BENKENS, A.; NICKIEWICZ, D.; KRAUSE, G.; BUCK, B.H. Stakeholder Perspectives on Opportunities and Challenges in Achieving Sustainable Growth of the Blue Economy in a Changing Climate. **Frontiers in Marine Science**, v.6, 2020.

HORISCH, J.; FREEMAN, R. E.; SCHALTEGGER, S. Applying Stakeholder Theory in sustainability management: Links, similarities, dissimilarities and a conceptual framework. **Organization & Environment**, v. 27, p. 328-346, 2014.

JOUFFRAY, J.B.; BLASIAK, R.; NORSTRÖM, A.V.; ÖSTERBIOM, H.; NYSTRÖM, M. The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean. **One Earth**, v. 2, n.1, p.43-54, 2020.

KILDOW, J.T.; MCLLOGRM. A. The Importance of Estimating and the Contribution of the Oceans to National Economies. **Marine Policy**, v.34, n.3, p. 367- 374, 2010.

KOONDEE, P.; SHARAFUDDIN, M.A.; MADHAVAN, M. Blue economy: The past and present from the world and future directions for Thailand. **Maritime Technology and Research**, v. 4, n.2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33175/mtr.2022.254043>

LEE, K.H.; NOH, J.; KHIM, J. S. The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. **Environment International**, v. 137, 2020.

LYRA, M. G.; GOMES, R. C.; JACOVINE, L. A. G. O Papel dos **Stakeholders** na Sustentabilidade da Empresa: Contribuições para Construção de um Modelo de Análise. **RAC**, Curitiba, v. 13, Edição Especial, art. 3, p. 39-52, Junho 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rac/a/Jr3r7FjzTFj9H7dH7Y53mNR/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 07 de mai de 2023.

MA, Z., MELVILLE, D. S., LIU, J., CHEN, Y., YANG, H., REN, W., ZHANG, Z.; PIERSMA, T.; Li, B. Rethinking China's new great wall. **Science**, v. 346, n.6212, p. 912-914, 2014.

MARTINS, O.S.; FERREIRA, T.S.V.; LUCENA, W.G.L. Capítulo 1 - Teoria da Agência. **In: Teorias aplicadas à pesquisa em contabilidade: uma introdução às teorias econômicas, organizacionais e comportamentais** / Karla Katiuscia Nóbrega de Almeida, Robério Dantas de França (organizadores). - João Pessoa: Editora UFPB, 2021. 317 p. : il.

MATIAS, J.F.N., SOUZA, R.A.L., MATIAS, M.L., LISBOA, V., CATTER, K.M., ELOY, H.R.F., VIDIGAL, R.C.A.B., SOUZA, R.L.M. A teoria dos stakeholders como ferramenta de planejamento estratégico na aquicultura: estudo de caso na região Norte - Amazônica (Pará) e na região Nordeste (Ceará) do Brasil. **Revista S&G**, v.16, n.1, p. 34-43, 2021. DOI: 10.20985/1980-5160.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, 2008. 242p.

MORFORD, S.; PARKER, D.; ROGERS, H.; SALITURO, C.; WALDICHUK, T.

Culture, worldviews, communication styles, and conflict in forest management. **Journal of Ecosystems and Management**, 2003.

MUSTAFA, S.; ESTIM, A.; TUZAN, A.D.; ANN, C.C.; SENG, L.L.; SHALEH, S.E.M. Nature-based and technology-based solutions for sustainable blue growth and climate change mitigation in marine biodiversity hotspots. **Environmental Biotechnology**, v.15, n.1, p.1-7, 2019.

NAÇÕES UNIDAS (UNITED NATIONS). **Working group on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises**. Note A/73/163 by the Secretary General. United Nations General Assembly, New York, 2018.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Rethinking innovation for a sustainable ocean economy*. **OECD Publishing**, Paris. 2019. <https://doi.org/10.1787/9789264311053-en>.

OCEAN DECADE. **Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável(2021-2030)**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - Governo Federal do Brasil, 2019. Disponível em: < <https://ciencianomar.mctic.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/265198por.pdf>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

ONU. Factsheet: people and oceans. **In The Ocean Conference** (p. 7). New York, NY: United Nations, 2017.

ONU. **Transforming our world**: The 2030 agenda for sustainable development (a/RES/70/1). United Nations, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge Third Edition (PMBOK Guide)**. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2004.

SANTOS, T.; FONTES, A. C. S. A participação amazônica na economia do mar do Brasil: uma análise das atividades relacionadas a portos e defesa. **Revista Escola de Guerra Naval**, v. 26, n. 2, p. 347-380, 2020.

SCHUTTER, M.S.; HICKS, C.C. Networking the Blue Economy in Seychelles: pioneers, resistance, and the power of influence. **Journal of Political Ecology**, v. 26, n.1, p. 425-447, 2019.

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ. **Projeto década dos oceanos**. Casa Civil, Fortaleza, 2021. Disponível em: < https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/08/PROJETO-DECADE-DOS-OCEANOS-20.07.21_Casa-Civil.pdf >. Acesso em: 07 de maio de 2023.

SHEN, M.; LIN, J.; YE, Y.; REN, Y.; ZHAO, J.; DUAN, H. Increasing global oceanic wind speed partly counteracted water clarity management effectiveness: A case study of Hainan Island coastal waters. **Journal of Environmental Management**, v.339, 2023.

SINGH, A. S.; FREITAS, V. A. F.; VALADÃO JÚNIOR, V. M. Teoria dos *stakeholders* e práticas de gestão na escola pública básica: Um estudo de multicasos. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 27, 2019.

SPIJKERS, J.; MORRISON, T. H.; BLASIAK, R.; CUMMING, G. S.; OSBORNE, M.; WATSON, J.; ÖSTERBLOM, H. Marine fisheries and future ocean conflict. **Fish and Fisheries**, v.19, n.5, p.798-806, 2018.

VOYER, M.; McILGORM, A.; QUIRK, G.; AZMI, K. Shades of blue: what do competing interpretations of the Blue Economy mean for oceans governance? **Journal of Environmental Policy & Planning**, v.20, n.5, p.595-616, 2018.

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report our common future**. Genebra, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acessado em: 08 de maio de 2023.

XAVIER, D.L.J. Análise dos stakeholders: um estudo de caso de um banco de crédito consignado. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Nove de Julho – UNINOVE – Administração, São Paulo, 2010.

CAPÍTULO ONZE

A PRODUÇÃO DE PESCADOS NA ECONOMIA DO MAR DO CEARÁ: ESTADO ATUAL E PERSPECTIVAS

João Felipe Nogueira Matias¹

Altemir Gregolin², Sílvia Carlos Ribeiro Vieira Lima³

Francisco Wellington Ribeiro⁴

Daniel de Oliveira Sancho⁵

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele⁶

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os recursos aquáticos têm grande influência na sobrevivência humana, no desenvolvimento social e no crescimento econômico. Em muitos países e, sobretudo, em escala mundial, pode ser constatado um aumento da produção de pescado. O setor da produção de pescado é considerado promissor porque existem muitos subsectores que o apoiam, tais como a aquicultura, a pesca de captura e a transformação dos produtos da pesca.

Na produção de produtos da pesca, este setor é apoiado por duas fontes, nomeadamente a pesca de água doce, a pesca de água salgada e ambas. Assim, o setor das pescas tem um papel estratégico no

1 Engenheiro de Pesca e Administrador; MBA em Gestão Empresarial; Mestre em Aquicultura e Sustentabilidade; Mestre em Administração e Controladoria, Doutor em Biotecnologia de Recursos Pesqueiros; Pós Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra; Doutorando em Administração e Controladoria; Cientista Chefe da Pesca Artesanal e da Aquicultura Familiar da FUNCAP/ Ceará.

2 Médico Veterinário; Mestre em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade – Planejamento e Políticas na América Latina e Caribe; Ex-Ministro da Pesca e Aquicultura.

3 Engenheiro Agrônomo; Mestre em Irrigação e Drenagem; Doutor em Irrigação e Drenagem; Pós Doutor em Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura Irrigada; Secretário-Executivo do Agronegócio da Secretaria do Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará – SEDET.

4 Economista; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente; Doutorando em Administração e Controladoria; Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, PPAC/UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

5 Economista; Mestre em Economia Aplicada ao Agronegócio; Assessor de Relações Institucionais, Fecomércio/CE, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Fortaleza, Ceará, Brasil.

6 Economista; Mestre em Economia Rural; Doutor em Economia; Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, PPAC/UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

processo de desenvolvimento de muitas regiões (FAO; DUKE UNIVERSITY; WORLD FISH, 2023; MARQUES *et al.*, 2020; VALENTI *et al.*, 2021; WORLD BANK; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2017), especialmente nas zonas costeiras do estado do Ceará. Considerando que o estado tem uma grande extensão de área litorânea e o potencial para expansão de seus recursos pesqueiros, além de importante atividade de pesca continental, os estudos afirmam que o desenvolvimento do setor das pescas não pode ser ignorado pelo governo (FLORES; PEDROZA FILHO, 2019; QUEIROZ *et al.*, 2020; MARQUES *et al.*, 2020).

Além disso, trata-se de um recurso limitado, cujos estoques estão em constante mudança ao longo do tempo, susceptíveis à superexploração, o que refletiria a tragédia dos bens comuns (OSTROM, 1990). Associado a um sistema de recursos que é um espaço aberto, os recursos aquáticos estão cada vez mais ameaçados quanto a sua sustentabilidade, ficando propícios à tragédia dos comuns (ZHANG, 2021). A principal preocupação está relacionada às práticas utilizadas em sua exploração, de modo a que este recurso não se esgote e inviabilize a proposta de torná-lo uma reserva de fontes de alimentação no futuro (SIQUEIRA, 2017). Para lidar com isso, nasceu o conceito de economia azul. O conceito de “Economia dos Oceanos” ou “Economia Azul” surgiu recentemente e teve origem na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro em 2012.

A economia azul é o processo pelo qual uma matéria-prima contida no universo é gerida e segue o modo de funcionamento da natureza. A economia azul é um modelo conceitual de otimização dos recursos das águas, buscando utilização equilibrada de recursos ecológicos visando aumentar o crescimento econômico a partir de atividades criativas e inovadoras (LEE; NOH; KHIM, 2020; WORLD BANK; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2017). Diante dos benefícios da economia azul no apoio à sustentabilidade dos recursos aquáticos de um país/região, o estado do Ceará deve buscar a implementação do sistema de economia azul na sua atividade de pescada, a qual é baseada na pesca artesanal, estando associada às bases da economia solidária (ALVES; SALOMON, 2012).

Albuquerque (2014) coloca que a economia do mar é caracterizada por um conglomerado de setores, denominados *clusters*, interligados e independentes entre si, estando conectados diretamente ao

mar em sua atividade empresarial. A gama de atividades associadas é vasta, abrangendo, por exemplo, pesca, turismo, transporte marítimo, construção naval, portos, extração de petróleo e defesa, dentre outras (SANTOS; FONTES, 2020).

A produção de pescado é uma excelente alternativa para a geração de trabalho, emprego, renda e divisas, dentre os mais diversos segmentos econômicos que compõem a Economia do Mar. O desenvolvimento da economia do mar deve se basear na *Triple Bottom Line* – TBL; que leva em consideração as dimensões sociais, econômicas e ambientais de sustentabilidade (OECD, 2016), mostrando consonância com o conceito de economia azul.

Assim, considera-se que a produção de pescados dentro da economia do mar deva ser tratada como um segmento socioeconômico-ambiental prioritário. Por outro lado, a multiplicidade de usos dos mais diversos segmentos que compõem a economia do mar possibilita a geração de conflitos. Voyer *et al.* (2018) e Schutter e Hicks (2019) afirmam que existe um conflito relacionado entre o uso sustentável, o crescimento econômico e a necessidade de alinhar a implementação de acordo com vários grupos de *stakeholders*, muitas vezes concorrentes.

Desta forma, a economia do mar deve tratar e mediar alguns dos conflitos inerentes entre essas duas vertentes. A gestão destes conflitos deve ser feita de uma forma democrática e participativa e que assegure a participação dos *stakeholders* envolvidos na temática da economia do mar; em especial dos povos do mar, que tradicionalmente utilizam os territórios pesqueiros para o seu sustento e que incorporam as mais diversas manifestações socioculturais.

Na próxima seção serão apresentadas algumas reflexões sobre a tragédia dos bens comuns e a economia solidária no contexto da pesca artesanal, a qual é predominante no estado do Ceará. Na seção seguinte será apresentada a importância da produção de pescado em âmbito mundial, no Brasil e para o Ceará.

2. BENS COMUNS E ECONOMIA SOLIDÁRIA NO CONTEXTO DAS PESCAS

A Agenda 2030 da ONU estabeleceu ações que visem fomentar e articular esforços para que a condição de vida da população se torne melhor. Assim, diante das características que vivenciam os pescadores artesanais, os achados da pesquisa apontam a importância do fortalecimento de processos de organização econômica, social e política, principalmente, baseados nas diretrizes da economia solidária. Como assinalam Alves e Salomon (2012), as premissas e preceitos da economia solidária são perfeitamente compatíveis com a organização participativa da pesca artesanal baseada no desenvolvimento com sustentabilidade e inclusão social.

Do ponto de vista de conexão com o ODS 14, as atividades da pesca artesanal têm semelhanças com o modo de produção da economia solidária, em termos de conexão com a promoção econômica (renda e trabalho), com o social (emancipação de vulneráveis, governança democrática participativa) e com o ambiental (o uso equilibrado dos ecossistemas terrestres e dos oceanos, assim como a defesa da biodiversidade). Esses são os desafios presentes principalmente no ODS 14 da Agenda 2030 e que requer, em muitos casos, a adoção e auxílio de diferentes formas de organização.

A pesca artesanal é uma atividade de ampla importância socioeconômica, ambiental e cultural na América Latina e no Caribe, fornecendo sustento para milhões de pessoas. Os pescadores e as famílias que realizam esse trabalho se organizam de diversas maneiras, conforme as necessidades de suas regiões, de forma autônoma e autogerida, buscando o bem coletivo de suas comunidades.

Tal estrutura produtiva se encaixa com a definição de bem comum fornecida por Bollier e Helfrich (2019), que enfatiza a solução auto-organizada de problemas compartilhados. Esses princípios organizacionais apresentam relação com a Economia Solidária, que, conforme Singer (2002), é definida por uma relação democrática, de igual para igual, entre participantes do sistema econômico e pela prioridade do bem-estar grupal. Assim, a economia solidária ajuda a alcançar um bem comum: a pesca artesanal, no caso, o que é possível fazer um paralelo entre os

princípios do bem comum apontados por Ostrom (1990) e a economia solidária. Dentro do contexto da pesca artesanal, primeiramente, vale destacar que a pesca, no geral, é uma atividade muito propícia à tragédia dos comuns, sobretudo pela possibilidade de sobrepesca. Isso pode acontecer quando a atividade pesqueira numa certa região ultrapassa a capacidade reprodutiva das espécies de peixes, devido à crescente demanda populacional por peixes e ao avanço tecnológico (Lyndon & Donev, 2016). Os recursos da pesca são naturalmente sustentáveis, com tendência populacional estável; o seu manejo inadequado, de forma que rompe o equilíbrio ecológico, pode levar a uma situação de tragédia dos comuns (Diniz & Arraes, 2001; ZHANG, 2021). Ao redor do globo, esse tipo de cenário se replica na pesca da seguinte forma: primeiro, uma região com abundância de peixes para pesca é “descoberta”; segundo, os altos lucros atraem cada vez mais pescadores, cada um explorando o recurso; por último, ocorre a escassez devido à superexploração (Hsu, 2005).

Apesar disso, a propensão da pesca à tragédia dos comuns não é universal, pois em vários lugares do mundo alguns tipos de pescarias conseguiram prevenir a sobrepesca por meio da gestão comunitária de recursos, de maneira descentralizada, espontânea e informal. Certos princípios, porém, devem ser seguidos: demarcação clara de recursos, regras locais e sanções para aqueles que as violam. É relevante também a presença de fortes tradições comunitárias e a ausência de intervenção do Estado.

Diversos casos de sucesso foram observados ao redor do mundo, desde a pesca de salmão no Alasca até a pesca mista na cidade brasileira de Valença. Esta última, vale destacar, se desmoronou devido à atuação do governo, que não levou em conta o contexto regional (Leal, 1998).

Na América Latina, o gerenciamento da pesca artesanal varia bastante conforme a região, porém, geralmente se observa uma abordagem top-down, onde o Estado define regras para os processos. Em vários casos, também pode-se observar sistemas comunitários, baseados em regras informais criadas conforme as necessidades das regiões. A América Central, por exemplo, possui um histórico de cooperativas com independência política, através de processos locais desenvolvidos dentro do contexto de seus países. A intervenção do Estado nesses locais, se não levar em conta os sistemas tradicionais,

pode acarretar custos de transação maiores e até mesmo no fim da atividade pesqueira (Begossi, 2010).

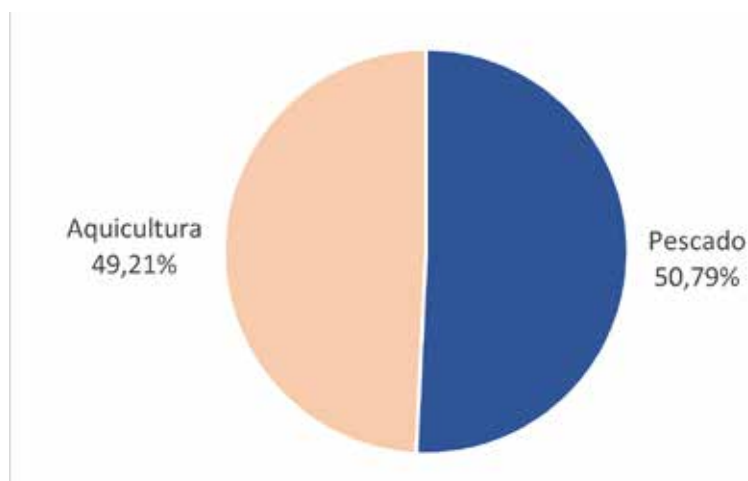
3. A PRODUÇÃO DE PESCADO

3.1 A Produção Mundial de Pescado

A produção de pescado é dividida em duas atividades produtivas: a pesca (extrativismo) e a aquicultura (cultivos). De acordo com a FAO (1988), aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas; que implica alguma forma de intervenção no processo de criação para aumentar a produção, assim como a propriedade individual ou corporativa do estoque que está sendo cultivado.

A produção mundial de pescado, em 2020, foi de 177,8 milhões de toneladas (FAO, 2022); das quais a pesca foi responsável por 90,3 milhões de toneladas (50,79%) e a aquicultura, por 87,5 milhões de toneladas (49,21%) (Figura 1).

Figura 1 - Produção mundial de pescado, por atividade, em 2020.

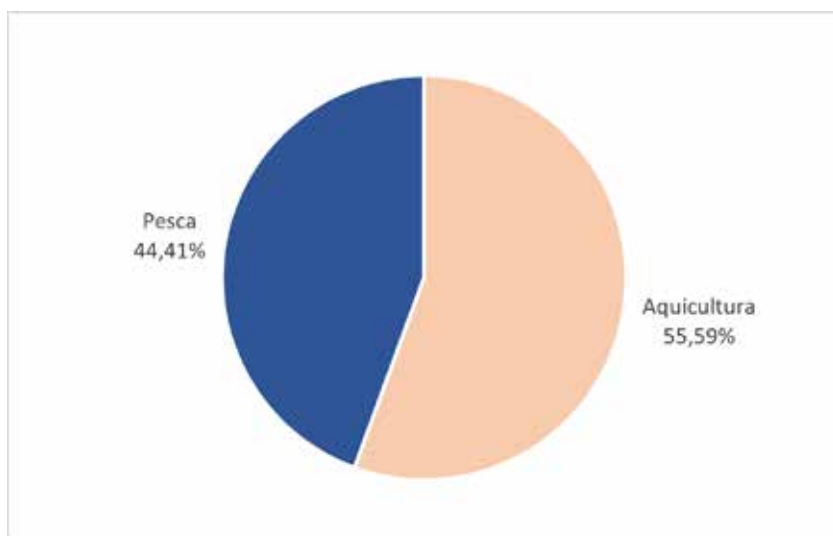


Fonte: FAO, 2022.

Deste total, 157,4 milhões de toneladas de pescado são destinadas ao consumo humano; enquanto 20,4 milhões são destinadas a outros usos (farinhas, óleos etc.). Desta forma, para uma população mundial de 7,8 bilhões de habitantes, tem-se um consumo médio de 20,4 kg de pescado/hab./ano (FAO, 2022).

Quando se observa a produção de pescado destinada para o consumo humano – 157,4 milhões de toneladas (FAO, 2022), verifica-se que a aquicultura foi responsável por 87,5 milhões de toneladas (55,43%) e a pesca, por 69,9 milhões de toneladas (44,27%) (Figura 2).

Figura 2 - Produção mundial de pescado para consumo humano, em 2020.



Fonte: FAO, 2022

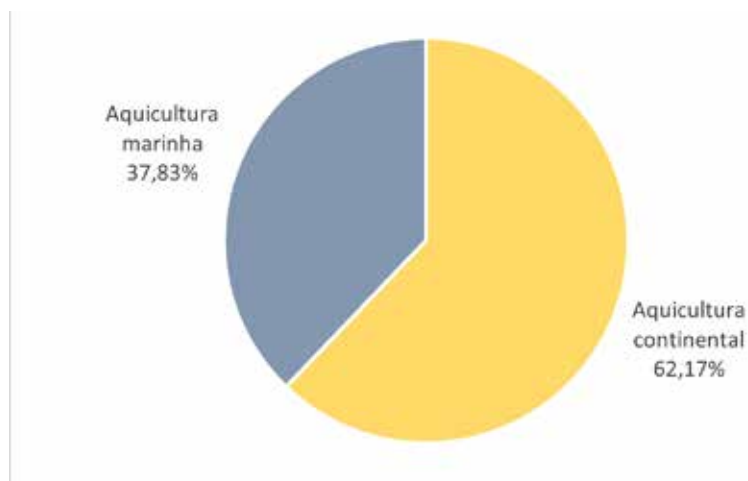
Assim, o mundo já consome mais pescado oriundo da aquicultura (56%) do que daqueles com origem na pesca (44%). De acordo com o World Bank (2013), no documento intitulado *Fish to 2030 – Prospects for Fisheries and Aquaculture*, projeta-se que a aquicultura atinja 62% da produção mundial de pescado destinada ao consumo humano no ano de 2030, o que demonstra ser uma tendência para os próximos anos.

Na década de 1990, o consumo médio de pescado em nível mundial era de 14,3 kg/ habitante/ ano. Já nos anos 2000 e 2010, este

consumo aumentou para 16,8 e 19,5, respectivamente. Em 2018 houve o recorde no consumo mundial de pescado, com 20,5 kg/ habitante. E embora tenha havido um leve decréscimo em 2020, certamente causado pelos efeitos da pandemia de COVID 19; verifica-se uma clara tendência mundial em aumentar o consumo de pescado e que este aumento deverá ser suprido pela aquicultura.

Do total da produção mundial da aquicultura, em 2020 (de 87,5 milhões de toneladas), a aquicultura continental foi responsável por 54,4 milhões de toneladas e a aquicultura marinha por 33,1 milhões de toneladas, gerando aproximadamente US\$ 264,8 bilhões de dólares americanos (FAO, 2022) (Figura 3).

Figura 3 - Produção mundial da aquicultura por ambiente de cultivo, em 2020.



Fonte: FAO (2022).

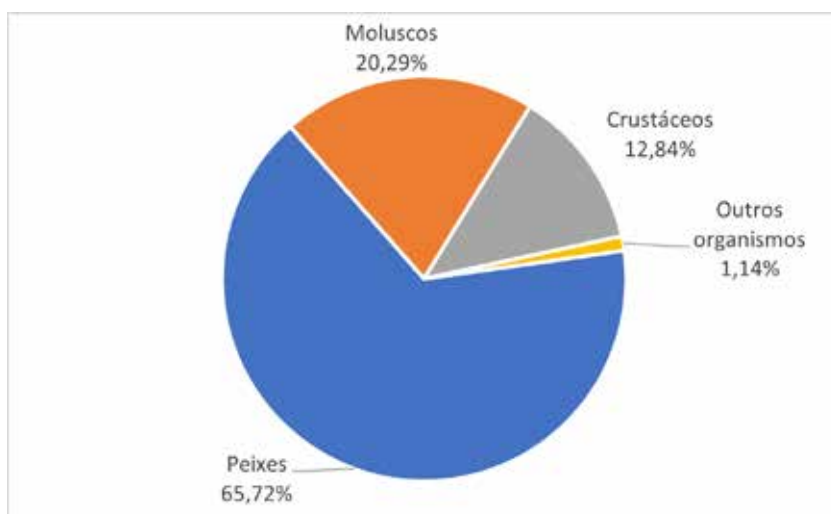
Como se pode observar, mais de 60% da aquicultura mundial é realizada em água doce. Por outro lado, uma grande parte (quase 40%) é realizada em ambiente marinho. Portanto, há um enorme espaço para o desenvolvimento da produção de pescados nos mares e oceanos, em áreas costeiras e *Off Shore*, com elevado potencial para geração de emprego, renda e alimentos.

Além disso, há todo um aspecto de populações tradicionais: pescadores artesanais, saberes, culturas e territórios pesqueiros que

também devem ser levados em consideração para o desenvolvimento da economia do mar.

Em relação aos organismos cultivados, tivemos que os peixes tiveram maior importância; com uma produção de 57,46 milhões de toneladas, seguidos pelos moluscos com 17,74 milhões de toneladas e crustáceos com 11,23 milhões de toneladas. Outros organismos cultivados, tais como: tartarugas, rãs, pepinos-do-mar, águas-vivas, dentre outros, representaram cerca de 1 milhão de toneladas (FAO, 2022) (Figura 4).

Figura 4 - Produção Mundial de Aquicultura por Organismo Cultivado, em 2020.



Fonte: FAO (2022).

Além dos animais aquáticos, a aquicultura mundial também produziu 35,1 milhões de toneladas de algas ou US\$ 16,5 bilhões. Desta forma, quando juntamos os animais aquáticos às algas, a produção mundial da aquicultura chegou a 122,6 milhões de toneladas e superou US\$ 281 bilhões, no ano de 2020 (FAO, 2022).

3.2 A Produção Brasileira de Pescado

No Brasil, embora não exista uma estatística oficial para a pesca, estima-se que a produção nacional de pescado seja de, aproximadamente, 1.440.000 toneladas; das quais, 812 mil toneladas sejam da pesca (IBAMA; 1995-2008; MPA; 2009-2012; FAO, 2023; FREIRE *et al.*, 2021) e 629 mil toneladas sejam da aquicultura (IBGE, 2021), conforme é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Evolução da Produção da Pesca e da Aquicultura Brasileiras - 1995-2020.

Ano	Pesca (ton)	Aquicultura (ton)	Total (ton)	Participação relativa da Aquicultura no total (%)
1995	606.708	46.202	652.910	7,09%
1996	632.451	60.721	693.172	8,76%
1997	644.585	87.673	732.258	11,97%
1998	606.789	10.914	710.703	14,62%
1999	603.941	140.656	744.597	18,89%
2000	666.846	176.530	843.376	20,93%
2001	730.377	209.378	939.756	22,28%
2002	755.582	251.287	1.000.869	24,96%
2003	712.143	278.128	990.271	28,09%
2004	746.216	269.697	1.015.914	26,55%
2005	751.293	257.780	1.009.073	25,55%
2006	779.112	271.695	1.050.808	25,86%
2007	783.176	289.049	1.072.226	26,96%
2008	791.057	365.367	1.156.424	31,59%
2009	825.164	415.649	1.240.813	33,50%
2010	785.366	479.398	1.264.764	37,90%
2011	803.270	628.704	1.431.974	43,91%
2015	812.000	573.163	1.385.163	41,38%
2020	812.000	629.400	1.441.400	43,67%

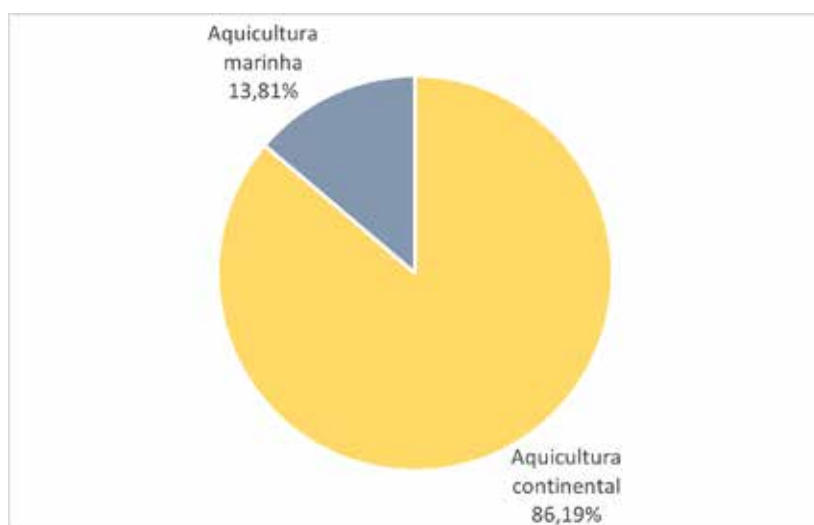
Fontes: IBAMA (1995-2008); MPA (2009-2012); IBGE (2015;2021); FAO (2023), Freire et al (2021).

Assim, também no Brasil, verifica-se que a aquicultura vem aumentando sua participação em relação à produção nacional de pescado; saindo de 7,09% em 1995, para 43,67% em 2020.

Os principais organismos cultivados na aquicultura brasileira são peixes como a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tambaqui (*Colosoma macropomum*) e seus híbridos (tambacu e tambatinga); camarão (*Penaeus vanammei*) e moluscos (mexilhão – *Perna perna*, ostras – *Crassostrea gigas*, e vieiras – *Nodipecten nodoso*).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção aquícola brasileira, em 2021, foi de 648.538 toneladas (IBGE, 2022); com a aquicultura de água doce (exclusivamente piscicultura) sendo responsável por 558.991 toneladas (86,19%) e a aquicultura marinha (camarão, mexilhões, ostras e amêijoas) por 89.547 toneladas (13,81%) (Figura 5).

Figura 5 - Produção brasileira da aquicultura por ambiente de cultivo, em 2021.



Fonte: IBGE (2022).

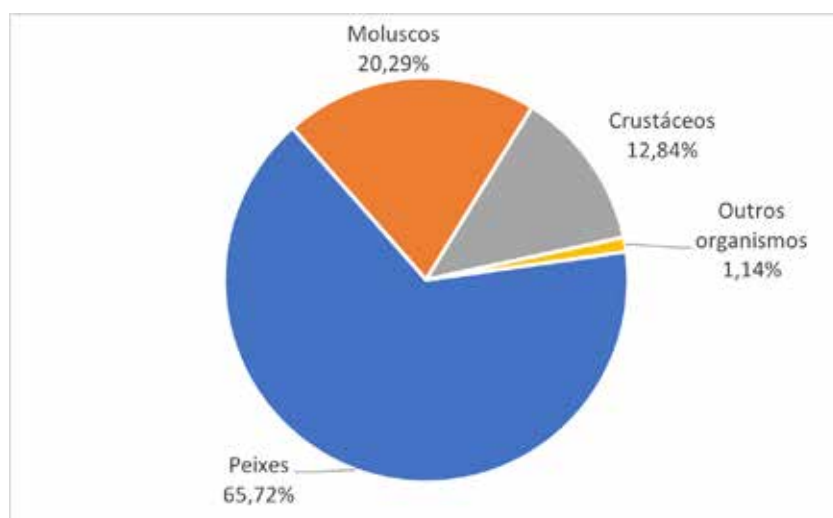
O valor da produção aquícola brasileira, em 2021, foi de, aproximadamente, R\$ 6,37 bilhões, ou US\$ 1,22 bilhão. A produção de peixe foi responsável por R\$ 4,7 bilhões, ou US\$ 900 milhões (73,78%); crustáceos (camarões) por R\$ 1,6 bilhão, ou US\$ 307 milhões (25,11%) e moluscos por R\$ 70,8 milhões, ou US\$ 13,5 milhões (1,10%) (IBGE, 2022).

O Brasil ainda produziu 1,4 bilhão de alevinos de diversas espécies de peixes cultivados, gerando R\$ 346 milhões; e 14,3 bilhões de

pós-larvas de camarão marinho (*Penaeus vanammei*), gerando R\$ 197,5 milhões no ano de 2021 (IBGE, 2022).

Segundo o IBGE (2022), os principais organismos cultivados na aquicultura brasileira, em 2021, foram os peixes com 558.891 toneladas (87,69%); crustáceos (camarões) com 78.639 toneladas (10,04%) e moluscos (mexilhões, ostras e vieiras) com 10.908 toneladas (2,27%) (Figura 6).

Figura 6 - Produção brasileira da aquicultura por Organismo Cultivado em 2021.



Fonte: IBGE (2022).

3.3 O Ceará e a Produção de Pescado

No estado do Ceará não existe pesca industrial, ocorrendo apenas a pesca artesanal. A produção de pescado no Ceará contempla principalmente a pesca (lagosta, atuns e outros peixes) e a aquicultura (camarão e tilápia); além da indústria de pescados e conservas. Segundo a SEDET (2023), são cerca de 57 mil empregos gerados pelo setor; divididos em indústria formal, atividade pesqueira e comércio.

O pescado liderou as exportações cearenses do agronegócio no ano de 2022, com US\$ 94,4 milhões. A tabela 2 apresenta os principais produtos exportados pelo agronegócio do Ceará:

Tabela 2 - Principais Produtos Exportados pelo Agronegócio do estado do Ceará em 2022

Produtos	Valor Exportado (US\$)
Pescado	94.430.632,00
Frutas	72.610.618,00
Castanha de Caju	62.174.138,00
Cera de Carnaúba	49.440.328,00
Água de Côco	38.907.492,00
Couro e Peles	33.039.738,00
Mel de Abelhas	10.477.201,00
Suco de Frutas	10.229.670,00
Extrato Vegetal	2.965.561,00
Flores/ Produtos de Floricultura	940.546,00
Produtos Hortícolas	197.338,00
TOTAL	375.413.262,00

Fonte: SEDET (2023)

No Brasil, em 2022, o estado do Ceará foi o maior exportador de pescado, tendo alcançado um total de US\$ 94,4 milhões de exportações, que incluem peixes, peixes ornamentais, conserva de pescado, camarão, lagosta e outros pescados, conforme os dados do Comexstat, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço. Ao todo, as exportações cearenses representaram 25,19% do total das exportações brasileiras de pescados no ano de 2022 (Tabela 3).

Tabela 3 - Principais Estados Exportadores de Pescado do Brasil em 2022

Estados	Valor Exportado (US\$)	%
Ceará	94.430.632,00	25,2%
Pará	82.021.785,00	21,9%
Rio Grande do Norte	46.958.622,00	12,5%
Santa Catarina	40.586.536,00	10,8%
Bahia	26.526.440,00	7,1%
São Paulo	16.169.179,00	4,3%
TOTAL	374.984.984,00	100,0%

Fonte: Comexstat, 2023.

No estado do Ceará também foram elaborados os Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura – os PLDM's; que se caracterizam por estudos técnicos que possibilitarão a difusão da aquicultura marinha ou maricultura na zona costeira dos seguintes municípios: Itaipoca, Trairi, Icapuí, São Gonçalo do Amarante, Fortim e Amontada. A maricultura diz respeito à piscicultura e à algicultura, que podem proporcionar uma melhoria da qualidade de vida das comunidades costeiras que desejam ingressar nessas atividades. Além da zona costeira, atualmente também já é possível o desenvolvimento da aquicultura *Off Shore* e em Sistemas de Recirculação Fechada de Água – RAS; direcionando a investimentos de maior porte para a piscicultura marinha.

Por fim, ressalte-se que o desenvolvimento da maricultura deve ser baseado nas dimensões sociais, econômicas e ambientais de sustentabilidade; proporcionando uma melhoria das condições econômicas, a equidade social e a responsabilidade ambiental.

3.4 Perspectivas para a Produção de Aquicultura no Brasil e no Ceará

Em relação as perspectivas para a produção de pescado no Brasil e no Ceará, no período 2021-2030, considerando os resultados apresentados na Tabela 1, e a participação média do Ceará na aquicultura do país, com base em Ximenes (2021), busca-se projetar algumas possibilidades para o desenvolvimento da produção aquícola brasileira e cearense. Para isto, os autores elaboraram três cenários distintos:

- I. Pessimista (crescimento de 1% ao ano);
- II. Intermediário (crescimento de 3% ao ano) e
- III. Otimista (crescimento de 5% ao ano).

Para a participação média do estado do Ceará, na produção da aquicultura nacional, adota-se o percentual de 5% no biênio 2021-2022 (correspondente à média no período 2016-2019). Esse percentual se eleva para 7% no biênio seguinte (2023-2024) e chegando à participação de 8% a partir de 2025, estabilizando-se até 2030. Esse último

percentual corresponde à participação anterior aos efeitos sofridos na produção aquícola do estado em decorrência da seca 2012-2017 (Ximenes, 2021). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Cenários de desenvolvimento da produção de aquicultura brasileira 2021-2030

Ano	Brasil			Ceará		
	Pessimista (1%)	Intermediário (3%)	Otimista (5%)	Pessimista (1%)	Intermediário (3%)	Otimista (5%)
2021	635.690	648.280	660.870	31.785	32.414	33.044
2022	642.050	667.730	693.910	32.103	33.387	34.696
2023	648.470	687.760	728.610	45.393	48.143	51.003
2024	654.950	708.390	765.040	45.847	49.587	53.553
2025	661.500	729.640	803.290	52.920	58.371	64.263
2026	668.120	751.530	843.450	53.450	60.122	67.476
2027	674.800	774.080	885.620	53.984	61.926	70.850
2028	681.550	797.300	929.900	54.524	63.784	74.392
2029	688.370	821.220	976.400	55.070	65.698	78.112
2030	695.250	845.860	1.025.220	55.620	67.669	82.018

Fonte: Elaborada pelos Autores.

No biênio 2010/2020, a produção da aquicultura brasileira saltou de 479.398 toneladas para 629.400 mil toneladas; um aumento de 31,28%. Percebe-se que nas estimativas elaboradas por estes autores, verificou-se que: na perspectiva pessimista, a produção aquícola brasileira chegaria a 695.250 toneladas, na intermediária, a 845.860 toneladas, e na otimista, a 1.025.220 toneladas. Já no Ceará, no cenário pessimista a produção atinge 55.620 toneladas, no intermediário, 67.669 toneladas, e no otimista alcança 82.018 toneladas.

Quando comparadas à taxa de crescimento da última década (31,28%), verificamos que a perspectiva pessimista está completamente subdimensionada (10,46%) e poderia ser facilmente superada. Já a perspectiva moderada está dentro de uma média de crescimento realista e esperada (34,39%). Enquanto a perspectiva otimista (62,88%) parece ser possível, desde que sejam implementadas políticas públicas e ações

integradas entre os mais diversos atores da aquicultura brasileira.

Especificamente no Ceará, caso o estado não sofra com um período de seca severa, a aquicultura cearense poderia rapidamente retomar sua participação na aquicultura nacional, tendo, inclusive, possibilidade de crescer.

Assim e corroborando com esta análise, observou-se que o recém-empossado Governo Federal (2023/2026) recriou o Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA; visando a elaboração de políticas públicas que proporcionem o desenvolvimento sustentável desses setores. Da mesma forma, em âmbito estadual, foi criada a Secretaria Estadual de Pesca e Aquicultura. Estes fatos trazem à tona a questão da priorização destas atividades; tanto em nível federal, quanto estadual.

Espera-se, portanto, que a pesca e a aquicultura possam vir a ser um dos setores protagonistas no desenvolvimento da economia do mar no estado do Ceará e no Brasil; assim como já são em vários países do mundo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de pescado em todo o mundo tem ganhado cada vez mais importância, seja econômica ou nutricional. Envolvendo as atividades de pesca e de aquicultura, a produção de pescado se insere no âmbito da economia do mar como um dos principais setores, tanto em países não desenvolvidos, como países em desenvolvimento, caso do Brasil, e países desenvolvidos. Além disso, a sustentabilidade das atividades de pescado exige atenção quanto ao problema de superexploração de bens comuns e ao ambiente cooperativo, solidário entre produtores, especialmente da pesca artesanal, das diversas regiões, em particular no Ceará.

Em nível mundial, existe um equilíbrio acentuado na distribuição da produção entre pesca e aquicultura, havendo uma superioridade da aquicultura (56%) quando se trata de produção para consumo humano. A aquicultura continental (62%) tem participação maior que a marinha. E a produção de peixes lidera (66%) em termos de

organismo cultivado.

Diferentemente da produção mundial, no Brasil há predominância da pesca (66%), diante da aquicultura. Mas vale destacar que a aquicultura representava apenas 7% em 1995 e em 2020 responde por 44% da produção de pescado do país. A aquicultura em águas continentais é soberana (86%), com liderança dos peixes (86%) como organismo mais cultivados.

No Ceará a produção de pescado tem grande participação na economia, sendo o item mais comercializado com o exterior, considerando a pauta de exportações do agronegócio, atingindo um valor de US\$ 94,4 milhões (US\$ 21,8 milhões superior ao valor exportado de frutas, segundo item de maior valor exportado). Esse valor demonstra a força exportadora do estado, credibilizando-o como o que mais exportou pescados no país, exportando US\$ 12,4 milhões a mais que o segundo colocado, o estado do Pará.

Por fim, são animadoras as expectativas de bom crescimento da aquicultura, tanto no país como no estado cearense. Nos cenários intermediário e otimista, a produção pode chegar, respectivamente, a 845.860 e a 1.025.220 toneladas, no ano de 2030 no Brasil. No Ceará, para o ano de 2030, os cenários intermediário e otimista apontam, respectivamente, para uma produção da aquicultura de 67.669 e 82.018 toneladas.

REFERÊNCIAS

ALVES, F.; SOLOMON, S. **Solidarity economy and entrepreneurship**: negative aspects or partners in the generation of work and income? New job configurations and solidarity economy. São Paulo: Annablume, 351-376, 2012.

BEGOSSI, A. Small-scale fisheries in Latin America: management models and challenges. **Mast**, v. 9, n. 2, 7-31, 2010.

BOLLIER, D.; HELFRICH, S. **Free, fair, and alive**: The insurgent power of the commons. New Society Publishers. 2019.

ALBUQUERQUE, T. A Economia Marítima de Portugal: uma análise

estratégica sobre as oportunidades e desafios da economia do mar em Portugal nos seus diferentes setores de atividade. Projeto concorrente ao Prémio Almirante Teixeira da Mota 2014, setembro de 2014.

DINIZ, M. B.; ARRAES, R. D. A. Tragedy of the commons and the example of lobster: theoretical approaches. In: Anais of the 21st National Meeting of Production Engineering, Salvador. 2001.

FAO, Duke University & WorldFish. Illuminating Hidden Harvests: The contributions of small-scale fisheries to sustainable development. Rome: FAO, 2023.

FAO (1988). Definition of Aquaculture, Seventh Session of the IPFC Aquaculture Expectations Working Group, IPFC/WPA/WPZ, p.1-3, RAPA/FAO, Bangkok, 1998.

____ (2022). The State of Fisheries and Aquaculture – SOFIA 2022. Rome, 2022. 166p.

____ (2023). La situación y tendencia de las pesquerías continentales de América Latina e el Caribe. FAO – Documento Técnico de Pesca y Acuicultura N° 677. Roma, FAO.

FLORES, R. M. V.; PEDROZA FILHO, M. X. Measuring the impact of fish farming on regional development of poor cities: A case study on Ceará State, Brazil. Journal of Applied Aquaculture, v. 31, n. 4, 2019.

FREIRE *et. al.* (2021). Reconstruction of marine commercial landings for the artisanal fisheries from 1950 to 2015. Frontiers in Marine Science, July, 2021, V.8:659110.

HSU, S. L. What Is a Tragedy of the Commons-Overfishing and the Campaign Spending Problem? **Alb. L. Rev.**, 69, 75, 2005.

IBAMA (1995). Estatística da Pesca e Aquicultura (1995). IBAMA, Brasília, 1995

____ (1996). Estatística da Pesca e Aquicultura (1996). IBAMA, Brasília, 1996.

____ (1997). Estatística da Pesca e Aquicultura (1997). IBAMA, Brasília, 1997.

____ (1998). Estatística da Pesca e Aquicultura (1998). IBAMA, Brasília, 1998.

____ (1999). Estatística da Pesca e Aquicultura (1999). IBAMA, Brasília, 1999.

- _____. (2000). Estatística da Pesca e Aquicultura (2000). IBAMA, Brasília, 2000.
- _____. (2001). Estatística da Pesca e Aquicultura (2001). IBAMA, Brasília, 2001.
- _____. (2002). Estatística da Pesca e Aquicultura (2002). IBAMA, Brasília, 2002.
- _____. (2003). Estatística da Pesca e Aquicultura (2003). IBAMA, Brasília, 2003.
- _____. (2004). Estatística da Pesca e Aquicultura (2004). IBAMA, Brasília, 2004.
- _____. (2005). Estatística da Pesca e Aquicultura (2005). IBAMA, Brasília, 2005.
- _____. (2006). Estatística da Pesca e Aquicultura (2006). IBAMA, Brasília, 2006.
- _____. (2007). Estatística da Pesca e Aquicultura (2007). IBAMA, Brasília, 2007.
- IBGE (2013). Pesquisa da Pecuária Municipal 2013. IBGE, Brasília-DF, 2013.
- _____. (2014). Pesquisa da Pecuária Municipal 2014. IBGE, Brasília-DF, 2014.
- _____. (2015). Pesquisa da Pecuária Municipal 2015. IBGE, Brasília-DF, 2015.
- _____. (2021). Pesquisa da Pecuária Municipal 2021. IBGE, Brasília-DF, 2021.
- _____. (2022). Pesquisa da Pecuária Municipal, 2022. IBGE, Brasília-DF, 2022.
- LEAL, D. R. Community-run fisheries: Avoiding the “tragedy of the commons”. **Population and Environment**, v. 19, n. 3, 225-245, 1998
- LEE, K.-H.; NOH, J.; KHIM, J. S. The Blue Economy and the United Nations’ sustainable development goals: Challenges and opportunities. **Environment International**, v. 137, 105528, 2020.
- LYNDON, G.; DONEV, J. **The tragedy of the commons**. Energy Education. https://energyeducation.ca/encyclopedia/Tragedy_of_the_commons. 2016.
- MARQUES, F. B; WATTERSON, A; DA ROCHA, A. F.; CAVALLI, L.S. Overview of Brazilian aquaculture production. **Aquaculture Research**, 1-8, 2020.
- MPA (2009). Boletim da Pesca e Aquicultura Brasileira 2008-2009. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília-DF, 2009.
- _____. (2011). Boletim da Pesca e Aquicultura Brasileira 2010. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília-DF, 2011.

____ (2012). Boletim da Pesca e Aquicultura Brasileira 2011. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília-DF, 2012.

OECD. **The ocean economy in 2030**. Paris: OECD Publishing, 2016.

OSTROM, E. **Governing the commons**: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press, 1990.

QUEIROZ, L. S.; ROSI, S.; MERCADER, A. T.; *et al.* The social and economic framework of artisanal fishing in the State of Ceará, Brazil. **Revista Geosaberes**, v. 11, 2020.

SANTOS, T.; FONTES, A. C. S. A participação amazônica na economia do mar do brasil: uma análise das atividades relacionadas a portos e defesa. Revista Esc. Guerra Nav., Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 347-380. maio/agosto.

SEDET (2023). [https://www.sedet.ce.gov.br/2023/04/10/primeiro-lugar-em-exportacao-de-pescados-ceara-e-responsavel-por-mais-de-25-das-exportacoes-brasileiras-na-area/#:~:text=Sucesso%20na%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20de%20pescados,milh%C3%B5es%20de%20d%C3%B3lares%20\(US\\$2494.434](https://www.sedet.ce.gov.br/2023/04/10/primeiro-lugar-em-exportacao-de-pescados-ceara-e-responsavel-por-mais-de-25-das-exportacoes-brasileiras-na-area/#:~:text=Sucesso%20na%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20de%20pescados,milh%C3%B5es%20de%20d%C3%B3lares%20(US$2494.434). Acesso em 02 de maio de 2023.

SCHUTTER, M.S.; HICKS, C.C. (2019). Networking the Blue Economy in Seychelles: pioneers, resistance, and the power of influence. J Polit Ecol 26(1):425–447.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, 17, jul.-dez., 2017.

SINGER, P. Introduction to solidarity economy. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2002.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquaculture Reports, v 19, 100611, 2021.

VOYER, M.; McILGORM, A.; QUIRK, G.; AZMI, K. Shades of blue: what do competing interpretations of the Blue Economy mean for oceans

governance? *Journal of Environmental Policy & Planning*, 2018. DOI: 10.1080/1523908X.2018.1473153.

WORLD BANK; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. The potential of the blue economy: increasing long-term benefits of the sustainable use of marine resources for small island developing states and coastal least developed countries. World Bank: Washington, 2017.

WORLD BANK (2013). *Fish to 2030 - Prospects for Fisheries and Aquaculture*. World Bank Report Number 83177-GLB. Washington, 2013.

XIMENES, L. F. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro. *Caderno Setorial ETENE*, a. 5, n. 150, jan., 2021.

ZHANG, H. Understanding the tragedy of the commons in the South China Sea fisheries: The prisoner's dilemma model revisited. *Marine Policy*, v. 125, 104376, 2021.

CAPÍTULO DOZE

O POTENCIAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ZONA COSTEIRA

Luís Parente Maia¹
Sérgio Bezerra Lima Junior¹
Pedro Henrique Augusto Medeiros²
George Leite Mamede³

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é composto por 1.262 municípios, dos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Os critérios para delimitação do Semiárido foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da SUDENE de nº 107, de 27/07/2017 e de nº 115, de 23/11/2017, como sendo: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano. O quarto maior estado da região Nordeste é o Ceará, com uma extensão de 148,8 mil km², distribuídos pelos 184 municípios, dos quais 175 estão incluídos no semiárido, abrangendo uma área de 146,8 mil km², o que corresponde a 98,7% do território (IBGE, 2023).

No romance *O Quinze*, a escritora cearense Rachel de Queiroz (Fortaleza, 1910-2003) narra a seca histórica de 1915, que castigou o Nordeste brasileiro, e descreve parte do que foram os chamados campos de concentração da seca. Naquele ano, o Governo do Estado do Ceará promoveu medidas para que retirantes da seca não migrassem à Capital. Precários alojamentos eram montados nas proximida-

1 Universidade Federal do Ceará

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

3 Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

des das ferrovias ou ao redor de alguma obra estrutural, o que atraía a mão de obra. O período em que os campos existiram foi curto, de apenas um ano – do início de 1932 ao começo de 1933, quando voltou a chover. No entanto, quatro dos sete campos construídos se mantiveram em atividade, 90.000 pessoas viviam espalhadas por eles, sendo o maior de todos o de Buriti na região do Crato, que chegou a abrigar 60.000 pessoas. No campo do Ipu, a oeste do Estado, houve registros de mais de 1.000 mortos (KÊNIA, 2014)

O Estado do Ceará teve a evolução da Política de Recursos Hídricos influenciada diretamente pelos ciclos de seca, cujos impactos gerados desencadearam ações governamentais reativas, iniciadas pelo Governo Federal, indo desde a fase hidráulica, com a construção de grandes açudes, como o Açude Cedro (1890- 1906), idealizado após a seca de 1877 – 1879, passando pela criação de Instituições permanentes, como Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS (1909), hoje Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS (1945).

Nesta contextura, em 1983, último ano de um período de escassez de chuvas (1979-1983), o Governo do Ceará criou um grupo de trabalho para formular uma Política Pública de Recursos Hídricos, processo que resultou, em 1987, na implantação de um sistema institucional, composto pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH), Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) e pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Em 2012, foi criado o Comitê Integrado de Combate à Seca e, em 2015, lançado o Plano Estadual de Convivência com a Seca, prevenindo medidas emergenciais, estruturantes e complementares para cinco eixos de atuação: segurança hídrica, segurança alimentar, benefícios sociais, sustentabilidade econômica e conhecimento e inovação. Em 2015, começaram a ser intensificadas as ações de perfuração de poços em zona rural e urbana, instalação de chafarizes, dessalinizadores e construção de adutoras de montagem rápida, além da realização de ações gestórias. Na área das ações estratégicas de longo prazo, o Estado do Ceará iniciou, em 2016, o estudo do Projeto Malha d'água, que tem como objetivo a proposição de sistemas de adução de água tratada interligando mananciais com potencial hídrico que garantam condições qualitativas e quantitativas de fornecimento de água para o abastecimento humano.

Além da seca, uma questão importante no estado se refere a infraestrutura básica: merece destaque na zona costeira, a exemplo do que ocorre no restante do território cearense, a não universalização dos sistemas de saneamento básico e o descompasso existente entre a implantação dos sistemas de abastecimento d'água e esgotamento sanitário nos núcleos urbanos. Com efeito, de acordo com dados publicados no SNIS - Sistema Nacional de Informação em Saneamento, 65% dos municípios integrantes da zona costeira apresentavam índice de atendimento urbano de águas superior a 60,0%, sendo os melhores resultados apresentados pelos municípios de Pindoretama (80%) e Icapuí (99%), na Costa Leste; Fortaleza (75%), na Costa Metropolitana; Itapipoca (71%), na Subzona Litoral Oeste e Barroquinha (70%), Chaval (76%), Jijoca de Jericoacoara (81%), Amontada (98%) e Camocim (99%), na Costa Oeste. No restante dos municípios da região costeira, este indicador oscila entre 30% e 59%, sendo os piores índices apresentados pelos municípios de Beberibe (32%), na costa Leste; Aquiraz (30%) e São Gonçalo do Amarante (40%), na costa Metropolitana; Paracuru (39%) e Trairi (38%), na costa Oeste e Itarema (44%), na costa extremo Oeste.

AQUÍFEROS DO ESTADO DO CEARÁ

Aquífero é um corpo de rocha e/ou sedimento que contém águas subterrâneas, cuja palavra é usada para descrever a precipitação que se infiltrou no solo além da superfície e se acumulou em espaços vazios no subsolo. Existem dois tipos gerais de aquíferos: confinados e não confinados. Os aquíferos confinados têm uma camada de rocha impenetrável ou argila acima deles, enquanto os aquíferos não confinados ficam abaixo de uma camada permeável de solo. Muitos tipos distintos de sedimentos e rochas são formadores de aquíferos, incluindo cascalho, arenito, conglomerados e calcário fraturado. Os aquíferos, às vezes, são categorizados de acordo com o tipo de rocha ou sedimentos de que são compostos.

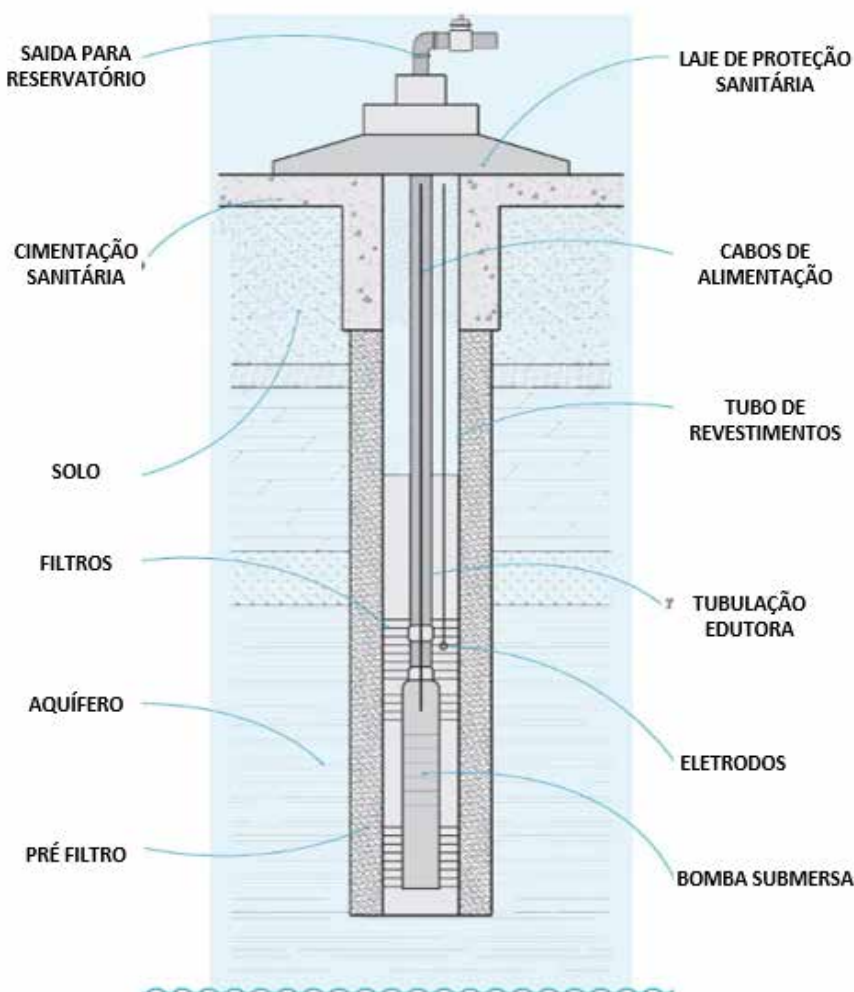
Um equívoco comum sobre aquíferos é que eles são rios ou lagos subterrâneos. Embora a água subterrânea possa penetrar ou sair dos aquíferos devido à sua natureza porosa, ela não pode se mover rápido o suficiente para fluir como um rio. A taxa na qual a água

subterrânea se move através de um aquífero varia dependendo da permeabilidade da rocha. Globalmente, grande parte da água utilizada para fins domésticos, industriais ou agrícolas é subterrânea. A maior parte das águas subterrâneas, incluindo uma quantidade significativa de água potável, vem de aquíferos, das bacias subterrâneas no Ceará que se localizam na zona Litorânea, Serra Grande, Potiguar/Apodi, além da do Araripe. Para ter acesso a essa água, é preciso abrir um poço por meio da perfuração que chega até o aquífero.

A água subterrânea pode se esgotar se a usarmos em um ritmo mais rápido do que ela pode se reabastecer. O reabastecimento de aquíferos por precipitação é chamado de recarga. O esgotamento dos aquíferos aumentou principalmente devido à expansão da irrigação agrícola. Além da questão quantitativa, as águas subterrâneas podem ser contaminadas quando uma quantidade excessiva de pesticidas e herbicidas são pulverizados em campos agrícolas, por vazamentos de fossas sépticas ou aterros sanitários são revestidos ou gerenciados de maneira inadequada, além de materiais tóxicos que podem se infiltrar no solo até atingir o aquífero. Os aquíferos filtram naturalmente as águas subterrâneas, forçando-as a passar por pequenos poros e entre os sedimentos, o que ajuda a remover substâncias indesejadas da água. Este processo de filtragem natural, no entanto, pode não ser suficiente para remover todos os contaminantes.

A construção de poços artesianos é considerada uma obra de engenharia, precisa seguir as normas técnicas da ABNT. Embora essas normas se apliquem apenas a “poços tubulares para a captação de água subterrânea”, é importante lembrar que não são apenas os poços profundos perfurados com máquinas especializadas que precisam obedecer à legislação federal e estadual. Se a água do poço for destinada a consumo humano, no entanto, é muito importante que ele seja construído dentro das normas, para evitar a captação de água contaminada (Figura 1).

Figura 1 - Sistema tradicional de poço profundo de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fonte: NBR 12.244.



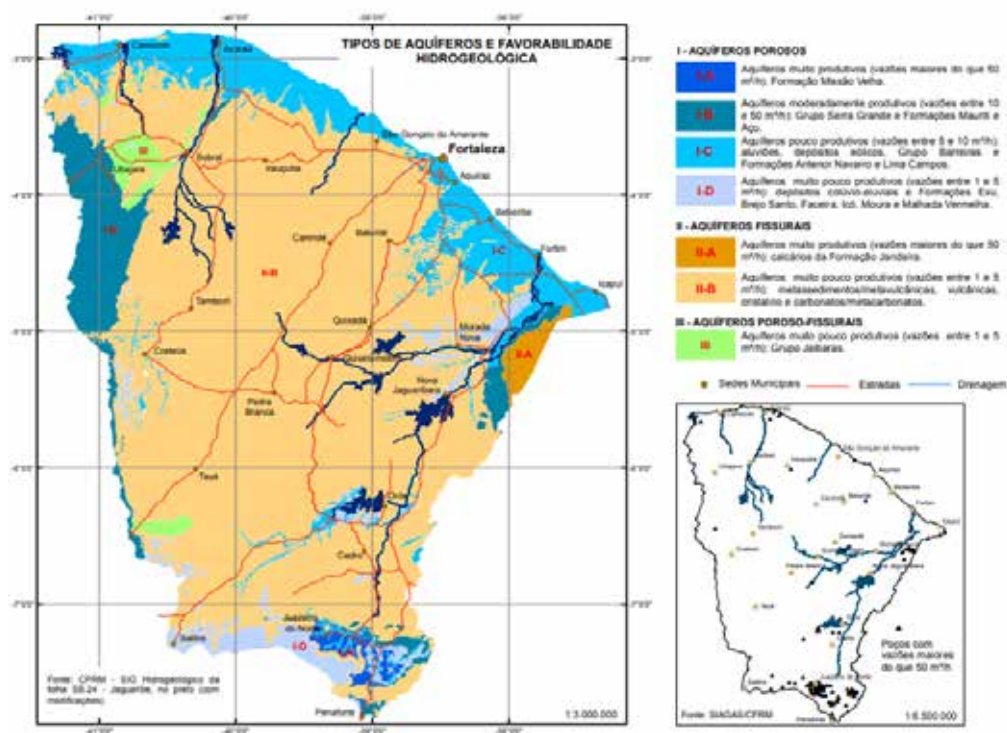
Do ponto de vista hidrogeológico, o Ceará divide-se em três domínios: o Cristalino ou Fissural, o Sedimentar ou Poroso e o Misto ou Poroso-Fissural. Em geral, o domínio Cristalino contém rochas com baixa permeabilidade e uma porosidade primária excessivamente reduzida, o que as torna, em princípio, más fornecedoras de água. Como a ocorrência de água subterrânea depende das características geológicas e das condições climáticas, em algumas regiões onde ocorre intenso fraturamento/falhamento e as precipitações pluviométricas são acima

da média regional, a recarga e a circulação hídrica no sistema aquífero são mais eficientes e as águas subterrâneas são de melhor qualidade.

O domínio Sedimentar é representado pelas formações essencialmente clásticas componentes das bacias sedimentares do Araripe, na divisa do Ceará com Pernambuco, Paraíba e Piauí; Apodi, na estrema do Estado com o Rio Grande do Norte; e Parnaíba, na raia com o Piauí. Além dessas, existem ainda algumas bacias sedimentares interiores, a exemplo das bacias de Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos, Lavras da Mangabeira e os sedimentos das formações cenozoicas representados por depósitos aluvionares, depósitos litorâneos, dunas, Formação Barreiras indiferenciado e coberturas detríticas. Nesse domínio, os aquíferos exprimem maior potencial de exploração, em virtude da boa porosidade e da permeabilidade de seus litotipos.

O domínio Poroso-Fissural envolve pacotes sedimentares (sem metamorfismo ou com muito baixo grau metamórfico), onde ocorrem litologias essencialmente arenosas com pelitos e carbonatos no geral subordinados, e tem como características gerais uma litificação acentuada, intensa compactação e fraturamento potente, que lhe conferem, além do comportamento de aquífero granular, com porosidade primária baixa/média, um modo de ser fissural bem marcado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo por que é preferível enquadrá-lo, com propriedade, como aquífero do tipo **misto**, com baixo a médio potencial hidrogeológico. Ajusta-se a esse domínio a maior parte das bacias proterozóicas de natureza eminentemente detrítica, como Jaibarras, Cococi e Iara. Considerando a porosidade das unidades litológicas e a potencialidade para ocorrência de água subterrânea, os aquíferos do Estado do Ceará foram agrupados em sete classes, seguindo a taxionomia proposta para o Mapa Hidrogeológico do Brasil (Figura 2).

Figura 2 - Tipos de aquíferos e favorabilidade hidrogeológica.



Para o tema da nossa abordagem, quando tratamos de aquíferos costeiros nos referimos ao sistema Dunas-Barreiras: o primeiro corresponde ao Aquífero Formações Cenozoicas Indiferenciadas e o segundo ao aquífero Barreiras indiferenciado, que em geral são pouco produtivo, com vazões entre 5 e 10 m³/hora.

Consoante Brandão (2014) relembra, os aquíferos das Formações Cenozoicas encontram-se bordejando todo o litoral cearense, no formato de estreitas faixas e, nessa classe, estão agrupados os depósitos litorâneos e dunas atuantes como um sistema aquífero. O primeiro tipo é classificado como livre, contínuo, com espessura pouco superior a dez metros, constituído por sedimentos inconsolidados do tipo areias quartzosas bem selecionadas, de tons esbranquiçados, granulometria variando de fina a grossa e com porosidade primária e permeabilidade elevadas. O segundo tipo é representado pelas dunas recentes ou paleodunas, de areias de granulação fina a média, quartzosas ou quatzofeldspáticas, raramente siltosas, bem selecionadas,

com tonalidades esbranquiçadas, acinzentadas e alaranjadas, inconsolidadas a semiconsolidadas, com espessuras médias acima dos dez metros (Figura 3).

Figura 3 - Exemplos de dunas e paleodunas em nossa zona costeira.



Fonte: Elaboração própria.

O aquífero Barreiras ocupa uma área de aproximadamente 13.472 km², que bordeja todo o litoral do Ceará, sendo que, nesse caso, seu modo de ocorrência se dá com base em extensas faixas com espessuras bastante variadas, resultantes diretas das oscilações topográficas, como dissecações causadas pela ação dos rios. A espessura denota valores médios de 40 a 50 metros, sendo ocorrente ultrapassar 100 metros em certas regiões, como é o caso do Município de Itarema, com poços de 135 metros de profundidade (Figura 4).

Figura 4 - Algumas imagens clássicas e representativas das rochas sedimentares da Formação Barreiras no litoral cearense. Fonte: Elaboração própria.



Sob o prisma hidrogeológico, esse aquífero é classificado como contínuo de extensão regional litorânea, no geral livre, constituído, predominantemente, por arenitos argilosos de cores variegadas, granulometria de fina a grossa, capaz de exibir níveis conglomeráticos. Seus litotipos, no geral, são pouco consolidados, com baixo grau de cimentação e compactação, porosidade primária e permeabilidade média (BRANDÃO, 2014). Os parâmetros hidrodinâmicos da unidade expressam os seguintes valores, conforme ANA (2005): transmissividade (T) entre $5,2 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ e $2,42 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$; condutividade hidráulica (K) entre $1,89 \times 10^{-5} \text{m/s}$ e $1,1 \times 10^{-4} \text{m/s}$; capacidade específica média de $0,62 \text{ m}^3/\text{h/m}$; vazões médias de aproximadamente $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ com mínimos inferiores a $1 \text{ m}^3/\text{h}$ e valores acima de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ encontrados no Município de Itarema; nível estático médio em torno de dez metros e dinâmico médio de trinta metros. As águas no geral não oferecem boa qualidade química, com valores de STD que, às vezes, ultrapassam 1.700 mg/L (BRANDÃO, 2014).

PROSPECÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A prospecção de águas subterrâneas utiliza os métodos geofísicos, baseados na medição de propriedades físicas de unidades litosféricas subsuperficiais. Os métodos gravitacional e magnético são baseados na medição de densidade e contraste de suscetibilidade, respectivamente. Na exploração de águas subterrâneas, essas pesquisas, geralmente, são necessárias para determinar os contornos da profundidade do leito rochoso em distintas estruturas de aquíferos, como falhas, dobras, veias e diques. O método sísmico é baseado na medição do contraste de velocidade e usado, principalmente, para localizar a espessura da sobrecarga. Dentro da sobrecarga, a faixa de velocidade específica determina as zonas de suporte de água subterrânea (PATRA *et al.*, 2016).

Os métodos elétricos e eletromagnéticos são baseados na medição da resistividade ou condutividade elétrica de minerais e rochas abaixo da superfície. O método elétrico é muito popular na prospecção de águas subterrâneas. Aqui, são as diferenças de corrente e potencial medidas entre dois pontos (sondas) quando o solo é energizado por outros dois eletrodos de corrente. A relação entre tensão e corrente multiplicada pela constante geolétrica fornece a resistividade aparente. A interpretação com técnicas de correspondência de curvas fornece as verdadeiras resistividades e respectivas espessuras. Variadas gamas de resistividades indicam distintos tipos de rochas ou minerais. Assim, determina-se a areia com teores de água. O método eletromagnético é baseado no princípio em que a onda primária é enviada por meio do transmissor até o solo, e, dependendo da intensidade dos sinais, encontra a profundidade. A onda secundária gerada dentro do solo é recebida pelo receptor com o tempo. Com suporte nessas ondas secundárias, são calculadas as resistividades aparentes (PATRA *et al.*, 2016).

Para demonstrar a importância da utilização da geofísica no estudo das águas, apresenta-se aqui uma aplicação realizada na zona costeira do Ceará; trata-se da elaboração do modelo de circulação de água subterrânea com suporte de métodos geofísicos eletromagnético indutivo (FEM) e eleorrestividade (SEV) no litoral de Cascavel – Ceará (CASTELO BRANCO *et al.*, 2011).

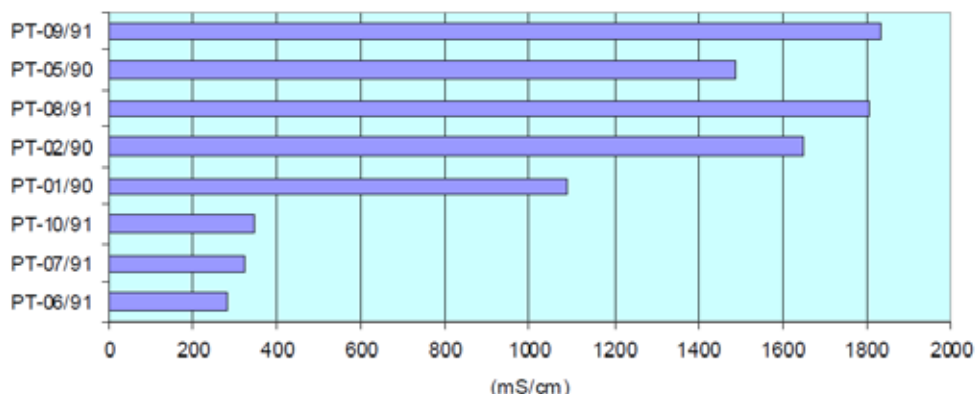
A área estudada está totalmente inserida em um contexto geológico dominado pelas coberturas sedimentares cenozóicas representadas pelos litotipos arenosos superiores e argilosos inferiores da Formação, recobertos pelos Depósitos Flúvio-aluvionares. Todo o pacote sedimentar repousa discordantemente sobre o embasamento cristalino em discordância erosiva angular. O sistema aquífero regional é composto por um aquífero livre que se comporta como semi-confinado em certas áreas do litoral cearense. Sob este aquífero livre é comum a presença de zonas intensamente fraturadas e/ou zonas falhadas que caracterizam aquíferos fissurais de diversas e complexas geometrias e com potencial hídrico bastante variável. Níveis espessos de saprolito estão normalmente associados com locais onde este potencial é maior devido à ação de processos de intemperismo químico como hidrólise e hidratação. Tais processos seriam impulsionados tanto pela existência de um fluxo de água quanto pela presença de material desagregado oriundo dos processos de intemperismo físico ocorridos anteriormente.

A água subterrânea analisada compreende e reflete as características e propriedades de um produto gerado pela interação da água que circula em todo o sistema aquífero (rochas sedimentares e rochas cristalinas). Tal interação é ratificada pelo fato de que os poços tubulares, onde as amostras de água subterrânea foram coletadas, cruzam totalmente as rochas areno-argilosas do Grupo Barreiras e penetram parcialmente nas rochas cristalinas do embasamento. Partindo dessa premissa, era de se esperar uma certa homogeneidade no padrão de certas propriedades químicas de uma água subterrânea dentro de uma área com pequena dimensão (1 km²). No caso da condutividade elétrica da água subterrânea da área estudada, esta premissa não se confirmou

A figura 5 denota a variação que a condutividade elétrica da água subterrânea apresentou nas 08 amostras analisadas, onde é possível observar dois conjuntos destintos: o primeiro relacionado a valores da ordem de 300 mS/cm e o outro relacionado a valores até seis vezes maiores (1.000 a 1.800 mS/cm). Considerando a distribuição e a proximidade entre os poços tubulares (máximo de 200 m) e que os mecanismos responsáveis por parte do fornecimento de íons a água subterrânea (p.ex ações intempéricas e recarga) não são capazes de criar diferenças de concentrações iônicas desse porte, faz-se necessá-

rio encontrar uma outra fonte de íons capaz de justificar tal incremento na condutividade elétrica das amostras analisadas..

Figura 5 - Variação da condutividade elétrica (mS/cm) da água subterrânea extraída dos poços tubulares construídos na área de pesquisa.



Fonte: Castelo Branco et al., 2011.

O intemperismo físico-químico lembrado anteriormente não atua somente na superfície terrestre, pois tal ação sobre as rochas cristalinas que compõem o embasamento na área de estudo produz minerais solúveis e íons Ca^{++} , K^{+} , Fe^{++} , Mg^{+} , Na^{+} e SO_4 - mediante processos, como a desintegração física de minerais, a hidrólise total e parcial e a hidratação. Esses íons em altas ou baixas concentrações estão na água subterrânea na área de estudo. Fato adicional importante, que deve ser considerado sobre a variação da condutividade elétrica da água subterrânea sob exame, está configurado no aumento de cerca de 100 % desse parâmetro, ocorrido na última década na água do poço tubular PT-06/91.

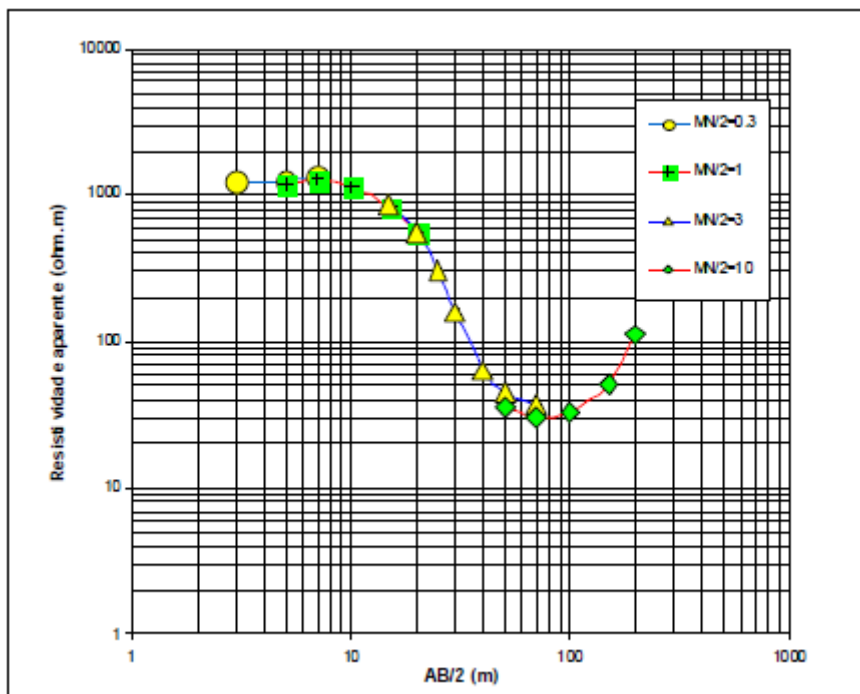
A metodologia aplicada neste estudo foi a prospecção por campos eletromagnéticos (EM) variáveis, que podem ser utilizados tanto para estudar a variação das propriedades das rochas no sentido vertical como para investigações no sentido horizontal. O método eletromagnético é influenciado principalmente pelas variações, em subsuperfície, da condutividade dos materiais terrestres. Os objeti-

vos do uso do método eletromagnético de indução no domínio da frequência (FEM) foram identificar os estratos geoeletricos e verificar a presença de zonas fraturadas/falhadas no embasamento cristalino que condicionam o fluxo de água subterrânea em aquíferos fissurais.

No total, foram adquiridos dados em 160 estações, agrupados em 6 perfis, utilizando o equipamento EM34-3XL da GEONICS Inc. Por questão de coerência com os objetivos desse trabalho, só o perfil mais importante será mostrado aqui. O modelo inicial utilizado na inversão dos dados eletromagnéticos foi baseado em uma seção geoeletrica padrão para a área de estudo. Por sua vez, tal seção geoeletrica foi obtida através do processamento dos dados de 4 Sondagens Elétricas Verticais (SEV's) executadas em pontos distintos da área, a exemplo da SEV apresentada na figura 6.

A partir do resultado da integração dos métodos geofísicos (FEM e SEV) foi possível elaborar diversas seções transversais ao terreno e investigar a subsuperfície. A figura 7 traz o perfil L1 onde estão localizados 7 (sete) dos 9 (nove) poços tubulares profundos da área. A camada superficial arenosa possui espessuras entre 6 a 13 m e condutividades entre 0,5 a 1 mS/m (nível insaturado) e 1,7 a 6,7 mS/m (nível saturado). A camada geoeletrica areno-argilosa apresenta espessuras entre (5 – 28 m) e condutividades entre 67 a 200 mS/m. A camada geoeletrica saprolítica possui espessuras variando entre 3 a 15 m e condutividades entre 22-33 mS/m. A camada geoeletrica inferior possui condutividades que variam entre 0,4 a 0,55 mS/m e apresenta uma morfologia irregular.

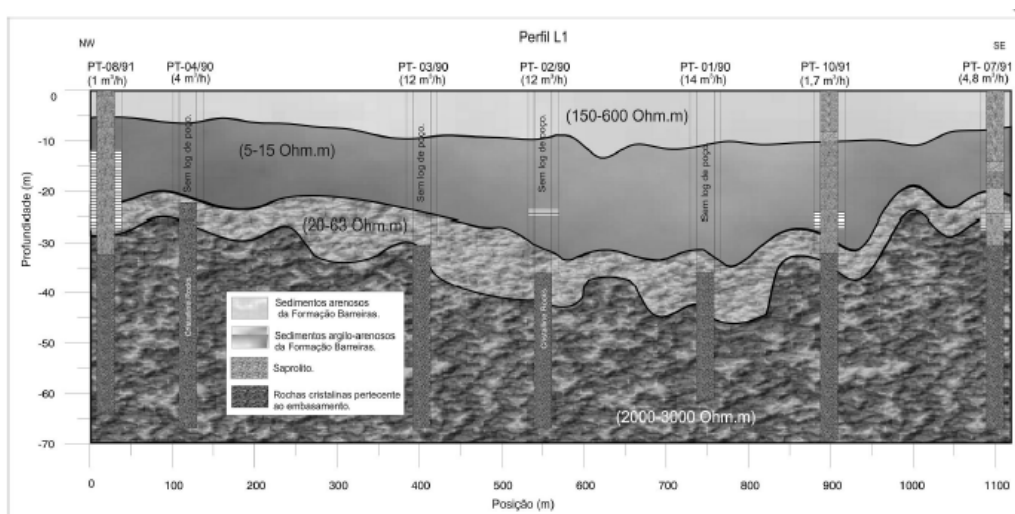
Figura 6 - Exemplo de uma curva de resistividade elétrica aparente, obtida na área, ressaltando a variação elétrica vertical dos materiais em subsuperfície.



Fonte: Castelo Branco et al., 2011.

É possível observar que os poços tubulares com vazões acima da média regional (PT-01/90, PT-02/90, PT-03/90) estão localizados nas depressões da última camada geoeletrica, locais estes onde foram detectadas as maiores espessuras tanto da camada geoeletrica argilo-arenosa quanto da camada geoeletrica saprolitica. Outros aspectos observáveis é a boa correlação entre as profundidades do embasamento cristalino descritas nos perfis dos poços e as profundidades alcançadas pela inversão, e que existe uma superestimativa na espessura da camada geoeletrica saprolitica devido à semelhança de condutividades com a camada sobreposta (arenito areno-argiloso).

Figura 7 - Resultado da inversão dos dados eletromagnéticos do Perfil L1. Esse perfil foi executado na rua principal da área de pesquisa, onde estão localizados sete poços tubulares.



Fonte: Castelo Branco et al., 2011.

Com base nos objetivos propostos e nos resultados apresentados a respeito da área de captação de água subterrânea do Município de Cascavel – CE, conclui-se que na área de pesquisa, a água possui caráter cloretada sódica como indica a análise físico-química das nove (09) amostras realizadas e pH na faixa de 6 a 8, comum em águas naturais. Provavelmente, pelo acima citado, não só as características como também as propriedades dessa água estão refletindo um produto gerado pela interação de uma água que circula tanto no aquífero poroso quanto no fissural (rochas sedimentares e cristalinas, respectivamente).

O caráter cloretado sódico provavelmente está associado à ação dos aerossóis-marinhos que seriam a fonte dos íons (Cl-) e (Na+) presentes na água subterrânea da área de pesquisa. Na interface entre os dois tipos de aquíferos, zonas anômalas com baixa resistividade foram detectadas pelo método eletromagnético utilizado. Estas anomalias podem ser interpretadas como locais intensamente fraturados e/ou falhados no embasamento cristalino. Um alto grau de fraturamento/falhamento produziria tanto porosidade quanto permeabilidade secundárias que imprimem nessa zona uma função de

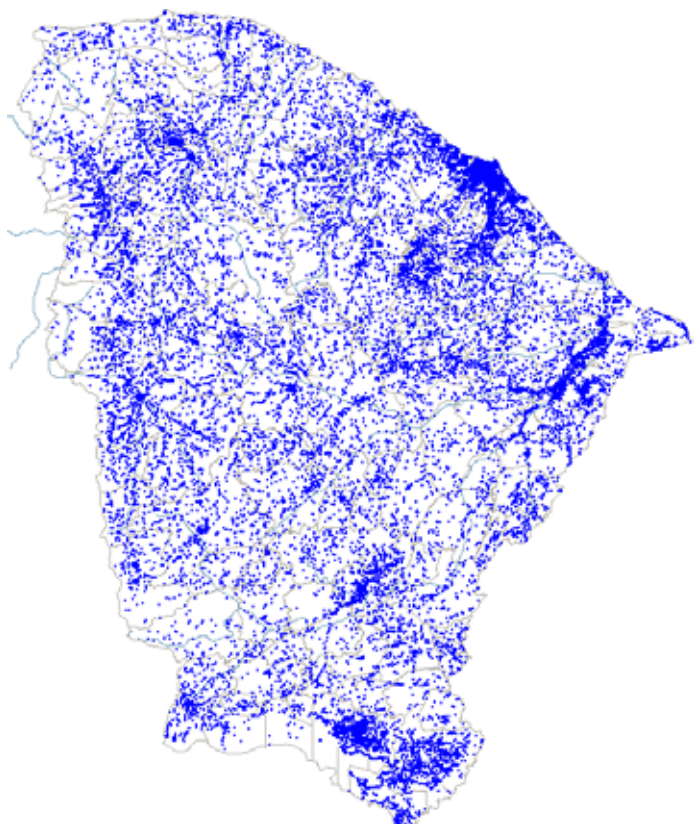
condicionante do fluxo de água subterrânea, justificando o aumento das vazões nos poços PT-01/90, PT-02/90 e PT-03/90.

O fluxo de água subterrânea, preferencialmente em locais deste tipo, intensificaria os processos químicos de lixiviação gerando um nível saprolítico menos resistivo e mais espesso (p.ex. PT – 01/90), ao contrário dos locais menos fraturados/ falhados (p.ex. PT-07/91) em que o nível saprolítico seria mais resistivo e menos espesso. Outra consequência desse fluxo maior de água nessas zonas fraturadas seria a geração de um maior conteúdo de íons dissolvidos (p.ex. Ca^{++} , K^{+} , Fe^{+} , Mg^{+} , Na^{+} e SO_4^{-}). Esse incremento no conteúdo de íons produzirá o aumento percebido na condutividade elétrica da água subterrânea em questão. O aumento da condutividade elétrica da água subterrânea em cerca de 100%, na última década, do poço tubular PT-06/91, pode indicar indiretamente uma vazão de exploração superestimada, haja vista a necessidade de manter tal vazão o raio de influência teve que aumentar. Com tal crescimento, provavelmente, interceptou uma zona fraturada contendo uma quantidade maior de íons.

A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O SIAGAS é um sistema de informações de águas subterrâneas, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB, constituído por uma base de dados de poços permanentemente atualizada, e de módulos capazes de realizar consultas, pesquisas e extração, e geração de relatórios. É um cadastro nacional de poços permanentemente atualizado e disponível para o uso por parte de pesquisadores, gestores e o público em geral, na área da hidrogeologia, concentrando uma grande quantidade de dados de poços tubulares. São 363 mil pontos cadastrados em todo o Brasil e mais de 30 mil (37.783) só no estado do Ceará. Todos os pontos cadastrados no SIAGAS são georreferenciados, o que garante qualidade e confiabilidade na localização dos atributos desses poços (Figura 8).

Figura 8 - Distribuição dos 37.783 poços cadastrados no SIAGAS do estado do Ceará.



O banco de dados dispõe de dados de perfis construtivos, testes de bombeamento, entradas d'água, medidas de condutividade elétrica, análises físico-químicas, etc. Além disso, muitos dos parâmetros armazenados no sistema, possibilitam a elaboração de vários mapas temáticos dos tipos isolinhas e de interpolação. Utilizando este sistema, realizamos a catalogação dos poços da zona costeira do sistema de aquífero Dunas-Barreiras. Foram identificados 7.140 poços profundos, o nível estático (Ne) apresentou valor médio de $9,1 \pm 8,2$ metros, com variações entre 0,8 m e 138,7 metros, o menor valor normalmente se encontra nas praias e áreas alagáveis da planície costeira e os maiores, no aquífero Barreiras-Embasamento Cristalino (Tabela 1). O nível dinâmico (Nd) apresentou valores $16,2 \pm 17,4$ metros, o rebaixamento uma média $17,1 \pm 14,9$ metros e as vazões variaram entre 0,6 e 19,9 m³/hora, resultando em uma média de $4,6 \pm 4,2$ m³/hora (Tabela 1).

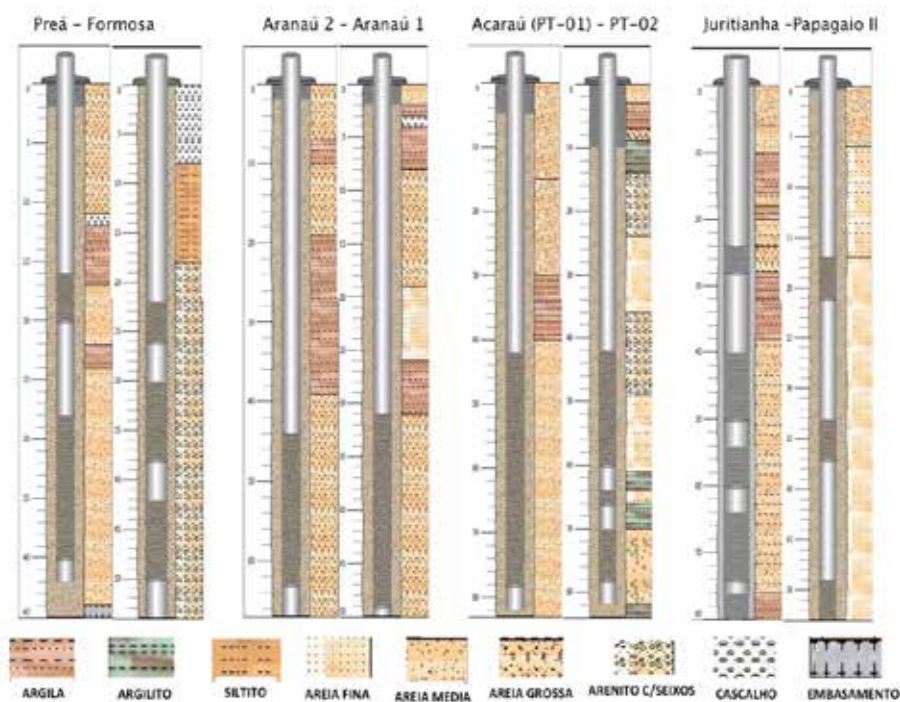
Tabela 1 - Características dos parâmetros de monitoramento do uso de água subterrânea.

Parâmetros	Ne (m)	Nd (m)	Vazão (m3/h)	Rebaixamento
Mínimo	0,8	1,1	0,6	1,2
Média	9,1	26,2	4,6	17,1
Desvio-Padrão	8,2	17,4	4,2	14,9
Máximo	138,7	177,2	19,9	112,9

No SIAGAS também é possível consultar o perfil construtivo dos poços e, com isso, identificar o tipo de aquífero que ocorre na região. Como exemplo da aplicação, selecionamos oito perfis do município de Acaraú, representados por poços com até 80 metros de profundidade, cujo perfis litológicos mostram um empilhamento de camadas sedimentares variando entre argilas e cascalhos, mas com predominâncias da classe granulométrica das areias (Fina, Média e Grossa). Quando na superfície, as areias médias correspondem ao evento deposicional mais recente, no caso dos depósitos Eólicos (Figura 9).

Em seguida aparecem os depósitos tipo leque aluvias coalescentes da Formação Barreiras. Leque aluvial é um reservatório fluvial cuja feição topográfica é de um leque, mais ou menos contemplado, que se desenvolve a partir do sopé de uma elevação montanhosa, irradiando-se a partir de um ponto onde o rio deixa a área montanhosa, espalhando-se para jusante. A sua reativação ou coalescência reflete as variações climáticas mais úmidas, formando rios caudalosos com grande capacidade de erosão e deposição de camadas sedimentares nas zonas mais baixas próximas à praia da época.

Figura 9 - Perfil litológico dos poços profundos localizados próximos à praia, no Município de Acaraú, CE.



Fonte: Elaboração própria.

A distribuição sedimentológica de fundo, em um ambiente fluvial, exprime estreita relação com a morfologia e, sobretudo, evidencia características de hidrodinâmica de alta a muito alta para esta área. De maneira geral, os leques aluviais se repartem em duas categorias, pois eles diferem bastante na energia de transporte e na deposição dos sedimentos. Leque proximal: as fácies proximais têm maior energia, em consequência, sobretudo, da gravidade. Por isso, são os sedimentos, nesta porção, mal selecionados e compostos por granulometrias maiores. As rochas formadas nessa zona são, basicamente, diamictitos, conglomerados, brechas e arcósios. Leque distal: as fácies distais têm menor energia para transporte, de maneira que apenas sedimentos menores são trabalhados nesta porção. Os sedimentos continuam, entretanto, mal selecionados. Com isso, as rochas comumente encontradas são arcósios, arenitos grossos e arenitos imaturos.

As areias médias, grossas e muito grossas com cascalho, mal selecionadas, ocorrem no leito do canal, caracterizando-o como o setor de mais alta energia hidrodinâmica. Outros setores de deposição de sedimentos grossos correspondem às margens dos rios, onde os depósitos estão associados ao input sedimentar decorrente da ação erosiva. As areias se encontram nas barras e diques fluviais, e o material mais fino nas planícies de inundação.

Em geologia, porosidade é a capacidade que as rochas sedimentares possuem em armazenar fluidos entre os grãos dos sedimentos, e que está relacionada com o tamanho dos sedimentos e o seu grau de compactação, pois quanto maior é granulometria, maior será a porosidade da rocha. Associado à porosidade, a permeabilidade da rocha é a taxa de penetração de um fluido entre os poros, em outras palavras é a capacidade que a rocha tem de percolar, como exemplo a água entre os sedimentos. Quanto maior a porosidade, maior é a permeabilidade. Logo, as rochas sedimentares como o arenito possuem uma porosidade e permeabilidade superior à de um argilito, por exemplo.

As condições de infiltração de água subterrânea são parâmetros-chave para o abastecimento de água potável, gerenciamento de recursos hídricos e contaminação de água para isso são necessários os valores de condutividade hidráulica (k), imprescindíveis na maioria dos modelos matemáticos para descrição da infiltração e do movimento da água através do perfil de solo. A Condutividade Hidráulica é também um dos principais parâmetro na determinação da capacidade de drenagem do solo. Ela é constante para cada tipo de solo, isto é, dependerá somente da textura e da estrutura do solo, e sua determinação pode ser feita utilizando-se método de laboratório e campo. Diversos estudos mostram que a condutividade hidráulica varia entre 5,8-44,5 mm h⁻¹ nas argilas, 5,28-47,9 h⁻¹ nos siltes e entre 29-89 h⁻¹ nas areias, considerando os valores médios as areias apresenta valores duas vezes maiores que as outras frações granulométricas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de água no Planeta Terra é considerada constante desde 500 milhões de anos, porém a maior parte dela, que corresponde à 97,5%, está contida nos mares e oceanos e, portanto, é salgada. Excluindo a água congelada dos polos, a água doce representa apenas 0,6% do total. Destes, 98% estão contidas nos aquíferos e apenas 2% nos rios e lagos. Haja vista a crescente demanda dos recursos hídricos, a exploração das águas subterrâneas é alternativa bem atraente para o abastecimento, em virtude da sua abundância, qualidade e relativo baixo custo de captação, principalmente considerando-se a condição inadequada de qualidade das águas superficiais, em associação ao elevado custo do seu tratamento para os diversos usos e a escassez verificada em algumas regiões. Assim, o recurso hídrico subterrâneo se fez estratégico para desenvolvimento econômico da sociedade, devendo, portanto, ser protegido contra a poluição.

Abastecimento no Ceará é prioritariamente por águas superficiais (aprox. 90% do abastecimento é proveniente de açudes), mas as restrições naturais para construção de novos açudes e a degradação da qualidade da água (eutrofização), vem motivando uma maior exploração de águas subterrâneas. Nos últimos anos, houve um aumento significativo na perfuração de poços pela Sohidra.

Devido à lentidão do processo de deslocamento da água no subsolo, em comparação com as águas superficiais, essas reservas são menos afetadas pelas secas recorrentes na região, como a que ocorreu no período de 2012 a 2017. No entanto, essa mesma característica impõe cuidado na utilização do recurso para evitar a super-exploração, tendo em vista o longo tempo necessário para sua recuperação. No Ceará, águas subterrâneas de boa qualidade e em quantidade razoável se concentram nas bordas do estado, e tem relevância na zona costeira, onde grande parte do abastecimento se dá por poços.

É importante considerar as águas subterrâneas no ciclo hidrológico, de modo que sua exploração para os diversos usos não altere o fluxo de base das águas superficiais. A Resolução nº 22 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH estabelece que os Planos de Recursos Hídricos devem promover a caracterização dos

aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos e com o meio ambiente, visando a gestão sistêmica, integrada e participativa das águas.

O uso sustentável de aquíferos vem sendo debatido em diversos países nos últimos anos. A ideia de desenvolvimento sustentável para atender as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações, de acordo com o relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum), foi gradualmente se estendendo para os vários recursos naturais e atualmente os hidrólogos, os hidrogeólogos, os administradores de recursos hídricos procuram aplicar o mesmo conceito para as águas subterrâneas.

Sustentabilidade é um processo participativo, que exige mudanças de paradigmas, que envolve novos fundamentos nas formas de pensar e de agir. O tema das águas subterrâneas, dentro do contexto de desenvolvimento sustentável passa atualmente por um processo de debate a nível conceitual e a nível operacional em diversos lugares do mundo, bem como passa por um processo de pesquisa científica onde se procura analisar e calcular os efeitos do bombeamento das águas subterrâneas sobre os outros recursos naturais e os ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.244. 1992. Construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, p. 6.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Hidro Web**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 05 mai. 2023

BRANDÃO, Ricardo de Lima. **Geodiversidade do Estado do Ceará** / Organização Ricardo de Lima Brandão; Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza: CPRM, 2014.

CASTELO BRANCO, R.M.G.; CUNHA, L.S.; BORGES, W.R. 2011. Modelo preliminar de circulação de água subterrânea com suporte de Métodos Geofísicos Eletromagnéticos e Hidrogeoquímica, litoral de Cascavel – Ceará, Nordeste,

Brasil. **Revista de Geologia**, Vol. 24, nº 1, 77 – 87.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2023. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce.html>. Acesso em 5 mai. 2023.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY - NG. 2023. **Aquifers Definition**. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/aquifers/>. Acesso em 5 mai. 2023.

PATRA, H.P., ADHIKARI, S.K., KUNAR, S. (2016). Geophysical Prospecting for Groundwater. *In: Groundwater Prospecting and Management*. Springer Hydrogeology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1148-1_4

RIOS, K. S. 2014. **Isolamento e poder**: Fortaleza e os campos de concentração na seca de 1932 / Kênia Sousa Rios. - Fortaleza: Imprensa Universitária. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/10380>. Acesso em 5 mai. 2023.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – SRH. **Histórico das ações**. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/apresentacao/>. Acesso em 5 mai. 2023.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SIAGAS. Serviço Geológico do Brasil – SGB. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em 6 mai. 2023.

CAPÍTULO TREZE

RELEVÂNCIA DAS DUNAS PARA O TURISMO COSTEIRO

Fábio Perdigão Vasconcelos¹

Gustavo Amorim Studart Gurgel²

Adely Pereira Silveira³

INTRODUÇÃO

As dunas são unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de câmara ou colina, sendo formadas pelos ventos, e são móveis, fixas ou semifixas. Consideradas importantes ecossistemas, cobertas ou não por vegetações, têm como a sua maior importância a proteção da costa, contra a força das marés, temporais, ressacas e outros fenômenos climáticos, acumulação e transporte de sedimentos. Além de serem porosas, absorvem água, sendo o principal reservatório de água doce do litoral.

São formadas com o transporte dos sedimentos arenosos ao longo do tempo geológico e por isso as dunas têm idades variadas. O processo inicia no interior do Continente, quando as rochas são alvos de intemperismo físico e químico, desgastando-se e gerando os primeiros grãos, trabalhados pelas águas superficiais e ventos, sendo transportados pelos rios até o oceano. As correntes marítimas carregam e trabalham grande quantidade de sedimentos. A ação das ondas proporciona o transporte de areia para as zonas de praia e pós-praia, onde ela seca e se torna suscetível da ação eólica. Quando estes sedimentos estão secos, tem-se o início do novo trabalho de transporte realizado pelo vento, que os modela e os faz acumular nas partes mais elevadas das praias e bermas.

1 Professor da Universidade Estadual do Ceará - Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (UECE/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, fabioperdigao@gmail.com;

2 Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará – (UECE/PROPGEO/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, gustavo.gurgel2012@gmail.com;

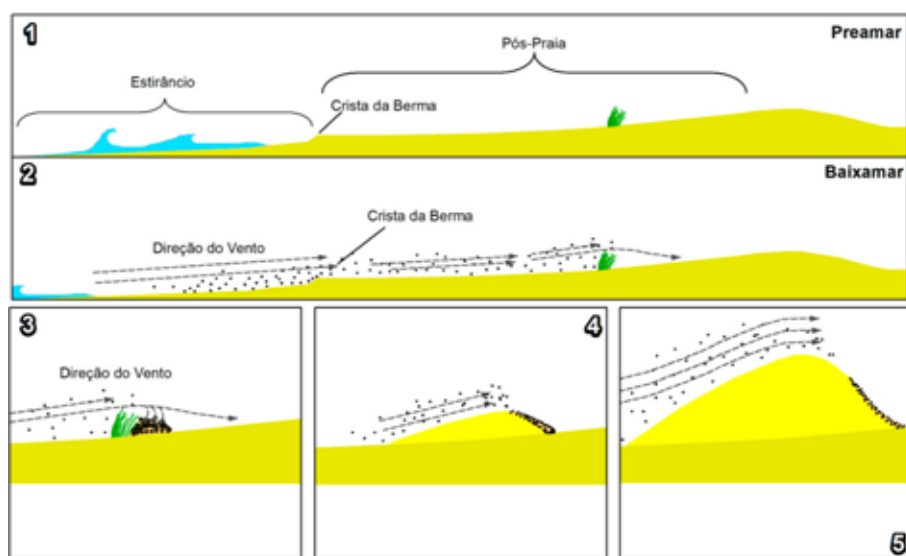
3 Professora da Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza. Doutoranda em Geografia (UECE/PROPGEO/LAGIZC), Fortaleza, Brasil, delysilveira@gmail.com

Para que dunas costeiras se formem, é preciso que haja a conjunção de vários fatores, como velocidade, direção e frequência dos ventos, ausência de barreiras físicas elevadas no pós-praia, como falésias ou florestas densas, praias planas com disponibilidade de sedimentos e relevo com rugosidades no continente para fixação dos grãos, que se acumulam, dando origem às dunas (PASKOFF, 2010).

Conforme leciona Maia (1998), estes depósitos passam por constantes ações eólicas nos seus sedimentos e, conseqüentemente, por modificações durante toda sua evolução. Estas modalidades de relevo são modeladas desde a linha de costa até os limites mais interiores do continente.

A evolução começa na faixa de praia e se estende de dezenas a centenas de quilômetros de sua origem, quando passam por estabilização, na maioria das vezes, por ações de mudanças no clima e pela vegetação, que freia o avanço das areias e tende a fixar as dunas.

Figura 1 - Esquema de formação de uma duna costeira.



Fonte: GASTÃO, F. G. da C., 2017.

As dunas, também, abrigam uma diversidade biológica, composta por flora e fauna ricas em diversas espécies. Esse é um dos fatores que fazem com que as dunas sejam classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP), portanto, protegidas pela legislação. A Resolução CONAMA 303/2002 definiu a duna como ecossistema, estabelecendo sua total proteção, independentemente da existência ou não de vegetação, definindo como APP qualquer área de duna, fixa ou móvel, estabelecendo uma proteção total.

Posteriormente, foi publicada a Resolução CONAMA 341/2003, que passou a permitir a utilização parcial de campos de dunas não vegetadas para atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis, caracterizados como casos de interesse social, mantendo a proteção total das dunas vegetadas. O CONAMA reconheceu, com efeito, o importante papel que as dunas representam para a atividade turística, como atrativo de grande potencial.

A Resolução CONAMA 369/2006, no entanto, ao estabelecer todos os casos de utilidade pública e interesse social para fins de utilização de uma APP, revogou a Resolução 341/2003, restabelecendo a proteção total das dunas não vegetadas e as planícies de deflação que estão incluídas no campo de dunas, em face da dinâmica costeira, uma vez que esta dinâmica deve ser entendida como um processo ecológico essencial, responsável pela formação e movimentação das dunas, devendo a proteção recair sobre os corredores eólicos. Deste modo, as dunas passam a exercer um papel mais contemplativo para as atividades turísticas, com possibilidades de visitação e de deslocamento, mas sem possibilidade de ocupação.

Essas formações arenosas são um espetáculo à paisagem em qualquer lugar do mundo. No Brasil, as dunas se mostram em boa parte do litoral, formam seus cordões dunares, que rasgam a costa, caminhando com o vento em direção ao continente, definindo a paisagem local.

TIPOS DE DUNAS

Existem várias classificações de tipos de dunas, segundo a época de formação, as dinâmicas ou a morfologia. Dentre os vários

tipos de dunas, destacamos as mais comuns no litoral, sendo também as que têm maior significado na composição da paisagem costeira, com intenso potencial atrativo para os destinos turísticos.

Dunas Frontais – denominadas também de dunas bordejantes, ou estabelecidas, são elevações de areia paralelas à costa com alturas e formatos variáveis. As dunas frontais constituem a primeira linha de defesa natural do continente ante as inundações marinhas e à erosão costeira.

Figura 2 - Duna Frontal.



Fonte: Maipo.net

Dunas Barcanas e Barcanoides - possuem formato de lua crescente, com baixa disponibilidade de sedimentos, a vegetação é ausente, as extremidades, chamadas de “caudas”, se alongam na direção do vento. São geralmente de tamanho médio (barcanas) e pequenas (barcanoides) e de rápida propagação.

Figura 3 - Duna Barcana.



Foto: AstroPT

Dunas Parabólicas - individuais, que se formam em ambientes úmidos e com vegetação. O clima mais úmido aliado à vegetação fixa a parte inferior da duna, retardando ou bloqueando a movimentação de areia nesse local. Em consequência, a crista que se mantém seca ou sem vegetação avança, mudando sua morfologia, formando uma “cauda” no sentido contrário ao deslocamento do vento.

Figura 4 - Duna Parabólica.



Fonte: Dom Escobar.

Em ambientes litorâneos as dunas formam lagos de água doce, denominados também de lagoas interdunares, ambientes ecologicamente importantes para o desenvolvimento da flora e fauna costeiras. Esses ambientes contribuem para a aumentar a beleza cênica dos campos dunares.

Duna Estrela - de ocorrência em locais mais restritos, como grandes desertos. Elas dependem da existência de uma grande quantidade de areia e de ventos fortes, constantes, e que mudam de direção de tempos em tempos. Pela mudança da direção dos ventos, estas dunas denotam prolongamentos em sentidos variados, lembrando uma estrela.

Figura 5 - Duna Estrela.



Foto: National Geographic

DUNAS E TURISMO

Na costa brasileira, os maiores campos de dunas se localizam no Maranhão, Ceará, Delta do São Francisco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Nesses locais, a atividade do turismo expressa dinâmica diferenciada com ampliação da oferta de serviços

necessários ao seu desenvolvimento e dinamização de cadeias produtivas associadas.

No Ceará, com marco inicial nos anos de 1990, tendo como pressuposto básico a aceitação do turismo como vocação natural da região Nordeste, foram implantadas políticas e ações do Estado e do mercado, dinamizando o turismo de “Sol e Mar”, com projetos de desenvolvimento dessa atividade nas costas do “Sol Poente” e do “Sol Nascente”, incluindo a valorização do turismo litorâneo, com destaque para as áreas com sistemas de dunas, lagoas e praias.

O incremento da atividade turística no Ceará resultou no Programa de Desenvolvimento do Turismo – Prodetur I e Prodetur II. Além destes, o Programa de Ação para o Desenvolvimento do Turismo no Nordeste – Prodetur/NE foi concebido pela Sudene e Embratur, com o intuito de fortalecer a atividade turística na região e consolidá-la como destino nacional e internacional, por meio do aumento do turismo receptivo, indução de novos investimentos na infraestrutura turística, aumento da permanência do turista no Nordeste e geração de emprego e renda com a atividade (BRASIL, 1993). Nos anos 2000, destaca-se a formulação do Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável – PDITS, que insere a atividade na perspectiva da sustentabilidade, favorecendo uma reflexão crítica da prática do turismo local.

O turismo, de acordo com a organização Mundial do Turismo – OMT, é aceito como um fenômeno social que consiste no deslocamento voluntário e temporário de pessoas ou grupos que, fundamentalmente, por motivos de recreação, descanso, cultura ou saúde, saem de seu local de residência habitual para outro, no qual não exercem nenhuma atividade lucrativa nem remunerada, gerando múltiplas inter-relações de importância social, econômica e cultural. Consensualmente, o turismo é aceito como uma das principais atividades econômicas e sociais contemporâneas, particularmente, por mobilizar um expressivo contingente de mão de obra.

O pleno desenvolvimento da atividade turística requer sempre um planejamento tecnicamente elaborado, por intermédio de políticas públicas ou ações do Estado.

Apesar de aceito como atividade estratégica na dinamização da economia local, o turismo litorâneo de massa exprime características, nem

sempre desejáveis, conforme Swarbrooke (2000). Esse autor cita, entre essas, a escala inadequada ao local, construções novas, agressoras da paisagem, comprometimento da infraestrutura, poluição e congestionamento, pouco contato dos visitantes com os locais e a transformação da cultura local. Essas características situam o turismo de “sol e mar” em um quadro de fragilidade, que demanda políticas públicas específicas, exigindo uma atenção especial dos gestores públicos, dos pesquisadores do tema e da sociedade onde a atividade se desenvolve, fato que nem sempre acontece.

As dunas são para o turismo sinônimo de diversão e contemplação. Essas mesmas dunas, entretanto, possuem importantes funções ambientais, desde o transpasse de sedimentos nos corredores eólicos e nas dunas que fornecem sedimentos para outras regiões costeiras, como, por exemplo, no sistema sedimentar eólico de Jericoacoara, no Ceará, que se caracteriza por um promontório e ação denominada de *headland bypassing*, ou seja, ocorre o transporte de sedimentos de uma praia ao leste (praia do Preá) para uma praia ao oeste (praia de Jericoacoara).

As dunas, também, desenvolvem ações de proteção, mitigando a erosão costeira. As dunas frontais amenizam o efeito de ondas de tempestade, protegendo a costa, pois constituem a primeira linha de defesa natural do continente ante as inundações marinhas e perante a erosão costeira.

As dunas também representam importantes fontes de recursos minerais, quando ocorrem minerais pesados e carbonato de cálcio, além da disponibilidade de areia para uso direto na construção civil, quando tal é permitido em legislação específica e com a devida autorização dos órgãos ambientais.

Elas constituem um sistema aquífero do tipo livre, representando fonte potencial para o atendimento de demandas domésticas e para irrigação e recarga do lençol freático. Contêm importantes reservas de águas subterrâneas de boa qualidade físico-química e de fácil acesso. Neste caso, temos como exemplo o campo dunar da praia do Cumbe, Aracati, no Ceará, onde a reserva hídrica das dunas é uma das fontes de abastecimento de água potável para a sede desse Município.

As dunas possuem grande significado ecológico e arqueológico, no contexto de formação da paisagem, que remete a considerações quanto às estratégias de ocupação do entorno e gestão de recursos.

Para o turismo, essa feição geomorfológica é o ápice dos espelhos de publicidade. Em Jericoacoara (CE), a duna Pôr do Sol sempre foi preferida pelos turistas para se apreciar o pôr do sol, com o astro “mergulhando” no mar ao final do entardecer, espetáculo cênico que atrai grande quantidade de visitantes ao campo dunar. Em Genipabu (RN), Paracuru e Cumbuco (CE), atividades como os passeios de carro tracionado ou *buggies*, com trajeto mais suave ou com maior “emoção” (trilhas mais radicais), e o “esquibunda”, são os preferidos pelos turistas. Em Florianópolis (SC), se pratica-se o *surf* na areia, utilizando a declividade da duna. No Jalapão (TO), fotos de paisagens incríveis, que mudam de cor durante o dia, em decorrência da inclinação da incidência dos raios solares.

O incremento do turismo, porém, nas regiões costeiras promoveu ameaças sobre esse sistema ambiental. São apontadas diversas ações que causam impactos potenciais às dunas, que devem ser sempre levadas em consideração pelos responsáveis pela elaboração de planos da gestão costeira sustentáveis. Entre estas, mencionamos as que estão à continuidade.

- Captação indiscriminada e o uso da água subterrânea para o abastecimento de água potável, que é capaz de alterar o estoque de recursos hídricos subterrâneos.
- Emissão de efluentes líquidos na área das dunas e seus corredores de transporte são suscetíveis de contaminar os recursos hídricos subterrâneos e o material sedimentar.
- Recreação e atividades turísticas causam o pisoteamento de mata nativa sobre as dunas, propiciando a abertura de mais trilhas e caminhos.
- Construção de infraestruturas residenciais e comerciais na área de dunas causam uma pressão física capaz de alterar a direção do deslocamento dos sedimentos com riscos para as atividades humanas por via do avanço das dunas sobre edificações e outras estruturas.
- Disposição de resíduos sólidos são capazes de alterar a paisagem, com risco à saúde pública e fauna local, além da contaminação de recursos hídricos subterrâneos e dos exultórios externo e interno das dunas.

- Tráfego de veículos provoca quase sempre adensamento de carros nos corredores de transporte eólicos, além de provocar poluição atmosférica que, por sua vez, causa alteração da qualidade do ar e risco à saúde humana.
- Extração de areia, mesmo autorizada pelos órgãos ambientais, causa alteração da morfologia das dunas e da paisagem e interfere no estoque sedimentar e no fluxo de sedimentos.
- Atividade de pecuária provoca o pisoteamento sobre as dunas e os corredores de transporte de sedimentos, abertura de mais trilhas e caminhos, e contaminação por meio de resíduos orgânicos.
- Eventos climáticos extremos promovem a alteração da morfologia das dunas, intrusão salina, a salinização de recursos hídricos subterrâneos e a alteração da paisagem.

A gestão do espaço litorâneo deve ser integrada, com a participação de todos os atores locais, de modo que se discutam os aspectos dos riscos ao meio ambiente que o turismo é passível de representar e, ao mesmo tempo, há que se analisar as potencialidades das paisagens como atrativo turístico. Essa discussão está na base do desenvolvimento sustentável da zona costeira, que necessita explorar suas belezas cênicas, ao mesmo tempo em que as deve preservar.

O uso do litoral sem critérios nem controles de ocupação situa o turismo como atividade com potencial alto de ameaça à estabilidade dinâmica da zona costeira. As atividades turísticas e recreacionais ocorrem durante todo o ano no litoral do Nordeste brasileiro, com aumento significativo durante a estação de verão (dezembro a fevereiro), nas férias de julho e nos festejos locais, como são-joão e carnaval. O turismo e a recreação constituem usos diretos sobre os sistemas de dunas, pelo tráfego de pessoas e veículos, formando caminhos e trilhas, pela prática de esportes (sandboard e trekking) e como área de convivência e contemplação da natureza. A gestão desses espaços deve levar em conta os períodos de maior fluxo turístico que afetam esses ambientes, entretanto, não devem deixar de levar em conta os empregos gerados pelo turismo e o número de famílias que tiram seu sustento dessa atividade.

Os principais destinos turísticos ligados às dunas no Brasil estão em <https://mapio.net/pic/p-16207188/>

- **Os Lençóis Maranhenses**, em Barreirinhas (MA), com incontáveis dunas pontilhadas por lagoas de água doce, ora azuis, ora verdes, protegidas pelo **status** de Parque Nacional em uma área de 155 mil hectares. Para circular pela região, repleta de trilhas de areia e rios, somente veículos com tração 4x4 ou de barco. O cenário paradisíaco do parque espalha-se, abrigando dunas que chegam a 40 metros de altura, lagoas de águas transparentes com nuances que vão do azul-turquesa ao verde-escuro, praias desertas e aves migratórias.

Figura 6 - Lagoa Bonita, Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, Maranhão.



Foto: Aline Dias.

- **Florianópolis (SC)**, na praia da Joaquina, as boas ondas e os surfistas dividem as atenções com as dunas e os praticantes do sandboard, o surf na areia, que reúne nativos e turistas. O esporte é praticado também entre as praias dos Ingleses e Santinho. Nas praias do Campeche, Armação e Pântano do Sul, as dunas de areia são menores, mas também garantem charme aos cenários.

Figura 7 - Dunas da praia de Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina.



Foto: Ricardo Ribas.

- **Dunas da praia de Genipabu**, Extremoz, Rio Grande do Norte, inseridas no Parque Turístico Ecológico Dunas de Genipabu, englobam uma praia, um grande complexo de dunas, uma lagoa e uma área de proteção ambiental.

Figura 8 - Dunas de Genipabu, Extremoz, Rio Grande do Norte.



- **Dunas de Piaçabuçu**, Alagoas, se mostram como um cordão dunar com cerca de 20 quilômetros de extensão, localizadas na região próxima à foz do rio São Francisco.

Figura 10 - Dunas de Piaçabuçu, Alagoas.



Foto: Fábio Lins Lessa.

•

- **Dunas do Jalapão**, Tocantins, inseridas no Parque Nacional de Jalapão, são de acesso difícil. Estabelecer contato com este ambiente é observar a natureza em seu formato mais autêntico. Com dunas alaranjadas de areia avermelhada, que chegam a 30 metros de altura e vegetação típica do cerrado, as paisagens exprimem, também, grande quantidade de nascentes.

Figura 11 - Dunas do Jalapão, Tocantins.



Foto: Washington Luiz.

- **Dunas de Mangue Seco**, Bahia. Mangue Seco fica próximo à divisa com o Estado de Sergipe. Os atrativos são os banhos de mar em praias semidesertas e os passeios de *buggy* pelas dunas.

Figura 12 - Dunas de Mangue Seco, Bahia.



Foto: Sílvia Oliveira.

- **Dunas de Cabo Frio**, na região dos Lagos, no Rio de Janeiro, perto da praia do Forte e no caminho para o Município de Arraial do Cabo. Tem uma área de preservação ambiental denominada Parque das Dunas de Cabo Frio, que, anualmente, atrai visitantes e adeptos de campeonatos de *sandboard*.

Figura 13 - Dunas de Cabo Frio, Rio de Janeiro.



Foto: jornal Nova Metrópole.

- **Duna na praia de Ponta Negra**, em Natal, no Estado do Rio Grande do Norte. A praia de Ponta Negra é a mais famosa da Capital potiguar, mostrando a duna denominada de morro do Careca como a paisagem que mais se identifica com o local, um verdadeiro “cartão postal”. A duna tem altura de 100 metros, com a faixa de areia rodeada de vegetação. A subida e a descida intensas de visitantes ao morro do Careca estava provocando um rebaixamento em seu tamanho, representando uma ameaça à manutenção da beleza cênica da paisagem. Por esta razão, em 2004, ficou proibida a visitação de pessoas a essa duna.

Figura 13 - Duna morro do Careca, Natal.



Foto: Coral Plaza Apart Hotel.

- **Dunas do Paracuru**, Ceará. O campo das Dunas de Paracuru revela um contraste de cores entre as areias brancas e as águas límpidas das lagoas interdunares, compondo uma paisagem única nos lençóis paracuruenses. São muitas dunas que se estendem por seis quilômetros à extensão do litoral; em cada depressão, uma nova lagoa. Em constante movimento por causa dos ventos fortes, a visão paradisíaca nunca é a mesma e se exprime como experiência singular para cada visitante.

Figura 14 - Dunas do Paracuru, Ceará.



Foto: jornal Metrópolis.

- **Duna Pôr do Sol**, Jericoacoara, Ceará. Essa é uma duna que bordeja a linha de costa, mostrando sua face de avalanche em contato direto com a praia, sendo atacada constantemente pelas ondas durante as marés altas. Ela está inserida na Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Nacional de Jericoacoara. Tornou-se uma tradição local o fato de os visitantes subirem a duna ao fim do dia para ver o espetáculo do sol se pondo no mar. Além de apreciar a paisagem, é possível acompanhar a mudança de cores na duna, que vai do amarelo ao rosa; entretanto, o caminhamento da duna em direção ao mar, aliado ao fato de que a duna não recebe a mesma quantidade de areias pelos corredores eólicos que recebia antes, conduzem à ocorrência de uma diminuição brusca em seu tamanho (SILVEIRA, 2019).

Figura 15 - Dunas Pôr do Sol, Jericoacoara, Ceará.



Foto: Adely Pereira Silveira

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Natal, houve a intervenção do poder público quanto às ações antrópicas que estavam acontecendo no atrativo turístico conhecido como Morro do Careca, uma duna da região sul de Ponta Negra. Nos anos de 1990, banhistas e turistas escalavam o morro e desciam com a ajuda de “esquibunda”. Além disso, era um exercício para os que o escalavam, e ainda era utilizado para passeios de *buggy*. Essas atividades antrópicas estavam “desmontando” a duna e o poder público implantou um projeto de conservação, com vistas à preservação da mata de restinga e, também, evitando que a areia descesse e, conseqüentemente, a altura do morro diminuísse, proibindo estas atividades e implantando uma cerca de proteção.

Logo após a interdição e inserção da cerca, o morro do Careca tinha o título de Zona de Proteção Ambiental ou Área de Proteção Ambiental (APA). Nesse sentido, como unidade de conservação da categoria uso sustentável, a APA permitiria a ocupação humana. Estas unidades são criadas para conciliar a ocupação humana ordenada da área e o uso sustentável dos seus recursos naturais. Em 2011, por decisão do Conselho Estadual de Meio Ambiente, o morro do Careca passou para a categoria de Monumento Natural. Isso ocorreu como medida para restringir ainda mais o contato humano no local. Hoje, a duna está preservada, em decorrência das ações tomadas pelo poder público. Não é permitida a realização de nenhuma atividade, além de observá-lo de fora da cerca de proteção, enquanto a pessoa “curte” a praia de Ponta Negra aos seus pés.

Outro exemplo da importância das dunas para o turismo costeiro e da necessidade de preservação é constatado pela duna Pôr do Sol, em Jericoacoara, no Ceará. Esse atrativo turístico recebe milhares de visitantes todos os anos, que sobem a duna diariamente para assistir ao pôr do sol. A duna exibe, entretanto, um déficit sedimentar, passando por um processo de degradação pela falta de realimentação de areias decorrentes do transporte eólico natural, que foi localmente afetado pela ação antrópica e, em razão, também, da erosão costeira na sua face de deslizamento, acelerado pelo frequente pisoteio de turistas e de pessoas locais que ali circulam e vão contemplar o pôr do sol.

Um grupo de profissionais multidisciplinares, em conjunto com os pesquisadores do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira – LAGIZC, da Universidade Estadual do Ceará - UECE, ofereceram à Secretaria de Turismo do Governo do Estado do Ceará um projeto de manejo ambiental com o uso de Estruturas-Guias de Corrente Eólicas, que contribuiria ou mesmo cessaria o déficit do balanço sedimentar na duna Pôr do Sol, contribuindo para a sua recuperação em volume e área. Com o aumento da contribuição sedimentar promovida pelo projeto, se restabeleceria a estabilidade desse sistema mediante técnicas de manejo ambiental de areias de praia e dunas para regeneração dos corredores de transporte de sedimentos eólicos e consequente alimentação da duna.

Infelizmente, o projeto ainda não foi implantado, em razão de aspectos burocráticos, sendo observada a diminuição acentuada da área e do volume da duna Pôr do Sol, um dos mais belos ícones turísticos de Jericoacoara.

A Gestão Integrada da Zona Costeira concorre por demais para o desenvolvimento do turismo litorâneo sustentável, mediante ações como o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla), a cargo do Ministério da Economia, no âmbito da sua Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União. Anteriormente, essa ação era desenvolvida em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente. O Projeto Orla é aplicado no Estado do Ceará pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

O Projeto Orla ajuda, sobretudo, na efetiva redução de ameaças que afetam o funcionamento do sistema ambiental eólico de transporte e acumulação de sedimentos, com a manutenção dos cordões dunares. Os trabalhos desenvolvidos pelo Projeto Orla são realizados com a participação conjunta da academia, poder público e sociedade organizada, garantindo a conservação e preservação das paisagens do litoral do Ceará.

Entre as diversas orientações dialogadas pelos entes públicos e privados que analisam o tema de conservação dos ambientes dunares, as principais ações que devem ser seguidas para a preservação desses ecossistemas estão delineadas na sequência.

- Elaborar plano de manejo para as áreas de dunas e corredores de transporte eólico de sedimentos, a fim de minimizar as pressões externas e internas.
- Promover programas governamentais para melhorar a coleta e o tratamento dos resíduos sólidos nos campos dunares e nas áreas adjacentes.
- Criar e executar programa para tratamento e retirada das espécies exóticas invasoras nas áreas de dunas e nos corredores de transporte de sedimentos.
- Elaborar e divulgar informações sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos nas áreas dos cordões de dunas.
- Monitorar e proibir a poluição provocada pela emissão de efluentes líquidos, principalmente de esgoto, dentro dos limites das áreas das dunas.
- Elaborar projetos de manejo ambiental para reativar os corredores eólicos de transporte de sedimentos para as dunas.
- Promover nas áreas de dunas a instalação de sinalização ambiental e orientadora, mostrando as diversas restrições do uso na área.
- Melhorar a comunicação aos visitantes e à comunidade local, quanto aos usos das áreas de dunas.
- Criar estruturas que promovam o adequado uso para o turismo sustentável.
- Proibir atividades impactantes sobre as dunas, restringindo a circulação de veículos automotores, impedindo a retirada de espécies nativas e a extração de areias.

Em conjunto, as ações de preservação e conservação das dunas se constituem como atividades garantes da manutenção desses importantes ecossistemas com benefícios ambientais significativos, além de assegurar a existência desses ambientes, importantes atrativos para a atividade turística.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. **Plano Nacional de Turismo 2007/2010**. Uma Viagem de Inclusão. Brasília – DF, 2010.

BRASIL. **A atividade turística no Nordeste**. Fortaleza, 2005. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Relatório de Avaliação de programa: Programa Desenvolvimento do Turismo no Nordeste**. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas do Governo, 2004.

CEARÁ. **Programa de Desenvolvimento do Turismo. PRODETUR/CE**. Fortaleza: 2002.

MAIA, Luís Parente. (1998) **Procesos Costeros y Balance Sedimentario a lo Largo de Fortaleza (NE Brasil)**: Implicaciones para una Gestión Adecuada de la Zona Litoral. Unpubl. PhD Thesis, Faculty of Geology, University of Barcelona.

GASTÃO, F. G. da C. – **Dunas Eólicas Costeiras como Indicadoras de Alteração do Clima desde o Pleistoceno Superior**. O Caso das Dunas dos Estados do Ceará e Maranhão, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.

GURGEL JR., J. B; MEIRELES, A. J. A.; GURGEL, G. A. S. - **Geologia Ambiental e impactos decorrentes da migração de dunas na planície costeira de Paracuru/CE**. 37 Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1992.

PASKOFF, R. **Les Littoraux**. L’impact des aménagements sur leur évolution. Paris: Editora Armand Colin. 260p. 3eme edition. 2010.

SILVEIRA, A. P. **Análise da Evolução Temporal e da Dinâmica Morfossedimentar da Duna do Pôr do Sol, Jericoacoara, Ceará – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará. 85p. 2019.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão. **Gestão Integrada da zona costeira**:

ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premium, 2005.

FOTOS

Foto Duna Barcana. Fonte: AstroPT. Disponível em: <https://www.astropt.org/2013/04/03/horizontes-da-fisica-5-a-fisica-das-dunas/> Acesso em 15/05/2023.

Duna Parabólica. Fonte: Dom Escobar. Disponível em: <http://domescobar.blogspot.com/2011/02/voce-sabe-como-as-dunas-de-areia-sao.html>. Acesso em 15/05/2023.

Duna Frontal. Fonte: Maipo.net. Disponível em: <https://mapio.net/pic/p-16207188/> Acesso em 15/03/2023.

Foto Duna Estrela. National Geographic. Disponível em: <https://nationalgeographic.pt/natureza/actualidade/1620-navegando-pelas-dunasegid=1&pid=6> Acesso em 10 de abril de 2023.

Foto Lagoa Bonita – Lençóis Maranhenses. Disponível em: <https://m.feriasbrasil.com.br/ma/lencoismaranhenses/irdejipeateaslagoasbonitaeazul.cfm>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas da Praia de Joaquina. Disponível em: <https://www.flickr.com/search/?text=praia%20da%20joaquina%20sandboard>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas de Genipabu (RN). Disponível em: <https://estrangeira.com.br/passeio-as-dunas-de-genipabu-de-buggy-saindo-de-natal-vale-a-pena/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas de Piaçabuçu (AL). Disponível em: <https://culturaeviagem.wordpress.com/2015/04/12/dunas-em-piacabucu-uma-grata-surpresa-oferecida-pelo-litoral-de-alagoas>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas dedo Jalapão (TO). Disponível em: <https://referencia.com.br/>

jalapao-tocantins/. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas de Mangue Seco (BA). Disponível em: <https://www.clicksergipe.com.br/entretenimento/78/87/mangue-seco---um-destino-bem-sergipano.html>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas de Cabo Frio (RJ). Disponível em: <http://jornalnovametropole.com.br/wp/rio-de-janeiro-leve-na-esportiva/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Morro do Careca, Natal (RN). Disponível em: <https://www.praiasdenatal.com.br/morro-do-careca/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

Foto Dunas do Paracuru (CE). Disponível em: <https://www.metropoles.com/vida-e-estilo/turismo/lencois-cearenses-conheca-o-destino-paradisiaco-e-isolado-em-paracuru>. Acesso em: 04 abr. 2023.

CAPÍTULO QUATORZE

MARICULTURA COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO DA ZONA COSTEIRA

Glacio Souza Araujo¹
Liane Marli Silva de Araújo²

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a espécie de macroalga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* é explorada economicamente para a produção de ágar (PLASTINO *et al.*, 2004), a qual se distribui naturalmente ao extenso da costa do Ceará até o Estado do Espírito Santo (PLASTINO; OLIVEIRA, 2002).

No Estado do Ceará, destacamos o cultivo da macroalga vermelha *Gracilaria birdiae* nas praias de Flexeiras e Guajiru, município de Trairi, praia da Barrinha, município de Icapuí, praia da Baleia, município de Itapipoca e mais recentemente, na praia de Volta do Rio, município de Acaraú, sendo este em escala experimental. Tradicionalmente, o cultivo é realizado por meio da propagação vegetativa em estruturas chamadas *long-line*. O modelo é constituído por uma corda principal onde são penduradas secundárias. Para a sua instalação em mar, as extremidades são fixadas por meio de blocos de concreto (poitas) para evitar ou minimizar danos durante o cultivo (CARVALHO FILHO, 2004).

O cultivo e utilização de macroalgas marinhas em determinada comunidade costeira têm o seu benefício ecológico, econômico e social, sendo utilizada para a alimentação humana e animal, fabricação de produtos de beleza, compostos bioativos, como o ágar, carragenana (esses extraídos das macroalgas vermelhas) e alginato (extraído das macroalgas marrons), produção de extratos, a serem utilizados na germinação de sementes ou como *spray* foliar, visando a melhor produtividade da cultura, uma resistência ao estresse abiótico e biótico, maior absorção de nutrientes do solo e maior resistência

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Acaraú, Ceará, Brasil;

2 Instituto Agropolos do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil; Membro do Núcleo de Estudos em Economia do Mar da Universidade Federal do Ceará (NEMA - UCF).

a pragas e doenças, e a biomassa resultante desse extrato, é usada como biofertilizantes, aplicado diretamente no solo de variados cultivos e na adubação de viveiros de cultivo de organismos aquáticos.

Vale salientar que os compostos bioativos (ágar, carragenana e alginato) também são conhecidos por expressarem diversas atividades biológicas, tais como anticoagulante (FARIAS *et al.*, 2000; ZHANG *et al.*, 2008), antitrombótica (FARIAS *et al.*, 2001), antiviral (ZHOU *et al.*, 2004), imunoestimulante (FU *et al.*, 2007; SABOYA *et al.*, 2012) etc., tendo assim, grande aplicabilidade biotecnológica (RENN, 1997).

No Brasil o cultivo de moluscos ainda é pouco difundido nas comunidades litorâneas, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do País. No Sul do Brasil, entretanto, a cultura de moluscos é destaque no Estado de Santa Catarina, o qual é o principal produtor. A produção total de moluscos (mexilhões – *Perna perna*, ostras – *Crassostrea* spp. e vieiras – *Nodipecten nodosus*) comercializados em 2013 no Estado foi de 19.082,4 toneladas (t), sendo 16.147,0 t, 2.932,5 t e 28,7 t, para mexilhões, ostras e vieiras, respectivamente (SANTOS; COSTA, 2014).

Os moluscos são amplamente distribuídos e comercializados em todo o mundo. No Brasil, os moluscos bivalves são importante fonte alimentar e também comercial para as comunidades pesqueiras que vivem no entorno dos estuários e por comunidades costeiras. Entre os moluscos está a ostra do mangue *Crassostrea* sp., importante recurso pesqueiro encontrado nos estuários da costa brasileira.

No respectivo capítulo, abordaremos a maricultura como fator de desenvolvimento da zona costeira, especificamente as macroalgas e os moluscos bivalves, abordando o cultivo de macroalgas em comunidades costeiras do Ceará, a utilização das macroalgas na alimentação humana e animal, seu potencial biofertilizante, e o cultivo de moluscos bivalves, a avaliação do desempenho zootécnico das ostras e depuração, visando uma fonte significativa de renda para as famílias, com impactos econômicos e sociais positivos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Macroalgas Como Fator de Desenvolvimento da Zona Costeira

As algas marinhas são organismos bentônicos amplamente distribuídos ao longo das costas, desde as regiões tropicais até as polares. Fazem parte do Reino *Plantae* e, como as plantas terrestres, as algas marinhas também constituem a base da cadeia alimentar, mas em ecossistemas aquáticos, estando entre os principais produtores primários (FERDOUSE *et al.*, 2018). As algas marinhas são agrupadas em três divisões: marrons (Ochrophyta-Phaeophyceae), vermelhas (Rhodophyta) e verdes (Chlorophyta). Esses organismos são produtores de muitas moléculas (metabólitos primários), como proteínas, lipídios e carboidratos, e também produzem outros compostos bioativos interessantes (metabólitos secundários) com aplicações em diversos setores, como alimentos, rações, agricultura, cosméticos, farmacêutico e biotecnológico (LEANDRO *et al.*, 2019).

Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), em 2020, a produção mundial de pescado (pesca e aquicultura) foi de aproximadamente 177,8 milhões de toneladas, sendo 90,3 milhões de toneladas provenientes da pesca e 87,5 milhões da aquicultura. As exportações mundiais de produtos aquáticos em 2020, excluindo as algas, totalizaram cerca de 60 milhões de toneladas de peso vivo, no valor de US\$ 151 bilhões. Somente em relação à aquicultura, a maior quantidade foi produzida em água doce (54,4 milhões de toneladas, 62,2% do total mundial) quando comparada às águas salobra e salgada (33,1 milhões de toneladas, 37,8% do total mundial). A piscicultura permaneceu estável com flutuações mínimas em torno de 66%, respondendo pela maior parte da aquicultura mundial por décadas. Em 2020, os peixes cultivados atingiram 57,5 milhões de toneladas (US\$ 146,1 bilhões), incluindo 49,1 milhões de toneladas (US\$ 109,8 bilhões) da aquicultura interior e 8,3 milhões de toneladas (US\$ 36,2 bilhões) da maricultura e da aquicultura costeira (FAO, 2022).

No ano de 2020 foram produzidas 34,6 milhões de toneladas de algas marinhas (FAO, 2022). Em 2018, foram produzidas 32,4 milhões

de toneladas desses vegetais (FAO, 2020). No ano de 2016, o volume de plantas aquáticas coletadas ou produzidas foi de 31,2 milhões de toneladas, havendo sido, praticamente, toda essa produção de macroalgas marinhas, com crescimento de 13,5 milhões de toneladas em 1995 para pouco mais de 30 milhões de toneladas no referido ano.

Ainda segundo a FAO, em 2020, o grupo de organismos que expressou maior destaque na aquicultura foi os peixes de água doce, seguidos das algas marinhas, mostrando a grande importância da piscicultura na produção de alimentos em todo o mundo. De acordo com os dados, o desenvolvimento da aquicultura exprime distintos padrões flutuantes de crescimento entre as regiões. Na maior região produtora, a Ásia, o crescimento no período de 1990 a 2020 foi relativamente estável nos principais países, embora com taxas de crescimento decrescentes. Outras regiões tiveram crescimento relativamente flutuante no mesmo período, mostrando desempenho negativo em alguns anos. A Ásia dominou esmagadoramente a aquicultura mundial por décadas, produzindo 91,6% dos animais aquáticos e algas em todo o mundo nesse ano. Existem, no entanto, enormes diferenças no nível de desenvolvimento da aquicultura entre os países da Ásia. Países como a Mongólia, Timor-Leste e alguns da Ásia Central e Ocidental precisam de um desenvolvimento acelerado da aquicultura para explorar o seu potencial aquícola (FAO, 2022).

O cultivo global de algas, dominado por macroalgas marinhas, em 2020, aumentou em 1,4 por cento (35,1 milhões de toneladas) com relação ao ano de 2019, quando foram produzidas 34,6 milhões de toneladas. Alguns dos principais países produtores são a China e Japão, com um crescimento em 2020, enquanto no Sudeste Asiático e na República da Coreia ocorreu um declínio na produção (FAO, 2022).

O grande interesse econômico das algas marinhas é justificado pela crescente demanda por ficocolóides para distintos usos nas indústrias farmacêutica, alimentícia e de cosméticos (ARMISEN, 1995), o que conduz vários países a cultivá-las (De BOER, 1981).

Em regiões tropicais, é importante destacar algas do gênero *Gracilaria* (Rhodophyta), que são amplamente cultivadas devido ao seu alto rendimento de ágar (TROELL *et al.*, 1999; MARINHO-SORIANO; BOURRET, 2005). Dentre as espécies mais criadas, destacam-se a *G.*

parvispora (GLENN *et al.*, 1999), *Agarophyton chilense* (anteriormente denominada *Gracilaria chilensis*) (NORAMBUENA, 1996) e *G. lemaneiformis* (YANG *et al.*, 2006).

Larson *et al.* (2021) pesquisando 74 mulheres de vilas costeiras em Celebes do Sul, uma província da Indonésia, onde as algas marinhas são uma fonte significativa de renda das famílias, encontraram evidências de influxos econômicos e sociais positivos do cultivo dessas plantas. A renda extra obtida por meio das algas marinhas foi fundamental para a criação de mudanças positivas em 5 dos 10 contribuintes mais importantes para o bem-estar: transporte, habitação, necessidades básicas, outras necessidades e educação. Nenhuma mudança negativa foi associada à atividade de cultivo das algas marinhas e houve evidência de aumento da satisfação em todas as aldeias estudadas.

Assim, o cultivo e utilização de macroalgas incrementa a renda familiar de marisqueiros, pescadores ou componentes de comunidades costeiras, além de ser sustentável.

2.1.1 Cultivo de Macroalgas em Comunidades Costeiras do Ceará

Em comunidades costeiras do Estado do Ceará, a principal espécie cultivada é a macroalga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* (rica em ágar), mas com pequeno volume de cultura da macroalga *Hypnea musciformes* (rica em carragenana), também vermelha. Além dos Municípios de Icapuí (região leste), Trairi e Itapipoca (região oeste), a Associação dos Pescadores e Marisqueiras Cultivadores de Algas Marinhas da Praia de Volta do Rio, em Acaraú, (também região oeste), já desenvolve o cultivo da macroalga marinha vermelha *G. birdiae*, mediante o Acordo de Cooperação Técnica com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Acaraú e mostrando bons resultados. As estruturas de cultivo (*long-line*) são compostas de cinco cordas de poliamida com 10 milímetros de diâmetro e 10 metros de comprimento cada qual. Essas cordas estão instaladas a um metro de profundidade, na maré baixa, aproximadamente 0,5 quilômetro da costa. As extremidades das estruturas são fixadas por meio de poitas de concreto de 30 quilogramas de peso médio.

Para a flutuação e sinalização das cordas de cultivo, são amarradas algumas garrafas *pet*. A área de cultivo está demarcada por estacas de madeira para sinalização.

Inicialmente, as mudas são plantadas com peso médio em torno de 50 gramas, obtidas dos bancos naturais da própria região, com o auxílio de máscaras e botas de mergulho. Em seguida, os exemplares são acondicionados em caixas de isopor e transportados imediatamente para a costa, onde ocorrem a limpeza (retirada de epífitas e outros organismos incrustantes), seleção (algas com pigmentação mais avermelhada), pesagem e plantio nas cordas de cultivo. Após esse processo, as mudas são fixadas nas estruturas, 30 centímetros equidistantes, entre os nós das cordas (Figura 1). Todas as atividades de coleta, seleção, plantio, manejo e colheita são realizadas no período de baixamar.

Figura 1 - Plantio das macroalgas nas cordas de cultivo por um componente da Associação dos Pescadores e Marisqueiras Cultivadores de Algas Marinhas da Praia de Volta do Rio, em Acaraú, CE.



Foto: Glacio Araujo.

Com o decorrer do cultivo, algumas algas são amostradas quinzenalmente, além da realização do seu manejo (limpezas, a fim de observar a incidência de herbivoria e o estado das cordas). O acompa-

nhamento do crescimento das algas é realizado por intermédio da determinação da Taxa de Crescimento Relativo - TCR (GLENN *et al.*, 1998).

Araújo; Rodrigues (2011) cultivaram essa mesma espécie de macroalga em Icapuí, Ceará. As mudas ($100 \pm 5,84$ g) previamente selecionadas do banco natural foram cultivadas durante 56 dias em estruturas *long-line*. Quinzenalmente, foram avaliados os ganhos de peso das algas. Os resultados mostraram elevada correlação ($r = 0,99$; $p < 0,05$) entre o tempo de cultivo e o peso médio das algas. A temperatura média diária mostrou baixa correlação ($r = 0,420$) com o ganho de biomassa e, possivelmente, em decorrência da transparência da água em razão da proximidade das estruturas da costa. Após o término dos cultivos, foram obtidos um peso médio de $688,00 \pm 3,46$ g em cada planta e uma Taxa de Crescimento Relativo - TCR de 3,44% dia⁻¹.

2.1.2 Utilização das Macroalgas na Alimentação Humana e Animal

Após a secagem das macroalgas, elas são utilizadas na alimentação humana ou animal, complementando a dieta desse último, por exemplo. Na alimentação humana, diversos itens alimentares são fabricados com as algas, como almôndegas, arroz de algas, bolo, gelatina, pudim, mousse, torta, dentre outros, conforme observável em um folheto elaborado pela Associação Mulheres de Corpo e Algas, desenvolvido pela Fundação Brasil Cidadão, na Praia da Barrinha, município de Icapuí, Ceará.

Dentre os diversos pratos, mencionamos a fabricação de gelatina de algas, por meio de 100 g de algas, dois litros de água doce, três xícaras de açúcar e um limão. Para preparar, basta colocar a alga em uma panela e esperar ferver. Depois de 30 minutos, peneirar, adicionar o açúcar, colocar em recipientes específicos e aguardar uma hora. Em seguida, colocar na geladeira por mais uma hora, quando estão no ponto de ser consumidos ou comercializados pela comunidade local, utilizados no Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE, barracas de praia, pousadas, feiras e outros canais de comercialização, gerando renda para as famílias da localidade. A Figura 2 mostra a elaboração de gelatina e musse de diversos sabores à base de ágar extraído da macroalga vermelha *Gracilaria birdiae* pelos discentes do

Curso Técnico de Nível Médio em Aquicultura do IFCE Campus Acaraú em parceria com Associação dos Pescadores e Marisqueiras Cultivadores de Algas Marinhas da Praia de Volta do Rio, em Acaraú, Ceará.

Figura 2 - Gelatina e musse de diversos sabores à base de ágar extraído da macroalga vermelha *Gracilaria birdiae* pelos discentes do Curso Técnico de nível médio em Aquicultura do IFCE Campus Acaraú.



Foto: Glacio Araujo.

2.1.3 Potencial Biofertilizante das Macroalgas

Para a utilização de macroalgas marinhas como potencial biofertilizante, as algas são coletadas das cordas de cultivo ou do ambiente natural, em período de baixamar, sendo em seguida transportadas em sacos plásticos para o laboratório, quando serão estocadas em *freezer* comercial. Ao serem utilizadas, são descongeladas em temperatura ambiente, lavadas com água de abastecimento humano por várias vezes, para a retirada do excesso de sal e demais sujidades, como areia e resíduos sólidos, além de outras plantas, que não são utilizadas no preparo do extrato. Em seguida, são cortadas em pequenos pedaços e trituradas em um processador de industrial de alimentos, com um pouco de água destilada. Após a trituração, a biomassa é filtrada utilizando um pano de algodão e o líquido (extrato) é reutilizado para uma nova trituração

e assim sucessivamente, descartando a biomassa seca (que poderá ser utilizada posteriormente como adubo para diferentes cultivares, diretamente no solo ou fertilização de ambientes aquícolas - adubação). Os extratos são armazenados em vidraria etiquetada em um refrigerador para aumentar sua durabilidade.

Oliveira *et al.* (2022) utilizaram cerca de 900 gramas de algas arribadas coletadas na praia de Volta do Rio, distrito de Acaraú, Ceará, no mês de setembro de 2022, com maré de 0,1 metro. As algas foram transportadas em sacos plásticos para o Laboratório de Biotecnologia Aquícola – LABIAq, do IFCE, Campus Acaraú. Ao término de todas as triturações, realizadas no referido laboratório, foi obtido um volume de cerca de 650 mililitros de extrato, altamente concentrado, armazenado em refrigerador, que foi utilizado na germinação do jerimum, *Cucurbita moschata* Duch.

Na germinação foi utilizado um tratamento-controle (sem extrato, T0,0%) e quatro distintas concentrações do extrato preparado (0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0%, sendo os tratamentos T0,5; T1,0; T1,5 e T2,0, respectivamente). As sementes, uma por cova, foram inseridas em uma sementeira, substrato de fibra de coco, em 20 repetições por tratamento, totalizando 100 unidades. As sementes foram selecionadas e deixadas dez minutos no extrato na concentração determinada, diluída com água destilada, ou sem o extrato, no tratamento controle (T0,0%). Após o término do tempo, foram plantadas diretamente nos poços da sementeira, a cerca de 0,5 cm de profundidade, por um período de 13 dias, irrigando duas vezes ao dia e expostas em estufa. Após esse período foram determinados, em cada tratamento, a taxa de germinação (GE), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea da planta (CA), comprimento da raiz (CR), peso fresco da parte aérea (PP) e peso seco da planta (PS) (Tabela 1).

Tabela 1 - Média e desvio padrão da taxa de germinação (GE), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea da planta (CA), comprimento da raiz (CR), peso fresco da parte aérea (PP) e peso seco da planta (PS) do jerimum, *Cucurbita moschata* Duch, utilizando extrato de macroalgas arribadas coletadas em ambiente natural.

Tratamentos	GE (%)	NF	CA (cm)	CR (cm)	PP (g)	PS (g)
T0,0	95,00	3,05±0,759	5,24±1,148	5,67±2,324	0,93±0,191	1,942
T0,5	95,00	3,32±0,567	5,73±0,583	6,11±1,653	0,87±0,136	1,678
T1,0	100,00	3,10±0,889	4,38±1,582	3,91±1,478	0,84±0,257	1,916
T1,5	100,00	3,30±0,557	5,29±0,997	6,40±2,370	0,87±0,127	1,959
T2,0	90,00	3,39±0,487	5,64±0,595	6,57±1,429	0,93±0,108	1,736

Fonte: Arquivo pessoal (dados ainda não publicados).

Como observamos, os melhores resultados foram obtidos no tratamento em que foi utilizado uma concentração de 1,5% do extrato (T1,5), principalmente com relação à taxa de germinação (100%) e ao peso seco da planta (1,959 gramas), superior aos demais tratamentos.

Visando a utilização de macroalgas arribadas como potencial biofertilizante no solo, foram acompanhados o desempenho da cultura do milho, *Zea mays*, em 15 tambores plásticos com capacidade para 20 litros cada um. O solo foi constituído por areia fina e palha de carnaúba adubada com esterco bovino e ovinocaprino curtidos. Seis dias por semana, desde o preparo do solo até o final do cultivo, cada repetição foi irrigada duas vezes, manualmente, com três litros de água de um tanque de piscicultura. Cinco dias após o preparo do solo, foram inseridas as macroalgas, em quatro tratamentos com inclusão da biomassa de algas, sendo dois com lavagem e dois sem lavagem com água destilada, nas concentrações de 5 e 10% do peso do substrato agrícola (TAL 5 e TAL 10, e TAN 5 e TAN 10, respectivamente), além de um tratamento controle sem inclusão das algas (TC). Todos os tratamentos foram realizados em triplicata. Dois dias após a inclusão das algas, foram plantadas as sementes do milho, *Z. mays* L. (variedade BRS Caatingueiro), três por unidade experimental. O experimento teve uma duração de 98 dias. Os resultados obtidos mencionaram um efeito biofertilizante no tratamento em que foi utilizado alga natural, sem lavagem, na concentração de 10% do substrato agrícola (TAN 10) e no tratamento em que foi utilizado alga lavada, na concentração de

5% do substrato agrícola (TAL 5) no número de espigas, e este último apresentou a maior quantidade de folhas (matéria verde fresca).

O mercado de produtos baseados em extratos de algas vem apresentando rápida expansão, uma vez que, tanto em nível de bancada quando em escala comercial têm sido verificados efeitos positivos destes produtos sobre o aumento nos rendimentos das colheitas, e no Brasil já são utilizados milhares de litros destes produtos. Dentre os efeitos/benefícios ocasionados pelo uso dos extratos de algas nas plantas cultivadas (através de aplicação foliar e/ou no solo) podemos destacar: maior enraizamento, brotação e florescimento; frutos de melhor qualidade e maior durabilidade; melhora na tolerância a estresses bióticos (doenças causadas por fungos, bactérias e vírus; danos causados por insetos) e abióticos (solo salino, baixa disponibilidade de água, efeitos do frio, como geada etc. (DERNER, 2019).

Hamed *et al.* (2018) citam que a maioria dos estudos com macroalgas como biofertilizante na agricultura ainda apresenta uma faixa estreita de aplicação em maior escala, ou seja, restrito a pesquisas experimentais em laboratório ou menor escala. Em geral, as macroalgas marinhas são caracterizadas principalmente pela presença de componentes particulares de interesse biotecnológico no manejo integrado de pragas, como microbicidas, nematicidas, inseticidas, biofertilizantes, bioestimuladores e condicionadores de solo, sendo essas substâncias consideradas ecologicamente corretas e seguras para o meio ambiente. Ainda segundo os autores, muitas pesquisas devem ser aprofundadas sobre essa tendência de estudo visando a descobrir substâncias com a utilização das macroalgas como biofertilizante na agricultura.

Kapoor *et al.* (2021) citam que para o uso de biofertilizante de algas, é necessário direcionar estudos sobre o tipo de aplicação, tempo, dosagem e frequência, além da influência de fatores variáveis, como estação do ano, safra, variedades das cultivares, tipo de solo e interações com outros produtos, além das barreiras regulatórias e finalmente ganhar a confiança do agricultor.

2.2 Moluscos Bivalves no Desenvolvimento da Zona Costeira

Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), no ano de 2020 foram produzidas 17,7 milhões de toneladas de moluscos (FAO, 2022), gerando 29,8 bilhões de dólares, sendo a maioria de bivalves.

A ocorrência e a distribuição de moluscos bivalves recebem influência de fatores diversos, tais como: condições oceanográficas (maré, taxa de exposição das croas, características da água e do substrato), associadas a aspectos físicos e biológicos, como índices de salinidade, pluviosidade, ciclo de vida das espécies, bem como responde aos impactos causados por ações antrópicas, como desmatamento, exploração desordenada, poluição, carcinicultura, construções irregulares, dentre outros (RODIL *et al.*, 2008).

A ostra nativa *Crassostrea rhizophorae* apresenta uma distribuição geográfica que abrange a região Sul do Caribe, Venezuela, Suriname e Brasil até o Uruguai, sendo capaz de alcançar até 120 mm de comprimento (RIOS, 1994). Este bivalve ocupa a zona entre-marés, prendendo-se às raízes de *Rhizophora mangle* e, quando presente em praias, se fixa às rochas. Vive em águas de salinidade entre 32,90 e 44,02, temperaturas variando entre 25 e 30 °C e tem alto potencial de fecundidade, reproduzindo-se durante todo o ano (BOFFI, 1979). Estas condições são propícias para o desenvolvimento do cultivo dessa espécie, no entanto, a tecnologia da cultura precisa ser difundida entre as comunidades da costa brasileira.

A ostra já vem sendo cultivada de forma experimental por comunidades ribeirinhas em vários Estados brasileiros, incluindo o Ceará, Maranhão, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia entre outros (IFMA, 2011).

Hoshino (2009) avaliou o desempenho da ostreicultura comunitária no Estado do Pará, através de três projetos com pelo menos dois anos de atividade e com diferentes níveis de preservação e atividade extrativista de ostras. Segundo o autor, os criadores de ostras, na sua maioria, são pequenos agricultores, pescadores artesanais, que têm na ostreicultura uma forma de suplementar a renda familiar. No

entanto, a ostreicultura é uma atividade secundária para os mesmos, pois ainda não oferece condições de mantê-los, mas vários criadores declararam que a partir do momento em que conseguirem aumentar a produção, se dedicarão exclusivamente a essa atividade.

Um projeto de extensão em cultivo de ostras na Barra de São Miguel, região metropolitana de Maceió, no Estado de Alagoas, transformou catadores em produtores de ostras e contribui para melhoria da qualidade de vida por meio do aumento da renda (SEBRAE, 2005).

Na Bahia, projetos de extensão em cultivo de ostras são desenvolvidos com as comunidades pesqueiras com o objetivo de dar apoio aos trabalhos de consolidação e ampliação da dinâmica produtiva solidária e tecnologia ambiental (MARICULTURA FAMILIAR SOLIDÁRIA, 2012). Na Baía de Todos os Santos, BA, o Projeto Clube de Pescadores Bahia Pesca, iniciado em 2018, criou uma rede composta por 19 grupos produtivos, envolvendo as áreas de artesanato marinho, beneficiamento de pescado, maricultura de algas e moluscos, pesca, mariscagem e sustentabilidade. No referido projeto as instituições trabalharam para fortalecer a pesca artesanal, impulsionar o cultivo de ostras e algas na região e gerar renda para as comunidades. Estima-se que o valor de comercialização, envolvendo as vendas dos produtos durante a execução do projeto, junto aos contratos de fornecimento para o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE, com a Cooperativa Repescar, foi de 910 mil reais, gerando impacto positivo para os envolvidos no mesmo (HUMANA BRASIL, 2023).

Um projeto de extensão no cultivo de ostras desenvolvido no município de Raposa, MA, contribuiu com o desenvolvimento da cultura de maneira sustentável. Nele, o extrativismo da ostra encontrava-se esgotado e o projeto incentivou os pescadores a desenvolver o cultivo por meio de capacitações e acompanhamento técnico (GUSMÃO, 2013).

Santos *et al.* (2017) caracterizaram o perfil socioeconômico das marisqueiras e produtores de ostras nos municípios de Valença e Taperoá, Bahia, bem como realizaram um levantamento das condições de vida e trabalho, através de 102 entrevistas, sendo oito com produtores e 94 com marisqueiras. O perfil sócio econômico mostrou que as pessoas vivem em condições precárias de moradia e possuem baixo nível de escolaridade, havendo a necessidade de uma organização da cadeia produtiva de mo-

luscos bivalves, uma vez que a baixa renda das marisqueiras é uma resposta à falta de agregação de valor ao produto e a atuação de atravessadores. Os autores verificaram que o processamento dos moluscos é realizado de forma precária o que compromete a qualidade microbiológica do produto. Além disso, a atividade de ostreicultura, que poderia ser uma alternativa para a melhoria dessa situação, se encontra afetada pela falta de uma gestão participativa que permita que a ostra de cultivo ganhe mercado.

O Estado do Ceará expressa várias regiões de mangue onde ocorrem ostras da espécie *Crassostrea* sp. em grande quantidade, demonstrando, assim, um ótimo potencial para o desenvolvimento de ações voltadas para cultivos. Nas comunidades costeiras ao largo dos estuários, as ostras já foram amplamente coletadas pelas comunidades locais. A exploração desordenada e a falta de manejo pesqueiro ocasionam a depleção dos estoques desses recursos. Deste modo, projetos de extensão comunitária, dirigidos para a transferência de tecnologias para o cultivo de ostras nessas regiões são importantes e precisam ser incentivados, pois contribuem para o desenvolvimento local, preservação dos bancos naturais e melhor utilização desse recurso pesqueiro.

Como exemplo, mencionamos a experiência que vem sendo realizada com a mariscagem e a maricultura na comunidade do Cumbe, município de Aracati, Ceará. Na localidade, a Associação Quilombola do Cumbe, composta em sua maioria por marisqueiras e pescadores, foi beneficiada por meio do projeto São José no ano de 2018, o qual implantou uma unidade de beneficiamento de mariscos e uma cozinha comunitária, visando a melhoria dos produtos e comercialização, tais como uma depuradora e uma câmara frigorífica. No processo de depuração, os moluscos bivalves são filtrados e purificados, eliminando riscos de contaminação bacteriana, por exemplo. Com a pandemia causada pelo coronavírus no ano de 2019, o grupo não conseguiu avançar nas atividades pesqueiras. No entanto, no final de 2022, por meio de uma parceria entre o Instituto Agropolos do Ceará, a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) e o Mercado AlimentarCE, eles passaram a receber acompanhamento para fortalecer a atividade em todos os elos e etapas da cadeia produtiva. Foi implementado um projeto de cultivo de ostras e realizado o acompanhamento das etapas da mariscagem do sururu (*Mytella guyanensis*). É previsto que no ano de 2023 sejam realizadas capacitações e fornecidas orientações técnicas sobre Boas Práticas de Fabricação de alimentos, comercialização e gastronomia so-

cial. A experiência no Cumbe poderá servir de modelo para fomentar a atividade pesqueira na zona costeira do Brasil.

Outra experiência que vem apresentando resultados positivos é o cultivo de ostras no rio Aracatiaçu, distrito de Moitas, em Amon-tada, Ceará. Na localidade, um produtor vem cultivando e comercializando sua produção no próprio local e atraindo, dessa forma, turistas de todo mundo para viver essa experiência gastronômica e cultural. Nessa perspectiva faz-se necessário viabilizar junto aos pescadores e demais componentes da comunidade o acesso a políticas públicas e fomentar as atividades produtivas na região, promovendo a inclusão social e a geração de renda, além de manter o homem no campo.

2.2.1 Cultivo de Ostras

Para o cultivo de ostras, inicialmente deve-se realizar a confecção dos coletores de sementes pelos componentes da comunidade costeira que usarão materiais como: garrafas *pet* e conchas de ostras. Para a confecção dos coletores de garrafa *pet*, a comunidade se mobiliza para juntar as garrafas de plásticos em estabelecimentos comerciais e para os coletores de concha poderão usar as conchas de moluscos deixadas ao acaso no estuário ou em outros ambientes. A Figura 3 mostra coletores de sementes de ostras fabricados com garrafas *pet*.

Figura 3 - Coletores de sementes de ostras fabricados com garrafas *pet* na comunidade do Cumbe, município de Aracati, Ceará, em março de 2023.



Foto: Manjari Ikeda.

Inicialmente as garrafas *pet* são devidamente limpas e cortadas em duas lâminas longitudinais. Em seguida, são furadas no centro possibilitando a passagem de um fio multifilamento. Cada coletor é composto por cinco lâminas e tem um tamanho de aproximadamente um metro. O espaçamento de uma para outra é de 20 cm. Na parte final do coletor é colocado um peso para permitir que ele fique disposto verticalmente na coluna d'água.

Para a confecção dos coletores de conchas, após a coleta em ambiente natural, é realizada a limpeza delas e, com auxílio de uma furadeira, é feito um orifício na região central da concha para permitir a passagem do fio multilamento. Este tipo de coletor é conhecido como “colar de conchas” ou “rosário”.

O modelo-piloto suscetível de ser utilizado nos estuários das regiões costeiras do Estado do Ceará, ou em regiões litorâneas com influência de rios, é o sistema fixo de cultivo, o qual é conhecido como mesa ou tabuleiro. A mesa é montada pela comunidade, sendo construída de madeira (barrotes de massaranduba), que apresentam boa durabilidade na água. As estruturas são fixadas ao fundo, por via de quatro bases de madeira, em forma de forquilha, fincadas ao solo, sustentada longitudinalmente por dois barrotes medindo 6,0 metros x 5,0 centímetros, para cada estrutura. Para o acondicionamento das sementes de ostras, são utilizados travesseiros feitos especificamente para esse fim.

As sementes são acondicionadas nos travesseiros de cultivo de acordo com seu tamanho, se desenvolvendo até atingirem o tamanho comercial (acima de 6 cm). As três fases do cultivo são descritas a seguir:

Fase 1 - Inicialmente são utilizados dois travesseiros de cultivo com uma densidade de 700 ostras por travesseiro. As ostras permanecem nesses travesseiros por dois meses. A malha do travesseiro é de 9 milímetros e o manejo (limpeza da malha e das ostras) é realizado quinzenalmente, sempre no período de baixamar.

Fase 2 - Após dois meses de cultivo, as sementes passam pelo processo de repicagem, ocasião em que são tiradas as ostras de maior tamanho de cada travesseiro e colocadas em dois novos travesseiros com cerca de 350 ostras em cada um. Nessa etapa a malha dos tra-

vesseiros é de 14 milímetros e o manejo também é realizado quinzenalmente.

Fase 3 - Após quatro meses de cultivo, é realizada uma nova repicagem das ostras. Cada um dos travesseiros da fase anterior com 350 animais será agora repicado e os animais colocados em dois travesseiros contendo aproximadamente 175 ostras em cada um. A malha dos travesseiros nessa etapa é de 14 a 19 milímetros e o manejo realizado mensalmente. Nessa fase as ostras são mantidas até alcançarem o tamanho comercial. Uma estrutura de cultivo da ostra *Crassostrea* sp. está apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura de cultivo da ostra *Crassostrea* sp. no estuário do rio Pacoti, município de Aquiraz, Ceará, no ano de 2005.



Foto: Dantas Neto.

Com relação ao manejo, os travesseiros de cultivo ficam dispostos sobre a mesa, sendo periodicamente realizada a limpeza destas estruturas, de modo a evitar a obstrução da malha destes e garantir uma boa circulação de água em seu interior. Também é efetuada a retirada de organismos incrustantes das mesas de cultivo para redução de competição interespecífica por espaço e alimento.

2.2.2 Avaliação do Desempenho Zootécnico das Ostras e Depuração

A avaliação do desempenho zootécnico do cultivo ocorre por meio de biometria das ostras, que é realizada de acordo com o manejo, nas distintas fases do cultivo. A biometria é feita, medindo-se a altura das conchas das ostras, com auxílio de um paquímetro com precisão de 0,1 milímetro, acompanhando, assim, o seu crescimento. Ao término dos cultivos, as ostras são estocadas em uma depuradora compacta para moluscos, desenvolvida para atender pequenos produtores e pontos de comercialização, melhorando a qualidade do produto final, obtendo-se, com efeito, maior receita com sua venda.

Na depuração, as ostras são mantidas por aproximadamente seis horas (tempo mínimo) em tanques com água devidamente filtrada e esterilizada. Através deste processo, eliminam certas substâncias retidas em seu interior, inclusive a maior parte dos microrganismos patogênicos, o que as torna aptas para o consumo (LOVE *et al.*, 2010).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A zona costeira do Nordeste do Brasil dispõe de recursos naturais marinhos e costeiros importantes tanto para a subsistência das comunidades pesqueiras, através da pesca e extrativismo, como para o desenvolvimento de atividades como a maricultura e a gastronomia social. No âmbito da pesca, a exploração e manejo desordenado vêm colocando em risco a saúde dos ecossistemas e a manutenção dos estoques pesqueiros. Os recursos naturais vêm sofrendo com grandes pressões exercidas por diversos impactos oriundos principalmente das ações antrópicas, o que torna urgente a capacitação dos atores sociais, a extensão pesqueira, a assistência técnica, a realização de pesquisas e o desenvolvimento de novas atividades para lidar com os desafios do desenvolvimento sustentável.

Considera-se que é necessário avançar na construção integrada e compartilhada de estratégias dinâmicas de conservação ambiental, manejo dos recursos e sustentabilidade das atividades em zonas costeiras e que projetos de maricultura de algas e de moluscos

podem mitigar os impactos e promover a expansão das atividades pesqueiras na zona costeira.

Nesse contexto, o presente capítulo demonstrou a maricultura de algas e de moluscos como fator de desenvolvimento sustentável nas comunidades costeiras, trazendo informações científicas relevantes, servindo de transferência de tecnologia e incentivando o cultivo desses organismos, minimizando dessa forma os impactos da exploração desordenada dos mesmos.

Espera-se que as informações contidas possam dar subsídios para gerar impactos ambientais, econômicos e sociais positivos nas comunidades que farão uso do referido material, sendo capazes de montar e desenvolver um determinado cultivo o que a médio e longo prazos gerará renda e emprego para as famílias, melhoria da qualidade de vida das marisqueiras, pescadores e demais componentes das comunidades. Por fim, é de grande importância a necessidade de angariar recursos e realizar políticas públicas com o propósito de desenvolver e/ou fortalecer as atividades pesqueiras em moldes cooperativistas da economia solidária e de acordo com os princípios da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G.S.; RODRIGUES, J.A.G. Maricultura da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* em Icapuí, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 1, p. 62-68, 2011.

ARMISEN, R. World-wide use and important of *Gracilaria*. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, p. 231-243, 1995.

BOFFI, A.V. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. São Paulo. Editora, Hucitec, 182 p., 1979.

DANTAS NETO, M.P. **A ostreicultura como atividade sustentável em Fortim, Ceará**. Dissertação de Mestrado. PRODEMA/UFC, 98p, 2001.

CARVALHO FILHO, J. Algas – uma alternativa para as comunidades pesqueiras? **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 84, p. 53-56, 2004.

De BOER, J.A. **A report on the fisheries training and development project**. BHA/78/001, Nassau, 301 p., 1981.

DERNER, R.B. Biotecnologia de algas. **Aquaculture Brasil**, p. 50-52, 2019.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture – Towards blue transformation**. Rome, 266 p., 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture: sustainable in action. FAO Fisheries and Aquaculture Department**. Rome, 224 p., 2020.

FARIAS, W.R.L.; NAZARETH, R.A.; MOURÃO, P.A.S. Dual effects of sulfated D-galactans from the red alga *Botryocladia occidentalis* preventing thrombosis and inducing platelet aggregation. **Thombosis and Haemostasia**, v. 86, n.6, p. 1540-1546, 2001.

FARIAS, W.R.L.; VALENTE, A.P.; PEREIRA, M.S.; MOURÃO, P.A.S. Structure and anticoagulant activity of sulfated galactans. Isolation of a unique sulfated galactan from the red alga *Botryocladia occidentalis* and comparison of its anticoagulant action with that of sulfated galactans. **Journal of Biological Chemistry**, v. 275, n. 38, p. 29299-29307, 2000.

FERDOUSE, F.; HOLDT, S.L.; SMITH, R.; MURÚA, P.; YANG, Z. The global status of seaweed production, trade and utilization. **FAO Globefish Research**, v. 124, p. 120, 2018.

FU, Y. W.; HOU, W.Y.; YEH, S.T.; LI, C. H.; CHEN, J.C. The immunostimulatory effects of hot-water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish and Shelfish Immunology**, v. 22, n. 6, p. 673-685, 2007.

GLENN, E.P.; MOORE, D.; BROWN, J.J.; TANNER, R.; FITZSIMMONS, AKUTIGAWA, M.; SHERMAN, N. A sustainable culture system for *Gracilaria paráispóra* Rhodophyta using

sporelings, reef growout and floating cages in Hawaii. **Aquaculture**, v. 165, n. 3-4, p. 221-232, 1998.

GLENN, E.P.; MOORE, D.; AKUTAGAWA, M.; HIMLER, A.; WALSH, T.; NELSON, S.G. Correlation between *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) biomass production and water quality factors on a tropical reef in Hawaii. **Aquaculture**, v. 178, n. 3-4, p. 323-331, 1999.

GUSMÃO, V. **Pesquisa busca o extrativismo sustentável da ostra em Raposa**. 2013. Disponível em: <https://www.fapema.br/pesquisa-busca-o-extrativismo-sustentavel-de-ostra-em-raposa>. Acesso em: 21 de março de 2016.

HAMED, S.M.; EL-RHMAN, A.A.A.; ABDEL-RAOUF, N.; IBRAHEEM, I.B.M. Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, p. 104-110, 2018.

HOSHINO, P. **Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no nordeste paraense**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, UFPA, 99p, 2009.

HUMANA BRASIL. **Após cinco anos de trabalho, o Projeto Clube de Pescadores Bahia Pesca é finalizado com grandes resultados**. 2023. Disponível em: <http://www.humanabrasil.org/projeto-club-de-pescadores-bahia-pesca>. Acesso em: 06 de maio de 2023.

IFMA – Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão. **Campus Maracanã: alunos de Aquicultura fazem atividades no mar**. Disponível em: http://www.ifma.edu.br/maracana/index.php?option=com_content&view=article&id=3001:campus-maracana-alunos-de-aquicultura-fazem-atividades-no-mar&catid=38:ultimas_noticias&Itemid=81. Acesso em: setembro 2011.

KAPOORE, R.V.; WOOD, E.E.; LLEWELLYN, C.A. Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. **Biotechnology Advances**, v. 49, 107754, 2021.

LARSON, S.; STOECKL, N.; FACHRY, M.E.; MUSTAFA, M.D.; LAPONG, I.; PURNOMO, A.H.; RIMMER, M.A.; PAUL, N.A. Women's well-being and household benefits from seaweed farming in Indonesia. **Aquaculture**, v. 530, 735711, 2021.

LEANDRO, A.; PEREIRA, L.; GONÇALVES, A.M.M. Diverse applications of marine macroalgae. **Marine Drugs**, v. 18, n. 1, p. 17, 2019.

LOVE, D.C.; LOVELACE, G.L.; SOBSEY, M.D. Removal of *Escherichia coli*, *Enterococcus fecalis*, poliovirus and hepatitis A virus from oysters (*Crassostrea virginica*) and hard shell clams (*Mercinaria mercinaria*) by depuration. **International Journal of Food Microbiology**, v. 143, n. 3, p. 211-217, 2010.

MARICULTURA FAMILIAR SOLIDÁRIA. 2012. **Projeto Extensão Universitária da Rede Interdisciplinar de Pesquisa com Comunidades Pesqueiras Tradicionais**. Disponível em: <http://marsol-ufba.blogspot.com.br/p/projeto-extensao-universitaria-em.html>. Acesso em: 21 de março de 2016.

MARINHO-SORIANO, E.; BOURRET, E. Polysaccharides from the red seaweed *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). **Bioresource Technology**, v. 96, n. 3, p. 379-382, 2005.

NORAMBUENA, R. Recent trends of seaweed production in Chile. **Hydrobiology**, v. 327, p. 371- 379, 1996.

OLIVEIRA, E.N.; OLIVEIRA, J.M.G.S.; CAVALCANTE, D.H.; ARAUJO, G.S. Produção de extrato de macroalgas arribadas para utilização como possível efeito biofertilizante. **Encontro de Iniciação Científica – ENICIT, do IFCE**, 2022.

PLASTINO, E.M.; OLIVEIRA, E.C. *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta), a new species from the tropical South American Atlantic with a terete frond and deep spermatancial conceptacles. **Phycologia**, v. 41, p. 389-396, 2002.

PLASTINO, E.M.; URSI, S.; FUJII, M.T. Color inheritance, pigment characterization, and growth of a rare light green strain of *Gracilaria birdiae* (Gracilaria, Rhodophyta). **Phycological Research**, v. 52, p. 45-52, 2004.

RENN, D. Biotechnology and the red seaweed polysaccharide industry: status, needs and prospects. **Tibtech**, v. 15, p. 9-14, 1997.

RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 492 p., 1994.

RODIL, I.F.; CIVIDANES, S.; LASTRA, M.; LÓPEZ, J. Seasonal variability in the vertical distribution of benthic macrofauna and sedimentary organic matter in an estuarine beach (NW Spain). **Estuaries and Coasts**, v. 31, p. 382-395, 2008.

SABOYA, J.P.S.; ARAUJO, G.S.; SILVA, J.W.A.; JUNIOR, J.S.; MACIEL, R.L.; FARIAS, W.R.L. Efeito dos polissacarídeos sulfatados da rodofícea *Kappaphycus alvarezii* em pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a situações de estresse. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, p. 215-221, 2012.

SANTOS, S.S.; EVANGELISTA-BARRETO, N.S.; BARRETO, L.M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 10-21, 2017.

SANTOS, A.A.; COSTA, S.W. **Síntese Informativa da Maricultura 2013**. 2014, 7 p.

SEBRAE. **Projeto em Alagoas transforma catadores em produtores de ostras**. 2005. Disponível em: <http://www.alagoas24horas.com.br/826557/projeto-em-alagoas-transforma-catadores-em-produtores-de-ostras/>. Acesso em: 21 de março de 2016.

TROELL, M.; RONNBACK, P.; HALLING, C.; KAUTSKY, N.; BUSCHMANN, A. Ecological engineering in aquaculture: use of seaweeds for removing nutrients from intensive

mariculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 11, p. 89-97, 1999.

YANG, Y.F.; FEI, X.G.; SONG, J.M.; HU, H.Y.; WANG, G.C.; CHUNG, I.K. Growth of *Gracilaria lemaneiformis* under different cultivation conditions and its effects on nutrient removal in Chinese coast waters. **Aquaculture**, v. 254, n. 1-4, p. 248-255, 2006.

ZHANG, H.J.; MAO, W.J.; FANG, F.; LI, H.Y.; SUN, H.H.; CHEN, Y.; QI, X.H. Chemical characteristics and anticoagulant activities of a sulfated polysaccharide and its fragments from *Monostroma latissimum*. **Carbohydrate Polymers**, v. 71, n. 3, p. 428-434, 2008.

ZHOU, G.; SUN, Y.P.; XIN, H.; ZHANG, Y.N.; LI, Z.; XU, Z.H. In vivo antitumor and immunomodulation activities of different molecular weight lamb-carrageenans from *Chondrus ocellatus*. **Pharmacological Research**, v. 50, n. 1, p. 47-53, 2004.

CAPÍTULO QUINZE

CARBONO AZUL E RECUPERAÇÃO DE MANGUES: POTENCIALIDADES NO ECOSSISTEMA NO CEARÁ

Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹

Nicole Stephanie Florentino de Sousa Carvalho²

Luanna Mariane Pereira Ramos Gil²

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele²

1 INTRODUÇÃO

O aumento da emissão de gases de efeito estufa tornou-se uma preocupação em todo o mundo, justamente pelo seu potencial de causar um desequilíbrio e sérias consequências no planeta Terra. Diversos esforços e práticas são implementados a fim de lidar com essa conjunção de problemas, no entanto, o aumento da população global e a crescente demanda por energia e alimentos conformam um desafio para colaborar com essa mitigação (ZARATE-BARRERA; MALDONADO, 2015). A peleja pela redução das emissões é direcionada para indústrias ou o País, sendo possível instalar tecnologias de redução ou comprar compensações de carbono no próprio mercado (SAPKOTA; WHITE, 2020). Assim, Van der Gaast e Spijker (2013) acentuam que o ato de fornecer um incentivo financeiro tornou-se bem aceito em meados dos anos de 1990, ensejando o mercado de carbono, cujo crédito é obtido por meio do pagamento por estratégias de redução de emissões. Essa compensação de carbono é medida em toneladas (tCO₂), referentes à quantidade de redução de emissão e/ou carbono adicional sequestrado para compensar uma emissão feita em outro lugar (LANE *et al.*, 2016). O crédito pela restauração, gestão e não exploração do ecossistema já é considerado por vários setores, tais como silvicultura, agricultura e restauração/conservação de zonas úmidas (SAPKOTA; WHITE, 2020).

1 Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

2 Universidade Federal do Ceará, Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Os seres humanos necessitam dos oceanos, costas e mares para conseguir alimentos, energia, regulação do clima, transporte e recreação (UNEP, 2011). Malgrado a variedade de bens e serviços oferecidos pelos ecossistemas marinhos e costeiros, os processos naturais e humanos ocasionam uma fragilidade nesse meio, dando azo à deterioração e submetendo a risco a sustentabilidade nesse ecossistema. Assim, a proteção das áreas marinhas e costeiras tornou-se necessária, visando à conservação da riqueza de bens e serviços ofertados à sociedade (ROBERTS *et al.*, 2002).

O conceito de **carbono azul** e o seu papel nos ecossistemas costeiros atraem a atenção no globo inteiro, em decorrência das suas contribuições para operar as mudanças climáticas, mitigando os problemas médio ambientais. Os manguezais armazenam quantidades significativas de carbono, mas a perda de áreas desse ecossistema nas últimas décadas provocou a emissão de grandes quantidades do rico elemento químico armazenado, contribuindo para o aquecimento global (VALIELA; BOWEN; YORK, 2001). Assim, percebe-se que esses habitats requerem restauração e conservação para continuar fornecendo serviços ecossistêmicos, configurando-se estes sistemas como de alçada relevância para armazenamento de carbono, bem como exprimindo considerável potencial de participação em mercados de carbono (SAPKOTA; WHITE, 2020).

No Ceará, a preservação dos mangues é uma preocupação constante, haja vista a grande quantidade desses ecossistemas costeiros na região. Obras de infraestrutura e atividades de carcinicultura concorrem para a deterioração desses habitats, fato comprometedor dos serviços ecossistêmicos por eles prestados. Em adição, eventos climáticos extremos decorrentes das mudanças afetam, diretamente, as comunidades que dependem dos mangues para sobreviver.

Em tais circunstâncias, as metodologias de compensação de carbono de zonas úmidas costeiras constituem importante estratégia para a restauração dos mangues no Estado. As metodologias de compensação de carbono de zonas úmidas costeiras são uma indescartável estratégia para promover a recuperação dos ecossistemas de mangues e garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos que eles oferecem. Demais disso, a restauração de mangues contribui significativamente para a mitigação das mudanças climáticas, uma vez que esses

ecossistemas são considerados importantes sumidouros de carbono. A compensação de carbono, decerto, representa uma estratégia promissora para financiar a restauração de manguezais na região, e a compreensão das metodologias aplicáveis às zonas úmidas costeiras auxilia a identificar as melhores práticas para geração de receita, aumentando a viabilidade econômica da restauração de manguezais. Impõe-se evidenciar que a restauração de mangues também transporta benefícios relevantes para as comunidades costeiras, tais como o fortalecimento da economia local, a garantia da segurança alimentar, entre outros.

Neste capítulo da obra, debatemos o conhecimento de experiências nacionais e internacionais acerca da maneira como a compensação de carbono de zonas úmidas costeiras (carbono azul) colabora para o aspecto social e econômico, bem assim com vistas à preservação de mangues no Estado do Ceará.

Para viabilizar a pretensão deste experimento, este módulo capitular está assim organizado: na seção dois, estudamos o Crédito de Carbono como proposta para a conservação dos mangues; na de número três, estão as práticas internacionais para compensação de carbono e recuperação de mangues; na quarta seção, reportamo-nos às práticas nacionais para compensação de carbono e recuperação de mangues; na quinta foi realizada a caracterização dos mangues no Estado do Ceará; no segmento de remate – sexto módulo, referimo-nos ao carbono azul e suas proposições para a recuperação dos mangues do Ceará. Seguem-se a conclusão e a relação de autores e obras que serviram de substrato empírico e científico para efetivação do capítulo.

2 CRÉDITO DE CARBONO COMO PROPOSTA PARA CONSERVAÇÃO DOS MANGUES

Desde os tempos pré-industriais, por volta em 1750, o aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) resulta em um aquecimento da superfície terrestre e outras mudanças climáticas significativas, como o derretimento das calotas polares e o aumento do nível do mar (IPCC, 1996). No século XX, a comunidade científica reconheceu que a emissão contínua desses gases acarreta alterações climáticas

permanentes, o que amplia a possibilidade de influxos generalizados e irreversíveis no ecossistema global. Segundo o relatório do IPCC de 2021, as emissões do passado já ocasionaram algumas consequências irreversíveis do aquecimento global, a exemplo do degelo da Groenlândia (pertencente, com autonomia, à Dinamarca) e da Antártica, do aquecimento das águas oceânicas - o que capaz de provocar modificações na vida marinha - e do aumento do nível do mar (OLIVEIRA, 2022).

Com o objetivo de mitigar e adaptar-se às mudanças climáticas, governos e cientistas estão procurando soluções para limitar as emissões de GEE (IPCC, 2014; PEIXER, 2019). Dentre as opções possíveis, o mercado de carbono, ou comércio de emissões de carbono, surgiu como um meio para auxiliar na política de redução de emissões de GEE (OLIVEIRA, 2022). Sua implantação ocorreu, inicialmente, por meio do Protocolo de Quioto, que possibilitou a elaboração de um mercado global entre os países signatários (SOUZA et al., 2010). Essa estrutura de mercado ensejou a criação de outros instrumentos e políticas de mitigação complementares aos créditos de carbono, com o objetivo de aumentar a cooperação entre os países e incentivar projetos de baixa emissão de GEE (LUO, CHEN, WAN, 2016; QIU, QIAO, PARDALOS, 2017), bem como a preservação e o reflorestamento de áreas verdes, entre outras ações (OECD, 2016).

O crédito de carbono é entendido como uma unidade de medida que representa a mitigação de uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) ou equivalente em outros gases de efeito estufa (GEE) da atmosfera. Esse abrandamento é alcançado por meio de projetos que implementam práticas mais sustentáveis, tais como o reflorestamento, a adoção de fontes de energia renováveis e a captura e armazenamento de carbono (LIMA JUNIOR, 2021; WANG, WANG e WANG, 2022).

Os créditos de carbono são negociados em mercados financeiros e são comprados por empresas ou governos que tencionam compensar as próprias emissões de GEE, a fim de atender as metas de redução ou neutralização de emissões. Esse mecanismo é conhecido como mercado de carbono e tem o objetivo de incentivar a redução das emissões de GEE e a transição para uma economia de baixo carbono (WANG et al., 2019).

Os mangues são ecossistemas costeiros relevantes, que promovem diversos serviços ecossistêmicos, a regulação do clima, a proteção contra tempestades e a produção de recursos pesqueiros - eis alguns

exemplos (RAMOS, 2022). Apesar disso, esses ecossistemas estão sendo ameaçados pela ação antrópica, como a exploração madeireira e a conversão de terras para aquicultura e outros usos (JUNIOR *et al.*, 2019).

Na Amazônia Azul há, pelo menos, 1.100.000 hectares referentes a ecossistemas costeiros (manguezais, restingas, prados de ervas marinhas e planícies de maré hipersalinas), armazenando considerável quantidade de carbono, porém, chama atenção a escassez de estudos sobre os ecossistemas de carbono azul brasileiro em relação ao crescente conhecimento mundial atinente à matéria (SOARES *et al.*, 2022). Os autores ainda reforçam a necessidade urgente de aplicar ações e políticas de proteção que protejam a sua biodiversidade e dar ensejo a melhorias de estoques de carbono e estimativas da taxa de sequestro.

Quando degradados, os mangues liberam gases de efeito estufa na atmosfera, favorecendo prejuízos nas mudanças climáticas, tornando-se fontes significativas de emissão. As perdas de manguezais produzem influxos negativos sobre o bem-estar humano e as condições de saúde, reduzindo rendas, aumentando a pobreza e a insegurança alimentar, impedindo a diminuição da desigualdade e conduzindo à perda da qualidade de vida (ALMEIDA; COELHO JÚNIOR, 2018; VAN BOCHOVE; SULLIVAN; NAKAMURA, 2014).

Uma das soluções propostas para conservar os mangues é a utilização de créditos de carbono. Os mangues são capazes de armazenar grandes quantidades de carbono em sua biomassa e solo, tornando-os importantes sumidouros de carbono (FERNANDEZ, 2015). Os créditos de carbono permitem que empresas e governos compensem suas emissões de gases de efeito estufa investindo em projetos de conservação e restauração de mangues. Em outras palavras, essas entidades são suscetíveis de comprar créditos de carbono gerados por projetos que protegem e restauram os mangues, a fim de compensar as próprias emissões de carbono (ALVAREZ, 2022).

Os projetos de crédito de carbono nos mangues são, geralmente, implementados por organizações não governamentais (ONGs) e comunidades locais, em parceria com empresas e governos. Esses projetos incluem a restauração de áreas degradadas, a proteção de glebas intactas de mangue, o manejo sustentável da pesca e o envolvimento da comunidade local na conservação dos mangues (MORRISSETTE *et al.*, 2023)

Além de amainar as emissões de gases de efeito estufa, os projetos de crédito de carbono nos mangues também trazem benefícios sociais e econômicos para as comunidades locais, como a geração de empregos e a promoção da segurança alimentar (ZENG *et al.*, 2021). Esses projetos, entretanto, também enfrentam desafios, como a avaliação da eficácia dos projetos em termos de redução de emissões de carbono, o estabelecimento de sistemas de monitoramento e verificação, bem como a negociação de preços justos para os créditos de carbono gerados pelos projetos.

Mesmo com os desafios, o crédito de carbono é um mecanismo de grande relevância no alívio das mudanças climáticas, e seu uso como incentivo para a conservação e recuperação dos mangues revela-se crescente. De efeito, há diversas práticas internacionais e nacionais que demandam a compensação de carbono e a recuperação dos mangues, o que faz parte dos próximos segmentos.

3 PRÁTICAS INTERNACIONAIS PARA COMPENSAÇÃO DE CARBONO E RECUPERAÇÃO DE MANGUES

O comércio de carbono abrange dois tipos de mercados, nomeados como de *compliance* e voluntário (ZARATE-BARRERA; MALDONADO, 2015). O primeiro relaciona-se às reduções obrigatórias de emissões impostas pelas regulamentações e é impulsionado pela demanda de compensação de emissores regulados (MACK *et al.*, 2015). O outro se vincula a países ou empresas que não têm a obrigação, mas, por vontade própria, realizam tais projetos, impulsionados por diversos motivos, seja reputação, responsabilidade corporativa, dentre outros (ZARATE-BARRERA; MALDONADO, 2015).

Os manguezais pertencem às principais zonas úmidas costeiras que fornecem o sequestro de carbono e armazenamento do “carbono azul”, e, apesar de uma área menor que a de florestas terrestres, a contribuição por unidade de área para o armazenamento do carbono tem valores representativos (LOVELOCK *et al.*, 2017; MCLEOD *et al.*, 2011). Assim, esse sistema possui potencial para participação no mercado de carbono (CARR *et al.*, 2018). As zonas úmidas costeiras são

capazes de receber valor monetário em razão de suas contribuições no ciclo global do carbono e na suavização da convergência do CO₂, incentivando a economia para conservação e restauração dessas zonas (ZARATE-BARRERA; MALDONADO, 2015). Essa é uma ideia análoga ao pagamento de REDD+ Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação - que integra a política climática global (MURRAY *et al.*, 2011), implementados nos países participantes do Protocolo de Quioto e em Estados em desenvolvimento. Assim, foram desenvolvidas diretrizes específicas para essas áreas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que ensejam a aplicação para estoque de carbono e avaliação das emissões dos gases de efeito estufa para projetos de compensação de carbono (HIRAISHI *et al.*, 2014).

De tal jeito, os países estão criando métodos para adaptação e inserção nesse mercado, a exemplo da União Europeia e de outros países desenvolvidos, como o Canadá e a Coreia do Sul, que possuem um Sistema de Comércio de Emissões (ETS). Alguns estados dos Estados Unidos criaram regulamentações, tanto estaduais como de iniciativas regionais, para reduzir a emissão dos gases de efeito estufa. A Austrália incluiu ecossistemas de carbono azul em suas contas nacionais de gases de efeito estufa, desenvolvendo diretrizes abrangentes para esse fim. Entrementes, o Japão oferece projetos de compensação de carbono; o carbono azul das plantações de florestas de mangue foi transacionado sob metodologias AR na Ásia, África e América do Sul, por distintas organizações voluntárias, incluindo *Plan Vivo* e *Worldview International Foundation*. (KUWAE *et al.*, 2022; WORLD BANK, 2019; ZARATE-BARRERA; SAPKOTA; WHITE, 2020).

Ao se tratar do sistema de crédito do mercado voluntário, os Estados Unidos e a Europa destacam-se como administradores, com regras criadas pela *Verra* (EUA), *Gold Standard* (Suíça) e *Plan Vivo* (Reino Unido). Exemplificando, a *Plan Vivo* elaborou o primeiro crédito de carbono azul comunitário do mundo para a conservação e regeneração de florestas de mangue na região de Gazi, no Quênia (KUWAE *et al.*, 2022).

O Quadro 1 contém exemplos de projetos acerca de metodologias de compensação de carbono nessas áreas costeiras de mangues, elaborados em alguns países e são alvo de inúmeras pesquisas empíricas.

Quadro 1 - Exemplos de metodologias de compensação de carbono de zonas úmidas costeiras aplicáveis à restauração do ecossistema.

ESTADOS UNIDOS			
Local	Fundamentação Teórica	Metodologia / Aplicabilidade	Atividade do Projeto
Mississippi Delta	Mack; Lane; Day (2012)	Restauração de zonas úmidas deltaicas degradadas do delta do Mississippi. Zonas úmidas florestadas e não florestadas degradadas.	Regeneração natural assistida, semeadura e plantio de árvores (como ciprestes e manguezais); Gestão hidrológica (desvio do rio para zonas húmidas, introdução de escoamento de fontes não pontuais, descarga de efluentes municipais tratados em zonas húmidas ou a combinação destas atividades); e quaisquer outras atividades que evitem a perda de áreas úmidas.
Louisiana, também aplicável a outras regiões dos EUA	Standard (2014)	Criação de Áreas Úmidas Costeiras. Zonas úmidas que foram degradadas para águas abertas.	Criação de pântano: estabelecimento do substrato, estabelecimento da vegetação ou combinação de ambos.
Aplicação mundial	Emmer et al (2015)	Metodologia para restauração de zonas úmidas e ervas marinhas. Pântanos de maré degradados, florestas de maré e prados de ervas marinhas	Gestão hidrológica, alteração do abastecimento de sedimentos, alteração das condições de salinidade, melhoria da qualidade da água, reintrodução de comunidades de plantas nativas, práticas de gestão melhoradas (por exemplo, remoção de espécies invasoras) ou uma combinação de qualquer uma destas atividades.
Delta Sacramento-San Joaquin, estuário da Baía de São Francisco e áreas costeiras da Califórnia	(Deverel et al., 2017)	Restauração das zonas úmidas costeiras e deltaicas da Califórnia. Terras agrícolas e zonas húmidas de maré degradadas.	Cultivo de arroz (em terras agrícolas e zonas húmidas sazonais), zonas húmidas geridas (em terras agrícolas e zonas húmidas sazonais) ou zonas húmidas de maré (em todas as condições de referência).

JAPÃO			
Local	Fundamentação Teórica	Metodologia / Aplicabilidade	Atividade do Projeto
Crédito Yokohama BC	Kuwae et al. (2022)	Prados de ervas marinhas (Nível 1); Leitos de macroalgas; Aquicultura de macroalgas	Criação/ restauração/ conservação (metodologia IPCC aplicada) Redução de emissão de CO ₂
Crédito Fukuoka BC	Kuwae et al. (2022)	Prados de ervas marinhas (Nível 1); Leitos de macroalgas	Criação/ restauração/ conservação (metodologia IPCC aplicada) Redução de emissão de CO ₂
Crédito J-Blue (Nacional)	Kuwae et al. (2022)	Prados de ervas marinhas (Nível 1); Leitos de macroalgas.	Criação/ restauração/ conservação (metodologia IPCC aplicada) Redução de emissão de CO ₂
QUÊNIA			
Local	Fundamentação Teórica	Metodologia / Aplicabilidade	Atividade do Projeto
Quênia (Projeto Mikoko Pamoja)	Mikoko Pamoja (2023)	Oferecer incentivos de longo prazo para a restauração e proteção de manguezais - conta com a participação da comunidade.	Projeto de ganho triplo (conservação do clima, da comunidade e da biodiversidade). Atividades de conservação, conscientização e venda de créditos de carbono de mangue. A receita gerada (de US\$ 24.000/ano) com a venda de créditos de carbono é usada para apoiar projetos de desenvolvimento local em água e saneamento, educação, saúde e conservação do meio ambiente.

Fonte: elaboração própria, com base nas pesquisas de Sapkota; White (2020), Kuwae *et al.* (2022) e Mikoko Pamoja (2023).

Diversos esforços foram realizados nos Estados Unidos, com início em 2012, a fim de restaurar áreas úmidas no mercado de carbono, com atividades certificadas por diversos mercados (SAPKOTA; WHITE, 2020). A Califórnia, por exemplo, possui um programa de compensação de conformidade para crédito de carbono, aprovado para projetos relacionados a floresta, floresta urbana, pecuária, metano de mina, substâncias destruidoras de ozônio e cultivo de arroz (CLIMATE ACTION RESERVE, 2019; SAPKOTA; WHITE, 2020).

A restauração e a conservação dessas áreas conformam uma necessidade à extensão do litoral dos Estados Unidos, a fim de garantir o sustento da economia associada a essa região. O litoral desse País é diversificado, ao se considerar geologia, geomorfologia, hidrologia, clima, aumento relativo do nível do mar e necessidades de restauração que afetam esse sistema, portanto, as metodologias de carbono de zonas úmidas tendem a ser projetadas de maneira específica às atividades de restauração (SAPKOTA; WHITE, 2020).

Em conjunto com os esforços internacionais, o Japão passou a reconhecer a importância do carbono azul e peleja com esforços para implementação social. As empresas privadas, organizações administrativas e outros segmentos incorporaram a conservação dos ecossistemas como novas oportunidades de negócio, declarando, assim, sua intenção de demandar o potencial do carbono azul como fonte para estratégia de extenso prazo baseada no Acordo de Paris (KUWAE *et al.*, 2022; NOBUTOKI; YOSHIHARA; KUWAE, 2019). O País relata como objetivos socioeconômicos das iniciativas de carbono azul as melhorias do valor do capital e os benefícios econômicos dos ecossistemas costeiros (incentivos econômicos, créditos de compensação de carbono, pagamentos por serviços ecossistêmicos, receita de fundos), mantendo uma relação custo-benefício como obras públicas e a promoção de negócios locais (THOMAS, 2014).

Em Yokohama, estabeleceu-se um “Plano de Ação da Cidade de Yokohama para Contramedidas de Aquecimento Global”, a fim de reduzir emissões de gases de efeito estufa em 7% até 2021 e 30% até 2030, comparando com os níveis de 2013, criando, assim, em 2014, o Projeto Yokohama Blue Carbon, visando à instituição de uma variedade de efeitos sinérgicos para o meio ambiente (purificação da água e conservação da biodiversidade), sociedade (melhoria de amenidades e da marca Yokohama) e economia (aumento de recursos, alimentos e

turismo) (NOBUTOKI; YOSHIHARA; KUWAE, 2019). Em Fukuoka, foi estabelecido o segundo esquema de crédito de compensação de carbono azul e o primeiro esquema de financiamento no Japão, utilizando uma parte das taxas de entrada de navios e doações de empresas como recursos financeiros para atividades de conservação e restauração ambiental (KUWAE *et al.*, 2022). Ainda segundo os autores, em 2020, o Ministério Japonês de Terra, Infraestrutura, Transporte e Turismo implementou um projeto de demonstração de crédito compensado, em colaboração com a *Japan Blue Economy Association* (JBE), com uma variedade de iniciativas implementadas por pesquisadores, engenheiros e profissionais em distintas áreas e cargos, com a finalidade de aumentar a conscientização nacional sobre as iniciativas ambientais costeiras (ONGs), quantificar os esforços ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG) como principais indicadores de desempenho, e contribuindo para a sociedade por meio de suas atividades relacionadas aos ODS (empresas privadas), e desenvolver métodos para medir quanto CO₂ é absorvido pela vegetação que cresce nas margens de suas comunidades (cidadãos e educadores).

Como já retratado, o primeiro crédito de carbono azul comunitário do mundo para a conservação e regeneração de florestas de mangue foi criado na região de Gazi, no Quênia. O projeto *Mikoko Pamoja* tem como integrantes o *Kenya National Marine Fisheries Research Institute* (KMFRI) e organizações britânicas e dos EEUU como agentes e financiadores. De acordo com o próprio *site* do projeto, é uma instalação de compensação de carbono de pequena escala que usa manguezais como domínio, com vistas a oferecer incentivos de grande prazo para a restauração e proteção dos manguezais, contando com a participação da comunidade. *Mikoko Pamoja* é um exemplo de projeto com “ganho triplo”, considerando a conservação do clima, da comunidade e da biodiversidade.

4 PRÁTICAS NACIONAIS PARA COMPENSAÇÃO DE CARBONO E RECUPERAÇÃO DE MANGUES

Diegues (2001) assinala que o Brasil possui uma das maiores extensões de manguezais do mundo, pois, dos tamanhos costeiros do

País, 7408 km, cerca de 6786 km são formados por manguezais, sendo a maior concentração nos Estados de Amapá, Pará e Maranhão, havendo também importantes estuários na Bahia e no Ceará.

Segundo lembram Angelsen *et al.* (2009), os créditos de carbono são gerados por meio de projetos conhecidos como Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), que visam à redução das emissões dos gases de efeito estufa ocasionadas pelo desmatamento e degradação florestal mediante ajuntamento de valor econômico do carbono estocado nas florestas. Dessa maneira, o Brasil oferece diversos projetos e estudos que visam a diminuir áreas desmatadas em manguezais como iniciativa de redução das emissões de gases do efeito estufa.

O Quadro 2 demonstra exemplos de projetos utilizando metodologias de recuperação de mangues realizados em alguns estados brasileiros.

Quadro 2 - Experiências de Recuperação de Áreas de Mangues no Brasil

Local	Fundamentação teórica	Metodologia/aplicabilidade	Atividade do projeto
Baixada Santista	Menezes e colaboradores (2005)	Replântio de três parcelas com reduzida regeneração natural e sedimentos expostos nas marés mais baixas	Plantio de propágulos e plântulas de <i>Rhizophora mangle</i> . As plântulas possuem entre 0,3 e 0,5 m de altura, sem presença de ramificações ou rizóforos, possuindo um par de folhas, no mínimo.
Rio Itajaí Açu, Santa Catarina	Tognella-de-Rosa e colaboradores (2002, 2004)	Replântio com transporte das plantas com escavação ao redor do sistema de raízes e a árvore ser imediatamente transportada para outro local.	Plantio da espécie <i>Laguncularia racemosa</i> para recuperação dos manguezais e manutenção da flora.
Reserva Ecológica Particular de Sapiroanga, na cidade de Fortaleza	Bonilla e colaboradores (2010)	Replântio de três parcelas onde parte das mudas e sementes foi retirada de locais onde sua ocorrência é maior e preparadas em viveiros.	Plantio das espécies <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Avicennia germinans</i> e <i>Conocarpus erectus</i> .

Fonte: Elaboração própria, adaptado do estudo de Casasco, Santos e Quiñone (2014)

De acordo com Casasco, Santos e Quiñone (2014), para que haja significativa taxa de sobrevivência no replantio das espécies, o projeto de recuperação deve considerar o detalhamento do local a ser reflorestado, além de analisar a granulometria do solo, a influência exercida pelas marés, incidência solar e os cuidados com o sistema de raízes. Em estudo desenvolvido por Menezes *et al.* (2005), foi constatado que a sobrevivência das espécies *Rhizophora mangle* foi mais alta em terreno argiloso, enquanto no desenvolvimento do projeto concluiu-se que as espécies *Laguncularia racemosa* tem maior chance de sobrevivência quando plantadas em tamanhos menores.

5 CARACTERIZAÇÃO DOS MANGUES NO ESTADO DO CEARÁ

Os mangues do Ceará são ecossistemas costeiros singulares, compostos por uma variedade de plantas e animais adaptados às condições de água salgada, salinidade e lama que prevalecem nessas áreas. O Ceará é rico em manguezais distribuídos ao largo de sua costa. Dentre os principais manguezais da região, destacam-se a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, localizada próxima à cidade de Fortaleza, que abrange uma vasta extensão ao redor da foz desse rio. Também merecem destaque a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Pacoti, situada próximo à cidade de Cascavel, e a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Cocó, nas proximidades da capital, Fortaleza. Ambos esses manguezais abrangem áreas significativas em torno dos estuários dos rios correspondentes, com destaque para o rio Cocó, que desemboca no oceano Atlântico. Além disso, a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Cauípe, próxima à cidade de Caucaia, também merece menção, pois abrange uma considerável área ao redor da foz do rio Cauípe. É importante ressaltar que esses são apenas alguns exemplos das áreas de mangue no Ceará. À extensão da costa cearense, existem também outros manguezais menores, porém igualmente relevantes, desempenhando um papel crucial na proteção da biodiversidade e no equilíbrio ecológico dessa região.

De acordo com Thiers, Meireles e Santos (2016), a vegetação dos mangues do Ceará é caracterizada, sobretudo, por árvores e ar-

bustos que logram sobreviver na água salgada e na lama, como o mangue-vermelho, o mangue-branco e o mangue-preto. Essas plantas têm raízes aéreas e subterrâneas que possibilitam a sua sobrevivência em condições adversas.

Os mangues também são habitats relevantes para diversificadas espécies de animais, como caranguejos, moluscos, peixes, aves e mamíferos. Alguns deles são encontrados de modo exclusivo nesses ecossistemas, como o caranguejo-uçá e o guará-vermelho, uma ave com plumagem de cor vermelha intensa (VASCONCELOS FILHO, 2021).

Além de sua importância como habitat natural para a fauna e flora, os mangues do Ceará também desempenham um papel crucial na proteção das áreas costeiras contra a erosão e a intrusão da água do mar. As raízes das árvores e arbustos dos mangues atuam como barreiras naturais contra o avanço do mar, além de ajudar na filtragem e limpeza da água (GODOY, 2015).

Os mangues do Ceará, todavia, são alvos de constantes ameaças antrópicas, incluindo a urbanização, a exploração de recursos naturais e a carcinicultura. Medidas de conservação e preservação desses ecossistemas devem ser fortalecidas, a fim de garantir a sua sobrevivência e a continuidade dos serviços ecossistêmicos que eles oferecem.

5.1 Tipos de mangues

De acordo com Maia (2016) e Silva Maia (2022), o Estado do Ceará possui cinco tipos de mangues distintos, cada um com características próprias, consoante está expresso à continuação.

- *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechm (mangue-preto) - uma das espécies mais comuns encontradas no Ceará. Esta espécie caracteriza-se por ter raízes superficiais e folhas elípticas e brilhantes, sendo capaz de sobreviver às condições extremas de salinidade e inundação.
- *Avicennia germinans* (L.) Stearn (mangue-preto): também conhecida como mangue- preto, essa espécie se asseme-

lha ao *Avicennia schaueriana* Stapft & Leechm, por possuir raízes superficiais, também sendo capaz de sobreviver em condições adversas de salinidade, diferindo no tamanho e forma de folhas, que são mais longas e estreitas.

- *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho): o fato de ter as raízes aéreas é uma característica que singulariza o mangue-vermelho das demais espécies, protegendo-os para cima a partir do solo para facilitar a respiração da planta. Suas folhas são verde-escuras e possuem uma nervura central vermelha; trata-se de uma espécie de grande relevância para a proteção da costa contra a erosão.
- *Laguncularia racemosa* (mangue-branco): pouco comum na região cearense, é uma árvore de pequeno porte, com folhas ovais e flores brancas. Esta espécie é capaz de sobreviver em água doce e salgada, caracterizando-se por ter raízes profundas.
- *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão): apesar de se adaptar bem às condições de salinidade, não é tão comum quanto outras espécies típicas do Ceará. Esse tipo de mangue possui uma copa arredondada e densa, com folhas coriáceas e frutos semelhantes a pequenos botões, tem raízes profundas e auxiliam na estabilização dos solos costeiros.

Essas espécies de mangue são importantes para o equilíbrio ecológico das áreas costeiras do Ceará, fornecendo abrigo e alimento para uma grande variedade de animais e protegendo a costa contra a erosão. A preservação desses ecossistemas é fundamental para garantir a sobrevivência da biodiversidade local e a continuidade dos serviços ecossistêmicos que eles oferecem.

6 CARBONO AZUL E PROPOSIÇÕES À RECUPERAÇÃO DE MANGUES NO CEARÁ

No Estado, os mangues em cerca de 22 municípios, ocupando 19.518,21 ha em área de mangues, correspondentes a 1,40% em relação à área total do País (9ª posição) (LEÃO; PRATES; FUMI, 2018), sendo sua

costa pouco recortada, apresentando extensas praias arenosas com limitados manguezais (VALE; SCHAEFFER-NOVELLI, 2018). As autoras ainda reforçam Fortaleza como uma das capitais costeiras que mais cresce no Brasil, com grande aglomeração urbana e que os manguezais necessitam resistir, a exemplo dos estuários dos rios Ceará e Cocó.

Constitui, pois, uma área relevante para o equilíbrio ambiental, com potencial de contribuir na mitigação de impactos ambientais, e que merece atenção por serem ecossistemas sensíveis, necessitando de cuidados e preservação. Em 2019, foi editada a Lei Estadual 16.996, que prevê a realização da Semana Estadual de Proteção aos Manguezais do Ceará, anualmente, no mês de julho, tomando como referência a data de proteção aos manguezais em todo o mundo. Debater, no entanto, anualmente, sobre a proteção desse ecossistema não é suficiente, tornando-se necessário difundir de modo mais abrangente a matéria em todas as camadas sociais, bem como sugerir a criação de políticas públicas e projetos que contribuam, efetivamente, com resultados concretos.

Em dezembro de 2022, foi aprovado na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará o projeto que cria a Política Estadual de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos do Mar (PERM), também conhecida como a “Lei do Mar” (Lei nº 18.298/22), visando a melhor organização com a exploração desses recursos, de maneira sustentável, atrelando o desenvolvimento econômico à preservação do meio ambiente. A parceria entre sociedade civil e o governo é fundamental para o avanço de políticas eficientes, efetivadas racionalmente e que prevaleçam respeito aos interesses das comunidades e a responsabilidade com o meio ambiente. O Ceará é, portanto, o primeiro Estado brasileiro a ter uma “Lei do Mar”. No Ceará, encontram-se algumas práticas relacionadas à temática, como o Programa Cientista Chefe, estudos e estabelecimento de áreas protegidas e algumas legislações municipais específicas. Como exemplo de algumas áreas de mangues protegidas no Ceará, tem-se: Parque Estadual do Cocó (Decreto nº 32.248, de 07/06/2017), Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti (Decreto nº 25.778, de 15/02/2000), Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Mundaú (Decreto nº 24.414, de 29/03/1999), Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Curu (Decreto nº 25.416, de 29/03/1999), e Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará – Rio Maranguapinho (Decreto nº 25.413, de 29/03/1999).

Em sua pesquisa, Nóbrega *et al.* (2019) objetivaram demonstrar a importância dos estoques de carbono azul do solo em manguezais do semiárido tropical, utilizando informações da costa semiárida do Ceará. Os resultados indicaram que os solos de manguezais do semiárido tropical apresentam uma capacidade de armazenamento de carbono até seis vezes maior do que o armazenamento médio das demais unidades vegetais típicas do semiárido brasileiro.

Percebemos, então, a possibilidade de o carbono azul contribuir nos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Esses ecossistemas de maneira saudável armazenam e sequestram o carbono, ajudando a abrandar mudanças climáticas, apoiar a biodiversidade, assistir às comunidades costeiras que necessitam desse meio. Assim, projetos envolvendo carbono azul no Ceará proporcionam a mudança climática e apoiam a conservação do ecossistema, com o uso sustentável do ambiente, colaborando no plano nacional e com as comunidades no alcance de benefícios ambientais (redução nas emissões de carbono), sustentabilidade nas atividades de subsistência e conservação do ecossistema no Estado.

O Ceará denota grande potencial ante o ecossistema em suas terras, permitindo o planejamento e consecução de vários modelos de projetos de carbono azul que ofereçam benefícios locais, nacionais e até mundiais. Esses projetos relacionados ao carbono azul, além das vantagens ambientais e econômicas, oferecem benefícios intangíveis, como valores sociais, culturais, saúde, segurança alimentar, dentre outros no Estado. Alguns exemplos e proposições serão abordados a seguir.

A compensação de carbono é utilizável para gerar financiamentos para a conservação do ecossistema, ou seja, alguma organização negocia créditos de carbono para compensar a sua emissão/poluição e, assim, esses recursos são investidos para gerenciar o ecossistema, mantê-lo saudável e restaurado para que seu estoque de carbono proporcione mais benefícios; como exemplo seguido no projeto *Mikoko Pamoja* do Quênia, citado anteriormente, que trabalha com atividades de conservação, conscientização e venda de créditos de carbono dos mangues, e a receita gerada é utilizada para apoiar projetos de desenvolvimento local em água e saneamento, educação, saúde e conservação do meio ambiente. Nos Emirados Árabes, há esforços significativos de restauração e plantação de manguezais, apoiando a adaptação do seu ecossistema e a redução de problemas climáticos, tratando a temá-

tica com uma visão de colaboração e liderança global, desenvolvimento econômico e tecnologia e inovação. Assim, criou-se o Projeto de Demonstração do Carbono Azul de Abu Dhabi, que quantificou, mapeou e identificou aplicações de políticas para o carbono azul no Emir de Abu Dhabi, a qual, posteriormente, foi expandido para um Projeto Nacional de Carbono Azul (HERR; LANDIS, 2016).

Considerando o aspecto econômico da região, projetos são capazes de melhorar os meios de subsistência das comunidades, onde os mangues são os recursos de subsistência e a fonte de renda desses trabalhadores. Considerando a experiência narrada anteriormente com projetos no Japão, o Ceará também está habilitado a traçar objetivos socioeconômicos em seus projetos mediante iniciativas de carbono azul, seja com incentivos econômicos na área, pagamentos por serviços ecossistêmicos e promovendo os negócios locais, principalmente as atividades da comunidade costeira.

Além de fonte de renda, os manguezais são relevantes para a segurança alimentar das comunidades tradicionais costeiras na região cearense. A implementação dos projetos viabiliza o aumento da segurança alimentar, garantindo meios de subsistência, produção, a disponibilidade e o acesso aos alimentos, possibilitando um consumo adequado à população.

Em suma, percebe-se uma relação benéfica à sociedade, gerando serviços ecossistêmicos promovidos pela vegetação e o solo, como, por exemplo, conforto térmico do local, proteção natural contra enchentes, prevenção de erosões naturais, dentre outros. Além disso, os governos necessitam reconhecer a ligação desse meio com a sociedade como um todo, visando a ações de restauração ecológica nas regiões e combate ao enfrentamento dos desafios encontrados, sejam econômicos ou sociais.

5 CONCLUSÃO

Ex-postis, foram aqui examinadas as contribuições sociais, econômicas e ambientais do carbono azul junto à recuperação de mangues por meio de experiências nacionais e internacionais, visto

que é uma temática relevante e globalmente debatida, principalmente pelo fato de que os manguezais armazenam quantidades significativas de carbono, e as metodologias de compensação configuram relevante estratégia de ressurgimento dessas áreas. É necessário frisar que, ao se tratar do replantio nos manguezais, as experiências demonstraram que há perda considerável de mudas quando não se atenta para alguns aspectos da região, tais como: as influências das marés, aspectos do solo, incidência solar, sistema de raízes, além do tamanho da muda a ser plantada. Cada tipo de mangue possui especificidades que necessitam de atenção e análise antes do plantio, considerando a vasta variedade de mangues no Ceará, de sorte que, para o absoluto êxito desse projeto, as análises são fundamentais.

Estudos, a exemplo do exibido por Zeng *et al.* (2021), sugerem que até um quinto de toda a área de mangue passível de preservação por meio de financiamentos de carbono, sendo rentável e financeiramente sustentável. Considerando o potencial cearense, solos tropicais possuem seis vezes mais capacidade de armazenamento de carbono, de modo que, nessa direção, os projetos estão habilitados a oferecer benefícios, desde a recuperação dos mangues até a geração de renda e segurança alimentar das comunidades envolvidas.

Consideramos, portanto, a contribuição teórica deste capítulo para o desenvolvimento de futuros projetos que beneficiem o Estado do Ceará, haja vista a capacidade de o carbono azul ensejar compensações nos crescentes mercados de carbono voluntário. Os projetos de restauração, pois, são factíveis de colaborar nas atividades de restauração e conservação costeira, promovendo, assim, valor econômico na região, capital para execução de projetos de restauração dos mangues e contribuições para redução do impacto ambiental pela emissão de carbono na atmosfera.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.; COELHO JÚNIOR, C. Manguezal e serviços ecossistêmicos. In: Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

ALVAREZ, D. F. Muito além do carbono azul: o caso MarVivo na Baía Magdalena (México). Dissertação (mestrado profissional MPGC). São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2022.

ANGELSEN, A.; BROWN, S.; LOYSEL, C.; PESKETT, L.; STRECK, C.; ZARIN, D. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD): An Options Assessment. Meridian Institute, Norway, 2009.

CARR, E. W.; SHIRAZI, Y.; PARSONS, G. R.; HOAGLAND, P.; SOMMERFIELD, C. K. Modeling the economic value of blue carbon *in* Delaware estuary wetlands: historic estimates and future projections. *Journal of environmental management*, v. 206, p. 40-50, 2018.

CEARÁ. Decreto Estadual nº 24.414, de 29 de março de 1999. Dispõe sobre a criação da área de proteção ambiental - APA do Estuário do Rio Mundaú, localizada na divisa dos municípios de Itapipoca e Trairi, e adota outras providências.

CEARÁ. Decreto Estadual nº 25.778, de 15 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti nos Municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz, e dá outras providências.

CEARÁ. Decreto Estadual nº 32.248/2017, de 07 de junho de 2017. Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Estadual do Grupo de Proteção Integral Denominada Parque Estadual do Cocó, no Município de Fortaleza, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado*, Fortaleza, CE, 2017.

CEARÁ. Decreto nº 25.413, de 29 de março de 1999. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, localizada na divisa dos Municípios de Fortaleza e Caucaia, e adota outras providências.

CEARÁ. Decreto nº 25.416, de 29 de março de 1999. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Curu, localizada na divisa dos Municípios de Paracuru e Paraipaba e adota outras providências.

CEARÁ. Lei Estadual nº 16.996, de 24 de setembro de 2019. Institui a Semana Estadual de Proteção aos Manguezais. Estado do Ceará, 2019. Disponível em: < <https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/datas->

comemorativas/item/6774-lei-n-16-996-24-09-19-d-o-26-09-19>. Acesso em: 06 de maio de 2023.

CEARÁ. Lei Estadual nº 18.298, de 27 de dezembro de 2022. Cria a Política Estadual de Conservação e o Uso Sustentável dos Recursos do Mar – PERM como instrumento de proteção dos ecossistemas marinhos e desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará, 2022. Disponível em:<[CLIMATE ACTION RESERVE - CAR. **Register a Compliance Offset Project.** Climate Action Reserve. Los Angeles, CA, 2019. Disponível em:<<http://www.climateactionreserve.org/how/california-compliance-projects/register-a-compliance-offset-project/>>. Acesso em 02 de maio de 2023.](https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/8250-lei-n-18-298-de-27-12-2022-d-o-28-12-22#:~:text=LEI%20N%C2%BA18.-,298%2C%20de%2027.12.2022.,(D.O%2028.12.22)&text=CRIA%20A%20POL%C3%8DTICA%20ESTADUAL%20DE,SUSTENT%C3%81VEL%20DO%20ESTADO%20DO%20CEAR%C3%81.> Acesso em: 08 de maio de 2022.</p></div><div data-bbox=)

DEVEREL, S.; OIKAWA, P.; DORE, S.; MACK, S.; SILVA, L.; BALDOCCI, D.; VERFAILLIE, J. Restoration of California deltaic and coastal wetlands. Arlington-VA: American Carbon Registry, 2017.

DIEGUES, A. C. Comunidades Litorâneas e os Manguezais do Brasil: *In* Ecologia Humana e Planejamento Costeiro. 2. ed. São Paulo: NUPAUB, p.185-216. 2001.

EMMER, I.; NEEDELMAN, B.; EMMETT-MATTOX, S.; CROOKS, S.; MEGONIGAL, P.; MYERS, D.; ORESKA, M.; MCGLATHERY, K.; SHOCH, D. **VM0033 Methodology for Tidal Wetland and Seagrass Restoration V1.0.** Verified Carbon Standard (VCS). Washington, DC, 2015.

FERNANDEZ, V. Para onde vamos com o sequestro de carbono? A rede sociotécnica do carbono assimilado por manguezais. Tese (Doutorado em Meio Ambiente). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015.

GODOY, M. D. P. Alteração nas áreas de mangue em estuários no Estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas.

Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2015.

HERR, D.; LANDIS, E. Coastal blue carbon ecosystems. Opportunities for nationally determined contributions. Policy brief. Gland, Switzerland: IUCN. Washington, DC: TNC, 2016.

HIRAISHI, T.; KRUG, T.; TANABE, K.; SRIVASTAVA, N.; BAASANSUREN, J.; FUKUDA, M.; TROXLER, T. G. 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change . **Climate Change 1995:** the Science of Climate Change. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1996. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_l_full_report.pdf. Acesso em: 03/05/2023.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014:** synthesis report. Geneva: IPCC. 151p, 2014. Disponível em: https://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf. Acesso em: 03/05/2023

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2021:** the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>. Acesso em: 03/05/2023.

JUNIOR, A. C.; DA SILVA, E. V.; DE CARVALHO, R. G.; RABELO, F. D. B. ÁREAS PROTEGIDAS PARA A CONSERVAÇÃO DOS MANGUEZAIS EM GUINÉ-BISSAU: ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DO PARQUE NATURAL DOS TARRAFES DO RIO CACHEU. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 123–154, 2019. DOI: 10.19177/rgsa.v8e22019123-154.

KUWAE, T.; WATANABE, A.; YOSHIHARA, S.; SUEHIRO, F.; SUGIMURA, Y. Implementation of blue carbon offset crediting for seagrass meadows, macroalgal beds, and macroalgae farming in Japan. *Marine Policy*, v.138, 104996, 2022.

LANE, R. R.; MACK, S. K.; DAY, J. W.; DELAUNE, R. D.; MADISON, M. J.; PRECHT, P. R. Fate of soil organic carbon during wetland loss. *Wetlands*, v.36, p. 1167-1181, 2016.

LEÃO, A.R.; PRATES, A.P.L.; FUMI, M. Manguezal e as unidades de conservação. *In: Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

LIMA JUNIOR, N. S. Neutralização das emissões de gases de efeito estufa através de ações de sequestro de carbono e negociações municipais. Dissertação (Mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2021.

LIMA, L. H.; FAÇANHA, M. C.; MARINO, M. T. R. D.; FERNANDES, D.; MORAES, S. G. Em busca da recuperação e sustentabilidade do ecossistema manguezal: mangue pequeno, Icapuí, Estado do Ceará, Brasil. *Mares e Litorais: Perspectivas transdisciplinares - Tomo VII da Rede BRASPOR*, 2018.

LOVELOCK, C. E.; ATWOOD, T.; BALDOCK, J.; DUARTE, C. M.; HICKEY, S.; LAVERY, P. S.; MASQUE, P.; MACREADIE, P. I.; RICART, A.M.; SERRANO, O.; STEVEN, A. Assessing the risk of carbon dioxide emissions from blue carbon ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.15, n.5, p. 257-265, 2017.

LUO, Z.; CHEN, X.; WAN, X. The role of co-opetition in low carbon manufacturing. **Eur. J. Oper. Res.**, v. 253, n. 2, p. 392-403, 2016.

MACK, S. K.; LANE, R. R.; DAY, J. W. Restoration of degraded deltaic wetlands of the Mississippi Delta v2. 0. American Carbon Registry (ACR). Arlington, VA: Winrock International, 2012.

MACK, S.; LANE, R.; DAY, J.; KEMPKA, R.; MACK, J.; HARDEE, E.; LEBLANC, C. Carbon market opportunities of Louisiana's coastal wetlands. Report by Tierra resources LLC and the climate Trust, 2015.

MAIA, R. C. Manguezais do Ceará. Recife: Imprima, 2016. 55 p

MCLEOD, E.; CHMURA, G. L.; BOUILLON, S.; SALM, R.; BJÖRK, M.; DUARTE, C. M.; LOVELOCK, C. E.; SCHLESINGER, W.H; SILLIMAN, B. R. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.9, n.10, p.552-560, 2011.

MIKOKO PAMOJA. Site oficial - **About**. Disponível em < <https://www.mikokopamoja.org/sample-page/>>. Acesso em: 08 de maio de 2023.

MORRISSETTE, H. K.; BAEZ, S. K.; S. K.; BAEZ, S. K.; *et al.* Belize Blue Carbon: Establishing a national carbon stock estimate for mangrove ecosystems. *Science of The Total Environment*, v. 870, p.161829, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161829>.

MURRAY, B. C.; PENDLETON, L.; JENKINS, W. A.; SIFLEET, S. Green payments for blue carbon: economic incentives for protecting threatened coastal habitats. Durham, USA. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, abril, 2011.

NOBUTOKI, M.; YOSHIHARA, S.; KUWAE, T. Carbon offset utilizing coastal waters: Yokohama blue carbon project. In: KUWAE, T.; HORI, M. *Blue Carbon in Shallow Coastal Ecosystems: Carbon Dynamics, Policy and Implementation*. Springer, Singapore, p. 321-346, 2019.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **Effective carbon rates:** pricing CO2 through taxes and emissions trading systems. Paris: OECD Publishing, 2016. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/effective-carbon-rates_9789264260115-en#page26. Acesso em: 03/05/2023.

OLIVEIRA, Y. P. L. Desafios do Mercado de Carbono após o Acordo de Paris: Uma revisão. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.4, n.1, p.02-20, 2022.

PEIXER, J. F. B. A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do Acordo de Paris: metas e perspectivas futuras [sic]. Tese (Doutorado em Direito). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2019.

QIU, Y., QIAO, J., PARDALOS, P. M. A branch-and-price algorithm for production routing problems with carbon cap-and-trade. **Omega**, v. 68, n. 4, p. 49-61, 2017.

RAMOS, C. L. Aprendizagem baseada em projetos na investigação dos serviços ecossistêmicos dos manguezais em Estância-**SE**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, Brasil, 2022.

ROBERTS, C. M.; MCCLEAN, C. J.; VERON, J. E.; HAWKINS, J. P.; ALLEN, G. R.; MCALLISTER, D. E.; MITTERMEIER, C.G.; SCHUELER, F.W.; SPALDIN, M.; WELLS, F.; VYNNE, C.; WERNER, T. B. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science*, v.295, n.5558, p.1280-1284, 2002.

SAPKOTA, Y.; WHITE, J. R. Carbon offset market methodologies applicable for coastal wetland restoration and conservation in the United States: A review. *Science of The Total Environment*, v.701, 134497, 2020.

SILVA, R. J. R. Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 32, n. 1, p. 122-140, 2022.

SOARES, M. O.; BEZERRA, L. E. A.; COPERTINO, M.; LOPES, B. D.; BARROS, K. V. S.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; MAIA, R. C.; BELOTO, NATALIA; COTOVICZ, LUIZ C. Blue Carbon Ecosystems in Brazil: Overview and an Urgent Call for Conservation and Restoration. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 1-16, 2022.

SOUZA, A. L. R.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA-JUNIOR, A. C.; SANTOS, F. S.; SANTOS, W. R. Protocolo de Kyoto e mercado de carbono: estudo exploratório das abordagens contábeis aplicadas aos créditos de carbono e o perfil de projetos de MDL no Brasil. **VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Niterói, 10p, 2010.

STANDARD, V. C. Methodology for Coastal Wetland Creation. V1.0. Verified Carbon Standard (VCS). Washington, DC, 2014.

THIERS, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A. M.; SANTOS, J. O. Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias-verdades. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 126 p. (Estudos da Pós-Graduação).

THOMAS, S. Blue carbon: Knowledge gaps, critical issues, and novel approaches. *Ecological Economics*, v.107, p.22-38, 2014.

UNEP. The Other 70%: UNEP Marine and Coastal Strategy. Kenya: UNEP; 2011.

VALE, C.C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A Zona Costeira do Brasil e os manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil** / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

VALIELA, I.; BOWEN, J. L.; YORK, J. K. Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments. **Bioscience**, v.51, n.10, p.807-815, 2001.

VAN BOCHOVE, J.; SULLIVAN, E.; NAKAMURA, T. The Importance of Mangroves to People: A Call to Action. United Nations Environment Programme World Conservation, 2014.

VAN DER GAAST, W. P.; SPIJKER, E. Biochar and the carbon market. The Interreg IVB North Sea Region Programme, 2013. Disponível em: < <https://static1.squarespace.com/static/54e5ee5de4b0c694a3dc63e2/t/55916025e4b05b489b7d1475/1435590693308/WP43+-+Biochar+and+the+Carbon+Market.pdf> >. Acesso em: 03 de maio de 2023.

VASCONCELOS FILHO, J. I. F. Influência da qualidade do habitat para a produção pesqueira: o papel dos manguezais sobre a ictiofauna de um estuário do Ceará – Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2021.

WANG, Y., WANG, F., WANG, Z. How carbon allowance allocation rule affects manufacturing/remanufacturing decisions under the carbon credits buy-back policy. **Energy Reports**, v. 8, p. 14061-14071, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.10.346>.

World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2019. The World Bank, Washington, DC, USA (2019).

ZARATE-BARRERA, T. G.; MALDONADO, J. H. Valuing blue carbon: carbon sequestration benefits provided by the marine protected areas in Colombia. **PloS one**, v.10, n.5, 2015.

ZENG, Y.; FRIESS, D. A.; SARIRA, T. V.; SIMAN, K.; KOH, L. P. Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Current Biology*, v.31, n.8, p.1737-1743, 2021.

CAPÍTULO DEZESSEIS

O TRANSPORTE MARÍTIMO E A ECONOMIA GLOBAL

Jamiro Dias de Oliveira Junior¹

INTRODUÇÃO

No correr da história da civilização, os povos que se encontram distantes, mas partilham o acesso ao mar, estão constantemente ligados, maioritariamente, por meio do transporte marítimo. Estradas e ferrovias são, obviamente, necessárias para o transporte terrestre e são capazes de fornecer a alternativa ao transporte marítimo em alguns contextos domésticos e internacionais, mas, muitas vezes, são inviáveis ou muito caras em nas distâncias extensas. Hoje, as pessoas se movem mais rapidamente por via aérea, ao passo que as informações fluem, mais facilmente, por meio da tecnologia de telecomunicações do que a bordo de embarcações marítimas. O transporte marítimo continua, todavia, a dominar a condução, desde longa distância, de mercadorias físicas.

Todos se beneficiam, no mundo inteiro, do transporte marítimo, mas poucas pessoas percebem, pois enviamos comida, tecnologia, remédios e lembranças. À medida que a população mundial continua a crescer, especialmente nos países em desenvolvimento, o transporte marítimo eficiente e de baixo custo tem um papel essencial a desempenhar no crescimento e no desenvolvimento sustentável. A remessa ajuda a garantir que os benefícios do comércio sejam distribuídos de maneira mais uniforme. Nenhum país é totalmente autossuficiente e todo Estado-Nação depende do comércio marítimo para vender o que tem e comprar o que precisa. Muito do que utilizamos e consumimos no nosso cotidiano foi ou será transportado por via marítima, sob o formato de matérias-primas, componentes ou artigos acabados (ONU, 2016).

A condução marítima é a espinha dorsal do comércio e da economia globais. Os empregos e meios de subsistência de bilhões de pes-

¹ *Commercial Director of NML Tankers & Bulkers Shipping Agency*

soas no mundo em desenvolvimento e os padrões de vida no universo industrializado e desenvolvido dependem dos navios e da navegação. A indústria naval desempenhou papel importante nas melhorias dramáticas nos padrões de vida globais que tiraram milhões de pessoas da pobreza extrema nos últimos anos. Será igualmente crítico, na realização da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o plano acordado por todos os líderes globais no ano passado para as pessoas, a paz, a prosperidade do Planeta e a parceria (ONU, 2016).

A vida e a economia das pessoas não seriam as mesmas na ausência das atividades realizadas nos mares e oceanos. Portanto, a de ordem azul é uma parte muito importante da economia mundial, pois fornece alimentos e outros recursos, apoia o turismo, facilita o transporte e enseja a produção e uso de energia renovável. No que diz respeito à economia azul, sete setores estabelecidos resumem todas as atividades azuis: recursos marinhos vivos e não vivos, energia marinha renovável, atividades portuárias, construção e reparação naval, transporte marítimo e turismo costeiro (NAIMA et al., 2021)

O transporte marítimo é de grande importância para a economia global, pois representa cerca de 80% do comércio mundial, afetando intensivamente o desenvolvimento econômico (PSARAFTIS, 2021). Tanto o transporte marítimo como as atividades relacionadas têm grande influência global na economia, no âmbito de uma série de indústrias, direta ou indiretamente. Embora o transporte marítimo seja considerado o eixo do comércio global (BAI et al., 2021), muitas outras indústrias dependem fortemente dele, pois uma variedade de recursos é transportada para centros de fabricação.

O transporte marítimo e atividades conexas (construção naval, reparação e atividade portuária) representam cerca de 40% do valor acrescentado e 24% do emprego na economia azul. O transporte marítimo implica uma ampla conjunção de atividades e, com as atividades portuárias e os nós logísticos, tem um grande influxo no desenvolvimento dos setores marítimos e comerciais, o que, a seu turno, promove o crescimento econômico e a criação de emprego.

Além de afetar o crescimento econômico e o desenvolvimento, o transporte marítimo tem grande influência no desenvolvimento sustentável, pois é considerado um meio de transporte ecologicamen-

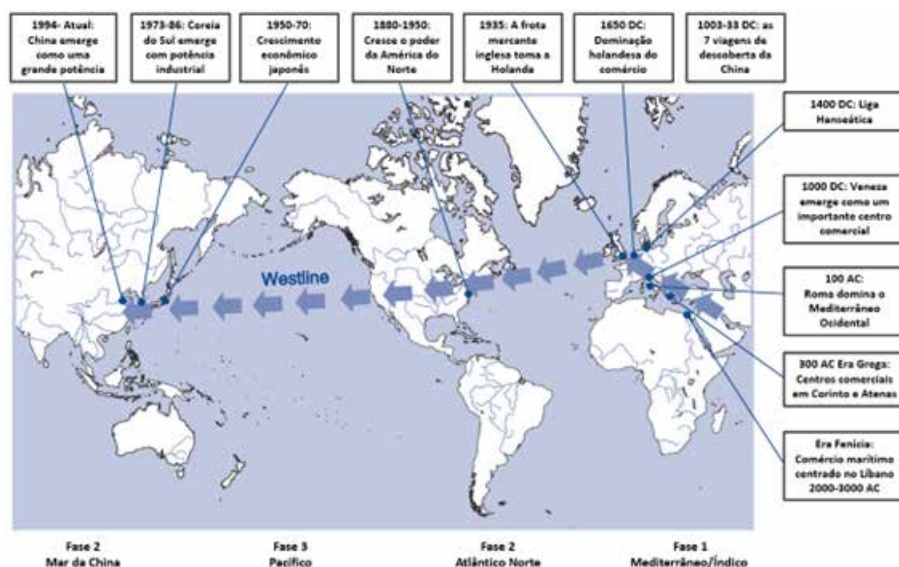
te correto, conforme expressa Psaraftis (2021). Embora as atividades marítimas prejudiquem o meio ambiente, esse impacto é menor em comparação, por exemplo, com o transporte rodoviário e, portanto, o marítimo parece estar sujeito a uma regulamentação menos intensiva (VIERTH; MERKEL, 2020). Embora o transporte marítimo seja o meio de transporte mais eficiente em termos de emissões de carbono, note-se que o transporte marítimo representa mais de três quartos do comércio externo e um terço do comércio interno.

A relação entre o comércio bilateral que existe entre os países e o crescimento econômico que eles experimentam como consequência é complexa. Embora seja amplamente reconhecido o fato de que uma maior conectividade entre as nações (no uso mais amplo do termo, abrangendo conectividade cultural e comercial), provavelmente, promoverá o comércio bilateral e, ao fazê-lo, contribuirá positivamente para o crescimento econômico (IRWIN; TERVIO, 2002), o esforço para uma melhor compreensão da natureza precisa da relação entre comércio e crescimento constitui, por décadas, um importante argumento para pesquisa em economia internacional.

LIGEIRO ENREDO HISTÓRICO DO COMÉRCIO MARÍTIMO

A evolução do transporte marítimo é uma estrada tão bem percorrida, ao ponto de estarmos habilitados, até, de lhe traçar um mapa. Consoante noticia Stopford (2009), por mais de cinco mil anos, seja por acaso ou por alguma força econômica profundamente oculta, o centro comercial do negócio marítimo se moveu para o oeste ao longo da linha mostrada pelas setas na Figura 1. Esta 'Linha do Oeste' começou na Mesopotâmia, em 3000 a.t.c. (antes do tempo corrente) e progrediu para Tiro (Líbano de hoje) no Mediterrâneo oriental, em seguida, para Rodes, o continente grego e Roma. Há mil anos, Veneza (e logo depois de Gênova) tornou-se a encruzilhada do comércio entre o Mediterrâneo e os emergentes centros europeus do noroeste de Colônia, Bruges, Antuérpia e Amsterdã. Enquanto isso, as cidades hanseáticas estavam abrindo laços comerciais com o Báltico e a Rússia.

Figura 1 - Westline (Linha Oeste): cinco mil anos de centros comerciais marítimos.



Fonte: Stopford (2009)

As duas correntes se fundiram em Amsterdã, no século XVII, e em Londres, no século XVIII. No século XIX, os navios a vapor transportavam a Westline através do Atlântico, e a América do Norte tornou-se um importante centro de comércio marítimo. No século XX, o comércio deu outro passo gigantesco para o oeste, através do Pacífico, quando o Japão, a Coreia do Sul, a China e a Índia pegaram o bastão do crescimento.

Esta evolução do comércio marítimo foi sucessivamente liderada por Babilônia, Tiro, Corinto, Rodas, Atenas, Roma, Veneza, Antuérpia, Amsterdã, Londres, Nova York, Tóquio, Hong Kong, Cingapura e Xangai. A cada passo, ao largo da Westline, havia uma luta econômica entre os super centros marítimos adjacentes, à medida que o antigo centro dava lugar ao novo desafiante, deixando um rastro como as pegadas de um navio que deu a volta ao mundo.

A tradição marítima, os alinhamentos políticos, os portos e até a riqueza econômica das distintas regiões são o produto de séculos desta evolução econômica em que a navegação mercante desempenhou um papel importante. A grande interrogação na história evolutiva da navegação é: por que a Europa desencadeou a expansão e não

a China, a Índia ou o Japão, que também foram grandes civilizações nesse período? Nesta linha, Fernand Braudel (1979), o historiador do comércio francês, distinguiu a economia mundial, que "[...] diz respeito apenas a um fragmento do mundo, uma seção economicamente autônoma do planeta capaz de prover a maior parte de suas próprias necessidades, uma seção à qual suas ligações internas e as trocas dão uma certa unidade orgânica”.

Com procedência nessa perspectiva, Stopford (2009) divide a história evolutiva da navegação em quatro períodos. A primeira era, que se estende de 3.000 a.t.c. a 1.450 do t.c. (tempo corrente), trata do início da história da navegação e do desenvolvimento do comércio no Mediterrâneo e no noroeste da Europa. Isso nos leva até meados do século XV, quando a Europa permaneceu completamente isolada do resto do mundo, exceto pelo fluxo de comércio à extensão das rotas da seda e das especiarias para o leste.

No segundo período, começamos com as viagens de descoberta e vemos como a indústria naval se desenvolveu após a descoberta de mais rotas comerciais entre o Atlântico, o Pacífico e o Índico. O comércio global foi iniciado, primeiro, por Portugal, depois pela Holanda e, finalmente, pela Inglaterra. Enquanto isso, a América do Norte estava se tornando uma economia substancial, transformando o Atlântico Norte em uma super estrada entre os centros industriais da costa leste da América do Norte e o noroeste da Europa.

A terceira era, de 1800 a 1950, é dominada por navios a vapor e comunicações globais que, juntos, transformaram o sistema de transporte que atende às economias do Atlântico Norte e suas colônias. Um sistema de transporte altamente flexível baseado em forros e vagabundos foi introduzido e a produtividade aumentou enormemente. O período atual iniciou-se durante a segunda metade do século XX, oportunidade em que os transatlânticos e os cargueiros foram substituídos por novos sistemas de transporte que faziam uso da tecnologia da mecanização – containerização, transporte a granel e especializado.

A ENTRADA DO BRASIL NO COMÉRCIO MARÍTIMO

O Sistema Portuário Brasileiro, um dos mais tradicionais segmentos da economia nacional, tem origem nos primórdios da colonização do País, dado que o transporte aquaviário era utilizado para comercializar mercadorias entre a Colônia e Portugal. A chegada de uma frota portuguesa ao Brasil e sua consequente colonização era apenas uma questão de tempo. Em vez, contudo, de aproveitar sua supremacia nos mares para estabelecer um império comercial, Portugal e Espanha preferiram ocupar as terras e explorar as riquezas das suas colônias, sendo incapazes de defender suas rotas marítimas dos ataques holandeses e franceses (BRASIL - Ministério da Infraestrutura, 2021).

Com o crescente temor de que as tentativas de ocupação estrangeira se concretizassem, durante 308 anos, Portugal manteve a Colônia brasileira fechada ao comércio marítimo internacional. Até que, pressionada pelas tropas de Napoleão Bonaparte e instada a fazê-lo pela aliada Inglaterra, a Corte Portuguesa transferiu-se para a colônia ultramarina. Em 28 de janeiro de 1808, o Rei D. João VI, após transferir para o Brasil a Corte Portuguesa, abriu os portos brasileiros às nações amigas, antes restritos por décadas ao comércio com a Inglaterra. Quarenta anos depois, em 1846, o Visconde de Mauá (Irineu Evangelista de Sousa) criou a Companhia de Estabelecimento de Ponta da Areia, no porto de Niterói, origem dos navios que praticavam a cabotagem brasileira e que possuía linhas regulares para a América do Norte e Europa. No final do século XIX e início do século XX, tiveram curso as concessões para construção e exploração de portos no Brasil.

Por meio do Decreto nº 9.078, de 3 de novembro de 1911, o Governo Federal criou a Inspetoria Federal de Portos, Rios e Canais, e a Inspetoria Federal de Navegação, vinculadas ao Ministério da Viação e Obras Públicas, para regular os setores portuários e de navegação, que funcionaram independentes até a promulgação do Decreto 23.607, de agosto de 1932, que uniu essas atividades sob administração única, com a criação do Departamento Nacional de Portos e Navegação.

Com o Decreto-Lei nº 6.166, de 31 de dezembro de 1943, houve a transformação do Departamento Nacional de Portos e Navegação

em Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais para promover, orientar e instruir todas as temáticas relativas a construção, melhoramento, manutenção e exploração dos portos e vias navegáveis do País. Conforme disposto na Lei nº 4.213, de 14 de fevereiro de 1963, o Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais passou a denominar-se Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, se constituindo numa autarquia com personalidade jurídica de direito público, com autonomia administrativa, técnica e financeira, órgão da administração indireta, para enfrentar o novo desafio de administrar os setores portuário e hidroviário.

Em 1967, por força do Decreto-Lei 200, foi extinto o Ministério da Viação e Obras Públicas, e instituído o Ministério dos Transportes, continuando o Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis a administrar diretamente alguns portos e a incentivar a constituição de empresas para administrar as atividades portuárias, originando as atuais Companhias Docas Federais.

Nos anos posteriores, as autarquias do setor portuário e hidroviário foram transformadas em empresas públicas, passando a ter maior autonomia administrativa e financeira. Assim, em 1975, a Lei nº 6.222, de 10 de julho de 1975, extinguiu Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, e, em consequência, autorizou a constituição da Empresa de Portos do Brasil S.A. PORTOBRÁS, holding vinculada ao Ministério dos Transportes, com a finalidade de supervisionar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar as atividades relacionadas com a construção, administração e exploração dos portos e das vias navegáveis interiores. Na ocasião, as vias navegáveis interiores ficaram, provisoriamente, inseridas na estrutura da PORTOBRÁS, até que uma entidade viesse a ser criada para administrar os portos e vias navegáveis interiores que, por tradição, sempre estiveram sob um mesmo comando

Em 1990, com a reorganização dos Ministérios da República, a PORTOBRÁS foi extinta pela Lei nº 8.029, de 12 de abril de 1990 e, ex-vi do Decreto nº 99.244, de 10 de maio de 1990, o setor de transporte, no âmbito federal, ficou subordinado ao Ministério da Infraestrutura. Em consequência, foram criados a Secretaria Nacional de Transportes e o Departamento Nacional de Transportes Aquaviários, que passaram a administrar os portos, as hidrovias e a navegação, reunificando essas atividades, na Administração Direta federal.

Com o advento da Lei nº 8.422, de 13 de maio de 1992, o Ministério da Infraestrutura foi transformado no Ministério dos Transportes e Comunicações, continuando a Secretaria Nacional de Transportes e o Departamento Nacional de Transportes Aquaviários responsáveis pela administração dos portos, hidrovias e navegação. No mesmo ano, a Lei nº 8.490, de 19 de novembro de 1992, restabeleceu o Ministério dos Transportes e, posteriormente, o Decreto nº 731, de 25 de janeiro de 1993, transferiu as competências do Departamento Nacional de Transportes Terrestres e do Departamento Nacional de Transportes Aquaviários para a Secretaria de Produção do Ministério dos Transportes.

Em função da reforma portuária introduzida pela Lei nº 8.630, de 25 de janeiro de 1993 (Lei de Modernização dos Portos), o Governo transferiu o controle dos portos às administrações portuárias estaduais e às Companhias Docas, bem assim, procurou apoio e investimento do setor privado por meio de concessões e arrendamentos. Com isso, ocorreram importantes mudanças no setor portuário, especialmente no que diz respeito ao regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias, ao estabelecimento de uma nova óptica para o setor, incrementando a participação de estados, municípios e iniciativa particular na exploração da atividade portuária, além da estimulação da concorrência e redução de custos portuários.

Em 2001, a Lei nº 10.233 instituiu a Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, autarquia responsável pela regulação, supervisão e fiscalização das atividades de prestação de serviços de transportes aquaviários e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária.

Posteriormente, em 2005, o Governo Federal criou a Agenda Portos, com o objetivo de levantar aspectos legais, institucionais e operacionais que comprometiam as atividades portuárias, além de apontar soluções a serem implementadas até 2008. Em razão de um elenco de ações apontadas pela Agenda Portos que precisavam ser implementadas no setor, destaca-se a criação da Secretaria Especial de Portos, pela Medida Provisória nº 369, de 07 de maio de 2007, convertida, em setembro do mesmo ano, na Lei nº 11.518, surgida como reflexo da prioridade atribuída pelo Governo Federal ao setor para a retomada do crescimento econômico. Em 2010, a Lei nº 12.314 modificou dispositivos da Lei nº 11.518 para alterar a denominação da Secretaria Especial de Portos para Secretaria de Portos da Presidência da República.

Recentemente, para fazer frente às necessidades ensejadas pela expansão da economia brasileira, foi editada a Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, contendo um conjunto de medidas para incentivar a modernização da infraestrutura e da gestão portuária, a expansão dos investimentos privados no setor, a redução de custos e o aumento da eficiência portuária, além da retomada da capacidade de planejamento portuária, com a reorganização institucional do setor e a integração logística entre modais.

PANORAMA GLOBAL NO COMÉRCIO MARÍTIMO

A indústria marítima foi considerada pilar do comércio internacional desde as antigas civilizações, o que possibilita a compra-venda de carga e o transporte de pessoas. Contabilizando mais de 50 mil navios mercantes de 150 países, atualmente, é uma das indústrias mais globalizadas do mundo em termos de propriedade e operações. De acordo com a Organização Marítima Internacional (OMI), no tempo fluente, esses navios mercantes transportam mais de 90 por cento do comércio internacional.

Malgrado o aumento da frota mundial aver desacelerado, a oferta de capacidade cresceu mais do que a demanda, o que levou a um excesso de capacidade global e a uma pressão para reduzir as tarifas de transporte. Este panorama de baixa demanda e sobre capacidade, também, reduziu a rentabilidade na maioria dos segmentos de envios.

Em relação à capacidade de carga, os cinco principais países montadores de navios são Grécia, Japão, China, Alemanha e Cingapura. Em conjunto, estes países têm 49,5 por cento de participação no mercado de tonelagem de deadweight (peso morto).

A navegação é o motor do comércio global, transportando mais de 90% do comércio mundial em termos de tonelagem e permitindo o movimento de milhões de passageiros. Os marítimos devidamente qualificados são essenciais para alcançar um transporte seguro, seguro, ambientalmente saudável e eficiente. A sustentabilidade deste setor depende da capacidade de continuar a atrair novos participantes de qualidade suficiente e reter marítimos experientes, incluindo mu-

lheres marítimas e outros grupos subrepresentados. Isso exige uma abordagem criativa para alcançar soluções significativas e viáveis.

O setor marítimo é sensível às tendências econômicas globais, incluindo a demanda global por mercadorias, e evoluiu com mudanças estruturais no comércio marítimo, incluindo tamanho e composição das frotas nacionais; novos métodos da gestão marítima; características do emprego dos marítimos; avanços tecnológicos; e melhor regulamentação. Um estudo recente da indústria indica que há mais de 1,6 milhão de marítimos trabalhando globalmente em vários navios, incluindo petroleiros, graneleiros, porta-contêineres e navios de passageiros (BIMCO, 2021). A Federação Internacional dos Trabalhadores em Transportes (ITF) também estimou que de 300 a 350 mil marítimos estão envolvidos apenas no setor de navios de cruzeiro, o que é capaz de não estar refletido nesta figura.

Esta indústria proporciona emprego para cerca de 1,65 milhão de marítimos que trabalham nas frotas no plano mundial. Apesar de que em terra as mulheres ocupem 55% dos postos júniores e 9% dos postos executivos, apenas 1% do pessoal em mar é feminino. A OMI aponta que 58% do pessoal da frota mundial tem mais de 55 anos, fazendo com que cada vez seja mais necessário formar jovens que os substituam antes de 2030. Nos próximos anos, o transporte marítimo seguirá sendo o meio de transporte mais importante para o comércio internacional, razão pela qual companhias marítimas e organizações públicas no plano global, deverão compreender a necessidade de conectividade para o desenvolvimento da indústria e da economia mundiais.

O comércio global atingiu um recorde de US\$ 32 trilhões em 2022. O comércio de bens foi de cerca de US\$ 25 trilhões (aumento de cerca de 10% em relação a 2021) e o comércio de serviços totalizou cerca de US\$ 7 trilhões (um aumento de cerca de 15%). a partir de 2021). Esses níveis recordes devem-se em grande parte ao crescimento robusto no primeiro semestre de 2022. De outra parte, o aumento do comércio foi abaixo da média durante o segundo semestre desse ano, especialmente no último trimestre do mencionado exercício. No quarto trimestre de 2022, o comércio de mercadorias caiu cerca de US\$ 250 bilhões em relação ao seu terceiro trimestre, mas o comércio de serviços permaneceu praticamente constante.

A previsão da UNCTAD (2023) para o primeiro trimestre de 2023 apontava que o comércio global de bens aumentaria em cerca de 1%, enquanto o comércio de serviços deveria crescer ao redor de 3% na mesma base. No geral, embora as perspectivas para comércio global permaneçam incertas, espera-se que os fatores positivos compensem as tendências negativas. Entre os fatores positivos estão: melhoria das perspectivas econômicas nas principais economias; redução dos custos para embarque; enfraquecimento do dólar estadunidense; e aumento da demanda global por serviços.

O PMI, do inglês China Purchasing Managers Index, que é um indicador econômico baseado em pesquisa, projetado para fornecer uma visão oportuna sobre as mudanças nas condições de negócios no setor de produção de bens, aumentou mais de 5% desde dezembro de 2022, indicando robusta atividade de manufatura e serviços e suavizando as preocupações sobre interrupções no fornecimento global. Além disso, a previsão de crescimento foi revisada para cima, pois é provável que as economias da União Europeia e dos Estados Unidos irão agora trabalhar duramente para evitar uma recessão em 2023.

Os gargalos logísticos foram amplamente resolvidos e a capacidade de transporte aumentou durante o ano passado. O Índice do Frete Containerizado de Xangai (SCFI, a sigla em inglês) voltou aos níveis pré-pandêmicos e deve permanecer baixo no ano de 2023. Após altos níveis em 2022, os valores cambiais para o dólar estadunidense caíram quase 7% de novembro de 2022 a fevereiro de 2023. Como a maior parte do comércio internacional é realizada em dólar, um dólar mais fraco resulta em aumento da demanda por mercado de commodities. Espera-se que os serviços comerciais globais cresçam ainda mais em 2023, impulsionados, principalmente, por um aumento na demanda por informações e serviços de tecnologia de comunicação, bem assim por maior recuperação nos setores de viagens e turismo.

Os fatores negativos esperados estão associados a: fatores geopolíticos; inflação, preços de commodities e taxas de juros; preocupações com a sustentabilidade da dívida; reformulação das cadeias de suprimentos globais; e políticas comerciais para a transição verde (UNCTAD, 2023). As tensões geopolíticas, incluindo o conflito entre Rússia e Ucrânia, continuam sendo os maiores riscos negativos influenciando negativamente o comércio internacional em 2023.

Aguarda-se que as taxas de juros permaneçam relativamente altas em muitas economias em decorrência de preocupações inflacionárias persistentes. Espera-se, também, que os preços das commodities permaneçam acima das médias pré-pandêmicas, especialmente em relação a energia, alimentos e metais.

Os atuais níveis recordes de dívida global, juntamente com altas taxas de juros, continuarão a afetar negativamente as condições macroeconômicas de muitos países. Outros fatores incidem nos padrões do comércio internacional. A ênfase na melhoria da resiliência das cadeias de suprimentos, além de políticas que promovem a realocação de processos de produção mais próximos dos mercados-alvo (near-shoring) ou de volta aos países de origem (re-shoring), são suscetíveis de conduzir a algum grau de dissociação das principais economias e resultar na regionalização do comércio internacional.

Os padrões do comércio internacional estão se antecipando para se tornarem mais estreitamente ligados à transição para uma economia global mais verde. Na medida em que os países assumem cada vez mais compromissos climáticos em suas políticas comerciais e industriais, as preocupações em relação a práticas comerciais, possivelmente restritivas, são conducentes a mudanças na realidade comercial global. Em expressas circunstâncias, o comércio internacional, assim como os países que movimentam a economia global, deverão formular políticas e planos para se adaptar aos novos tempos, reformulando processos, promovendo a transição para uma economia global mais verde, de modo a conservar o comércio internacional como alavanca da economia global e, ao mesmo tempo, atentar para as recomendações da Organização das Nações Unidas, da Organização Mundial de Alfândegas e da Organização Mundial do Comércio.

O PORTO DO PECÉM E SUA IMPORTÂNCIA PARA O NORDESTE

O porto do Pecém foi concebido com suporte na necessidade de atender futuras demandas com a industrialização do Estado do Ceará e expansão da Capital cearense e Região Metropolitana. Com a inau-

guração do píer petroleiro no porto de Mucuripe, em 1982, iniciaram os rumores da implantação de uma refinaria em solo cearense. Este projeto ficou inviabilizado em decorrência das restrições físicas e, por conseguinte, regulamentares e normativas. Estas restrições são referentes à profundidade do canal de acesso, calado e bacia de evolução.

Juntamente com a refinaria, outros projetos foram oferecidos e contemplados no Plano de Desenvolvimento do Governo do Estado, mas todos dependiam de infraestruturas portuárias adequadas. O porto do Mucuripe ainda foi beneficiado com serviços de dragagem para aprofundamento, porém ainda ficava limitado, sem receber navios de maior porte. Para garantir o desenvolvimento do Estado, uma opção ao porto do Mucuripe era necessária.

Com efeito, no começo de 1995, foram iniciados levantamentos e estudos em vários trechos da costa cearense, precisamente nos espaços compreendidos nos Municípios de Fortim, Paracuru, Camocim e São Gonçalo do Amarante (Pecém). Estes levantamentos tinham como finalidade identificar um locus da costa que reunisse características necessárias para a construção de um porto para atendimento de demandas de grandes indústrias, como uma siderúrgica e uma refinaria, e de outras empresas que viessem a ser implantadas em sua retro área e entorno.

Ainda em 1995, após finalizados os levantamentos e estudos, o trecho conhecido como a ponta do Pecém foi apontado como a área que expressava as melhores características para atender navios de maior porte, com profundidade de atender equipamentos com calado de até 15 metros e área disponível para a construção de terminais e entorno para a implantação de grandes empreendimentos. Sob apoio da Marinha do Brasil, com a Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, navios hidrográficos procederam a levantamentos batimétricos e sondagens geofísicas, sob os quais foi definitivamente confirmada a viabilidade da ponta do Pecém para receber um porto. Desta maneira, instituiu-se a Companhia de Integração Portuária do Ceará – CEARA-PORTOS, empresa de economia mista, sob o formato de sociedade anônima para administrar o Terminal Portuário do Pecém e todo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Em maio de 1996, começaram as obras de estrutura do Terminal Portuário do Pecém. Em junho de 2001, logo após sua conclusão, o

Governo do Estado do Ceará e o Ministério dos Transportes assinaram o Contrato de Adesão nº 091/2001, que ensejou o início das operações comerciais. Na atualidade, o Terminal Portuário do Pecém é um elo na cadeia logística do transporte marítimo e tem como um de seus objetivos viabilizar a operação de atividades portuárias e industriais integradas, imprescindíveis ao desenvolvimento do Complexo Industrial do Pecém, assumindo por isso as características de porto industrial. Ele é constituído de três píers marítimos, sendo o primeiro (Pier 1) para granéis sólidos, líquidos e carga geral não “containerizada”, o segundo (Pier 2) para granéis líquidos e o terceiro (TMUT) para granel sólido, carga geral “containerizada” e não “containerizada” (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura de Atracação do Porto do Pecém.



Forte: Porto do Pecém, 2023.

Pelo fato de constituir um terminal off shore, os píers de atracação estão protegidos da ação das ondas e correntes por um quebra-mar de berma, no formato de “L”, com 2.770 m de extensão. Os píers são ligados ao continente por uma ponte rodoviária que interliga o Pátio de Armazenagem às instalações de atracação de navios. São os seguintes os produtos previstos para serem movimentados nas instalações do terminal: matérias-primas siderúrgicas, tais como o minério de ferro; produtos siderúrgicos acabados, tais como chapas planas e bobinas; fertilizantes e cereais em granel; contêineres, granéis líquidos e gasosos; e cargas de projeto e superdimensionadas não “containerizadas”.

Em 11 de dezembro de 2001, o porto de Pecém recebeu o primeiro navio de contêiner para iniciar escalas regulares. O navio era o Cap San Lorenzo, da companhia alemã Hamburg Süd. O navio porta-contêiner Cap San Lorenzo foi o maior navio a escalar um porto cearense. Anteriormente, o único porto do Nordeste a receber um navio deste porte era o porto de Suape. Fazia parte de uma série de navios porta-contêineres que viria a fazer este serviço regular de Pecém para a costa leste dos Estados Unidos, que também contava com o Cap San Antonio, Cap San Marco e Cap San Nicolas. Essa classe de navios possuía 257,38 metros de comprimento, 32,2 metros de largura, 800 tomadas para plumagem de contêineres refrigerados e capacidade para carregar 3.739 TEUS. TEU é uma abreviatura em inglês para Twenty Equipment Unit, que quer dizer “equivalente a uma unidade de 20 pés” ou “equivalente a um contêiner de 20 pés”. Era um dos maiores navios porta-contêineres que escalavam os portos brasileiros na época.

A escala teve como operador portuário a LOXUS – Companhia de Logística da América do Sul S/A, que foi o primeiro operador portuário a ser credenciado no porto de Pecém. Nesta escala – a primeira – foram descarregados 125 contêineres e seis embarcaram. Desde então, o porto de Pecém passou a figurar na rota de navios de longo curso. Iniciava um serviço com escalas quinzenais que partia direto do porto de Pecém para a costa leste da América do Norte. O serviço era um joint venture que prestava atendimento aos armadores Columbus Line, Crowley, Aliança, Maersk Sealand, CSAV, Libra, Evergreen, Lykes Lines, APL e P&O Nedlloyd. Pouco tempo depois, iniciou-se outro serviço regular para o norte da Europa, envolvendo um outro joint venture com os armadores Harburg Süd, Maersk Sealand. Naquele momento, outros armadores passaram a escalar o porto de Pecém, com serviços próprios como a P&O Nedlloyd, Costa Container Lines – CCL, CSAV, MSC, dentre várias outras.

No final de 2002, o grupo AP Möller Maersk iniciou suas atividades como operador portuário, com o nome CTO – Ceará Terminal Operator e, posteriormente, APM Terminals Pecém. Com a chegada de seus dois guindastes Gotwald HK 300E, com capacidade de carga de 100 toneladas, o porto de Pecém passou a ser um dos portos mais competitivos do País, apresentando a melhor prancha de produtividade dos portos do Nordeste.

No dia 20 de dezembro de 2002, a Maersk Line começou a operar um serviço próprio, partindo do Pecém para o norte da Europa, com navios gearless (sem guindastes), em que os guindastes Gotwalds foram fundamentais para a viabilidade das escalas. O serviço contava com cinco navios idênticos, que eram Laust Maersk, Leda Maersk, Luna Maersk, Lexa Maersk e Lica Maersk. Esses navios eram da classe L Class. Cada um deles possuía 257,38 metros de comprimento, 32,2 metros de largura, 800 tomadas para plugar contêineres refrigerados e capacidade para carregar 3.739 TEUS.

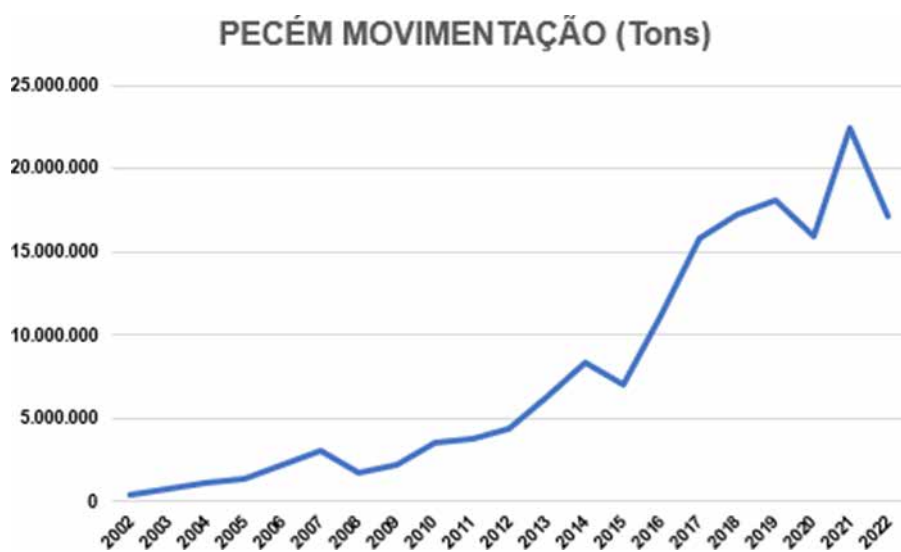
Com esse serviço, o porto de Pecém deu início a uma trajetória que culminou com o posto de maior exportador de frutas do Brasil, com embarques semanais de mais de 1.000 contêineres reefers no pico da safra de frutas. As principais frutas embarcadas eram melão, manga e uva. O melão era produzida na região de Mossoró e região do Apodi cearense. A manga e a uva eram bens da região do rio São Francisco, em Petrolina, Juazeiro e proximidades.

Em 2012, quando o Porto de Pecém já estava consolidado como um dos mais importantes do País, começaram as operações de descarga de carvão mineral para atender as usinas termelétricas ENEVA e EDP. Estas foram implantadas para acolher demandas energéticas na região. Tal procura ocorre em períodos nos quais a produção de energia com base na matriz hídrica deixa de atender em razão do decréscimo volumétrico dos reservatórios, conduzido pela escassez de chuvas nas nascentes dos rios, sendo a produção de energia com base nas termelétricas utilizada para suprir dita carência. Esta movimentação de granel sólido aumentou ainda mais o volume movimentado do Porto.

Outro grande projeto que contribuiu de maneira definitiva para incluir o porto de Pecém no ranque dos portos de maior volume de movimentação da carga do País foi a CSP (Companhia Siderúrgica do Pecém), que iniciou sua produção em 2016. A CSP, com capacidade instalada de três milhões de toneladas de placas de aço/ano em sua primeira fase de projeto, veio alavancar ainda mais a movimentação de granel sólido no porto do Pecém, com o aumento da movimentação de carvão mineral, e incluindo na movimentação do porto a descarga de minério de ferro.

A CSP, uma das unidades siderúrgicas mais modernas do Brasil e do mundo, possui a produção orientada para geração de produtos laminados de alta qualidade para a indústria naval, de óleo e gás, automotiva e construção civil. A Figura 3 contém todo o histórico do desenvolvimento da movimentação de cargas do porto do Pecém, desde o seu início, em 2002, com as operações de navios porta-contêineres e, em seguida, navios de carga geral. Também observamos o visível aumento, em 2013, com o volume de carvão mineral para as usinas termoeletricas ENEVA e EDP e, em seguida, o vertiginoso crescimento desde 2015/2016, com o início das atividades da CSP, com o grande volume de minério de ferro, fundamental para sua produção, o carvão mineral, que é o combustível para gerar o calor necessário à operação do alto-forno da siderúrgica e o produto acabado, que são as placas de aço que alimentam o mercado doméstico e internacional.

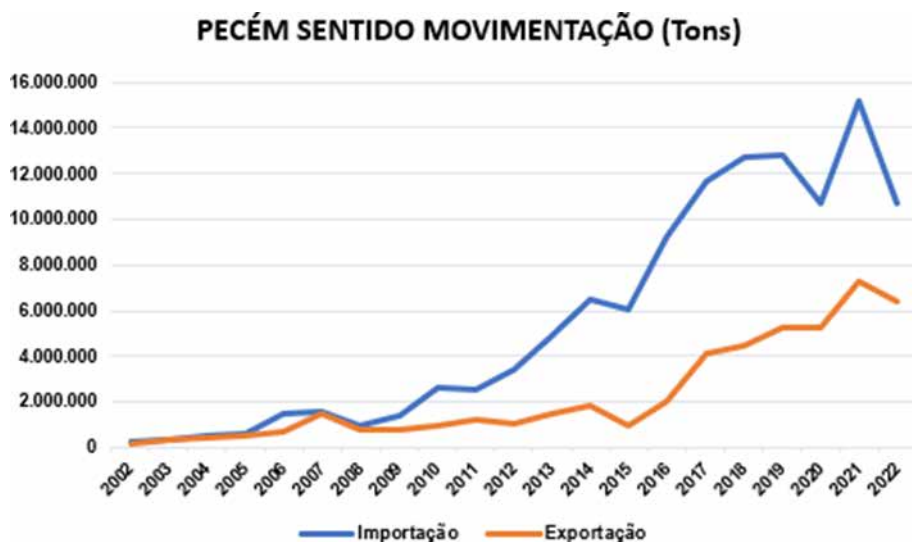
Figura 3 - Evolução da movimentação de carga em 20 anos de operação.



A figura 4 expressa a movimentação do porto do Pecém à extensão dos seus 20 anos, onde se verifica a evolução, tanto no sentido da exportação como na importação. Nota-se, em 2002, certo equilíbrio entre importação e exportação, com um volume um pouco maior de importação. Continuando na importação, vislumbra-se um leve crescimento até 2012, promovido, em sua grande parte, por produtos siderúrgicos (bobinas e fio máquina) para atender as empresas Aço Cearense,

Ferronorte e Matalmecânica Maia. Em 2012, com o início das atividades das usinas termoeletricas ENEVA e EDP, com a movimentação regular de carvão mineral descarregado para atender a demanda das duas termoeletricas, o volume de movimentação na importação passou a dar um salto, e com outro pulo vertiginoso em 2015, já com a movimentação de descarga de carvão mineral e minério de ferro para a CSP – Companhia Siderúrgica de Pecém, que teve um aumento gradativo, com uma leve queda em 2020, em razão da pandemia causada pelo coronavírus SARS- CoV-2 e oscilando nos dois anos seguinte. No sentido da exportação, é notória uma estabilidade até 2015, quando, então, começou um aumento de volume comandado pela produção de placas de aço da CSP, seguindo a mesma tendência do volume de importação.

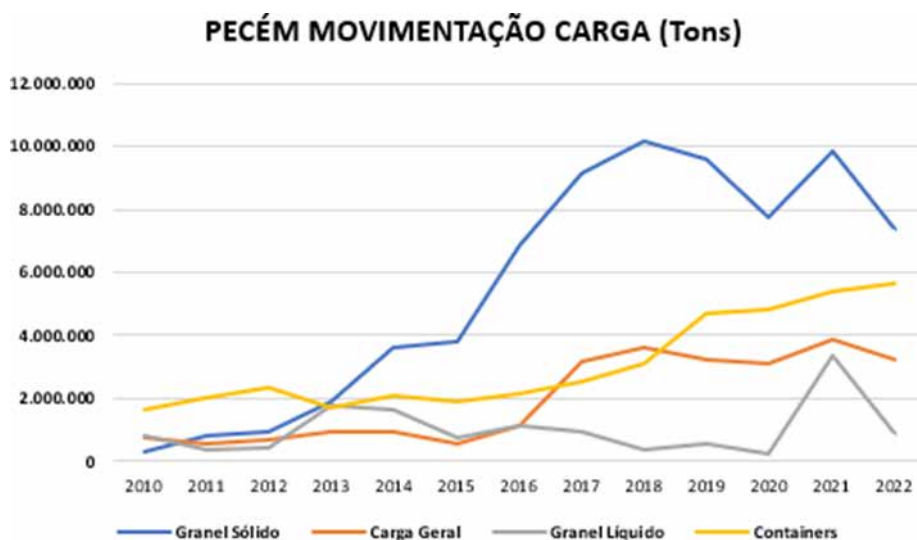
Figura 4 - Evolução do movimento, por direção, do fluxo exportação/importação.



Ainda sobre a movimentação do porto do Pecém, divisa-se, na Figura 3, a movimentação, por tipo de carga, classificando por granel sólido, carga geral, granel líquido e contêineres. Na linha correspondente ao granel sólido, vê-se a mesma tendência observada na ilustração anterior, quando observamos a linha de importação. Na carga geral, também, é antevisto um aumento, desde 2015, que reflete o embarque de placas da CSP. No segmento de contêineres, observa-se um aumento gradativo após a chegada dos guindastes STS, que foram disponibilizados no TMUT na primeira fase do projeto da APM Tern-

minais, e aumentando com a disponibilidade de mais dois STSs na segunda fase. A movimentação de granel líquido fica limitada à operação do navio FSRU da Petrobras e das manobras sazonais da Transpetro em suas operações de transbordo. FSRU do inglês Floating Storage Regasification Unit, quer dizer “unidade flutuante de armazenamento e regaseificação”; é a denominação recebida por navios adaptados para receber gás natural liquefeito e restaurá-lo à modalidade gasosa, tornando-o apto ao consumo.

Figura 5 - Evolução da movimentação, por tipo de carga.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Haja vista essa realidade otimista e de crescimento continuado, relatada no decurso deste capítulo da Obra, o porto do Pecém chega, em 2023, aos 21 anos do início de suas atividades, consolidado como o segundo principal terminal do Nordeste, considerando o volume de movimentação de cargas. O Porto, há tempos, é celebrado como um dos maiores impulsionadores de investimentos para o Estado do Ceará, além de servir como porto para escoamento das exportações e importações dos vizinhos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, como também de Pernambuco e Bahia.

Em outro segmento, o Estado do Ceará posiciona-se como um dos estados com maior potencial para a exploração, produção e exportação de hidrogênio verde. Sob tal aspecto, várias empresas já trabalham com o objetivo de transformar o porto do Pecém num grande polo de produção, que será habilitado a abastecer a indústria nacional e internacional. O Ceará tem algumas condicionantes favoráveis e que garantem o sucesso deste projeto, o que se configura no grande potencial de energia eólica e solar, fundamentais para a produção de hidrogênio verde. Com esta realidade positiva, vemos o porto do Pecém como um porto jovem com um enorme potencial de crescimento.

REFERÊNCIAS

BAI, X.; ZHANG, X.; LI, KX; ZHOU, Y.; YUEN, KF Tópicos de pesquisa e tendências no transporte marítimo: um modelo de tópico estrutural. **Transp. Política**. 102, 11–24. 2021.

BALTIC AND INTERNATIONAL MARITIME COUNCIL (BIMCO) AND THE INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING (ICS). **Manpower Report**: The global supply and demand for seafarers in 2021, London. 2021.

BRAUDEL, F. **Civilisation matérielle, économie et capitalisme**: le temps du monde. Paris: Armand Colin. v.3. 1979.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO (UNCTAD). 2023. **Global trade Update 2023**. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/ditcinf2023d1_en.pdf. Acessado: 4 de mai. 2023.

INTERNATIONAL ECONOMICS 58 (1): 1–18. doi:10.1016/S0022-1996(01)00164-7. IRWIN, D. A., and TERVIO, M. “Does Trade Raise Income?: Evidence from the Twentieth Century.” **Journal of International Economics**. 58 (1): 1–18. doi:10.1016/S0022-1996(01)00164-7. 2002.

IRWIN, D. A., and TERVIO, M. “Does Trade Raise Income?: Evidence from the Twentieth Century.” **Journal of International Economics** 58 (1): 1–18. doi:10.1016/S0022-1996(01)00164-7. 2002.

SAEED, Naima; CULLINANE, Kevin; SØDAL, Sigbjorn. Exploring the relationships between maritime connectivity, international trade and domestic production, **Maritime Policy & Management**, 48:4, 497-511, DOI: 10.1080/03088839.2020.1802783. 2021.

PSARAFTIS, H.N. The Future of Maritime Transport. **In the International Transport Encyclopedia**; Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 2021; p. 535–539. ISBN 9780081026724. 2021.

STOPFORD, M. **Maritime Economics**. Edition 3, Illustrated Routledge, 815 p. ISBN: 041527558X, 9780415275583. 2009.

VIERTH, I.; MERKEL, A. Internalization of external and infrastructure costs related to shipping in Sweden. **Res. Transport Bus. Manage.** 2020, 100580.

CAPÍTULO DEZESSETE

INVESTIMENTO E COMÉRCIO INTERNACIONAL NA ECONOMIA DO MAR DO CEARÁ NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Rômulo Alexandre Soares¹

1 INTRODUÇÃO

O Acordo de Paris, firmado em 2015 por quase duzentas nações, incluindo o Brasil, registra que a capacidade de suporte do planeta Terra está em risco, sendo necessário evitar que o aquecimento global ultrapasse um aumento de 1,5°C em relação ao século XIX (UN, 2015). Para conter o aquecimento global em tais limites, exigem-se cortes drásticos e urgentes nas emissões de dióxido de carbono (CO₂), o principal gás de efeito estufa.

As energias fósseis, *in aliis verbis*, como o petróleo e o carvão, vedetes da economia do carbono, francamente utilizadas na geração de energia elétrica, transporte, indústria e outras atividades humanas, desempenham um papel significativo na crise climática numa sociedade cada vez mais eletrointensiva.

Denominou-se de *transição energética* essa adaptação compulsória e cada vez mais dramática e sob intenso controle social de uma sociedade mais atenta e descontente em relação aos impactos do desenvolvimento (in)sustentável.

Transição energética é uma mudança de um sistema de energia baseado em fontes de energia fósseis para um sistema de geração de energia elétrica assente em fontes renováveis e de baixa emissão de carbono (IRENA, 2020) como a energia solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica.

De acordo com estudos liderados pela Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), uma profunda descarbonização da

¹ Sócio do escritório APSV Advogado, cofundador do Festival Winds For Future

economia é capaz de oferecer uma base sustentável, de baixo carbono e segura para o desenvolvimento econômico estável de longo prazo. Vai ensejar a geração de mais empregos, maior crescimento econômico, condições de vida mais limpas e maior bem-estar. Conforme a referida Agência Internacional, essa perspectiva ambiciosa a reduzir até 2050 em 70% as emissões de CO₂ relacionadas à energia no mundo, sendo que mais de 90% dessa redução alcançada por meio de energias renováveis e medidas de eficiência energética (IRENA, 2020).

O Brasil não é um dos maiores vilões da crise climática provocada pela matriz energética mundial amplamente fóssil, apesar de o País ter que dar passos muito mais expressivos no combate ao uso alternativo do solo, de longe, a principal contribuição nacional para a crise climática mundial. De acordo com os dados oficiais brasileiros, a matriz elétrica nacional é composta de 82,9% de fontes renováveis, enquanto a média mundial é de apenas 28,6% (PEIXOTO, 2023)

Em razão da premente e irreversível transição energética provocada pelos acordos internacionais em torno do clima, mas, sobretudo, em decorrência do mais recente e grave conflito armado europeu, entre a Rússia e a Ucrânia, deflagrado nos primeiros meses de 2022, estruturou-se um expressivo movimento global em torno da produção de H₂V como vetor energético livre de carbono.

Bem no início desse movimento, o Governo do Estado do Ceará e um conjunto de agentes econômicos ligados ao setor de energias renováveis promoveram uma concertação bem-sucedida, capaz de ensejar que se amplie a vocação do Estado para contribuir com a transição energética global.

De lá para cá, sucedeu a formalização de uma série de Memorandos de Entendimento, envolvendo empreendedores nacionais e estrangeiros que se propõem realizar investimentos no Complexo Industrial e Portuário do Pecém para a produção de hidrogênio Verde (H₂V), sobretudo, no primeiro momento, para exportação.

Do mesmo modo, a sociedade que administra o Complexo Industrial e Portuário do Pecém se engajou numa agenda passível de dar oportunidade ao Porto do Pecém de ser uma infraestrutura central, quer para a instalação de parques eólicos *offshore*, quer para a sua confirmação como *hub* de transporte de amônia para mercados consumidores em outros países, especialmente na Europa.

Com efeito, se destacam, em face da associação estratégica entre os portos do Pecém e de Roterдам (CIPP, 2022), a criação, bastante recente, do Corredor de Hidrogênio Verde (*Green Hydrogen Corridor*) e a Parceria de Portos Verdes (*Green Ports Partnership*) (ME, 2023).

O objetivo geral deste capítulo é contribuir para o debate em torno das opções de desenvolvimento econômico do Estado do Ceará, bem como ressaltar as hipóteses que apontam o mar como uma de suas maiores vantagens locais e um dos seus mais expressivos ecossistemas de geração de valor atual e futuro.

Dentre os objetivos específicos do segmento agora escolhido, procedemos, inicialmente, a uma descrição da mudança energética como elemento catalizador da expansão da produção de energias renováveis, a vocação do H2V como principal vetor desse processo e a tendência de definição da energia eólica *offshore* como uma das fontes energéticas mais importantes para a produção do H2V no Ceará.

Na sequência, especificamos algumas das vantagens locais do Ceará, naturais e construídas, associadas à Economia do Mar no contexto da transição energética.

Após, vem uma síntese dos principais compromissos privados de investimento no Ceará em H2V, em energia eólica *offshore* e infraestrutura portuária, a fim de demonstrar uma convergência de fatores propícios ao desenvolvimento da Economia do Mar do Ceará no contexto da transição energética.

2 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA À BASE DE UM VETOR ENERGÉTICO VERDE: O H2V

Insere-se o H2V no âmbito de transição energética como um vetor limpo. Como resultante destas qualidades, o hidrogênio é sujeito a políticas públicas e a projetos privados em diversos países, notadamente nos setores de energia e transporte (CASTRO, 2020).

Rotas alternativas e mais promissoras de produção de H2V estão sendo desenvolvidas em todo o mundo, por via da eletrólise da água, processo de transformação que utiliza a eletricidade gerada

com suporte em fontes renováveis para produção limpa e de elevada pureza de hidrogênio e oxigênio.

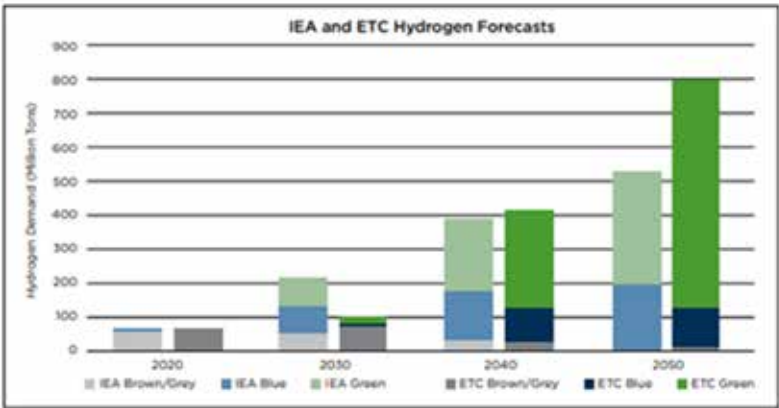
Deste modo, ainda que, atualmente, a eletrólise corresponda a uma fração da produção mundial de hidrogênio, a queda expressiva dos custos da sua geração com base em fontes renováveis, concorre para tornar a produção do H2V técnica e economicamente viável.

Segundo projeções da Agência Internacional de Energia (EIA), avalia-se ser possível uma redução do custo de produção do H2V em cerca de 30%, até 2030 (ABS, 2022).

Conforme a ilustração seguinte, elaborado com supedâneo numa análise de mercado realizada em abril de 2021 pela *Energy Transitions Commission* (ETC), verifica-se que a demanda por hidrogênio deverá aumentar a uma taxa de sete a nove por cento ao ano, o que exigirá uma oferta estimada de 500 a 800 milhões de toneladas de hidrogênio até o ano de 2050. A se confirmarem tais números, isso corresponderia a aproximadamente 15 a 20 por cento da demanda global de energia.

Noutra circunstância, ao analisar a inserção do H2V no mercado de transporte marítimo, a American Bureau of Shipping também estima que existirá um potencial de exportação de hidrogênio verde da ordem de quatro milhões de toneladas em 2050, o que é suscetível de representar 10% das exportações globais de hidrogênio neste horizonte, num mercado da ordem de US\$ 600 bilhões anuais.

Gráfico 1 - Baixa x Alta previsão de demanda de hidrogênio,



Fonte: ABS, 2022

Recorrendo-se a essas métricas, para alcançar um nível global de produção de 500 milhões de toneladas de hidrogênio até o ano de 2050, serão necessários de 3.000 a 6.000 GW de novas fontes de energia renovável dedicadas à produção de hidrogênio (ABS, 2022).

China, Europa e América do Norte deverão ser os maiores consumidores de hidrogênio. Por sua vez, a Austrália, América Latina e Oriente Médio vão se tornar grandes exportadores, explorando seus recursos renováveis (HC, 2021).

Conforme o mesmo estudo da Hydrogen Council, em associação com a McKinsey & Company, estimam-se investimentos acumulados na oferta do hidrogênio, até 2050, que variam de US\$ sete a nove trilhões, sendo dois trilhões de dólares estadunidenses na capacidade de produção do hidrogênio (75% para o hidrogênio verde e 25% para o hidrogênio azul) e de US\$ cinco a sete trilhões na capacidade de geração de energia renovável necessária para a eletrólise (HC, 2021).

Tal situação se revela uma grande oportunidade para o protagonismo brasileiro na produção de energia limpa. A infraestrutura de transporte de hidrogênio, como redes de gasodutos, desempenhará um papel crítico no fornecimento de hidrogênio de maneira econômica. Globalmente, essa expansão deverá exigir investimentos de cerca de US\$ três trilhões. Considerando toda a cadeia de valor, os investimentos totais necessários chegariam a US\$ 14,5 trilhões até 2050, também segundo o Hydrogen Council.

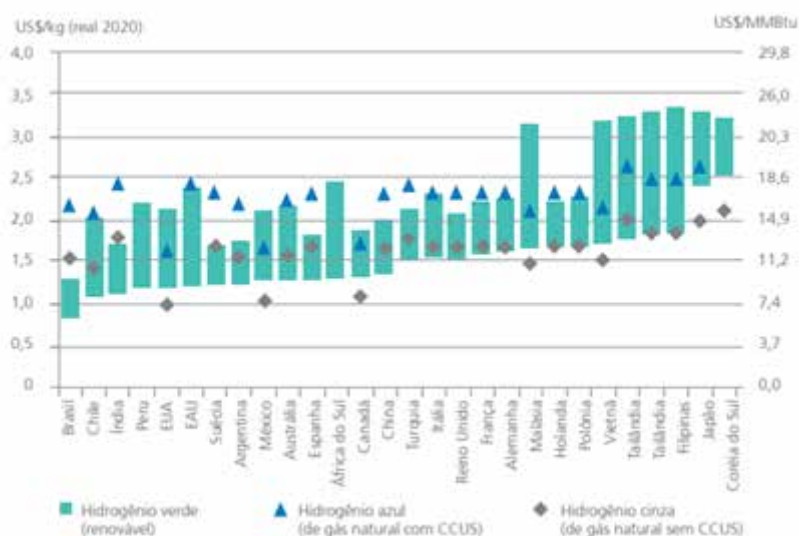
Em contextura nacional, estudo feito em parceria do Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI), com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Centro de Economia Energética e Ambiental (CENERGIA), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPP/UFRJ), aponta que a matriz energética brasileira é capaz de se tornar ainda mais renovável nos próximos anos. O mesmo estudo também aponta que o hidrogênio faz parte desse processo.

Tais indicadores ponderam que, malgrado o aumento da demanda por energia na economia brasileira, haverá queda da utilização de combustíveis fósseis e aumento de uso de biocombustíveis avançados. Com isso, 70% da matriz energética primária serão de fontes renováveis, como etanol e biodiesel (CEBRI, 2023).

Dentre os principais fatores que influenciam no custo de produção do H2V, a aquisição da eletricidade renovável é a componente mais crítica e tem representatividade de aproximadamente 70% do custo de produção (BNDES, 2022).

O Brasil é um dos países que mais produzem energia renovável e, segundo projeções da Bloomberg NEF, é um dos poucos que oferece H2V com o menor custo do globo, a US\$0,55 por quilo até 2050 (BLOOMBERG, 2022), conforme o Gráfico abaixo.

Gráfico 2 - Projeções de preços em diversos países para hidrogênio verde, azul e cinza em 2030 Matriz de Responsabilidade.



Fonte: (BNDES, 2022)

2.1 Eólica offshore: a fonte de energia renovável do Ceará para a produção de H2V

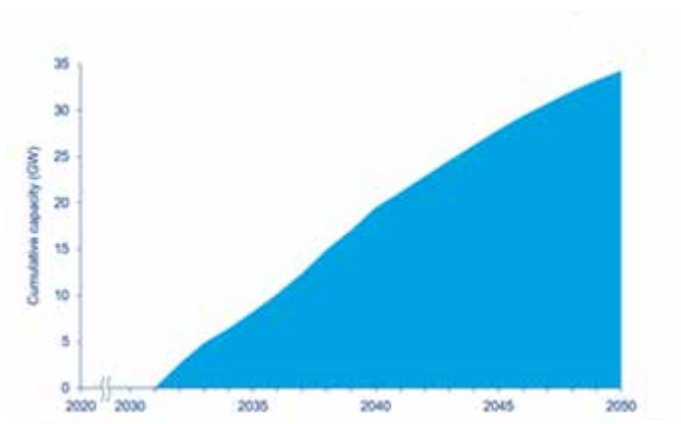
Conforme já descrito, a produção de hidrogênio verde requer uma fonte renovável para fornecer a energia necessária ao sistema de eletrólise e a outros equipamentos.

Apesar de a qualidade dos ventos *onshore* no Ceará se constituir vantagem locacional em comparação a outros territórios no Brasil

e no mundo, é no mar que se verifica a melhor qualidade do vento. Divisa-se essa diferença, na noção de que, enquanto em terra a capacidade máxima de geração das turbinas chega a 5,6 megawatts (MW), no mar, há projetos apontando uma capacidade de quase o dobro, 12 MW, e alguns testes chegam a 15 MW, dada a inexistência de obstáculos que barrem a ação dos ventos, dando ensejo a maior intensidade e mais constância na atividade eólica (CNNBRASIL, 2022).

Conforme estudos conduzidos pela Wood Mackenzie, a atividade de energia eólica *offshore* na América Latina terá uma taxa de crescimento anual composta de 15,4% desde 2032, quando os primeiros projetos devem entrar em operação na região. O *pipeline* anunciado até o terceiro trimestre de 2022 já representa 34% do total de anúncios globais de novos projetos (MACKENZIE, 2022). A perspectiva de crescimento da oferta de energia eólica *offshore* está indicada no gráfico abaixo, que projeta uma capacidade acumulada perto dos 30 anos de aproximadamente 35 GW.

Gráfico 3 - Perspectivas da energia eólica offshore na América Latina (2020-2050).



Fonte: Mackenzie, 2022

A Wood Mackenzie prevê que o Brasil capturará cerca de 6% do total mundial de oferta de hidrogênio verde até 2050, com o mercado ganhando escala após 2030. Neste horizonte, a energia eólica *offshore* no Ceará desempenhará um papel fundamental na economia

brasileira, elevando o País à condição de exportador global de energia (MACKENZIE, 2022).

Esse arranjo é factível de exprimir um grande diferencial competitivo para o Brasil. Caso toda a produção esperada de eólicas *offshore* no País seja destinada à produção de H2V, o Brasil estaria habilitado a suprir até 40% da demanda energética europeia até 2040, fatia atualmente fornecida pela Rússia (FIERN, 2022).

Análise da consultoria Wood Mackenzie projeta quase US\$ um trilhão em investimentos para a indústria eólica *offshore* na próxima década. Até 2030, a expectativa é de que 24 países tenham parques eólicos *offshore* de grande escala, acima dos nove atuais (MACKENZIE, 2022). Deste modo, a capacidade total deverá atingir 330 GW, acima dos 34 GW em 2020. Até 2030, a produção de energia em alto mar deverá atrair a mesma quantidade de capital que as eólicas em terra, também conforme a referida consultoria internacional.

Ainda, porém, que os empreendedores, tal e qual ocorreu no desenvolvimento da geração de energia eólica *onshore* durante os anos 2000 no Brasil, tenham tomado a dianteira, antecipando-se a questões regulatórias, a pressão do setor privado pelas regras mais claras sobre a exploração nacional de parques eólicos *offshore* levou o Governo Federal a editar um decreto que dá os primeiros passos na regulação deste setor.

O Ministério de Minas e Energia (MME) colocou em consulta duas portarias para regulamentar a cessão de áreas *offshore* para os parques eólicos, mas ainda pairam dúvidas sobre os critérios de valoração.

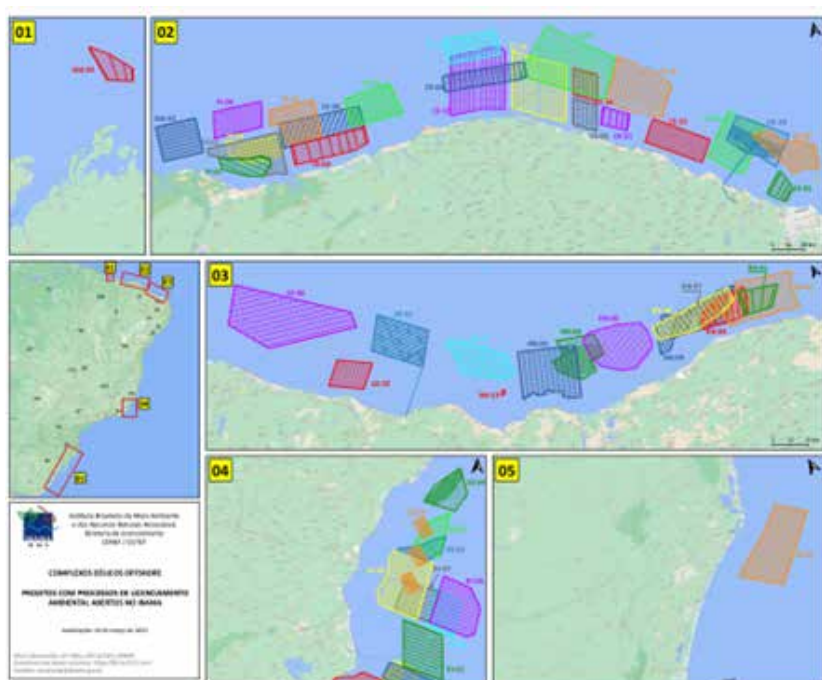
Entrementes, a Câmara analisa o PL 576/21, de autoria do senador Jean Paul Prattes (PT/RN), atual presidente da PETROBRAS, cujo plano é criar uma fonte de receita para os estados e municípios com o rateio de *royalties*.

Em resumo, as portarias detalham a delegação de competência à Aneel para firmar os contratos de cessão de uso; determinam prazos e condições para emissão das Declarações de Interferência Prévias (DIPs), além de apontarem critérios de julgamento da licitação de maior retorno econômico pela cessão do prisma.

Conforme dados disponibilizados pelo IBAMA, existem no Brasil 66 parques eólicos *offshore* em fase de aprovação de sua ideia e localização, envolvendo a futura produção de até 169,4 GW. Tais projetos estão com seus estudos de impacto ambiental submetidos a licenciamento no IBAMA.

Relativamente ao Ceará, há uma série de 29 empreendimentos em toda a costa, conforme esta planta:

Figura 1 - Poligonais de eólicas offshore no Ceará em processo de licenciamento ambiental abertos no Ibama até 24 de março de 2023 (IBAMA, 2023)



VANTAGENS LOCACIONAIS PARA A ATRAÇÃO DE IED

As vantagens locais estão entre as determinantes do IED e se referem às características e condições específicas de um determinado local que o tornam atraente para investimentos estrangeiros.

As vantagens locais, além daquelas associadas à existência de recursos naturais ou situação geográfica ou outro aspecto natural são incluídas de fatores como a infraestrutura disponível, a proximidade de mercados consumidores, a disponibilidade de mão de obra qualificada, a estabilidade política e econômica, os incentivos fiscais e a legislação favorável aos negócios, dentre outros

2.2 Síntese teórica

As empresas com atuação internacional, geralmente, demandam por locais com vantagens competitivas para expandir suas operações e alcançar vantagens estratégicas. Ao investir em um país estrangeiro, elas vão se beneficiar dessas vantagens locais, como acesso a matérias-primas, redução de custos de produção, acesso a novos mercados ou *clusters* industriais específicos.

Diversos economistas contribuíram para o estudo e desenvolvimento do conceito de vantagens locais ao longo da história da teoria econômica, com destaque para John Dunning e Paul Krugman.

Dunning desenvolve estudos envolvendo um conjunto de determinantes de investimento externo direto, com esteio em três dimensões, abrangendo vantagens proprietárias, locais e de internalização. Dunning desenvolveu a Teoria do Paradigma Eclético nessas três dimensões para explicar os investimentos diretos estrangeiros. Segundo o Economista inglês, as vantagens locais, juntamente com os proveitos de propriedade e os interesses internos, são fatores que influenciam a decisão das empresas de investir em determinada localização (DUNNING, 1988), observando que elas são relativamente negligenciadas pela literatura econômica (DUNNING, 1980).

Por sua vez, Paul Krugman contribuiu para o terreno das vantagens locais, ao propor a Teoria da Nova Geografia Econômica, explorando fatores como economias de aglomeração, densidade populacional e custos de transporte afetam a localização de atividades econômicas e o crescimento regional. Para Krugman, as vantagens locais estão intensivamente ligadas às economias de aglomeração, ou seja, aos benefícios que as empresas e indústrias obtêm ao se agruparem geograficamente. Ele argumenta que, em algumas situações, as

empresas optam por se localizar próximas umas das outras para aproveitar os efeitos positivos da concentração espacial (KRUGMAN, 2010).

É de relevo evidenciar, também, os trabalhos desenvolvidos pela Escola Nórdica de Negócios Internacionais, que examina o investimento estrangeiro transposto a aspectos puramente econômicos, mas, também, sob a perspectiva da Teoria do Comportamento Organizacional, procurando abordar teoricamente a “forma” como o IED ocorre e não só o “porquê” ele ocorre (HILLAL, 2002) e do IED.

3. VANTAGENS LOCACIONAIS DO CEARÁ PARA A ATRAÇÃO DE IED NO SETOR DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

No Ceará, as condições para produção de energia renovável e exportação de amônia são igualmente favoráveis, sobretudo por algumas vantagens competitivas: a alta capacidade para geração de energia eólica e solar (potencial energético das duas fontes: 1.363.2 TWh/ano), localização estratégica do Complexo do Pecém, disponibilidade de área para construção de *hub*, disponibilização de água por meio da dessalinização, conforme anunciou a ABB, ao comunicar recentemente a sua intenção de se instalar no Ceará. Estas são algumas das vantagens locais do Estado que se apontadas como determinantes para a atração de investimento externo no setor de energias renováveis, com suporte no referencial teórico antes indicado. Diferente das vantagens locais naturais, entretanto, há um conjunto de vantagens estabelecido com base na soma de experiências que o Ceará acumulou nos últimos quase 30 anos com as energias renováveis e que devem ser consideradas.

Conforme levantamento realizado pelo Grupo de Trabalho Ceará H2V, composto pelo Governo do Ceará, Universidade Federal do Ceará – UFC, Federação das Indústrias e Complexo Industrial – FIEC e Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP (CEARÁ, 2022), a conexão do Ceará com fontes de energia renovável remonta aos anos de 1980, quando se instalou em seu território a primeira planta de produção de biodiesel e bioquerosene de aviação. Ainda nessa década e no decênio seguinte, ocorreram as primeiras medições anemométricas e bombeamento solar em convênio com a GTz

A qualidade dos ventos no Ceará fez progredir rapidamente na implantação do primeiro empreendimento eólico, localizado nos arredores do porto do Mucuripe, Fortaleza, em 1996, dando visibilidade nacional ao Ceará por seu protagonismo nas energias renováveis. Em 1998, dois parques eólicos, dessa vez em escala comercial, foram implantados na Região Metropolitana de Fortaleza, sendo uma na praia da Taíba (5MW) e outro na Prainha (10MW).

Com a primeira grande compra de energia renovável pelo Governo Federal, em 2003, denominado PROINFA, o Estado do Ceará conquistou, sozinho, 35% dos projetos eólicos contratados naquela seleção.

Na sequência, uma série de empresas fornecedoras de equipamentos para a indústria de geração de energia eólica iniciou projetos no Ceará, como a Wobben, em 1998, a Suzon, em 2009, a Aeris, em 2010 e a Vestas, em 2016.

Em 2010 foi instalada, em Tauá, a primeira Usina Solar (1MW) do Brasil em escala comercial, detida à época pela MPX.

Em 2017, foi instituído o PIER, Programa de Incentivos à Cadeia Produtiva de Energias Renováveis e, em 2018, começou a modernização do licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia no Ceará.

No ano imediatamente seguinte, uma parceria entre Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), concedeu ensejo à elaboração de um Atlas Eólico Solar. Referido documento foi capaz de estimar em 1.363,2 TWh/ano o potencial de geração de energia eólica e solar no Estado.

O levantamento indica, ainda, potencial de 117 GW para capacidade de instalação de parques eólicos *offshore* em águas rasas no litoral do Estado; de 94 GW, em relação aos sistemas eólicos *onshore*; e de 137 GW de sistemas híbridos (solar e eólico).

Impõe-se registrar, por ser oportuno o momento, o fato de que, em dezembro de 2021, num trabalho realizado pela McKinsey, o Governo do Ceará foi o primeiro a reunir o ecossistema de energias renováveis para elaborar um *roadmap* que permitisse iniciar o desenvolvimento de uma governança em torno do H2V.

Um ano depois, o Ceará produzia no Complexo Industrial e Portuário do Pecém a primeira molécula de H2V (EDP, 2021).

As energias renováveis não trouxeram para o Ceará apenas a oportunidade de gerar eletricidade de baixo carbono, mas, também, de integrar o Estado a uma rede de alcance global que abrange empresas líderes em outros mercados. Fazendo negócios no Estado, essas organizações investem capital, geram empregos, produzem renda e juntam valor a uma vantagem locacional baseada na relativa concentração de agentes nacionais e estrangeiros atuantes no setor de energias renováveis do Ceará, desde o início dos anos 2000.

De fato, o Ceará não atraiu apenas empresas de geração de energia. Convocou outros agentes dessa cadeia produtiva, como fabricantes de pás eólicas, aerogeradores, *softwares* e outros serviços especializados.

A demanda mundial por H2V conduz o Ceará a prosseguir sua tentativa de aprimorar um *cluster* de energia, nascido global com a atuação de multinacionais europeias que já investiam na geração de energia eólica, e viram no Ceará uma oportunidade de aumentar a escala de seus negócios num Estado integrado a um País e mercado continentais.

Se hoje se reporta a H2V no Ceará como uma oportunidade associada à transição energética, é importante expressar-se que nada disso teria sido possível sem essa jornada de quase 30 anos que pavimentou um ambiente e governança favoráveis à atração de novos investimentos para gerar energia limpa. Isso explica por que o Ceará está à frente de outros estados brasileiros e já tem acordos de investimentos com importantes *players* globais para produzir hidrogênio verde no Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

A proposta de criação de um *hub* de hidrogênio verde no Pecém vai, certamente, atrair nova etapa na internacionalização e no amadurecimento desse *cluster* de energia, especialmente com esteio na atração de outros investimentos em logística e transporte de amônia para a Europa e associação da produção do H2V à geração eólica no mar.

A formação, ainda em 2020, de um Grupo de Trabalho Ceará H2V composto pelo Governo do Ceará, Universidade Federal do Ceará – UFC, Federação das Indústrias do Ceará – FIEC e Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP (CEARA, 2022), em torno do hidrogênio

verde, constitui uma importante vantagem locacional institucional em prol do desenvolvimento dessa indústria, conforme as contrapartidas que cada um desses agentes aportará, indicadas abaixo.

Tabela 1 - Matriz de Responsabilidade, GT H2V Ceará.

Entidade	Contribuições para o Grupo de Trabalho H2V Ceará
Governo do Ceará	<ul style="list-style-type: none"> • Articulação política estadual e federal; • Estudos para a possibilidade de concessão de incentivos fiscais; • Disponibilizar educação básica, capacitação e apoio tecnológico; • Esforços institucionais para a viabilização do licenciamento ambiental do projeto, seja ele de competência federal, estadual ou municipal; • Disponibilização de infraestrutura necessária para o projeto; • Apoio técnico através da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME; • Colaborar nas tratativas com Companhia de Gás do Ceará – CEGÁS.
Federação das Indústrias do Ceará – FIEC	<ul style="list-style-type: none"> • Engajar o Observatório da Indústria, Centro Internacional de Negócios (CIN), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Instituto Euvaldo Lodi (IEL), Serviço Social da Indústria (SESI), Sindicato das Indústrias de Energia e de Serviços do Setor Elétrico do Estado do Ceará (Sindienergia), Núcleo de Energia, Núcleo de Infraestrutura, Núcleo de Meio Ambiente e Núcleo de Acesso ao Crédito – NAC para darem suporte e desenvolverem o ambiente necessário à implementação de iniciativas de Hidrogênio Verde no Ceará: -
Universidade Federal do Ceará – UFC	<p>Disponibilizar o quadro funcional de docentes e de pesquisadores nas áreas inerentes à tecnologia do Hidrogênio Verde.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilizar os Laboratórios para pesquisa e ensino na UFC nos centros de Tecnologia, de Ciências, de Ciências Agrárias e o Labomar, totalizando 249 laboratórios. • Atuar de forma proativa nas pesquisas atualmente já em desenvolvimento, como: <ul style="list-style-type: none"> i) Departamento de Engenharia Química: Tecnologias de de Hidrogênio; Purificação de Hidrogênio; Armazenamento de Hidrogênio e ii) Departamento de Engenharia Mecânica: Produção de hidrogênio com auxílio das energias renováveis; Implementação por meios de técnicas físicas e químicas de processo de baixo custo capaz de gerar a reciclagem da água utilizada no processo da eletrólise; Estudo de turbina hidrodinâmica submersa para geração de energia pela maré; Avaliação do potencial energético de biomassas residuais para geração de energia. • Disponibilizar o Parque Tecnológico da UFC no intuito de aproximar a comunidade acadêmica das empresas de base tecnológica de alta qualificação, estimular a produção de conhecimento científico e tecnológico que valorizem o Desenvolvimento Sustentável e apoiar parcerias entre a UFC e as organizações públicas e privadas envolvidas com as pesquisas e inovações tecnológicas.
Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal Portuário do Pecém como local estratégico para exportação do HV; • Estimular a transição energética na área industrial do Complexo; • Infraestrutura: rede elétrica robusta e estável e rede de distribuição de gás; • Áreas disponíveis em Zona de Processamento de Exportação; • Parceria com o Porto de Roterdã que pretende se transformar em um "Hub" internacional de produção, importação, aplicação e transporte de hidrogênio para a Europa; • Viabilizar e/ou facilitar possíveis parcerias com os projetos de parques eólicos offshore que serão instalados no Complexo do Pecém.

Fonte: GT H2V, 2020

4 PROJETOS ESPERADOS PARA O CEARÁ DE PRODUÇÃO DE H2V

Apesar de não serem públicos os termos dos instrumentos firmados entre o Estado do Ceará e potenciais investidores estrangeiros, é possível perceber, com apoio em informações divulgadas na imprensa, um relevante interesse de agentes do mercado de energia mundial na implantação de plantas de geração de H2V no Ceará.

Conforme pesquisa em diversos veículos de comunicação - local, nacional e internacional - aponta-se que o Ceará tem atualmente 29 projetos estratégicos associados à cadeia de produção de H2V, conforme tabela abaixo, e que se pretendem instalar, sobretudo, no Complexo Industrial e Portuário do Pecém:

Tabela 2 - Lista de Empreendedores com MoU com o Estado do Ceará.

#	Investidor	Origem	Valor Investimento Aproximado (US\$)
1	Fortescue	Australia	> 6.0 bilhões
2	EDP	Portugal	> 3,8 bilhões
3	AES	Estados Unidos	> 2.0 bilhões
4	Enegix Energy	Austrália	> 5,5 bilhões
5	Qair Energy	França	> 7.1 bilhões
6	Neoenergia	Espanha	Não identificado
7	Diferencial Energia	Brasil	Não identificado
8	Eneva	Brasil	Não identificado
9	H2Helium	Brasil	Não identificado
10	Hytron	Brasil	Não identificado
11	Engie	Bélgica	Não identificado
12	Transhydron Alliance	Holanda	>2,1 bilhões
13	White Martins/ Linde	Brasil/Alemanha	Não identificado
14	Total Eren	França	Não identificado
15	Cactus Energia Verde	Brasil	Não identificado
16	Casa dos Ventos	Brasil	Não identificado
17	Stolthaven	Holanda	Não identificado
18	H2 Green Power	Brasil	Não identificado
19	Comerc / Nexway		Não identificado
20	Enel	Itália	Não identificado

#	Investidor	Origem	Valor Investimento Aproximado (US\$)
21	HDF Energy	França	Não identificado
22	ABB	Suíça	Não identificado
23	Mitsui / Caetano Bus	Japão	Não identificado
24	Alupar	Brasil	Não identificado
25	Fortescue metal Group	Austrália	Não identificado
26	Voltália	França	Não identificado
27	SPIC	China	> 200 Milhões
28	Power China	China	Não identificado
29	MingYang Smart Energy	China	Não identificado

Fonte: Combinação de análise de jornais e publicações especializadas

Conforme se verifica na consulta a sítios especializados e na imprensa, nem todos os empreendimentos com os quais o Ceará firmou Memorandos de Entendimento são para a produção de H2V. Nota-se que há um conjunto de investidores que se dedicarão à produção de energia eólica *offshore*, produção de H2V, mas também a produção e exportação de amônia. São os casos, pelo menos, da Qair e Fortescue, que propõem desenvolver projetos no Ceará que integram a fase de geração de energia renovável, produção de H2V, produção e armazenamento de amônia para exportação.

Por sua vez, o acordo com o grupo Mingyang Smart Energy intenta tornar possíveis o investimento e a implantação do Centro de Tecnologia e Reparo de Aerogeradores no Estado do Ceará, além da instalação de uma planta-piloto de energia eólica *offshore*, produção de amônia e hidrogênio verde em território cearense. Com a empresa SPIC, o acordo assinado procura assegurar a realização de estudos de viabilidade de projetos na produção de energia eólica *onshore* e *offshore*, solar, hidrogênio azul e verde e combustíveis dentro do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Do mesmo modo, o grupo chinês Power China, que também assinou um Memorando de Entendimentos com o Estado do Ceará, pretende investir na construção de um parque solar no Município de Mauriti, para fornecimento de energia para o setor de produção de H2V.

5 PROJETOS ESPERADOS PARA O CEARÁ DE PRODUÇÃO DE ENERGIA OFFSHORE

Os vinte e um projetos eólicos *offshore* localizados em território cearense que se encontram sob análise do IBAMA (2023) estão apostos na sequência.

Tabela 3 - Lista de processos e licenciamento ambiental de eólicas *offshore* abertos no Ibama até 24 de março de 2023 (IBAMA, 2023)

#	Empreendimento	Empreendedor	Potência Total (MW)
1	Caucaia – BI Energia	Bi Energia Ltda	576
2	Jangada	Neoenergia Renováveis	3.000
3	Camocim	Camocim Eireli	1.200
4	Dragão do Mar	Qair Marine Brasil	1.216
5	Alpha	Alpha Wind Morro Branco Projeto	6.000
6	Costa Nordeste Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro I	3.840
7	Asa Branca I	Eólica Brasil	1.080
8	Sopros do Ceará	Total Energies Petróleo e Gás Brasil	3000
9	Projeto Pecém	Shell Brasil Petróleo	3.010
10	H2GPCEA	H2 Gree Power	3.000
11	Projeto Colibri	Equinor Brasil Energia	2.010
12	Projeto Ibitucatu	Equinor Brasil Energia	2.010
13	Asa Branca II	Eólica Brasil	1.080
14	Ventos dos Bandeirantes	Kaanda R. M. Cunha	2.748
15	Asa Branca III	Eólica Brasil	4.320
16	Asa Branca VI	Eólica Brasil	4.320
17	Araras Geração Eólica Offshore	Shinzen Energia do Brasil	3.000
18	Tatajuba Geração Eólica Offshore	Shinzen Energia do Brasil	3.000
19	Ventos de São Francisco	Monex Geração de Energia S.A.	2.955
20	Itatipoca	Energia Itatipoca Ltda.	720
21	Mar de Minas I	Cemig Geração e Transmissão S.A.	1.500
22	Mar de Minas II	Cemig Geração e Transmissão S.A.	3.000

6 O PAPEL DO PORTO DO PECÉM NA GERAÇÃO EÓLICA *OFFSHORE*, PRODUÇÃO DE H2V E EXPORTAÇÃO DE AMÔNIA

A parceria do Pecém com a holandesa Port of Rotterdam também é estratégica, já que administra o porto europeu mais adiantado na construção de amoniodutos e gasodutos para hidrogênio, que, desde a Holanda, atenderiam a demanda de toda a Europa.

Quanto à solução marítima, ainda não há navios capazes de transportar hidrogênio puro em escala comercial. Existem, no entanto, projetos que concebem embarcações para esse fim de forma semelhante às que transportam GNL (gás natural liquefeito). O primeiro protótipo, o Suiso Frontier, produzido pela Kawasaki Heavy Industries, com suporte dos governos do Japão e da Austrália, já fez sua viagem inaugural em fevereiro de 2022, levando a carga de hidrogênio produzido na Austrália até o porto de Kobe, no Japão (PEKIC, 2022). No futuro, esses navios poderão carregar o hidrogênio liquefeito e usar hidrogênio re-gaseificado como seu combustível. O transporte de longa distância por navios, portanto, representa uma possibilidade concreta para o comércio mundial de hidrogênio (BNDES, 2022).

Segundo informações divulgadas pelo Complexo Industrial e Portuário do Pecém, o investimento necessário para dotar o porto do Pecém de infraestrutura capaz de operar a exportação de um milhão de toneladas de hidrogênio verde (H2V) anualmente até 2030 deve somar R\$ 2,2 bilhões (**O POVO**, 2023).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A corrida mundial frenética em torno da expansão e consolidação de uma nova matriz energética livre de carbono, associada à trajetória cearense em torno da geração de energia por fontes renováveis, vai, decerto, estabelecer um novo e alvissareiro fenômeno de internacionalização da Economia do Ceará, quer associada à atração de um fluxo expressivo de IED, quer ao aumento das exportações do Estado de um novo produto na sua pauta: o H2V.

Conforme mais bem detalhado neste capítulo, tal movimento, intensivo em capital, terá uma grande repercussão na Economia do Mar do Ceará.

A exemplo do que já tinha se verificado nos anos 2003, a vantagem locacional do Ceará para a produção de energia eólica *onshore* acederá na atração investidores estrangeiros diversos, por um lado, que atuam nos setores de geração eólica *offshore*, produção de H2V, exportação de amônia e, por outro, nos serviços portuários necessários à conexão com parques *offshore* e exportação de Amônia para outros mercados no Exterior.

Tais melhorias locais, associadas às vantagens próprias e necessidade de quebra de barreiras de entrada, se conformam com o que foi descrito por Dunning no seu Paradigma Eclético de Produção, OLI (DUNNING, 1988).

Do mesmo modo, a competição global no setor de energia coloca esse setor no Ceará como um grande indutor da internacionalização econômica estadual. Nesse aspecto, a elaboração teórica formulada pela Escola Nórdica de Negócios Internacionais, também, vai no auxílio de explicar a internacionalização das empresas cearenses com atuação num sistema de rede (HILLAL, 2002).

REFERÊNCIAS

AAB, 2023. ABB Assina Parceria com Governo do Ceará para Desenvolvimento de Hidrogênio Verde. Disponível em <https://new.abb.com/news/pt-BR/detail/100653/abb-assina-parceira-com-governo-do-ceara-para-desenvolvimento-de-hidrogenio-verde>. Acessado em 23/05/2023

BLOOMBERG. 2022. Hidrogênio da América Latina pode Ser o Mais Barato do Mundo. Disponível em <https://www.bloomberg.com.br/blog/hidrogenio-da-america-latina-pode-ser-o-mais-barato-do-mundo/>. Acessado em 23/05/2023.

BNDES. 2022. Hidrogênio de Baixo Carbono. Oportunidades para o

Protagonismo Brasileiro na Produção de Energia Limpa. Disponível em https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22665/1/PRLivHidrog%C3%AAnio%20de%20baixo%20carbono_215712.pdf. Acessado em 23/05/2023.

CASTRO. 2020. Transição Energética e o Hidrogênio: Oportunidades, Desafios e Perspectivas. Disponível em https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/19_castro253.pdf. Acessado em 23/05/2023.

CEARÁ. 2022. Potenciais do Estado do Ceará para Produção de Hidrogênio Verde. Disponível em <https://parquetecnologico.ufc.br/wp-content/uploads/2021/02/sim.potenciais-do-estado-do-ceara-para-producao-de-hidrogenio-verde-1.6.pdf>. Acessado em 23/05/2023

CEBRI. 2023. Neutralidade de Carbono até 2050: Cenários para uma Transição Eficiente no Brasil. Disponível em https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PTE_RelatorioFinal_PT_Digital_.pdf. Acessado em 23/05/2023

CIPP. 2022. Folder Institucional do Complexo do Pecém. Disponível em <https://www.complexodopecem.com.br/wp-content/uploads/2022/04/Folder-Institucional-Complexo-do-Pecem.pdf>. Acessado em 23/05/2023.

CNN BRASIL. 2022. Eólica no Mar e Hidrogênio Verde Permitem Reduzir Custos de Geração de Energia, Diz Joaquim Leite à CNN. Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/eolica-no-mar-e-hidrogenio-verde-permitem-reduzir-custos-de-geracao-de-energia-joaquim-leite-a-cnn/>. Acessado em 23/05/2023.

DUNNING. The Eclectic Paradigm of International Production: A restatement and Some Possible Extensions. Journal of International Business Studies, Vol. 19, pp. 1-31. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/154984>. Acessado em 23/05/2023. 1988.

DUNNING,. Location and the Multinational Enterprise: A Neglected Factor?. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/25483356>. Acessado em 23/05/2023. 2009.

EDP. 2021. P&D PECÉM H2V. DESENVOLVIMENTO DE ROADMAP E PROJETO

PILOTO DE H2 NO COMPLEXO TERMELÉTRICO DO PECÉM. Disponível em <https://brasil.edp.com/sites/edpbr/files/2022-03/P%26D%20Pec%C3%A9m%20H2V%20-%20Desenvolvimento%20de%20roadmap%20e%20projeto%20piloto.pdf>. Acessado em 23/05/2023

EPE. 2022. A descarbonização e o Hidrogênio no Brasil. Disponível em: <https://epbr.com.br/a-descarbonizacao-e-o-hidrogenio-no-brasil/>. Acessado em 23/05/2023.

FIERN. 2022. Com eólicas offshore e H2 verde, Brasil conseguiria suprir 40% da energia importada pela Europa, diz ISI-ER. FIERN, 2022. Disponível em: [https://www.fiern.org.br/com-eolicas-offshore-e-h2-verde-brasil-conseguiria-suprir-40-da-demanda-de-energia-importada-pela-europa-diz-isi-er/#:~:text=O%20Brasil%20conseguiria%20suprir%20aproximadamente,H2%20Verde\)%20como%20meio%20de](https://www.fiern.org.br/com-eolicas-offshore-e-h2-verde-brasil-conseguiria-suprir-40-da-demanda-de-energia-importada-pela-europa-diz-isi-er/#:~:text=O%20Brasil%20conseguiria%20suprir%20aproximadamente,H2%20Verde)%20como%20meio%20de). Acessado em 23/05/2023

FERNANDA. 2022. Panorama dos desafios do hidrogênio verde no Brasil AUTORES Gláucia Fernandes João Henrique de Azevedo Matheus Ayello Felipe Gonçalves. Disponível em https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/33175/opinioao_artigo_hidrogenio_verde_matriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acessado em 23/05/2023

HILLAL, Adriana; HEMAIS, Carlos Alberto. Da aquisição de Conhecimento à Network: a visão Evolucionária da Escola Nórdica de Negócios Internacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.

HC. 2021. Hydrogen Insights. A Perspective on Hydrogen Investment, Market Development and Cost Competitiveness. Disponível em <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf>. Acessado em 23/05/2023.

IBAMA. 2023. Mapas de Projetos em Licenciamento – Complexos Eólicos Offshore. Disponível em <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore>. Acessado em 23/05/2023

IRENA. 2020. Global Renewables Outlook. Disponível em <https://www.irena.org/>

irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf. Acessado em 23/05/2023

KRUGMAN. 2010. The New Economic Geography, Now Middle- Aged. Disponível em <https://www.princeton.edu/~pkrugman/aag.pdf>. Acessado em 18/05/2023.

MACKENZIE. 2022. Latin América offshore wind to see 34 GW of Installed Capacity by 2050. Disponível em <https://www.woodmac.com/press-releases/latin-america-offshore-wind-to-see-34-gw-of-installed-capacity-by-2050/>. Acessado em 23/05/2023.

ME. 2023. Movimento Econômico. Disponível em <https://movimentoeconomico.com.br/estados/ceara/2023/05/10/pecem-cria-corredor-do-hidrogenio-verde-e-se-conecta-com-porto-de-roterda/>. Acessado em 23/05/23.

ONU. 2015. Paris Agreement. Disponível em https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. Acessado em 23/05/2023

O POVO, 2023. Pecém Projeta Aporte de 2.2 Bi em Infraestrutura para H2V. Disponível em <https://mais.opovo.com.br/jornal/economia/2023/02/24/pecem-projeta-aporte-de-rs-22-bi-em-infraestrutura-para-h2v.html>. Acesso em 23/05/2023

PEIXOTO. 2023. A Descarbonização e o Hidrogênio no Brasil. Disponível em <https://epbr.com.br/a-descarbonizacao-e-o-hidrogenio-no-brasil/>. Acessado em 23/05/23.

Expansão de Eólica Offshore no Brasil dependerá do Hidrogênio Verde Off-Grid, Prevê Wood Mackenzie. Disponível em <https://megawhat.energy/news/148156/expansao-de-eolica-offshore-no-brasil-dependera-do-hidrogenio-verde-grid-preve-wood-mackenzie> . Acessado em 23/05/2023.

CAPÍTULO DEZOITO

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA APROVEITAMENTO DAS POTENCIALIDADES DO MAR: PLANEJAMENTO ESPACIAL MARINHO E LEI DO MAR

Maíra Melo Cavalcante¹
Tarin Cristino Frota Mont'Alverne²

Abstract: The increased demand for living and non-living marine resources, as well as the fragmentation of institutional and legal instruments applied to marine environments, can contribute to the degradation of ecosystems. Thus, the implementation of international, national and local policies aimed at facing the challenges arising from the industrialization of the Blue Amazon is extremely important to guarantee the conservation and sustainable use of marine resources. This chapter presents an analysis of environmental public policies at jurisdictional levels, but with emphasis on policies in the State of Ceará. Among the policies, we highlight the action in the Planning of the Brazilian Marine Space and the State Policy for the Conservation and Sustainable Use of Sea Resources, known as the Law of the Sea of the State of Ceará.

Keywords: Public Policy; Marine Resources; Marine Space Planning

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Segunda Avaliação Global do Oceano (“Second World Ocean Assessment”, ou “WOA II”), elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU), o oceano é objeto de pressões que

1 Universidade Federal do Ceará (UFC), Programa de Pós-Graduação em Direito, Fortaleza, Ceará, Brasil

2 Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil

estão modificando suas propriedades físico-químicas, dentre as quais se destacam os eventos climáticos extremos, a elevação do nível do mar, a acidificação e a desoxigenação do oceano. Estas consequências geram enormes dificuldades para as comunidades costeiras, que dependem dos recursos e serviços dos ecossistemas costeiros e marinhos (HARRIS, 2019), como também são suscetíveis de resultar em perda da biodiversidade, alteração da distribuição dos ecossistemas marinhos e diminuição do valor ecológico dos ecossistemas costeiros (UNITED NATIONS, 2021).

O crescimento das atividades econômicas relacionadas aos espaços e aos recursos marinhos, entretanto, abre novas perspectivas e oportunidades ao Brasil. Dentre os recursos, têm-se as reservas minerais, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, além do potencial de energias marinhas renováveis. Com a intensificação dos usos, tornam-se imperativos a preservação dos ecossistemas marinhos, a prevenção da degradação ambiental e o uso sustentável dos recursos marinhos (DE OLIVEIRA ANDRADE *et al.*, 2020).

Com vistas à resolução dos problemas ambientais no meio ambiente marinho, a comunidade internacional contribui para a elaboração e implementação de políticas ambientais internacionais, mediante convenções-quadro, resoluções e declarações dos Estados Membros da Organização das Nações Unidas – ONU, com políticas ambientais formadas com amparo em processos políticos de escolha de valores e instrumentos para o enfrentamento de problemas ambientais (SIDDIKI, 2022). Cabe enfatizar que as políticas públicas seguem uma lógica consequencialista, ou seja, são direcionadas para resultados e transformação da realidade, e, muitas vezes, são instrumentalizadas por normas e instituições jurídicas (DE SOUZA; BUCCI, 2019).

Atualmente, as políticas públicas ambientais relacionadas com o meio ambiente marinho são orientadas para o desenvolvimento de uma economia azul sustentável, ou seja, atividades econômicas que promovem a conservação do meio ambiente marinho e o uso sustentável de recursos marinhos vivos e não vivos. O aumento da demanda por fomento e incentivos financeiros para a Economia Azul no Estado do Ceará, especialmente a produção de energia renovável, como eólica *offshore* e hidrogênio verde, conduz à formulação de políticas públicas ambientais no nível estadual. *Ex-postis*, este capítulo

possui o objetivo de analisar as políticas ambientais no âmbito internacional, nacional e subnacional, e, em especial, do Estado do Ceará, com suporte num estudo de revisão narrativa por meio de pesquisa bibliográfica e documental.

2 POLÍTICAS INTERNACIONAIS SOBRE USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS MARINHOS

No âmbito da política internacional, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar – CNUDM estabeleceu um regime jurídico internacional para os mares e oceano. A CNUDM prevê direitos e obrigações sobre o espaço oceânico, como delimitação, controle ambiental, pesquisa científica marinha, atividades econômicas e comerciais, transferência de tecnologia e solução de controvérsias relacionadas aos problemas oceânicos.

Além da CNUDM, outros tratados multilaterais tratam da proteção ao meio ambiente marinho, como a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar; Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, as Convenções da Organização Marítima Internacional sobre a Prevenção da Poluição Marinha; o Código de Conduta para a Pesca Responsável – FAO; e a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional.

Cumprе ressaltar que o complexo de regimes internacionais, que se caracterizam pela fragmentação e pela coerência entre as instituições intergovernamentais, interferiu diretamente na sua boa execução e efetividade, resultando em influências negativas nos ecossistemas marinhos (HAAS *et al.*, 2022). Portanto, apesar da vasta regulação internacional e do reconhecimento da importância do oceano e da zona costeira para a humanidade, o estado atual desses ambientes é cada vez mais preocupante.

O quadro internacional de governança das zonas costeiras e do oceano, assim, deve incorporar de modo integrado soluções para a adaptação e mitigação das mudanças do clima, bem como à conserva-

ção e ao manejo da biodiversidade marinha. Boas práticas da gestão integrada do oceano e soluções baseadas em ecossistemas e na natureza, decerto, contribuem para a conservação deste, além da sobrevivência das comunidades costeiras (WINTHER *et al.*, 2020.; SALA *et al.*, 2021).

A ONU adota como política de desenvolvimento sustentável a Agenda 2030, que em seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 trata de índices e metas para a conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável, a serem implementados pelos Estados-Membros. Para a consecução do ODS 14, a ONU, por intermédio de sua Assembleia Geral, determinou como Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável os anos de 2021 a 2030, como expediente para estimular a pesquisa, a tecnologia e a inovação nas ciências oceânicas, como meio de fornecer subsídios, como dados e conhecimento científico, para a formulação de políticas públicas sobre o meio ambiente marinho.

Na contextura do sistema de governança da ONU, a Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO – COI-UNESCO foi instituída para promover a cooperação internacional e organizar programas de pesquisa, serviços e capacitação sobre os recursos do oceano e das regiões costeiras, com o objetivo principal de melhorar a gestão e os processos de tomada de decisão, o desenvolvimento da economia oceânica sustentável e a proteção do meio ambiente marinho, aumentar a resiliência do oceano e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, por meio do conhecimento científico sobre os recursos marinhos e costeiros (IOC-UNESCO, 2022).

A COI-UNESCO, para o cumprimento de sua missão institucional, promove instrumentos para melhorar a governança e a gestão dos recursos marinhos. Dentre estes, destaca-se a Seção de Política Marinha e Coordenação Regional (IOC/MPR), direcionada para promover cooperação das interfaces ciência-política-sociedade, para aumentar o conhecimento científico, troca de conhecimento e transferência de tecnologia marinha (IOC-UNESCO).

Outra política fomentada pela COI-UNESCO, em conjunto com o *Global Environment Facility* – GEF e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, é o projeto *Large Marine Ecosystems Learning Exchange and Resource Network* - LME:LEARN, para

melhorar a governança baseada em grandes ecossistemas marinhos, identificando pontos prioritários nessas regiões associadas às zonas costeiras adjacentes e áreas marinhas protegidas. O projeto oferece instrumentos e plataformas para fomentar a cooperação entre diversos agentes públicos e privados para a capacitação e aprendizagem na gestão dos grandes ecossistemas marinhos.

O MPSGlobal é o projeto da COI-UNESCO que estimula e acelera os processos de Planejamento do Espaço Marinho – PEM em todos os países costeiros. O PEM é um *processo público de análise e alocação da distribuição espacial e temporal das atividades humanas em áreas marinhas para alcançar objetivos ecológicos, econômicos e sociais que foram especificados por meio de um processo político*. (UNESCO-IOC/EUROPEAN COMMISSION, 2021).

Considerando a existência de abordagens em gestão diversas, em áreas geográficas sobrepostas, faz-se necessário integrar e coordenar os projetos de Grandes Ecossistemas Marinhos, as Áreas Marinhas Protegidas, a Gestão Costeira Integrada e o Planejamento do Espaço Marinho – PEM (COI-UNESCO, 2022). As diretrizes das políticas ambientais no âmbito internacional necessitam ser implementadas nos planos nacional e local para que sejam eficazes na conservação e usos sustentável dos recursos marinhos.

3 POLÍTICAS NACIONAIS SOBRE RECURSOS MARINHOS E O PLANEJAMENTO DO ESPAÇO MARINHO NO BRASIL

Os espaços marinhos são regulamentados pela Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar - CNUDM, de 1982. A entrada em vigor internacional da Convenção ocorreu em 16 de novembro de 1994 e sua internalização ao Direito brasileiro ocorreu pelo Decreto nº1.530, de 22 de junho de 1995. A Convenção prevê resoluções para aspectos jurídicos relacionados às delimitações dos espaços em mares e oceanos, à soberania dos Estados costeiros na utilização de seus recursos, bem como à conservação, proteção e preservação do meio ambiente marinho.

A Política Nacional para os Recursos do Mar – PNRM, aprovada pelo Decreto nº 5.377/2005, orienta, estabelece princípios e diretrizes para o desenvolvimento das atividades que utilizam recursos marinhos vivos e não vivos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental. A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar -CIRM, criada em 1974 e atualmente regulamentada pelo Decreto nº 9.858/2019, é o órgão colegiado governamental responsável por coordenar a execução da PNRM.

O X Plano Setorial para os Recursos do Mar - PSRM, aprovado pelo Decreto nº 10.544/2020, é um instrumento para a consecução dos objetivos definidos na PNRM. O X Plano possui como objetivos promover a ciência e tecnologia das ciências marinhas, a capacitação de recursos humanos, o monitoramento da qualidade do oceano, conservação da biodiversidade marinha, o uso sustentável dos recursos marinhos e a economia azul, fortalecimento da cultura oceânica, implementação da Agenda 2030, ações de planejamento do espaço marinho, dentre outros.

O planejamento do espaço marinho - PEM é um instrumento da gestão, que possui o intuito de reduzir os conflitos entre os usuários dos espaços e recursos marinhos e ampliar os benefícios da Economia Azul sustentável e aumentar a resiliência dos mares e oceano em relação à mudança do clima. Para cumprir com esse objetivo, o PEM deve adotar uma abordagem ecossistêmica e participativa na análise e locação das atividades no espaço marinho. A abordagem ecossistêmica consiste na gestão integrada dos recursos naturais vivos e não vivos que promove a conservação, o uso sustentável e a justiça ambiental (UNESCO-IOC/EUROPEAN COMMISSION, 2021).

Quanto ao PEM, em 2017, o Brasil firmou compromisso para a sua implementação até 2030, durante a Conferência para o Oceano. Com esse intento, a CIRM e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico firmaram acordo de cooperação a fim de viabilizar os estudos necessários para desenvolver o PEM na região- piloto do Sul do Brasil (MARINHA DO BRASIL, 2022).

O X PSRM prevê medidas para o PEM, como meio de estabelecer o uso compartilhado do ambiente marinho, por via do estabelecimento de base institucional, normativa e regulatória em apoio ao processo de

tomada de decisão, pública e privada, relativamente ao uso dos recursos marinhos e ao ordenamento do espaço marítimo. Para este escopo, dispõe sobre as metas necessárias para cumprir com seu compromisso, como o estabelecimento de diretrizes, ferramentas e metodologias adequadas para apoiar o processo de tomada de decisão, promover a Economia Azul sustentável com respeito à capacidade do ecossistema local, identificar e minimizar o conflito entre os usuários, organização de plataforma com os dados espaciais marinhos, e auxiliar no cumprimento das metas do ODS 14 da Agenda 2030, dentre outras metas.

O PEM é havido como um instrumento da gestão baseada no ecossistema marinho, que evoluiu no decorrer de duas décadas, passando de um conceito para uma prática direcionada ao desenvolvimento da Economia Azul sustentável (EHLER, 2021), como processo com etapas para que seja eficaz, a saber, o pré-planejamento, a análise para o planejamento, o desenvolvimento do plano da gestão, sua conclusão, aprovação, implementação, a revisão, emenda e adaptação (SANTOS *et al.*, 2019).

O PEM no Brasil está na fase do pré-planejamento, porquanto o X PSRM traz a autoridade responsável para liderar o processo do PEM, a saber, a Secretaria da CIRM, bem como a identificação das metas de planejamento e a definição do limite espacial, a Amazônia Azul. O X PSRM reconhece a necessidade imperiosa do PEM para a gestão recursos marinhos vivos e não vivos da Amazônia Azul. Ainda falta, no entanto, a definição dos princípios e diretrizes para o ordenamento, objetivos específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo, bem como quais os desafios a serem enfrentados.

É importante evidenciar que os procedimentos do PEM são passíveis de alterações por aspectos culturais de cada país onde é aplicado, de sorte que a aplicação do PEM é variável (GERHARDINGER *et al.*, 2019). A Amazônia Azul suporta diversas pressões em decorrência da atividade humana, uma vez que os municípios costeiros concentram a maior parte da população brasileira, cujas atividades econômicas contribuem substancialmente para o PIB nacional (ANDRADE *et al.*, 2022). Portanto, os ecossistemas marinhos brasileiros encontram-se em estado de degradação em decorrência dos impactos causados por ações antrópicas e diversos poluentes, especialmente os resíduos sólidos.

O PEM também é capaz de oferecer diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos, quando bem desenvolvido, pois reduz os conflitos entre os usuários e a proteção ambiental, promove o uso eficiente dos recursos e dos espaços marinhos e diminui os influxos cumulativos. Quanto aos aspectos sociais, o PEM melhora o engajamento da comunidade local e dos setores públicos e privados na gestão do oceano. No âmbito econômico, oferece segurança jurídica para os investidores e transparência nos processos administrativos de autorização de exploração e de licenciamento ambiental (SANTOS *et al.*, 2019).

No Brasil, apesar de capacitação sobre as etapas do procedimento do PEM, não há decisões concretas no âmbito dos Poderes Executivo e Legislativo acerca da política da gestão dos espaços e dos recursos marinhos. A ausência de estrutura institucional, de governança oceânica, ou seja, leis e regras procedimentais sobre o processo político de tomada de decisão sobre as questões oceânicas, inibe o desenvolvimento de uma economia azul sustentável (GERHARDINGER *et al.*, 2019).

Ademais, o planejamento do espaço marinho deve ser integrado com o ordenamento da zona costeira, tendo em consideração as interações terra e mar e a sobreposição de políticas no espaço marinho. O Brasil possui uma política nacional descentralizada de gerenciamento costeiro, com instrumentos da gestão e da tomada de decisão, como o Programa de Gerenciamento Costeiro – GERCO, pronto a contribuir com seus instrumentos de ordenamento para o desenvolvimento e implementação do PEM (SCHERER; NICOLODI, 2021).

As experiências de formação de políticas de ordenamento dos recursos costeiros e marinhos no âmbito dos entes subnacionais, no formato de baixo para cima, oferecem boas práticas procedimentais para o desenvolvimento do plano do PEM nacional no Brasil (GERHARDINGER *et al.*, 2019). In hoc sensu, o Estado do Ceará organizou uma infraestrutura e sugeriu arranjos institucionais, com a interação do governo com a comunidade acadêmica e o setor privado, com vistas a proporcionar instrumentos jurídicos e técnicos para contribuir com o PEM do Brasil, como a Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará (PEDEA-CE), o Observatório Costeiro e Marinho do Ceará e a Política Estadual de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos do Mar.

4 POLÍTICAS ESTADUAIS DO CEARÁ PARA A CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS MARINHOS

A crescente demanda por atividades econômicas nos espaços marinhos e pela utilização de seus recursos naturais vivos e não vivos impulsiona o Estado do Ceará para o desenvolvimento sustentável. As novas atividades da Economia do Mar, como energias renováveis marinhas, especialmente a eólica offshore, biotecnologia marinha, cabos submarinos, áreas de proteção marinhas, turismo e mercado de carbono azul, devem ser inseridas harmonicamente com as tradicionais atividades no meio ambiente marinho, como a pesca, navegação, indústria do petróleo e gás e aquicultura.

Há, portanto, um aumento da pressão das atividades antrópicas no meio ambiente marinho, que se encontra em estado de intensa degradação. Assim, além da necessidade de planejar o desenvolvimento das atividades da Economia do Mar, esta deve promover o uso sustentável dos recursos marinhos, com a inserção da proteção e conservação dos ecossistemas marinhos. Portanto, a utilização de recursos naturais deve ser expressa numa abordagem ecossistêmica e de justiça ambiental.

A preocupação com o meio ambiente marinho e os impactos da industrialização nos mares e oceanos foi alvo de debates em recentes conferências internacionais, como a Conferência dos Oceanos, que ocorreu em junho de 2022, na cidade de Lisboa, e a 27ª Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas, sucedida em novembro de 2022 no Egito. Em ambas, houve representantes do Estado do Ceará.

Com efeito, tornou-se imprescindível que o Ceará elaborasse uma estrutura normativa que conserve o meio ambiente marinho, ao mesmo tempo em que impulse o uso sustentável dos recursos marinhos para o desenvolvimento de uma economia do mar sustentável. A Política Estadual de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos do Mar – PERM, ou “Lei do Mar”, Lei nº18.298, de 27.12.2022, considera os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na Convenção sobre Diversidade Biológica e na Convenção sobre Mudanças Climáticas, bem como os princípios do Direito ambiental brasileiro.

A Lei do Mar do Ceará possui como princípios normativos, além dos tradicionais previstos na Política Nacional do Meio Ambiente, a sustentabilidade social, econômica, ambiental e cultural no aproveitamento dos recursos do mar; a justiça ambiental; a vedação do retrocesso e da proteção deficiente; a cooperação entre o Poder Público, a iniciativa privada, o meio acadêmico e a sociedade; o manejo ecossistêmico integrado; a gestão compartilhada; a proteção das comunidades tradicionais e a promoção da inovação e das atividades científicas e tecnológicas, considerando a inter-relação com o conhecimento tradicional.

Dentre os instrumentos da PERM, destaca-se o Planejamento Estadual do Espaço Marinho no Estado do Ceará, que representa o esforço estadual para fornecer segurança jurídica e infraestrutura para o desenvolvimento da economia sustentável do mar e conservação dos recursos marinhos. O instrumento supracitado insere-se na estrutura de governança multinível dos mares e oceanos para compatibilizar seu processo à Convenção do Mar e outros tratados internacionais e ao Planejamento do Espaço Marinho do Brasil, previsto no X Plano Setorial para os Recursos do Mar e sob coordenação da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – SECIRM.

O Planejamento Espacial inclui todos os setores e atividades da Economia do Mar, no Estado do Ceará, que, direta ou indiretamente, estão relacionadas à utilização, à exploração ou ao aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos dos mares, oceanos e águas interiores, bem como medidas de conservação e gestão por zona. O principal objetivo da iniciativa do Estado do Ceará é promover subsídios e organizar dados para o PEM do Brasil.

O Ceará é um dos estados brasileiros que concentra grande número de processos de licenciamento em análise (IBAMA, 2022); porém, a variação entre as distâncias da costa (de 3 a 20km) já demonstra o alto nível de variabilidade e potenciais riscos e conflitos de uso com outras atividades - como turismo, cabos submarinos, pesca, navegação e cabotagem. Portanto, é um dos mais interessados na adequada regulação de tal matéria, a fim de preservar os interesses sociais e econômicos estaduais, assim como garantir o uso do seu potencial energético de modo ambientalmente sustentável.

Assim, o Planejamento Costeiro e Marinho intenta coletar e organizar os dados espaciais sobre o ecossistema costeiro e marinho e as atividades antrópicas a eles relacionadas; identificar áreas ecológicas relevantes para conservação de ecossistemas dentro do Sistema de Unidades de Conservação; aumentar a adaptação dos ecossistemas costeiros e mitigação dos efeitos às mudanças do clima; promover o engajamento dos interessados na conservação e uso sustentável dos recursos marinhos.

Portanto, o Planejamento Estadual do Espaço Marinho no Estado do Ceará é parte integrante do PEM Brasil e instrumento político essencial para promover a conservação dos ecossistemas marinhos do Estado do Ceará, ao tempo em que propulsiona a economia sustentável do mar. O instrumento adota uma visão abrangente e estratégica do processo de análise e alocação dos usos das áreas marinhas, direcionado para redução dos conflitos de uso e inserção da resiliência dos ecossistemas marinhos.

A PERM do Ceará normatiza o compromisso de promoção dos arranjos produtivos, tecnológicos e científicos para apoiar as atividades da Economia Azul sustentável. O arranjo inclui todos os setores da sociedade e o fomento da capacitação de recursos humanos e de pesquisa para as atividades, econômicas ou não, relacionadas ao meio ambiente marinho.

Ademais, cumpre ressaltar que a PERM do Ceará adota uma abordagem ecossistêmica, de participação da sociedade e de fomento à tecnologia e inovação nas atividades que ocorrem no meio ambiente marinho ou que utilizam os recursos naturais marinhos. A Lei do Mar pretende estimular a Economia do Mar sustentável que resulte na melhoria do bem-estar humano e da equidade social e na proteção e restauração do meio ambiente marinho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de políticas internacionais, nacionais e locais direcionadas para o enfrentamento dos desafios oriundos da industrialização da Amazônia Azul é sobejamente importante para garantir a conservação e o uso sustentável dos recursos marinhos.

A concorrência pelo espaço marinho evidencia a necessidade de uma gestão eficiente e sustentável, a fim de prevenir potenciais conflitos de interesses, sobretudo no contexto da economia azul sustentável. De efeito, o planejamento do espaço marinho constitui instrumento essencial para a gestão sustentável da Amazonia Azul. O envolvimento de todos os interessados no processo é também fundamental para que este seja eficaz a extenso termo e promova melhor compreensão da complexidade da gestão de zonas marinhas.

Em tal direção, uma vez adotada a Lei do Mar, o Estado do Ceará denota condições para se tornar uma potência oceânica. Como observado, no entanto, o Estado brasileiro ainda tem alguns obstáculos a superar, no que concerne ao Planejamento Espacial Marinho. Ou seja, é preciso elaborar e aperfeiçoar algumas políticas públicas que ensejem a promoção do desenvolvimento sustentável da Amazônia Azul, com esteio numa abordagem intersetorial e ecossistêmica, reduzindo a probabilidade da existência de conflitos entre os distintos usos do espaço marinho.

REFERÊNCIAS

DE SOUZA, Matheus Silveira; BUCCI, Maria Paula Dallari. O estado da arte da abordagem de direito e políticas públicas em âmbito internacional: primeiras aproximações. **REI-Revista Estudos Institucionais**, v. 5, n. 3, p. 833-855, 2019.

EHLER, Charles N. Two decades of progress in Marine Spatial Planning. **Marine Policy**, v. 132, p. 104134, 2021.

HAAS et al. The future of ocean governance. **Reviews in fish biology and fisheries**, v. 32, n. 1, p. 253-270, 2022.

HARRIS, Paul G. Climate Change at Sea. *In: Climate change and ocean governance: Politics and policy for threatened seas*. Cambridge University Press, 2019. p. 3-26.

IBAMA. **Licenciamento Ambiental Federal de Complexos Eólicos Offshore**. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/2022-04-20_Usinas_Eolicas_Offshore_Ibama.pdf. Acesso em: 21 maio 2023.

IOC-UNESCO. **IOC Medium-Term Strategy, 2022–2029**. UNESCO, Paris, 2022.

IOC-UNESCO. **Política Marítima**. Disponível em: < <https://ioc.unesco.org/index.php/our-work/marine-policy>>. Acesso em 21/05/2023.

IOC-UNESCO/EUROPEAN COMMISSION. **MSPglobal International Guide on Marine/Maritime Spatial Planning**. Paris, 2021.

MARINHA DO BRASIL. **Planejamento Espacial Marinho terá início pela região marítima do Sul do Brasil**. Agência da Marinha de Notícias, 17 de mai. 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/planejamento-espacial-marinho-tera-inicio-pela-regiao-maritima-do-sul-do-brasil>>.

SALA et al. [acrescentar dois autores ou TODOS] Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. **Nature**, v. 592, n. 7854, p. 397-402, 2021.

SANTOS, Catarina Frazão et al. [IBIDEM] Marine spatial planning. In: **World seas: An environmental evaluation**. Academic Press, 2019. p. 571-592.

SCHERER, Marínez; NICOLODI, J. Interações Terra-Mar: Contribuições do Programa Brasileiro de Gerenciamento Costeiro para o Planejamento Espacial Marinho. **Revista Costas, vol. esp**, v. 2, p. 253-272, 2021.

SIDDIKI, Saba. Policy process frameworks. In: **Handbook on Theories of Governance**. Edward Elgar Publishing, 2022. p. 67-76.

UNITED NATIONS. **Implementation Plan Summary**. Decade of Ocean Science for Sustainable Development. Paris, UNESCO, 2021.

UNITED NATIONS. **The Second World Ocean Assessment**. New York: United Nations publication, 2021.

WINTHER, Jan-Gunnar et al. [Ver observação] Integrated Ocean management for a sustainable ocean economy. **Nature ecology & evolution**, v. 4, n. 11, p. 1451-1458, 2020.

CAPÍTULO DEZENOVE

O HUB DA ECONOMIA DO MAR NO CEARÁ E SUA GOVERNANÇA COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Juliana Rabelo Melo¹
Célio Fernando Bezerra Melo²

A Economia do Mar mostra-se a nova fronteira da Economia para o século XXI. A OCDE a define como a soma das atividades econômicas das indústrias oceânicas, seus ativos, bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas marinhos. A riqueza e a diversidade de setores e atividades ligados ao mar fazem parte da Economia Azul, conceituada pelas Nações Unidas como a economia que compreende uma série de setores econômicos e políticas relacionadas que, em conjunto, determinam o uso sustentável de recursos oceânicos.

O ambiente marinho abriga 99% do espaço habitado por vidas na Terra. Os oceanos encobrem mais de 70% deste Planeta. Dois bilhões e duzentos milhões de pessoas vivem a até 100km da costa. Noventa por cento do comércio mundial se dá por via marítima. Noventa e cinco por cento do tráfego cibernético passa por cabos submarinos. Os oceanos são um termômetro das alterações climáticas e contribuem para a descarbonização, com a captura e armazenamento de carbono (ONU, 2022)

Cerca de tr bilhões de pessoas dependem diretamente da biodiversidade marinha e costeira para sobreviver. O fitoplâncton marinho absorve 25% do CO₂ da atmosfera e produz 50% do oxigênio da Terra. Menos de 20% do oceano do mundo foi explorado. Em média, países investem apenas 1,7% de seu orçamento em pesquisas oceâ-

1 Graduada em Administração de Empresas pela Universidade de Fortaleza; MBA em Finanças pela Escola de Negócios Saint Paul; mestra em Administração pela Universidade de Ciências Aplicadas de Deggendorf.

2 Economista, mestre em Negócios Internacionais, membro da Academia Cearense de Economia, sócio da BFA Investimentos, vice-presidente da APIMEC Brasil, secretário-executivo de Regionalização e Modernização da Casa Civil do Governo do Estado do Ceará.

nicas. Até 2050, áreas costeiras que abrigam 300 milhões de pessoas são suscetíveis de ser ameaçadas pela elevação do nível do mar. O aumento de 1,5º C deve provocar o desaparecimento de 70% a 90% dos recifes de corais tropicais. (ONU, 2021) (UNESCO; OCDE; IPCC; FAO *Apud Valor Econômico*, 2022).

A ONU estima que até 2030 a Economia do Mar deve gerar 12 milhões de novos empregos, US\$ 15 trilhões em investimentos sustentáveis e 40 vezes o potencial energético atual. O futuro da produção de pescado está na aquicultura e o pescado é a solução para a insegurança alimentar mundial. Se a Economia Azul representasse apenas um país, este seria o 7º membro do G8 (OCDE, 2016; FAO, 2022).

O Ceará tem 184 municípios e 148.825 km² de área (a Grécia tem 131,9 km²) e no território marítimo 249.000 km². É o 17º maior Estado brasileiro. O IBGE (2023) estima população de 9,3 milhões de habitantes, sendo 70% residentes em 183 municípios e 30% na Capital. Fortaleza tem o maior PIB das capitais do Nordeste. Na costa são aproximadamente 4,2 milhões de habitantes. Os números do Estado têm dimensão de um país, mas a representatividade no PIB nacional é muito baixa (2,2%). O rendimento nominal mensal *per capita* foi R\$ 1.050,00 em 2022, o que deixa o Estado em 21º no ranque nacional.

Apesar de muitas políticas públicas focarem no crescimento econômico e mitigação da pobreza no Ceará, ainda há um contingente significativo que não tem acesso ao mercado de trabalho e/ou depende de repasses do Governo para custear a sobrevivência.

A tecnologia, malgrado beneficiar áreas como ciência, comunicação, segurança e educação, elimina postos de trabalho que não demandam especialização, influenciando diretamente no aumento do desemprego. Na contramão dessa realidade, a Economia do Mar se exprime como promissora na criação de empregos (ONU). A dimensão da Economia do Mar e suas potencialidades estão em franca expansão. A assimilação de seu potencial, aos poucos, traz uma ressignificação da relação com a costa, com o ambiente marinho, e do entendimento do que é sustentabilidade. A OCDE (2016) estima que a Economia Oceânica deve alcançar US\$ 3 trilhões até 2030. As reservas sempre estiveram lá. É o conhecimento que descobre mais fontes e possibilidades.

A ECONOMIA DO MAR NO CEARÁ

No Ceará, tem-se 573 km de litoral, 22 km de mar territorial, 36 mil km² de plataforma continental. A aculturação fez o cearense, que historicamente tem maior ligação com a terra, descobrir no mar a perspectiva para o desenvolvimento sustentável pela utilização ordenada dos recursos naturais. A história revela haver sido pelo mar que chegaram as primeiras transformações econômicas e culturais de Fortaleza: o Theatro José de Alencar tem estruturas trazidas da Escócia, os primeiros cinematógrafos, literatura, política e filosofia que chegavam em navios vindos da Europa. Pelo mar, a produção de Fortaleza e do Ceará é levada aos grandes mercados, e turistas visitam o Ceará, e partem rumo a outros destinos (FORTALEZA 2040, 2015)

Universidades federal, estadual e particulares, em Fortaleza, são referência na formação de profissionais em áreas correlatas à Economia do Mar (EM). O perfil naturalmente empreendedor do cearense abre espaços no mercado e oportunidades de negócio, e o Governo do Estado investe em ações de incentivo à Economia do Mar.

Os primeiros trabalhos sobre essa matéria no Ceará são de 2015 (Fortaleza 2040, 2015; 2016), quando foram identificadas as vocações naturais e setores-chave em expansão com atividades relacionadas ao mar. Desde então, a ciência e a tecnologia trouxeram avanços importantes para esses setores, e o potencial de crescimento e a possibilidade de proporcionar segurança alimentar e hídrica com procedência no mar para populações no mundo inteiro são difundidos e traduzidos em números.

No Ceará, desde 2015, muito investimento já foi feito e muitas ações deram destaque a setores como energias renováveis, pesca e aquicultura, petróleo e gás, biotecnologia, portos (transporte e logística), turismo e esportes náuticos. Em âmbito público, o Governo destinou recursos e priorizou ações para o desenvolvimento em oito setores estratégicos: pesca e indústria do pescado; aquicultura; biotecnologia marinha; energias renováveis; recursos minerais; turismo; lazer e desporto; portos; cabos submarinos.

No concerto privado, tem-se empresas cearenses que são referências nos mercados de nutrição animal; produção de fármacos derivados do mar; biotecnologia marinha; produção e beneficiamento

de pescados e derivados para exportação; energias renováveis; esportes e eventos náuticos; turismo; cabos submarinos.

Há também os laboratórios e núcleos de pesquisa das universidades, onde são desenvolvidos pesquisas e produtos de alto valores econômicos derivados de recursos do mar, a exemplo de corantes de macroalga com alto valor agregado para uso em cosméticos, como marcador celular, ou no diagnóstico de doenças.

Outros setores ainda inexplorados têm grande potencial, como fazendas marinhas; **shopping** náutico; construção, manutenção e assistência técnica a embarcações; seguros marítimos; infraestrutura (aquário, espigões, nova Beira-Mar, Mercado dos Peixes, Terminal Marítimo de Passageiros, Ilha do Canto); inovação e tecnologia (dessalinização de água do mar; energia eólica, robótica, TIC, cabos submarinos, centros de pesquisa, usina de resíduos sólidos); educação (centro de esportes náuticos, centro de formação de marinheiros e velejadores); segurança marítima (equipamentos salva-vidas, polícia marítima, corpo de bombeiros marítimos); cultura do mar (livros, músicas, cinema, pintura e fotografias, festival de cultura do mar, **design**, gastronomia, moda, museu do mar, cidade cinematográfica).

Apesar de alguns setores já terem um modelo de negócio definido, ainda há demanda de ações para fortalecimento de outros que tradicionalmente fazem a Economia do Mar, mas não têm estrutura ou modelo de funcionamento formal. Nessas circunstâncias, é necessário o desenvolvimento de modelos de autogestão para sociedades/cooperativas; e Plano de Ação de Desenvolvimento Social do Mar. Isso deve beneficiar, diretamente, cadeias como a da pesca, onde a maioria dos profissionais trabalha informalmente e sem qualquer segurança (física e social).

São necessárias ações para consolidar, fortalecer e ampliar o acesso inclusivo à Economia do Mar, como a criação de Escola de Empreendedores do Mar; desenvolvimento de Circuito Cultural do Mar, ligando pontos turísticos às cadeias hoteleiras, restaurantes com produtos do mar, à feirinha da Beira-Mar e produtos da economia criativa; Feiras de Ciências e Eventos para promoção e divulgação dos produtos do mar.

No âmbito institucional, é necessário consolidar o Ceará como referência em Economia do Mar, partindo da aculturação local acerca da importância do mar para o crescimento e o desenvolvimento do Estado, formação

de mercado produtor, valorização do produto cultural do mar e, por consequência, constituição de mercado consumidor. A criação de Fórum Empresarial de Economia do Mar; de Instituto de Pesquisas Integradas do Mar (reunindo os centros de estudo de todas as áreas e representantes de mercado), e participação e representação em eventos em mercados globais impulsionarão a força e demanda por produtos da Economia do Mar no Ceará.

ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA DO MAR NO CEARÁ

Dadas as condições climáticas adequadas a atividades no mar, a vocação natural de setores como turismo, as iniciativas do Governo como indutor de investimento e fomento, a concentração de capital intelectual correlato nas universidades, centros de formação, e o perfil empreendedor do cearense, tem-se o cenário ideal para a criação de um Hub de Economia do Mar.

Já existem muitas empresas com atividades diretamente relacionadas ao mar. Operam, no entanto, desconectadas ou compartilhando apenas o mesmo sindicato. A ideia de Hub da Economia do Mar levaria ganhos econômicos a todos, além de tangibilizá-la num espaço compartilhado e de incentivo à pesquisa e repasse de tecnologias aos negócios e empreendedores.

O alcance e sucesso do hub passa pelo papel de tornar-se um centro de referência para o desenvolvimento da Economia do Mar como articulador institucional para incentivo ao empreendedorismo sustentável relacionado ao mar; oferecer rede de apoio e prestação de serviços a todo o público empreendedor, desde pequenos negócios até indústrias; e integrar e qualificar pequenos negócios, profissionais autônomos, prestadores de serviços, comércio e indústria.

O hub traria vantagens importantes no âmbito econômico e social com a geração de emprego e renda, nas finanças públicas com o aumento da arrecadação de impostos e de *royalties*, além de crescimento da riqueza educacional, cultural e social e diminuição da desigualdade social e concentração de renda. Ademais, seria uma

tradução do compromisso com a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, atendendo diretamente ao ODS 14 (conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marítimos), e perpassando outros, como ODS 1 (erradicação da pobreza), ODS 2 (erradicação da fome), ODS 8 (emprego digno e crescimento econômico), ODS 10 (redução das desigualdades), ODS 12 (consumo e produção responsáveis), ODS 13 (combate às alterações climáticas).

POLÍTICA PÚBLICA: O HUB DE ECONOMIA DO MAR DO CEARÁ

A criação do Hub de Economia do Mar no Ceará deve ser uma política pública de promoção do desenvolvimento econômico inclusivo e social, garantindo acesso de todos os negócios e profissionais, com foco no desenvolvimento econômico e social, criação de vantagem competitiva para as empresas, e de condições para superar barreiras de acesso a mercados globais.

A formação do Hub deve ser fruto de uma ação coordenada entre governo, academia e empresas para propiciar o ambiente ideal ao crescimento da Economia do Mar no Ceará e tornar-se vetor de desenvolvimento econômico e social inclusivo no Estado.

Por trás de todas as ações, e assegurando-as, deve estar a governança estabelecida por um forte aparato jurídico, legitimando e validando a formação do Hub, seu modelo de gestão, modalidades de interação e participação dos negócios e instituições e, principalmente, assegurando acesso inclusivo e digno ao público social e economicamente vulnerável que hoje não tem a representatividade econômica que tem em número de trabalhadores, a exemplo dos pescadores.

O Hub seria uma instituição responsável pela articulação entre os setores, atração de empresas e investimentos, e formação de parcerias locais e globais para o desenvolvimento sustentável da Economia do Mar no Ceará.

Esta guarda robusta convergência de setores e conexões com a vocação da Economia cearense, e sua dinamização é capaz de suce-

der pelo fomento a polos, arranjos produtivos marítimos, **clusters**, e/ou centros de desenvolvimento formados de acordo com a vocação de cada região. O Estado deve ser mapeado sob a óptica das vocações econômicas, possibilitando identificar as potencialidades produtivas, planejamento e formação de estratégias para cadeias produtivas e rede de fornecedores locais, fomentando uma economia inclusiva.

As ações do Hub devem ser orientadas pela promoção do desenvolvimento econômico inclusivo, com suporte em projetos como estes da sequência.

- Oferta de espaço compartilhado e acesso a especialistas para repasse de tecnologias aos negócios e empreendedores.
- Atração de empreendimentos e investimentos correlatos à Economia do Mar para o Ceará.
- Parcerias para cooperação técnica, e soluções aplicadas entre universidades e empresas.
- Estudos e pesquisas acerca das potencialidades da Economia do Mar no Estado.
- Conexão com instituições de pesquisa e fomento, abrindo caminho para que pequenos empreendimentos acessem linhas de crédito/financiamentos específicos para seus negócios, uma vez que, em geral, o pequeno empreendedor não tem acesso às instituições de fomento, tampouco dispõe de estrutura financeira ou patrimonial para contrair empréstimos.
- Incubadoras de empresas para os setores em desenvolvimento, e incentivo à adesão às boas práticas da Agenda 2030, sob pena de não acesso à rede de demais serviços do Hub.
- Estímulo à internacionalização de empresas/comercialização em mercados globais.
- Apoio a projetos de transição/adequação às práticas ESG.
- Ações institucionais para consolidar e promover a Economia do Mar no Ceará e atrair investimentos (campanhas de

marketing e promoção de feiras e eventos para divulgação de produtos; rodadas de negócio).

- Articulação com o Sistema S para ações de qualificação orientadas para a Economia do Mar, incluindo repasse de tecnologias e formação de profissionais.

A consolidação da cultura do mar tangibilizada em produtos com valor e viabilidade econômica levará dignidade à força de trabalho mais vulnerável, abertura de postos de trabalho e inserção em mercados.

O PAPEL DO ESTADO NA ECONOMIA DO MAR

Como indutor de crescimento, o Governo do Ceará investe na formação de conhecimento acerca da Economia do Mar, transparência nas informações, articulação com grupos representativos de alguns setores (câmaras setoriais, sindicatos), fortalecimento de equipamentos e estruturas públicas, e participação em eventos e discussões de contexto global - como a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP), Voice of the Ocean, discussões sobre a Agenda 2030 e adequação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis.

Na contextura local, o Estado dispõe de estrutura importante para o crescimento da Economia do Mar: Zona de Processamento e Exportação no Complexo Industrial e Portuário do Pecém; benefícios via Fundo de Desenvolvimento da Indústria (FDI) a atividades industriais relacionadas à Economia do Mar; linhas de pesquisa e inovação pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap); selo Empresa Sustentável pela Secretaria do Meio Ambiente; Planos da Gestão Integrada da Orla Marítima; Década do Oceano; Política Estadual de Gerenciamento Costeiro; Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro; Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro; Atlas Marinho do Ceará; Projeto Orla (ordenamento do espaço litorâneo sob domínio da União); e Programa Cientista Chefe, que leva conhecimento científico e inovação à Gestão Pública na política ambiental com o Planejamento Costeiro e Marinho; Mapeamento da Linha de Costa; Sistema de Informações Geográficas; Lista Vermelha

da Fauna e Flora; e Plano Regional de Contingência às Emergências Ambientais na Zona Costeira (GOVERNO DO CEARÁ, 2023; SEMA, 2023).

Ainda no concerto público, o **Hub** portuário cearense se destaca pela localização privilegiada e rápido acesso aos principais mercados do mundo. Investimentos públicos na formação da **hinterlândia** eleva o fluxo e a logística de cargas, embora a burocracia ainda precise ser ajustada para que não comprometa a competitividade do produto no mercado.

O Porto do Pecém destaca-se pelo potencial para energias renováveis e, com a parceria com o Porto de Roterdã, tem acesso à principal porta de entrada ao mercado europeu. A importância econômica dessa parceria possibilitou a criação do **Green Hydrogen Corridor**, um corredor integrado da cadeia de suprimentos para a produção do hidrogênio verde no Pecém e distribuição aos mercados europeus pelo Porto de Roterdã, e a assinatura do **Green Ports Partnership**, que representa cooperação bilateral e conhecimento para promoção de iniciativas de desenvolvimento e logística portuários, ligação com o interior, projetos de energia portuária, eólicas **on-shore** e **off-shore**, e produção de hidrogênio verde – exemplo de sinergia gerada entre os setores (portuário, tecnológico, energia renovável e logística) de negócios que, em separado, não teriam tamanho valor e alcance.

Além dos investimentos já realizados, são necessárias ações institucionais para consolidar a força da economia do mar no Estado como um todo, conforme estão à continuação.

- Incentivo à interiorização de negócios pelo Estado com o objetivo de desenvolver polos de crescimento econômico, mitigação da pobreza, e gerar empregos de alto valores relacionados às atividades com o mar.
- Inserção do ensino da cultura oceânica nas escolas.
- Abertura de espaços que ofereçam relação com o mar (aquário, museu, mostra de pesquisas e achados científicos, evento de exposição de produtos da cultura do mar).
- Incentivos fiscais a negócios que aderirem aos ODS correlatos à Economia do Mar.

- Agilidade na prestação de serviços burocráticos (abertura de empresas, licenças, alvarás e demais processos burocráticos).
- Microcrédito para negócios e microempreendedores que trabalham diretamente com o mar.
- Escola de Empreendedores do Mar, direcionada à formação de profissionais com habilidades diferenciadas e produção de bens e serviços comercializáveis o ano inteiro. Isso beneficiaria diretamente os pescadores, garantindo-lhes atividade econômica no período de defeso, e não apenas a dependência do recurso público e espera pela retomada da pesca.

Formar profissionais qualificados e fomentar os pequenos negócios é parte importante do processo para consolidar, justa e inclusivamente, a Economia do Mar no Estado, sob pena de limitar o acesso apenas às grandes empresas, aumentar a concentração de renda, e o contingente de vulneráveis.

REFERÊNCIAS

FAO. **Uma produção pesqueira e aquícola sem precedentes contribui decisivamente para a segurança alimentar. 2022.** <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/>>. Acesso em: 19.05.2023.

FORTALEZA 2040. **Economia do Mar. 2015.** Disponível em: <<https://acervo.fortaleza.ce.gov.br/pesquisa?nome=economia+do+mar>>. Acesso em: 19.05.2023.

_____. **Economia do Mar – Plano de Ação. 2016.** Disponível em: <https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/eixos/5_EconomiadoMar.pdf>. Acesso em: 19.05.2023.

GOVERNO DO CEARÁ. **Governo do Estado do Ceará. 2023.** Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/>>. Acesso em: 19.05.2023.

SEMA. **Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima. 2023.** <<https://www.sema.ce.gov.br/>>.

OCDE. **Ocean Economy and Innovation. 2022.** Disponível em: < <https://www.oecd.org/ocean/topics/ocean-economy/#:~:text=The%20ocean%20economy%20is%20defined,services%20provided%20by%20marine%20ecosystems.>>. Acesso em 18.05.2023.

_____. **The ocean economy in 2030. 2016.** Disponível em: <<https://www.oecd.org/environment/the-ocean-economy-in-2030-9789264251724-en.htm>>. Acesso em 18.05.2023.

ONU. **Os oceanos cobrem mais de 70% da superfície do Planeta. 2022.** Disponível: < <https://brasil.un.org/pt-br/185272-os-oceanos-cobrem-mais-de-70-da-superf%C3%ADcie-do-planeta>>. Acesso em 18.05.2023.

VALOR ECONÔMICO. **Economia do mar é a nova fronteira no século XXI. 2022.** <<https://valor.globo.com/empresas/esg/noticia/2022/05/04/economia-do-mar-e-a-nova-fronteira-no-seculo-xxi.ghml>>. Acesso em: 19.05.2023.



RESUMO DOS CURRÍCULOS

Adão Linhares Muniz. Graduação em Engenharia Mecânica (UFC) mestrado em Engenharia Nuclear e Planejamento Energético (UFRJ / COPPE). MBA em Gestão em Negócios em Energia pela Fundação Getúlio Vargas. Experiência em termodinâmica e Ciclo Água- Vapor, Geração Térmica em ciclo simples a gás natural e ciclo combinado. Gestão, desenvolvimento, análise de viabilidade e implantação de projetos de geração eólica e solar. Experiência em gestão e planejamento estratégico no setor de energia e comunicações no setor público. Conhecimento e experiência em regulação do setor de energia. Experiência em desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica em engenharia de energias renováveis, operação e manutenção em turbinas eólicas, com ênfase em monitoramento, análise de performance e manutenção preditiva.

Adely Pereira Silveira. Graduação em Geografia/Bacharelado, Mestrado em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará - UECE. Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - ProPGeo/UECE. Licenciada em Geografia pela Universidade Cruzeiro do Sul/SP. da Universidade Estadual do Ceará - ProPGeo/UECE. Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Ceará – UECE, vinculada ao Laboratório e Grupo de Pesquisa "Gestão Integrada da Zona Costeira" (CNPq/UECE). Tem experiência em Geociências com ênfase em Geografia Física atuando principalmente nos seguintes temas: Avaliação de Impactos Ambientais em Zonas Costeiras; Gestão Integrada da Zona Costeira.

Altemir Gregolin. Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas (1988), Especialização em Administração Rural pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1996) e MBA em Gestão Estratégica e Econômica de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas/SP (2017). Tem mais de 18 anos de experiência na Administração Pública exercendo funções executivas e como dirigente em Prefeituras Municipais e no Governo Federal, com destaque para o exercício na função de Ministro de Estado da Pesca e Aquicultura pelo período de 4,9 anos (2006 a 2011) e a atuação como Secretário Municipal na Prefeitura de Chapecó, SC, por 8 anos (1996 a 2004), especialmente como Secretário Municipal de Administração e Fazenda e Secretário Municipal de Planejamento e Urbanismo . Atualmente atua como consultor e professor.

Augusto Cesar Bastos. Bacharel em Direito (UNIFOR) com pós graduação em Arqueologia Subaquática pelo Instituto Politécnico de Tomar e Universidade Autônoma de Lisboa – Portugal. Mergulhador Open; Advanced Open Water Diver; Enriched Air Diver; Speciality Diver (wreck Diver). Publicou diversos livros e documentários tratando dos saberes e histórias do mar. Criou o coletivo Sema- na do Mar – SEMAR, que reúne cerca de quarenta instituições, para promover os saberes sobre o Oceano e sua preservação. Sócio efetivo do Instituto do Ceará (Histórico, Geográfico e Antropológico).

Célio Fernando Bezerra Melo. Economista, com mestrados em Administração Financeira e Negócios Internacionais. Experiência de 25 anos na área financeira no desempenho de funções de Analista, Gerente, Diretor e Sócio de instituições bancárias, fundos de previdência, distribuidora de valores mobiliários, corretora de mercadorias e administradora de carteira de investimentos. Ex-presidente do Conselho Regional de Economia do Ceará, ex-membro do Conselho Federal de Economia, ex-presidente, ex-diretor e conselheiro da API MEC-Nordeste.

Daniel de Oliveira Sancho. Mestre em Economia aplicada ao agronegócio pela Universidade Federal do Ceará (UFC). É assessor técnico do Centro de Inteligência e Monitoramento do Comércio, na Federação do Comércio do Estado do Ceará. É também pesquisador no Núcleo de Estudos em Economia do Mar - NEMA.

Elis Treidler Öberg. Almirante-de-Esquadra foi Presidente da Junta Interamericana de Defesa, Diretor Geral do Pessoal da Marinha, Diretor Geral de Navegação, Comandante de Operações Navais, e Conselheiro Militar e membro da Delegação Brasileira, em Genebra, durante todo o período de negociação até a aprovação do Tratado de Proibição de Armas Nucleares. Recebeu 16 condecorações ressaltando entre estas a Ordem do Rio Branco (Grau de Grã-Cruz) e Ordem do Mérito Marechal Rondon: (Grau de Grande Oficial), além de outras ligadas a carreira militar.

Fábio Perdigão Vasconcelos. Graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará- UFC (1979), com especialização em Oceanografia pela Universidade de São Paulo USP (1984), Doutorado em Ciências da Terra com ênfase em Oceanografia Ambiental Costeira pelo Instituto de Ciências e Técnicas da Universidade de Nantes na França (1992) e Pós-Doutorado em Geografia na área de Gestão Integrada da Zona Costeira no Laboratório de Geografia, Litoral e Mar do Instituto de Geografia e Planejamento Regional da Universidade de Nantes na França (2003). Professor Associado da Universidade Estadual do Ceará, atuando na Graduação em Geografia com a Disciplina de Oceanografia. Atualmente é Coordenador do Mestrado Profissional em Turismo da UECE. Coordenador e Líder do Grupo de Pesquisa do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC), certificado pela UECE e cadastrado no CNPq. Tem experiência profissional e publicações de livros, artigos científicos e trabalhos técnicos na área ambiental costeira com ênfase em gestão integrada, análise de impactos ambientais, perícia ambiental, oceanografia costeira, dinâmica costeira, poluição ambiental e impactos do turismo litorâneo. Atualmente é Presidente da Comissão Executiva de Concursos e Vestibulares da UECE - CEV.

Felipe Matias. Possui graduação em Engenharia de Pesca e Administração de Empresas; MBA em Gestão Empresarial; Mestrado e Doutorado em Engenharia de Pesca (UFC). Foi Secretário Nacional de Aquicultura no Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA; Secretário-Executivo da Rede de Aquicultura das Américas – FAO/ ONU; Secretário-Executivo da Associação Brasileira de Piscicultura – Peixe BR. Atualmente atua como Cientista-Chefe da Pesca e Aquicultura Artesanais da FUNCAP/ CE e é pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Economia do Mar - NEMA, da FEAAC/UFC.

Felipe Roberto da Silva. Doutor em Administração (UECE), com ênfase na linha de pesquisa Gestão e Estudos Organizacionais. Possui graduação em Contabilidade na Universidade de Fortaleza. Atualmente é bolsista pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e faz parte do núcleo científico do Instituto Desenvolvimento, Estratégia e Conhecimento (IDESCO). Principais temas de interesse em pesquisas: Economia do Mar, Impactos Socioeconômicos das Mudanças climáticas, Risco e Vulnerabilidade Socioeconômica em Desastres Ambientais.

Fernanda Beatriz Rolim Tavares. Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Campina Grande (2015). Mestre em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande (2018). Pós Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (2017). Pós Graduada em Gestão Pública pelo Instituto Federal da Paraíba - IFPB. Pós Graduada em Contabilidade para Gestão Pública e Empresarial pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutoranda em Administração e Controladoria (PPAC/UFC).

George Leite Mamede. Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos, ambos pela Universidade Federal do Ceará, Doutor em Hidrologia pelo Instituto de Geocologia da Universidade de Potsdam (Potsdam, Alemanha), com ênfase em modelagem de assoreamento de reservatórios, transporte de sedimento e gestão dos recursos hídricos. Atualmente é Professor Associado da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB. Atua principalmente nos seguintes temas: planejamento e gestão de recursos hídricos, hidrologia, hidráulica, sedimentologia, reservatórios superficiais do semi-árido e modelagem matemática.

Glacio Souza Araújo. Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia de Pesca (UFC). Pós-doutorado na Universidade de Coimbra, Portugal (2020). Apresenta experiência na área de Zootecnia, Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em biotecnologia de organismos aquáticos, aquicultura, macro e microalgas, reversão sexual, alevinagem, ensino, pesquisa e extensão. É professor do quadro ativo permanente do Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus Aracati, com regime de 40 horas semanais e dedicação exclusiva.

Hidelbrando dos Santos Soares. Reitor da Universidade Estadual do Ceará (2021-2025). Bacharel em Geografia (UECE), Especialista em Geografia (UFC) e Mestre em Geografia (UFPE). É professor adjunto da Universidade Estadual do Ceará. Tem experiência na área de Geografia Humana, com ênfase em Geografia Agrária, atuando principalmente nos seguintes temas: capitalismo e agricultura, agricultura camponesa e desenvolvimento agrário. Na gestão, atuou como coordenador do curso de Licenciatura em Geografia (FAFIDAM/UECE).

Jader Onofre de Moraes. Geólogo pela Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Marine Earth Sciences pelo Universidade de Londres; Doutor em Marine Geology na Faculty of Sciences University of London e Pós-Doutor em Geologia Ambiental no Royal Holloway and Bedford New College na University of London com bolsa do CNPq (1989-1992). Visiting Research Fellow na Universidade de Londres. Foi professor auxiliar, adjunto e Titular do Departamento de Geologia da UFC, Pesquisador do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, do qual foi por 12 anos seu diretor. Participou da criação do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará. Foi Chefe de Departamento de Geologia e criou o Laboratório de Geologia Marinha. Foi nomeado Diretor Científico (1998 a 2000) e Diretor Presidente da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) no período de 2000 a 2004. Foi Reitor da UECE no Período de 2004 a 2008. Atualmente é Professor permanente nos Programas de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT-Labomar-UFC), em Geografia (PROPGeo-UECE) e Mestrado em Recursos Naturais da UECE (MARENA).

Jamiro Dias de Oliveira Junior. Possui Bacharelado em Ciências Náuticas pela EFOMM e Pós-Graduação e MBA em Gerência de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Atuação profissional com mais de trinta anos atuando no segmento de Logística Portuária, com passagens em grupos como Wilson Sons, Maersk Line e APM Terminals. Na Maersk Line e APM Terminals atuou de 2001 a 2011. Como Gerente de Operações da APM Terminals, foi um dos responsáveis pela implantação da primeira empresa de Operações Portuárias do porto de Pecém, contratando, treinando e capacitando a mão de obra operacional, planejando e coordenando todas as operações portuárias. Responsável pelo planejamento e coordenação da operação do primeiro navio cargueiro a operar no porto de Pecém, o navio contêiner Cap San Lorenzo no dia 11 de novembro de 2001. Trabalhou no grupo Wilson Sons como Gerente de Negócios, responsável pela área de Agenciamento Marítimo e Rebocadores nos portos de Pecém, Mucuripe e Natal. Atualmente é Sócio-Proprietário da NML Tankers Agência Marítima LTDA, com atuação em todos os portos da costa brasileira entre Vitória-ES e Itaqui-MA. No momento é Vice-Presidente do SINDACE - Sindicato das Agências de Navegação e Operadores Portuários do Ceará e Presidente da SOAMAR Ceará – Sociedade Amigos da Marinha do Ceará.

João Fiúza. Fundador da Diagonal Engenharia, que conta com 40 anos de história, soma diversos prêmios ao longo de sua trajetória à frente da construtora, que é referência no mercado imobiliário nacional de alto padrão. Entre as últimas comendas recebidas foi agraciado como Personalidade do Ano no Mercado Imobiliário do Ceará pelo 3º Prêmio Flash Imobiliário (2020), que também reconheceu a Diagonal como primeiro lugar nas categorias Vendas Gerais, Residencial Vertical e Condomínio Fechado.

Juliana Rabelo Melo. Graduada em Administração (UNIFOR), Mestrado em Administração de Empresas (UFC) e Mestrado em International Business - Technische Hochschule Deggendorf, MBA em Finanças Corporativas pela Saint Paul Escola de Negócios. É consultora na BFA Assessoria em Finanças e Negócios, e tem experiência em administração, com ênfase na elaboração de planos de negócios, gerência de projetos, consultoria para pequenas e médias empresas, e projetos de investimento.

Liane Marli Silva de Araújo. Engenheira de Pesca (UFC), mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFC) e doutora em Ciências Marinhas Tropicais (LABOMAR/UFC). Também é especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Vale do Acaraú (UVA). Possui experiências nas seguintes áreas: Prestação de Assistência técnica e Extensão Pesqueira - ATEPA. Atualmente trabalha na área de Gestão de Projetos no Instituto Agropolos do Ceará e é membro do Núcleo de Estudos em Economia do Mar (NEMA – UFC).

Luanna Mariane Pereira Ramos Gil. Contadora, mestranda em Administração e Controladoria pelo PPAC-UFC, especialista em gerenciamento de recursos ambientais-pelo IFPI. Docente no Instituto Federal de Educação Tecnológica do Piauí-IFPI. Desenvolve trabalhos sobre economia do mar, gestão de custos e mudanças climáticas.

Luís Parente Maia. Professor Titular da Universidade Federal do Ceará com formação acadêmica em Geologia UFC (1989), Especialização em Gestão e Vulnerabilidade Costeira pela Universidade Politécnica da Catalunha (1996), mestrado em Geociências pela UFPE (199), doutorado em Ciências do Mar - Universidade de Barcelona (1998) e Pós Doutorado em Oceanografia Ambiental na UFES. Na atualidade é membro dos grupos de pesquisa do CNPq de Gestão Integrada da Zona Costeira – LAGIZC (UECE) e Núcleo de Estudos em Economia do Mar – NEMA (UFC). Na experiência profissional foi Diretor do Instituto de Ciências do Mar – Labomar da UFC tendo coordenado a criação dos cursos de Graduação em Oceanografia e Ciências Ambientais. Executou diversos projetos de pesquisa, extensão e desenvolvimento tais como: Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Ceará (SEMACE), Monitoramento do Sistema de Disposição de Esgotos (SDOES-CAGECE) e Elaboração dos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura em Municípios Costeiros dos Estado do Ceará e Rio grande do Norte (Ministério da Pesca). Entre os projetos de pesquisa ressaltamos a Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e Parte Norte da Bacia de Campos (PCR-ES/AMBES) e Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Immediato de 2000m (ambos financiado pela Petrobras).

Maíra Melo Cavalcante. Graduação em Bacharelado em Direito pelo Centro de Ensino Unificado de Teresina, Pós-Graduação Lato Sensu em Direito Ambiental e Urbanístico pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal e Mestrado em Direito e Desenvolvimento (UFC). Doutoranda em Direito (UFC) e bolsista de Inovação Tecnológica - BIT/FUNCAP Projeto Cientista-Chefe Meio Ambiente desenvolvido na Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA / Ceará.

Márcio Albuquerque Quixadá. Graduação em Engenharia Elétrica (UNIFOR), MBA em Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pela Fundação Getúlio Vargas (2010), Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho (2004). Responsável técnico pelos serviços de desenvolvimento, planejamento e controle de projetos relacionados a diferentes aspectos da área de energia, seja ela convencional ou renovável (eólica, solar e biomassa) e na área de mineração.

Nicole Stephanie Florentino de Sousa Carvalho. Bacharel em Ciências Econômicas (UFC), Mestra em Avaliação de Políticas Públicas (PPGAPP/UFC), Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFC).

Pedro Henrique Augusto Medeiros. Engenheiro civil, com mestrado e doutorado em recursos hídricos. Atuou em consultoria no projeto de obras hidráulicas, estudos hidro- lógicos e de planejamento de recursos hídricos, é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE desde 2010. É pesquisador nível 2 do CNPq.

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele. Professor Titular da Universidade Federal do Ceará com formação acadêmica em Ciências Econômicas (UNIFOR), Mestrado em Economia Rural (UFC) e Doutorado em Ciências Econômicas - Université Sorbonne Paris-Nord. Atualmente é pesquisador líder do Núcleo de Pesquisa em Economia do Mar - NEMA, da FEAAC/UFC, professor do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria - PPAC da UFC e bolsista da FUNCAP, no âmbito do Programa Cientista-Chefe da Pesca e Aquicultura. É avaliador de trabalhos de diversos eventos nacionais e internacionais e de diversos periódicos nacionais. Foi Consultor do Banco Mundial e da FAO em estudos econômicos da pesca artesanal. Executou diversos projetos de pesquisa, extensão e desenvolvimento, destacando-se: Projeto de Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará; Plano de Desenvolvimento Regional – PDR do Vale do Jaguaribe e Vale do Acaraú; Plano Fortaleza 2040, sendo membro de equipe do Plano de Desenvolvimento Socioeconômico; Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão; Estudos de Avaliação Econômica dos projetos integrantes do PRODETUR.

Raimundo Nogueira da Costa Filho. Presidente da FUNCAP. Possui graduação em Física (UFC), mestrado em Física (UFC), e doutorado em Física (UFC) com estágio sanduíche de 1995-1996 na University of Western Ontario, em London no Canadá. Professor visitante na Brown University no ano de 2001 onde trabalhou com o Prof. J. M. Kosterlitz (Prêmio Nobel de Física de 2016). Professor

efetivo da Western University de 2008-2010. Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Ceará. Atua nas áreas de fundamentos de mecânica quântica, física da matéria condensada, física estatística e física de altas energias. Em particular, possui trabalhos em propriedades elétricas e magnéticas de materiais em baixa dimensão onde estuda ondas de spin em sistemas magnéticos e propriedades eletrônicas de grafenos em redes decoradas. Introduziu o estudo da física da opinião de eleitores em eleições, e desenvolveu um operador de translação dependente da posição em mecânica quântica que serve de estudo para sistemas quânticos dependentes da posição e sistemas em espaços não euclidianos. Possui 129 trabalhos publicados em revistas indexadas, e aproximadamente 40 teses e/ou dissertações orientadas entre mestrado e doutorado. Também foi professor visitante em várias universidades como o Consócio das Américas para ciências interdisciplinares na Universidade do Novo México em 2006, membro do Centro Internacional de Física Teórica na Itália de 2002 até 2006. Coordena e apresenta o programa Falando Ciência na Rádio universitária FM 107,9. Atualmente é presidente da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco. Geólogo pela UFC (1981), Especialista em Gemologia pela UFOP (1981), Especialista em Sensoriamento Remoto pelo INPE (1983), Mestre em Geoquímica e Geotectônica pela USP (1986) e Doutor em Geofísica e Teledetecção pela Universidade de Nantes na França (1994). Professor Titular da Universidade Federal do Ceará, participou de vários Programas de Pós-Graduação nacionais e internacionais. A principal área de atuação está ligada à investigação geofísica de regiões costeiras, bacias sedimentares, aquíferos, modelagens, meio ambiente, contaminação, arqueologia, imagens e SIG. Atua na área de métodos não sísmicos aplicados ao petróleo e gás, métodos eletromagnéticos, elétricos e potencias. Atua também em estudos ambientais como EVA, EI, RIMA e PBA. Foi coordenador de diversos projetos e contratos junto às agências como FINEP, CNPq, BB, FUNCAP, MCT, MINC, MME-CPRM. Coordenou projetos na Rede de Geofísica PETROBRAS/CENPES/ANP e diversos contratos PETROBRAS, CPRM e outras empresas. Coordenou diversos projetos ambientais, de geofísica, de hidrogeologia, de arqueologia/forense e de zonas costeiras.

Rômulo Alexandre Soares. Advogado, mestre em negócios internacionais e especialista em direito marítimo. Sócio do escritório APSV Advogado, cofundador do Festival Winds For Future e coidealizador do Ceará Global. Além disso, é vice-presidente para o Nordeste da Federação Brasileira de Câmaras de Comércio Exterior, multiplicador de Cultura Oceânica para UNESCO/UFESP e membro da Câmara Setorial de Economia do Mar. Anteriormente, ocupou os cargos de membro do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Ceará (2019-2023), presidente do Conselho de Relações Internacionais da FIEC (2018/2019), presidente da Câmara Setorial de Comércio Exterior e Investimento Estrangeiro da ADECE/Ceará (2017/2018) e presidente da Federação das Câmaras Portuguesas de Comércio no Brasil (2007/2011).

Samuel Façanha Câmara. Graduado em Agronomia (UFBA), Mestre em Economia Rural (UFC) e Doutor em Economia (UFPE), Pós Doutorado em Gestão da Inovação na FGV-EBAPE (2013). Foi Pró-Reitor da Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA; Diretor de articulação institucional do Instituto de Tecnologia da Informação - ITIC (2005 a 2008), Coordenador e Vice-Coordenador do Mestrado e Programa de Pós Graduação e Administração da UECE, Coordenador do Projeto RedeNit-CE (Rede de Inovação composta pelos NITs do Ceará), Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Gestão da Tecnologia, Inovação e Conhecimento (GESTIC) e Professor Adjunto (UECE). Tem experiência de pesquisa nas áreas de Administração, com ênfase em Gestão da Tecnologia e Inovação, atuando principalmente nos seguintes temas: administração financeira, análise econômica, risco, Métodos Quantitativos, simulação, gestão de cidades e Blue Economy.

Selene Maia de Moraes. Graduada em Química Industrial, mestrado em Química Orgânica (UFC), e doutorado em Química - University of London. Estágio de pós-doutorado na Universidade de Aveiro em Portugal. Quando professora (UFC), atuou em nível de graduação e pós-graduação, nos cargos de Coordenadora do Curso de Química e Diretora do Laboratório de Produtos Naturais. Atualmente, Professora Titular (UECE) e bolsista de produtividade do CNPq atuou como coordenadora do Curso de Química da UECE e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas. Atualmente orienta alunos dos Cursos de Doutorado em Biotecnologia da RENORBIO, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) e em Ciências Naturais (PPGCN). Coordenador do PPGCN e do Doutorado em Biotecnologia da UECE. Participação na Câmara de Pesquisa da FUNCAP, sendo consultora Ad-hoc da FAPEMA, FAPEPI e CEUB. Coordenador do Laboratório de Análises Cromatográficas e Espectroscópicas (LACES) da UECE. Exerce atividade de pesquisa na área de Química de Produtos Naturais, atuando principalmente na obtenção e caracterização estrutural de produtos orgânicos fixos e voláteis, síntese de derivados e avaliação de diversas propriedades biológicas como antioxidante, anticolinérgico, larvicida contra *Aedes spp*, bem como leishmanicida, antiviral contra os vírus Dengue e Zika, antimicrobiana, entre outras em estudos de colaboração. Revisora de diversas revistas nacionais e internacionais.

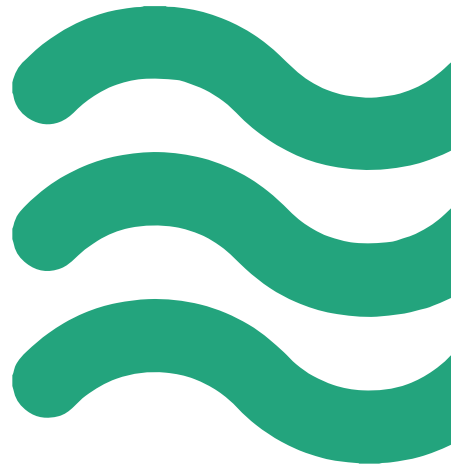
Sérgio Bezerra Lima Junior. Possui graduação em Geofísica pela Universidade de São Paulo (2010), graduação em Física pela Universidade Federal do Ceará (2004), mestrado em Geofísica pela Universidade de São Paulo (2007) e doutorado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (2017). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará e Revisor de periódico da Journal of Earth Science. Tem experiência na área de Geociências. Atuando principalmente nos seguintes temas: GPR, Depósitos Eólicos, Estrutura Interna.

Sílvia Carlos Ribeiro Vieira Lima. Possui graduação em Agronomia e Mestrado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal do Ceará - UFC. É Doutor em Ciências, área de concentração em Irrigação e Drenagem pela ESALQ/USP (2009) com estágio sanduíche em Córdoba - Espanha no Instituto de Agricultura Sostenible (IAS/CSIC). De novembro de 2012 a outubro de 2013 fez Pós-doutorado com bolsa do CNPq na Universidade da Califórnia, Davis (UCDAVIS) onde foi Pesquisador Visitante no Department of Land, Air and Water Resources (LAWR). Atualmente é Secretário Executivo do Agronegócio da Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Governo do Estado do Ceará – SEDET.

Tarin Cristino Frota Mont Alverne. Graduada em Direito (UNIFOR), Mestre e Doutora em Direito Internacional Público - Universidade de Paris Descartes, Professora da Faculdade de Direito (UFC). Coordenadora do Módulo Jean Monnet. Pesquisadora do Centro de Excelência Jean Monnet- UFMG. Coordenadora do Grupo de Estudos em Direito e Assuntos Internacionais (GEDAI). Coordenadora do Projeto de Pesquisa em Direito do Mar e em Mudanças Climáticas. Coordenadora do Projeto de Mudanças Climáticas do Programa Cientista-Chefe do Meio Ambiente do Governo do Estado do Ceará (SEMA/FUNCAP). Foi Professora Convidada na Universidade Paris-Saclay, Universidade de Paris- Cité, Universidade La Rochelle e Universidade de Pisa.

Vianney Mesquita. Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará. Assessor do Reitor da UFC. Membro da Academia Brasileira de Literatura e Jornalismo, da Academia Cearense da Língua Portuguesa e da Arcádia Nova Palmaciana. Jornalista. Escritor - 21 livros.

Wellington Ribeiro. Economista, doutorando em Administração e Controladoria pelo PPAC-UFC, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA-UFC. Professor, pesquisador e consultor desenvolvendo trabalhos sobre economia do mar, política e gestão de águas e ambiental e ecossistema e redes de inovação.





ALECE

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ

Mesa Diretora

2023-2024

Deputado Evandro Leitão

Presidente

Deputado Fernando Santana

1º Vice-Presidente

Deputado Osmar Baquit

2º Vice-Presidente

Deputado Dannel Oliveira

1º Secretário

Deputada Juliana Lucena

2ª Secretária

Deputado João Jaime

3º Secretário

Deputado Dr. Oscar Rodrigues

4º Secretário

