

Chamada CNPq/MPA Nº 15/2024 - Ordenamento da Pesca Marinha Brasileira
APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Título do projeto:	PROATUM - Projeto de Monitoramento, Avaliação e Gestão das Pescarias de Atuns e Espécies Afins no Brasil
Coordenador do projeto:	Thierry Frédou
Dados profissionais de contato do Coordenador:	DEPAq - Departamento de Pesca e Aquicultura Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos CEP: 52171-900 Recife/PE
Instituição de Execução: (vínculo do Coordenador)	Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Linha Temática:	Linha Temática V - Atuns e Afins da costa brasileira

1. 1. Instituições coexecutoras do projeto (Inserir linhas conforme necessário)

*A rede de pesquisa deve ser formada por (no mínimo) três instituições de ensino superior e/ou pesquisa, sendo (no mínimo) duas da região geográfica em questão (conforme subitem 1.2.6)

Instituição coexecutora	UF	Região Geográfica
UNIVALI	SC	Sul
FURG	RS	Sul
UNIFESP	SP	Sudeste
UFPA	PA	Norte
UFES	ES	Sudeste
UFRPE	PE	Nordeste
UFC	CE	Nordeste
IRD	França	França
UFERSA	RN	Nordeste
IFES	ES	Sudeste

2. 2. Membros da equipe, com a respectiva instituição, qualificação e função no projeto (Inserir linhas conforme necessário)

Membro	Instituição	Qualificação	Função no projeto
Thierry Frédou	UFRPE	Dr.	Coordenação geral, GT3, GT6
Paulo Travassos	UFRPE	Dr.	Pesquisador, GT2, GT4, GT7 (coordenador)
Andrey Soares	UFRPE	MSc.	Colaborador, GT3, Modelagem
Lucas Silva	UFRPE	MSc.	Colaborador, GT3, Modelagem
Humber Agrelli Andrade	UFRPE	Dr.	Pesquisador, GT1 (coordenador), GT3, Banco de dados e Modelagem
Matheus Lourenço	UFRPE	MSc.	GT3, Modelagem
Cibele Rodrigues Costa	UFRPE	Dra.	Apoio coordenação

Paulo Duarte	UFRPE	Dr.	Pesquisador, GT1, GT2, GT4, modelagem, análise de dados, dinâmica de populações
Caroline Vieira Feitosa	UFC	Dra.	Pesquisadora GT1, GT3, GT2, GT4, coleta de dados, bioecologia e modelagem
Guelson Silva	UFERSA	Dr.	Pesquisador GT1 (coordenador), GT2, GT3, Coleta de dados, Bioecologia e Modelagem
Humberto Gomes Hazin	UFERSA	Dr.	Pesquisador, GT3, GT4, GT6 (coordenador), GT8 Modelagem, bycatch e plano de divulgação
Bruno Mourato	UNIFESP	Dr.	Pesquisador GT3 (coordenador), GT4, modelagem
Rodrigo Sant'Ana	UNIVALI	Dr.	Pesquisador, GT1, GT3, GT4 ((coordenador)), Banco de dados e Modelagem
Danielle da Silveira Monteiro	FURG	Dra.	Pesquisadora, GT1, GT5, GT6, GT8 (coordenadora), coleta de dados biológicos e socioeconômicos, bycatch e plano de divulgação
Eidi Kikuchi	FURG	Dr.	Pesquisador, GT3 Modelagem
Patrizia Raggi Abdallah	FURG	Dra.	Pesquisador, GT5 (coordenadora), Análise econômica
Patrice Guillotreau	IRD	Dr.	Pesquisador, GT5, Análise econômica
Paulo Almeida	UFRPE	Dr.	Pesquisador, GT2, Bioecologia
Lucas Comassetto	UFRPE	MSc.	Pesquisador, GT2, Bioecologia
Jacques Panfili	IRD	Dr.	Pesquisador, GT2, Bioecologia
Fabrice Duponchelle	IRD	Dr.	Pesquisador, GT2, Bioecologia
Márcio Nora Barbosa	FURG	Dr.	Pesquisador, GT5, Análise econômica
Gibran da Silva Teixeira	FURG	Dr.	Pesquisador, GT5, Análise econômica
Eduardo André Tillmann	FURG	Dr.	Pesquisador, GT5, Análise econômica
Bianca Bentes	UFPA	Dra.	Pesquisadora GT1, coleta de dados
Sérgio Macedo Gomes de Mattos	-	Dr.	Pesquisador, GT5, Análise econômica
Jones Santander Neto	IFES	Dr.	Pesquisador GT2, Bioecologia
Mauricio Hostim Silva	UFES	Dr.	Pesquisador GT2, Bioecologia
Natalia Priscila Alves Bezerra	UFES	Dr.	Pesquisador GT2, Bioecologia
Jason Cope	NOAA	Dr.	Pesquisador GT3

3. 3. Objetivo geral e objetivos específicos do projeto, considerados os “objetivos” e os “resultados esperados” da Chamada (conforme subitens 1.1 e 1.1.1)

O objetivo geral deste projeto é estabelecer uma rede interdisciplinar de pesquisadores ao longo da costa brasileira com a finalidade de consolidar e atualizar estudos pretéritos e executar novas pesquisas sobre a pesca dos diversos estoques de atuns e afins, promovendo o diálogo com a sociedade, governos e com o órgão de gestão responsável pelo gerenciamento do atum do Atlântico (ICCAT - Comissão Internacional de Conservação do Atum do Atlântico).

Objetivos Específicos:

1. **Compilar, revisar e coletar, quando pertinente, dados de captura em peso, esforço e composição de comprimentos**, nos locais de desembarque estratégicos para as pescarias de atuns e afins ao longo do litoral brasileiro, de forma a subsidiar as avaliações de estoque e a gestão pesqueira.

2. **Revisar e atualizar as informações disponíveis na literatura sobre a biologia, ecologia e dinâmica populacional** das espécies-alvo e da fauna acompanhante, realizando novos estudos conforme necessário para permitir a aplicação de modelos de avaliação de estoques e ecossistêmicos.
3. Contribuir com informações e análise de dados para os estoques que são compartilhados no Atlântico e são da ingerência da ICCAT.
4. **Avaliar os estoques de atuns e afins que sejam de ingerência nacional**, utilizando métodos tradicionais, abordagens pobres em dados, modelos bioeconômicos e enfoques ecossistêmicos, incorporando variáveis ambientais e dados da fauna acompanhante sempre que possível.
5. **Caracterizar e mapear processos socioeconômicos e culturais associados às pescarias de atuns e afins**, destacando possíveis conflitos socioambientais e contribuindo para o planejamento espacial marinho nas regiões estudadas.
6. **Descrever e quantificar a trajetória da produção por tipologia de pesca de atuns**, incluindo a fauna acompanhante, avaliando o papel dessas pescarias na segurança alimentar local e mapeando as cadeias produtivas, desde a captura até a comercialização, identificando intermediários e analisando a viabilidade econômica.
7. **Caracterizar o capital humano e social envolvido nas pescarias de atuns**, dimensionando os aspectos socioeconômicos e culturais dos pescadores, a organização político-institucional e as infraestruturas disponíveis, além de identificar práticas tradicionais de valor agregado à produção.
8. **Identificar e caracterizar os conflitos espaciais associados às pescarias de atuns**, contribuindo para o planejamento espacial marinho e propondo soluções para o compartilhamento sustentável de áreas de pesca.
9. **Revisar e/ou propor as medidas de gestão vigentes para as pescarias de atuns e afins, incluindo fauna acompanhante**, considerando os compromissos do Brasil como membro da ICCAT nos estoques compartilhados e na internalização das medidas no âmbito nacional.
10. **Revisar e/ou propor medidas de gestão vigentes para as pescarias de atuns e afins que sejam da ingerência exclusiva ou predominante do país**
11. **Disponibilizar diagnósticos para tomadores de decisão sobre a situação dos principais recursos pesqueiros**, identificando vulnerabilidades relacionadas ao clima e à sobrepesca, e propondo um plano de ação adaptativo para a gestão pesqueira a curto, médio e longo prazo.
12. Fortalecer o GTC atuns e o Brasil na tomada de decisão, notadamente junto à ICCAT, através da consolidação do Grupo de Pesquisa e fortalecimento de jovens pesquisadores
13. Elaborar e discutir com os setores da pesca de atuns, especialmente junto ao CPG (Comitê Permanente de Gestão) atuns e afins, recomendações para o uso sustentável dos recursos pesqueiros e ecossistemas marinhos, incluindo boas práticas de manejo e a introdução de novas tecnologias para agregar valor e otimizar os benefícios econômicos.
14. **Estruturar e organizar os dados coletados de diversas fontes em um banco de dados relacional**, que sirva tanto para a aplicação dos modelos como para alimentar uma plataforma interativa de divulgação de informações.
15. **Capacitar pesquisadores, estudantes e gestores** nas ferramentas de avaliação de estoques, modelos ecossistêmicos e gestão participativa da pesca, garantindo a continuidade e a disseminação do conhecimento adquirido.
16. **Promover a comunicação transversal e continuada com a sociedade e os diversos setores da pesca de atuns**, implementando um plano de comunicação inclusivo que facilite o diálogo de saberes, o intercâmbio de demandas e a transferência de conhecimento para os diferentes atores do setor pesqueiro.

4. 4. Resultados, avanços e aplicações esperadas a partir dos objetivos deste projeto

Resultados Esperados:

1. Criação de nova estrutura do Banco Nacional de Dados da Pesca de Atuns e Afins no Brasil (BNDA), de forma a possibilitar um acesso rápido às informações nele contidas, com a geração de gráficos e tabelas, necessárias às análises para subsidiar a gestão pesqueira.
2. Avaliações robustas e atualizadas dos estoques pesqueiros das espécies prioritárias, considerando tanto abordagens tradicionais quanto ecossistêmicas, com destaque à incorporação de variáveis climáticas nas análises e diagnósticos.
3. Relatório sobre o impacto socioeconômico da pesca das espécies prioritárias, identificando oportunidades para otimização dos benefícios econômicos e minimização de conflitos.

4. Propostas de novas normativas e/ou revisões das políticas de gestão pesqueira tanto a nível nacional quando junto à ICCAT
5. Formação de redes de pesquisa fortalecidas e capacitadas para monitoramento contínuo e avaliação dos estoques pesqueiros, garantindo a continuidade do conhecimento científico e sua aplicação na gestão sustentável.
6. Estabelecimento de um canal contínuo de divulgação das informações obtidas no projeto considerando várias ferramentas

Avanços Esperados:

- Consolidação e disponibilização do Banco Nacional de Dados da Pesca de Atuns e Afins no Brasil (BNDP).
- Adaptação e avanços na modelagem visando a melhoria na sustentabilidade dos estoques pesqueiros por meio de uma gestão baseada em evidências científicas, incluindo a incorporação de dados ambientais e climáticos nos modelos permitindo uma abordagem mais holística e adaptativa.
- Capacitação de recursos humanos, incluindo jovens pesquisadores, visando o fortalecimento das redes de pesquisa, com ênfase na continuidade e expansão do conhecimento científico sobre a pesca de atuns e afins e os ecossistemas associados.
- Compartilhamento das informações através de um plano de divulgação, incluindo, disponibilização das informações através de dashboard.

Aplicações Esperadas:

- Adaptação e/ou proposição de novas abordagens e modelos que contribuam para a sustentabilidade dos atuns, afins e fauna acompanhante considerando tanto seu status compartilhado no Atlântico, quanto seu caráter de aplicação nacional.
- Contribuição para um modelo de gestão pesqueira que considere a tríade governo- sociedade - cientistas tanto a nível nacional quanto internacional

5. Impactos positivos esperados do projeto para a atividade da pesca marinha

Avanço no Conhecimento Científico e de Inovação: Este projeto promoverá avanços significativos no conhecimento científico sobre a dinâmica dos estoques pesqueiros de atuns e afins no Atlântico Sudoeste. A integração de dados biológicos, socioeconômicos e climáticos em modelos de avaliação, incluindo abordagens climáticas e estratégias de *Management Strategy Evaluation* (MSE), proporcionará uma visão mais holística da gestão pesqueira. Esses avanços em modelagem aplicada também representam inovações importantes, visto que tais abordagens estão em crescimento globalmente e serão compartilhadas no cenário internacional, com destaque para a inserção do Brasil na Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT), onde o país desempenha um papel científico relevante. A inovação também se refletirá na criação inédita de um banco de dados consolidado sobre atuns e afins no Brasil, que será disponibilizado em plataformas interativas e imersivas, facilitando a visualização e a transparência das informações. Isso será essencial para a formulação de políticas públicas mais assertivas e eficazes.

Formação de Recursos Humanos: O projeto contribuirá significativamente para a formação de recursos humanos, com a capacitação de estudantes de graduação, mestrado, doutorado e recém-doutores. Esses jovens pesquisadores serão treinados em temas como coleta e análise de dados, modelagem de estoques e gestão pesqueira. Além disso, dada a inserção do Brasil em fóruns internacionais, os alunos e jovens pesquisadores serão incentivados a participar de capacitações no âmbito do projeto, mas também aquelas promovidas pelos diversos grupos de trabalho da ICCAT e outras instituições internacionais, onde poderão aprimorar suas habilidades. A participação em fóruns de discussão nacionais e internacionais será uma oportunidade para que esses jovens vivenciem os desafios práticos da gestão pesqueira e se engajem diretamente com os processos de tomada de decisão.

Impacto em Extensão e Formulação de Políticas Públicas: Os resultados gerados pelo projeto subsidiarão a formulação de políticas públicas mais eficazes e adaptativas para a gestão pesqueira, alinhadas com a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009), à Lei Nº 14.600, de 19 de junho de 2023 que identifica as competências do MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) e MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas), responsáveis pela gestão compartilhada dos Recursos Pesqueiros, ao Decreto Nº 11.624, de 2023 que determina especificamente a estrutura e competência das áreas finalísticas do MPA, ao decreto Nº 11.349, especificamente relativo à Secretaria Nacional de Bioeconomia (Departamento de Gestão Compartilhada de Recursos Pesqueiros). Alinhados com as políticas públicas relacionados à gestão pesqueiras, o projeto contribuirá de sobre-maneira com a revisão/proposição das normativas relacionadas diretamente com as medidas de controle; como aquelas relacionadas com a revisão e/ou proposição de períodos de defeso, cotas, limitação da frota ou dos apetrechos,

incluindo a fauna acompanhante; monitoramento, como o PREPs, mapas de bordos e observadores de bordo, baseado na ciência de ponta e inovadora e com diálogo com a sociedade através de fóruns de gestão regionais, CPGs, sempre, quando couber, dentro diretrizes da ICCAT, da qual o Brasil é signatário. No que diz respeito à extensão, o projeto conta com um plano completo de divulgação, utilizando diversas ferramentas para facilitar a comunicação entre os diferentes atores do manejo pesqueiro – comunidades, gestores e cientistas. O objetivo é aumentar a transparência, promover o diálogo construtivo e garantir que as decisões sejam baseadas em evidências científicas sólidas, levando em consideração as perspectivas de todos os envolvidos. Isso fortalecerá a eficácia e a legitimidade das políticas de manejo, contribuindo para a conservação e o uso sustentável dos recursos pesqueiros no Brasil. O projeto também prevê a transferência de conhecimento por meio de plataformas interativas, democratizando as informações e promovendo a conscientização sobre práticas de pesca sustentável de atuns e afins em fóruns de discussão regional, nacional e internacional.

Impactos na Formação de Redes e Internacionalização O projeto contará com a participação de universidades das quatro regiões costeiras do Brasil, fortalecendo as redes de pesquisa nacionais. O projeto também irá interagir com os outros projetos deste edital, permitindo a troca de conhecimentos, inclusive considerando que a transversalidade dos temas e o compartilhamento de espécies prioritárias entre mais de uma linha de pesquisa do edital Chamada CNPq/MPA Nº 15/2024 - Ordenamento da Pesca Marinha Brasileira. Além disso, a colaboração com instituições estrangeiras e a participação de pesquisadores internacionais fortalecerão o projeto, trazendo uma perspectiva global e promovendo o intercâmbio de conhecimentos entre os pesquisadores e jovens cientistas. Essa cooperação internacional será fundamental para a adoção de abordagens inovadoras e para o aprimoramento das metodologias de gestão pesqueira. A parceria com essas instituições ampliará a visibilidade do Brasil no cenário global da pesquisa sobre atuns, aumentando o impacto dos resultados obtidos e consolidando o protagonismo do país em fóruns internacionais, como a Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT).

6. Relevância da proposta, consideradas políticas públicas e ações institucionais do Ministério da Pesca e Aquicultura e órgãos afins e, em particular, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009)

A proposta está fortemente alinhada com a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009), que estabelece diretrizes claras para a sustentabilidade dos recursos pesqueiros no Brasil. O projeto contribuirá diretamente para o cumprimento dos objetivos desta política ao fornecer dados científicos robustos, essenciais para a gestão sustentável dos estoques pesqueiros. Esse embasamento científico será fundamental para a conservação dos ecossistemas aquáticos e para garantir a continuidade da atividade pesqueira de forma equilibrada, permitindo o uso racional dos recursos sem comprometer sua renovação.

Além disso, a proposta é altamente relevante para as ações institucionais dos órgãos responsáveis pela gestão pesqueira no Brasil, Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (MMA), alinhados com a Lei Nº 14.600, de 19 de Junho de 2023), ou seja: (1) as competências do MPA (art. 39), destacando os itens IV (estabelecimento de normas, de critérios, de padrões e de medidas de ordenamento do uso sustentável dos recursos pesqueiros e da aquicultura, em articulação com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima); IX (elaboração, execução, acompanhamento e avaliação dos planos, dos programas e das ações, no âmbito de suas competências); XI (elaboração e execução, diretamente ou por meio de parceria, de planos, de programas e de projetos de pesquisa aquícola e pesqueira e monitoramento de estoques de pesca); e XVI - subsídio, assessoramento e participação, em interação com o Ministério das Relações Exteriores, em negociações e eventos que envolvam o comprometimento de direitos e a interferência em interesses nacionais sobre a pesca e aquicultura e (2) Competências do MMA, notadamente o artigo 39, e item XIII (gestão compartilhada dos recursos pesqueiros, em articulação com o Ministério da Pesca e Aquicultura).

O projeto também estará em sintonia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (United Nations, 2015), incluindo erradicação da pobreza (ODS 1), fome zero e agricultura sustentável (ODS 2), vida na água (ODS 14) e ação contra a mudança global do clima (ODS 13). Ele também contribui para as prioridades do G20 Brasil 2024 nas sub temáticas “Oceanos” e “Desenvolvimento sustentável na agricultura”. Dado seu foco nas mudanças climáticas, o projeto se alinha com o Plano Clima, liderado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (MMA). Além disso, a espacialização das modalidades de pesca e a identificação de conflitos, são metas importantes, que também fortalecerão a implementação da Política de Planejamento Espacial Marinho (PEM), liderada pela Marinha do Brasil e pelo MMA.

O projeto também dialoga diretamente com as metas internacionais estabelecidas pela Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT), da qual o Brasil é signatário. A colaboração estreita com essas instituições será fundamental para a implementação das novas normativas de gestão propostas pelo projeto, assegurando que as práticas de pesca sejam conduzidas de maneira sustentável e em conformidade com os princípios de conservação e uso sustentável dos recursos pesqueiros.

7. Metodologia do projeto, caracterizada a participação de cada instituição e as estratégias para fortalecimento e integração do trabalho em rede

O projeto será estruturado em oito Grupos de Trabalho (GTs), cada um com responsabilidades específicas que abrangem desde a coleta e análise de dados biológicos e socioeconômicos, até a modelagem dos impactos das mudanças climáticas e a proposição de estratégias de manejo sustentável para as pescarias de atuns e espécies afins no Atlântico Sul.

8. GT1: Coleta de Dados de captura e biológicos e Banco Nacional de Dados de Atuns

1. Banco Nacional de Dados da Pesca de Atuns e Afins (BNDA)

Fase 1 - Revisão de dados pretéritos

No cenário atual, o BNDA está constituído de um conjunto de tabelas com informações provenientes dos sistemas nacionais de Mapas de Bordo (MP) e do Programa Nacional de Observadores de Bordo (PROBORDO, 2004-2011). Esses sistemas fornecem informações detalhadas sobre as operações de pesca e dados biológicos de comprimento, peso e sexo para algumas espécies.

A primeira etapa deste projeto visa realizar uma revisão detalhada de todas as tabelas do BNDA a fim de identificar lacunas de informações, erros não-amostrais (ex: equívocos de digitação), e outras inconsistências. Um dos principais problemas históricos do BNDA, cujas primeiras entradas dizem respeito a pescarias realizadas no final da década de 1970, é a ausência de identificadores claros para viagens de pesca, como data de início e final da viagem. Assim, não há um índice que permita separar as atividades registradas por viagem de pesca, o que dificulta sobremaneira a análise dos dados. A ausência de identificações das viagens é um problema crucial, ao qual será dedicado grande esforço na busca de uma solução. Para solucionar esse problema, será desenvolvido um critério baseado em distâncias espaciais e temporais entre lances subsequentes, além de análises logísticas para determinar a viabilidade de retorno ao porto e novos lances de pesca.

As informações do BNDA também deverão ser revisadas quanto a confiabilidade, tendo como base padrões operacionais das diferentes modalidades de pesca ou dos sistemas e na análise de disrupções e inconsistências nas oscilações observadas nas séries temporais das variáveis de interesse. Lacunas de informações ou inconsistências serão tratadas por meio de reconstrução de dados utilizando técnicas como Redes Neurais Artificiais (RNA), Modelos Lineares Generalizados (GLM) e Modelos Aditivos Generalizados (GAM), ou outras alternativas que venham a se mostrar úteis. Os dados brutos e as diferentes estimativas de séries reconstruídas servirão de base para análises subsequentes. Essas soluções técnicas serão implementadas em colaboração com especialistas em análise de dados e tecnologias de processamento de dados.

Fase 2 - Definição da nova estrutura

Com base na natureza multi-institucional do projeto, a proposta visa criar um Sistema de Informações centralizado, reunindo dados consolidados e georreferenciados sobre as pescarias de atuns e afins. O sistema permitirá a integração de dados de diferentes fontes, adaptando-se às especificidades de cada instituição participante e garantindo simultaneamente a segurança e a acessibilidade das informações. Este sistema permitirá a integração de dados de diferentes fontes, como pesquisas de campo coletas de dados secundários e projetos parceiros trazidos pela rede de pesquisadores e instituições envolvidas na proposta. Além disso, o sistema será adaptável às especificidades dos diferentes tipos de dados e às demandas de cada instituição participante, oferecendo acesso simultâneo e personalização dos formulários e garantindo a segurança e acessibilidade dos dados armazenados. Esses desafios são intensificados pela necessidade de reunir fontes relevantes de dados para apoiar o manejo da atividade pesqueira nacional.

A nova estrutura permitirá a gestão de dados brutos e consolidados, possibilitando comunicação em tempo real entre as diversas fases do projeto. O repositório será compartilhado entre as instituições parceiras e o Grupo de Trabalho Científico, contribuindo com o Comitê de Gestão da pesca de atuns e afins do Brasil. Com isso, será possível garantir um acesso rápido, seguro e transparente a todas as informações geradas, oferecendo subsídios essenciais para o manejo sustentável das pescarias nessas regiões.

Ao contrário do sistema prévio constituído de planilhas isoladas, armazenadas individualmente, o sistema deverá ser estruturado em um banco de dados relacional, maximizado para garantir a agilidade, segurança e criticidade das informações.. Para isto, será utilizada a ferramenta de gerenciamento de banco de dados, COLETUM (www.coletum.com.br). Esta é uma ferramenta de gerenciamento de dados que permite customizar as estruturas do banco de dados, suas tabelas e formulários de entrada no formato conforme as demandas do usuário. O COLETUM ainda permite uma gestão completa multiusuário, com variações de permissionamento de acesso aos diferentes tipos de informações geridas pelo banco de dados. Além disso, esta ferramenta permite acesso embarcado em tecnologia móvel, o que facilita o trabalho em campo, possibilitando entrada direta da informação em um ambiente com criticidade de entrada, minimizando erros não amostrais (p.ex.: erros de digitação).

Para estruturação do novo banco de dados e seus formulários de entrada, um processo de modelagem da estrutura pretérita do BNDA, bem como, das potenciais adequações em função dos novos formatos de dados, deverá ser realizada. Somente após esta estruturação do modelo geral e relacional do banco pronto é que a Fase de Agregação dos Dados Históricos e Novos será realizada.

Fase 3 - Agregação dos dados históricos e novos

A fase de agregação dos dados envolverá duas sub-etapas, a primeira focada na migração dos dados revisado se padronizados na Fase 1 para o novo Sistema de Gerenciamento de Informações proposto para o BNDA. A segunda etapa consistirá em (a) na inclusão de novos dados coletados no âmbito deste projeto, e; (b) na concatenação de dados de captura e esforço provenientes do Sistema de Mapas de Bordo Digital mantido pelo Governo Federal.

2. Coleta de dados de captura

Os dados de captura continuarão a ser obtidos a partir do Sistema Nacional de Mapas de Bordo. Estas informações continuaram a ser incorporadas ao BNDA no decorrer da vigência do projeto. Em adição, em sendo identificadas outras fontes de dados de captura, as mesmas serão revisadas e avaliadas quanto a possibilidade de virem a integrar o conjunto de informações disponíveis para análise, em paralelo às do sistema de Mapas de Bordo

3. Coleta de dados biológicos

3.1. Coleta de Dados Biológicos através do Programa de Monitoramento da Pesca de Atuns e Afins (PMPA)

A coleta de dados biométricos será conduzida por meio do Programa de Monitoramento da Pesca de Atuns e Afins (PMPA), financiado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). A coleta começou em janeiro de 2024 e continuará durante a vigência do projeto.

3.1.1. Locais de Coleta

Os principais portos de desembarque onde serão realizadas as coletas de dados biométricos incluem: Rio Grande (RS), Itajaí (SC), Itaipava (ES), Recife (PE), Natal (RN), Areia Branca (RN) (Figura 1). Todos esses pontos serão monitorados durante um período de 24 meses, abrangendo uma área de atuação das frotas e cobrindo as principais modalidades de pesca, como linha e redes de emalhe, com o objetivo de obter dados biométricos abrangentes e consistentes das espécies de interesse.

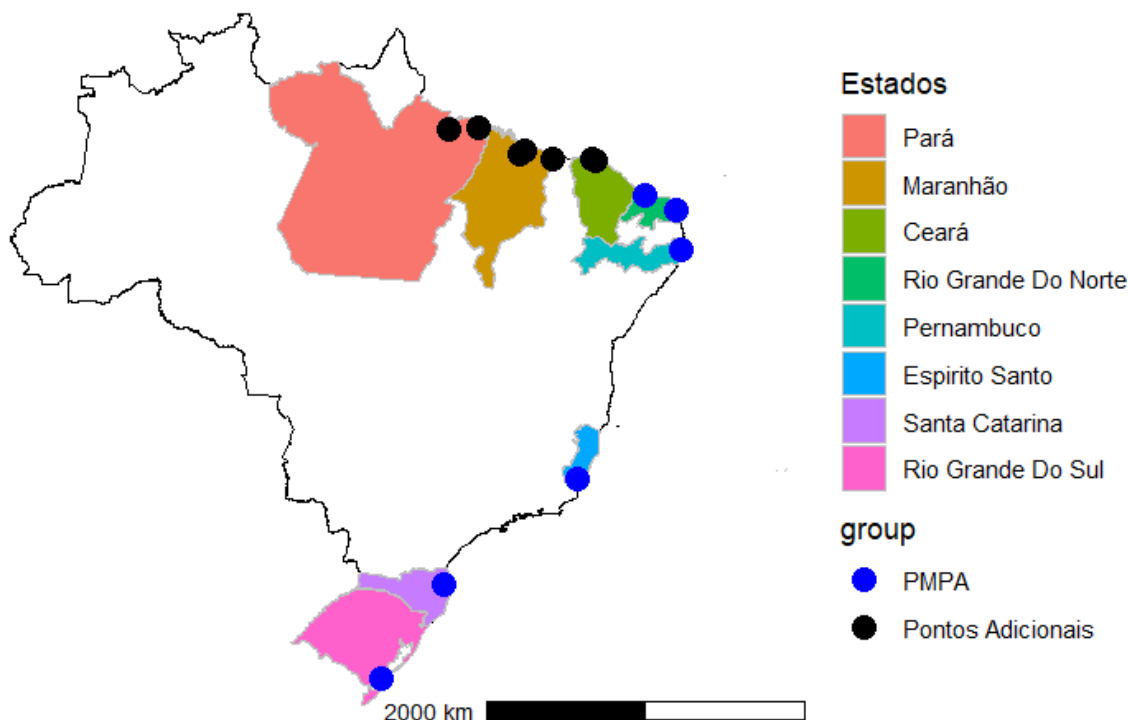


Figura 1 Locais de amostragens no âmbito do PMPA (pontos azuis). Rio Grande do Norte - Areia Branca, Natal, Pernambuco - Recife, Espírito Santo - Itaipava, Santa Catarina - Itajaí, Rio Grande do Sul - Rio Grande. Locais de amostragens adicionais no âmbito deste projeto (pontos pretos) Estado do Pará - Bragança, São João de Pirabas, Belém, Maranhão - São Luís, Carutapera, Raposa, Tutóia, Ceará - Acaraú, Itarema, Fortaleza, Acaraú.

3.1.2. Dados Coletados

As amostras serão coletadas mensalmente ao longo de 24 meses, seja a bordo das embarcações ou nos pontos de desembarque, visando as espécies prioritárias indicadas no anexo III da Chamada CNPq/MPA nº 15/2024, como *Coryphaena hippurus*, *Thunnus alalunga*, *Thunnus albacares*, *Thunnus obesus* e *Scomberomorus brasiliensis*. Adicionalmente, espécies como *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus atlanticus* e *Scomberomorus cavalla* serão incluídas, considerando sua importância ecológica e econômica, e as lacunas existentes em seus parâmetros populacionais.

A coleta de dados biométricos incluirá:

- Peso total e/ou eviscerado
- Comprimento total (CT), comprimento furcal (CF), e em casos específicos, o comprimento opercular-furca para peixes que chegam descabeçados.
- Para espécies como peixes de bico, será registrado o comprimento mandíbula inferior-furca e para tubarões, o comprimento inter-dorsal.

Esses dados serão registrados tanto para as espécies-alvo quanto para a fauna acompanhante. A coleta será realizada por meio de acompanhamento de desembarques e observadores de bordo nas diferentes modalidades da frota atuneira, como espínhel para atuns e espadarte, espínhel boiado para dourado, vara e isca-viva, cerco e cardume associado.

3.1.3. Metodologia de Coleta

A coleta de dados será baseada em estratificação por tipo de embarcação, arte de pesca e localidade. Serão utilizadas fichas padronizadas para o registro das informações, que incluem:

- Duração da viagem de pesca
- Tempo efetivo de pesca
- Produção
- Esforço (número de pescadores, tipo de arte de pesca utilizado)

Além disso, amostragens sistemáticas serão testadas em um experimento que avaliará diferentes delineamentos amostrais probabilísticos nos principais portos de desembarque. Serão realizadas simulações de cenários para verificar o impacto de diferentes intervalos de amostragem e avaliar a precisão das estimativas de composição de tamanho por espécie.

3.1.4. Validação dos Dados

As amostras serão comparadas com dados históricos e a qualidade das amostras será garantida por meio de calibração periódica dos instrumentos de medição e treinamento de campo para os observadores. Além disso, os dados serão submetidos a processos de validação de qualidade, para verificar a consistência interna das medições e detectar possíveis outliers.

3.2. Coleta de Amostras Biológicas para Estudos Específicos

Além da coleta de dados biométricos, serão coletadas amostras biológicas com o intuito de estudar parâmetros de reprodução e crescimento.

3.2.1. Locais de Coleta Específicos

Além dos portos considerados no PMPA, coletas específicas de gônadas e estruturas etárias serão realizadas nos seguintes locais adicionais: Bragança (PA), São João de Pirabas (PA), Belém (PA), São Luís (MA), Carutapera (MA), Raposa (MA), Tutóia (MA), Fortaleza (CE). Esses locais foram escolhidos devido à importância ecológica e econômica das espécies-alvo nessas regiões.

3.2.2. Coletas de Gônadas e Estruturas Etárias

As coletas de amostras biológicas terão como foco principal a obtenção de dados de morfometria dos indivíduos, além da dissecação para sexagem, com o objetivo de estudos de reprodução e idade e crescimento. Para algumas espécies indicadas no Anexo III da Chamada CNPq/MPA nº 15/2024, como *Coryphaena hippurus*, *Thunnus alalunga*, *Thunnus albacares*, *Thunnus obesus* e *Scomberomorus brasiliensis*, as gônadas (testículos e ovários) e estruturas etárias (espinhos, otólitos) serão coletadas diretamente para análise de idade e reprodução.

3.2.3. Metodologia de Coleta e Armazenamento

Os espécimes serão identificados e mensurados, e em seguida, as gônadas e estruturas calcificadas serão acondicionadas em sacos plásticos estéreis e tubos tipo eppendorf, devidamente etiquetados. As amostras serão armazenadas em ambientes refrigerados, garantindo a integridade das amostras até o transporte para análise laboratorial.

3.2.4. Frequência da Coleta

Essas coletas ocorrerão mensalmente por um período de 24 meses, tanto a bordo quanto nos pontos de desembarque mencionados.

4. Compilação de dados secundários

A Fase 4 será dedicada à coleta e integração de dados secundários de diversas fontes. Essas informações são fundamentais para complementar os dados primários obtidos nas coletas de campo e garantir uma base de dados robusta e completa.

4.1. Fontes de Dados Secundários

Os dados secundários serão obtidos de fontes públicas e privadas, incluindo:

- **Instituições públicas brasileiras**, como:
 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
 - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)
 - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
 - Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA)
 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)
 - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)
- **Fontes internacionais**:
 - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO)
 - Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT)
 - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)
- **Projetos nacionais relevantes**, como o **REVIZEE** (Programa Nacional de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva).
- **Indústria e entidades representativas da pesca**: Estas instituições fornecerão informações sobre registros de embarcações, dados de rastreamento satelital e valores de primeira venda.

4.2. Metodologia de Compilação

A compilação será realizada por meio de:

1. **Levantamento de bases de dados existentes**: As equipes de coleta farão uma revisão detalhada dos registros disponíveis, tanto de bancos de dados digitais quanto de arquivos físicos.
2. **Processamento e Padronização**: As informações coletadas de diferentes fontes passarão por um processo de **curação e padronização**, para garantir que estejam formatadas de forma compatível com o BNDA.
3. **Integração dos Dados**: Uma vez padronizados, os dados serão integrados ao sistema de gerenciamento de banco de dados do projeto, utilizando a plataforma **GeoNode**. Essa plataforma permitirá a gestão eficiente de dados **georreferenciados e dinâmicos**, facilitando a análise espacial e a acessibilidade das informações.

4.3. Validação dos Dados Secundários

Para garantir a integridade dos dados secundários, será implementado um processo de **validação interna**. Este processo incluirá:

- **Avaliação da confiabilidade das fontes**: Cada conjunto de dados será classificado de acordo com sua origem e grau de confiança, considerando o histórico da fonte e a precisão dos registros.
- **Verificação cruzada**: Sempre que possível, os dados secundários serão comparados com os dados primários ou com informações de fontes alternativas, a fim de garantir sua precisão e consistência.
- **Auditorias periódicas**: Durante a vigência do projeto, serão realizadas auditorias para revisar a integridade das informações e corrigir quaisquer inconsistências detectadas.

4.4. Compartilhamento dos Dados

Todos os dados compilados e validados serão armazenados na plataforma **GeoNode**, que permite a gestão colaborativa e em tempo real dos dados. A plataforma também garantirá **controle de acesso por permissões**, garantindo que diferentes níveis de dados possam ser acessados conforme o perfil do usuário, com restrições para dados sensíveis. Além disso, o sistema será configurado para fornecer **relatórios automáticos e dashboards**, permitindo que as partes interessadas acompanhem o progresso do projeto e acessem análises atualizadas de maneira eficiente.

o **GT2 – Bioecologia**

Objetivo

Processamento e análise de material biológico (gônadas e partes calcificadas) para a estimativa dos parâmetros de dinâmica populacional, identificação de estoques e descrição de ciclo de vida das espécies prioritárias, como subsídios para os modelos de avaliação e estoque. O objetivo principal é atualizar os principais parâmetros demográficos e aqueles ligados às características da história de vida (reprodução, estruturas etárias, crescimento, mortalidade, movimentos, etc.) ao longo da costa do Brasil para as espécies visadas.

Metodologia

Banco de Amostras

A equipe já conta com um banco de partes calcificadas (otólitos e espinhos dorsais) de várias espécies obtidos em projetos anteriores, como o Projeto de Apoio Técnico-Científico ao Desenvolvimento da Pesca de Atuns e Afins no Brasil (PROTUNA), o Programa de Marcação de Atuns no Atlântico Tropical (AOTTP) e o Estudo da Biologia Reprodutiva da Albacora Branca do Atlântico Sul (REALBAS). Coletas adicionais serão realizadas para as espécies constantes na Tabela 1, com foco em preencher lacunas de tamanho (pequenos e grandes indivíduos em particular), e de forma integral para outras espécies prioritárias, como *Coryphaena hippurus*, *Scomberomorus brasiliensis* e *Scomberomorus cavala*.

Tabela 1. Número de indivíduos das espécies constantes no banco de otólitos e a respectiva estatística descritiva dos tamanhos disponíveis (média, mínimo, máximo e desvio padrão).

Espécie	n	Lmin	Lmax	Lmed	sd
Albacora laje (<i>T. albacares</i>)	138	45	168	96,5	28,2
Albacora bandolim (<i>T. obesus</i>)	150	31	163	71,2	18,1
Albacorinha (<i>T. atlanticus</i>)	39	46	68	55,2	4,7
Bonito listrado (<i>K. pelamis</i>)	255	26	75	50,1	7,2
Albacora branca (<i>T. alalunga</i>)	288	60	125	102,2	8,9

Processamento de Estruturas Calcificadas

No laboratório, os otólitos e os espinhos dorsais serão limpos em água destilada para remover material orgânico residual. Após secagem, os otólitos serão dispostos sobre uma superfície escura e fotografados em ambos os lados

(interno com sulcos e externo), utilizando um microscópio estereoscópico com sistema de captura de imagem. Os espinhos e otólitos serão emblocados em resina de poliéster, dos quais serão obtidas seções transversais com uma serra metalográfica de baixa velocidade. Os espinhos serão cortados inteiros no ponto inicial de crescimento (base) de acordo com protocolos padronizados, como o de Muñoz-Lechuga et al. (2024).

Os estruturas calcificadas serão processados de maneiras distintas, de acordo com o propósito do estudo:

1. **Estimativa de idade em anos (incrementos anuais dos otólitos e espinhos):** As seções transversais de aproximadamente 500 μm (espinhos) a 350 μm (otólitos) serão obtidas para identificar os anéis sazonais (anos). As seções serão observadas diretamente na luz transmitida (espinhos) ou refletidas em um fundo preto (otólitos). Cada lâmina será fotografada em microscópio estereoscópico com sistema de captura de imagem e os incrementos anuais serão lidos para estimar a idade (por 2 leitores, pelo menos duas leituras independentes para cada estrutura calcificada sem acesso aos resultados anteriores). Idades estimadas entre leitores e/ou entre espinhos e otólitos serão comparadas para garantir a precisão estatística.
2. **Estimativa de idade em dias (microincrementos dos otólitos):** Para certificar o crescimento dos peixes durante o primeiro ano de vida, os otólitos serão preparados em lâminas finas. O otólito não utilizado para a estimativa da idade em anos será seccionado transversalmente de cerca de 500 μm . As seções serão fixadas em uma lâmina com cola termoplástica e passarão por um processo de abrasão e, em seguida, serão polidas em placas com água e pó de alumínio de acordo com o protocolo proposto por Secor (2014), até alcançar a região do núcleo, permitindo a leitura dos incrementos diários. Incrementos diários serão lidos para estimar a idade (por 2 leitores, pelo menos duas leituras independentes para cada otólito sem acesso aos resultados anteriores). Idades estimadas entre leitores serão comparadas para garantir a precisão estatística.
3. **Estimativa de idade assistida por micro-tomografia.** A partir dos promissores resultados obtidos por Vasconcelos-Filho et al. (2019) sobre a utilização de imagens de micro-tomografia computadorizada (micro-CT) para o estudo das variações de densidade de otólitos. Uma abordagem inovadora será avaliada na presente proposta, o uso de micro-CT como método auxiliar não destrutivo que permitirá a visualização tridimensional da estrutura interna dos otólitos, possibilitando a detecção precisa de variações de densidade que podem estar correlacionadas com o crescimento dos peixes. para estudos de determinação de idade e crescimento. Os autores citados exploraram várias aplicabilidades deste novo procedimento e mostraram que a radiodensidade apresenta forte relação ontogenética. As imagens tridimensionais de micro-CT dos otólitos serão obtidas usando um scanner Nikon Metrology modelo XT H 225 ST, no Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X do Departamento de Energia Nuclear da UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. Os otólitos de sagittae serão colocados em um suporte de isopor e escaneados usando os seguintes parâmetros: 80 kV, 220 μA e um filtro de alumínio de 0,5 mm (Vasconcelos-Filho et al., 2019). A variação de radiodensidade entre espécies e idades será analisada de duas maneiras. (i) A partir de um novo método para representar a organização de variáveis por um objeto topológico (um grafo) sem colapso de dados no espaço, chamado Ball Mapper (uma ferramenta do campo de Análise de Dados Topológicos - TDA) (Dlotko, 2019). Este método foi primeiramente aplicado em imagens tomográficas de otólitos por Valério et al. (2024), o qual demonstrou forte correlação entre as características topológicas da densidade do otólito com a idade do peixe. (ii) Outra abordagem será a partir de métodos de análise de sinais, tais como Análise de Fourier e Wavelets. No caso (i), o padrão de radiodensidade será observado em 3D, ou seja, como a topologia da densidade do otólito se comporta desde o núcleo até sua borda em coordenadas x,y,z, considerando variações entre espécies e idades. Já no caso (ii), a variação será observada no sentido transversal e longitudinal a partir do núcleo. Isto é, uma seção transversal ou longitudinal do otólito contendo o núcleo será extraída da imagem tomográfica, e nesta seção, linhas serão traçadas desde o núcleo até a borda do otólito, simulando eixos de leitura usados em estudos de idade e crescimento. O reconhecimento de possíveis padrões existentes nas flutuações de densidade observadas serão avaliados com objetivo de identificar padrões sazonais na ocorrência de picos e vales que reflitam o crescimento do peixe ou algum evento ambiental. Esses padrões serão

comparados aos resultados obtidos pelos estudos convencionais de idade e crescimento para cada espécie. Como observado por Vasconcelos-Filho et al. (2019) e Valério et al. (2024), as imagens de micro-CT dos otólitos também permitirão a identificação precisa da região do núcleo. Durante a formação do otólito, o núcleo do otólito é a primeira parte a ser formada e tem a menor densidade devido à sua composição química composta principalmente por glicoproteínas (Sasagawa e Mugiya, 1996) e outros materiais orgânicos (Fermin et al., 1998). Em estudos de idade e crescimento, conhecer a posição do núcleo do otólito e o tipo de corte usado (transversal ou longitudinal) é fundamental.

4. **Análise de forma dos otólitos:** As imagens dos otólitos serão processadas, passando por um processo de binarização, transformando a imagem em píxeis brancos e pretos, no software R utilizando o pacote "momocs" (Bonhomme et al., 2014) para análise morfométrica. O contorno dos otólitos será extraído e representado por uma matriz de coordenadas (x, y), sendo analisado com a técnica de Fourier elíptica. A variabilidade da forma dos otólitos será examinada por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) e posteriormente submetida a uma análise multivariada (MANOVA) para identificar diferenças significativas entre aos scores dos componentes gerados pela PCA como proxies das formas de otólitos de diferentes áreas de amostragem.
5. **Análise química de otólitos.** Para avaliar movimentos individuais (zonas de berçário, padrões de migração, etc.) e identificar potenciais distinções entre grupos populacionais, serão realizadas análises químicas multielementares a partir dos otólitos. Seções transversais obtidas dos otólitos das espécies estudadas no presente projeto serão analisadas ao Observatoire de Recherche Montpelliérain de l'Environnement (OREME) da Universidade de Montpellier (colaboração com UMR MARBEC), análise de elementos traço, como para a estimativa das proporções de concentração dos elementos traço (Estrôncio - Sr, Bário - Ba, Magnésio - Mg, Manganês - Mn, Cádmio - Cd e Chumbo - Pb, estimando a proporção em relação ao Cálcio - Ca, e outros elementos). As análises de microquímica de otólitos serão realizadas no OREME, a concentração desses elementos será avaliada, a partir de subamostras de 15 a 20 otólitos por área de coleta, por meio de espectrometria de ablação a laser (LA-ICPMS). Os dados químicos brutos serão analisados definindo por meio da plotagem de linhas de a tendência das proporções dos elementos traços ao longo do transecto do núcleo até a borda. Por meio do teste de Shapiro-Wilk será verificado se tais dados apresentam padrão de distribuição normal. Os dados brutos serão analisados por meio da plotagem de linhas de tendência das proporções dos elementos traços ao longo do transecto do núcleo até a borda. Por meio do teste de Shapiro-Wilk será verificado se tais dados apresentam padrão de distribuição normal. Em seguida, os dados serão plotados em com gráficos do tipo boxplot e para verificar se existem diferenças significativas entre as medianas das proporções dos elementos traço entre as áreas de coleta por meio de testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis. Para verificar a , além de serem submetidos à PCA para identificar a contribuição de cada elemento traço entre as nas diferentes áreas de coleta, será utilizada a análise de componente principal (PCA).

Análise da Idade e Modelos de Crescimento

Para obter um melhor ajuste da curva de crescimento, as leituras anuais serão ajustadas por meio da técnica proposta por Farley et al (2020), na qual os dados são fracionados em idades decimais.

Para verificar a confiabilidade das leituras em anos, será utilizado o índice médio de erro percentual (IAPE), proposto por Beamish e Fournier (1981).

$$IAPE = 100 \times \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left(\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{Y_{ij} - Y_j}{Y_j} \right)$$

Onde N é a quantidade amostral de peixes, R é o número de estimativas para a idade dos peixes, Y_{ij} é a i -ésima determinação da idade do j -ésimo peixe, Y_j é a média encontrada entre estimativas.

As leituras de idade baseadas nos incrementos anuais serão comparadas entre os otólitos e espinhos, para identificar qual das estruturas apresenta informações com maior precisão. Em relação aos otólitos, será avaliado o tamanho mínimo em que os incrementos anuais se tornam visíveis, com leituras complementares dos microincrementos diários sendo usados para peixes menores.

A validação das leituras dos anéis anuais será realizada com base na análise de incremento marginal, que verificará a periodicidade de formação dos mesmos. Quanto aos microincrementos diários, estima-se que as marcas sejam registradas diariamente, após validações realizadas pelo Programa de Marcação de Atuns no Atlântico Tropical (AOTTP) por marcação com oxitetraciclina (OTC), que permite quantificar com precisão a formação diária de microincrementos.

Os parâmetros de idade e crescimento serão estimados a com base nas leituras de idade e comprimento, a partir dos espinhos ou pelo desenvolvimento de modelos integrados pela leitura microincrementos diários com incrementos anuais em otólitos, técnica que vem sendo adotada nesse tipo de estudo voltado para atuns e afins (Zischke et al 2013; Pacicco et al, 2020; Waterhouse et al, 2022).

Serão testados quatro modelos de crescimento amplamente utilizados na biologia pesqueira: von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Richards.

$$\text{von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938): } L_t = L_{\infty} \cdot \{1 - e^{-k_1 \cdot (t-t_1)}\}$$

$$\text{Gompertz (Gompertz, 1825): } L_t = L_{\infty} \cdot e^{-e^{-k_2 \cdot (t-t_2)}}$$

$$\text{Logístico (Ricker, 1975): } L_t = L_{\infty} \cdot \{1 + e^{-k_3 \cdot (t-t_3)}\}^{-1}$$

$$\text{Richards (Richards, 1959): } L_t = L_{\infty} \cdot [1 + (1 - \delta) e^{-k_4 \cdot (t-t_4)}]^{-1/(1-\delta)}$$

Onde: L_t = comprimento estimado na idade t ; L_{∞} = comprimento máximo teórico; $k_{1,2,3 \text{ e } 4}$ = taxa de crescimento relativa a cada modelo; t_1 = idade quando o comprimento teórico é igual a zero; t_2, t_3 e t_4 = parâmetros relacionados ao ponto de inflexão relativo a cada modelo. δ = parâmetro relacionado ao ponto de inflexão no eixo y.

Cada modelo será ajustado utilizando a regressão não-linear no software R, por meio da função **nls()**, que utiliza o algoritmo de Gauss-Newton. Os parâmetros do modelo, como o comprimento máximo teórico (L_{∞}) e a taxa de crescimento (k), serão estimados para cada modelo. A escolha do modelo mais adequado será realizada com base no Critério de Informação de Akaike (AIC, Akaike, 1973), que avalia a qualidade de ajuste de cada modelo. O modelo com o menor valor de AIC será considerado o melhor ajuste para os dados (Katsanevakis, 2006).

$$AIC = n \cdot \log \left(\frac{SQR}{n} \right) + 2k$$

Onde: n : número de observações; SQR: soma dos quadrados dos resíduos; k : número de parâmetros, incluindo o σ^2 ;
 $\hat{\sigma}^2 = \frac{SQR}{n}$

Para verificar a existência de dimorfismo sexual, a diferença entre as estimativas dos parâmetros de idade e crescimento para machos e fêmeas serão comparadas por meio de teste de verossimilhança (Kimura, 1980), com base na soma dos quadrados dos resíduos e comparados pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), o qual será executado por meio da função *vblrt* inserida do pacote 'fishmethods' (Nelson, 2013) disponível no software R (R Core Team, 2024).

Análise e Estimativas dos Parâmetros Reprodutivos

A análise dos parâmetros reprodutivos será baseada na avaliação de características macroscópicas e microscópicas das gônadas. Inicialmente em laboratório, os indivíduos serão sexados e as características macroscópicas dos testículos e ovários frescos avaliadas para a definição do estágio reprodutivo. Posteriormente, o peso, o comprimento e a largura das gônadas serão registrados. As gônadas serão clivadas na porção mediana para imersão em solução de formaldeído 10% e, após 48h, conservadas numa solução de álcool 70% para

Os estágios de maturação serão classificados de acordo com as características macroscópicas e microscópicas das gônadas, baseado nas escalas propostas por Murua et al. (2003) e Brown-Peterson et al. (2011), atribuindo-se seis estágios de desenvolvimento para as fêmeas e machos: I- imaturo, II- em desenvolvimento, III- capaz de desovar ou ejacular/maduro, IV- desovando ou ejaculando, V- desovada ou ejaculado e VI- em repouso.). As análises histológicas serão realizadas para confirmar esses estágios, permitindo maior precisão na classificação. Para a confecção das lâminas destinadas a caracterização microscópica dos estágios de maturidade, os tecidos já seccionados e imersos em álcool 70% serão desidratados em álcool, em ordem crescente de concentração (80%, 90%, 100% I e 100% II), clarificados em xilol (xilol I e II), impregnados em parafina para posterior seccionamento em micrótomo (6µm) e coração com Hematoxilina e Eosina (Hunter e Macevitz, 1985).

Diferenças entre o número de fêmeas e machos capturados por mês e na amostra total, serão testadas por meio teste não paramétrico qui-quadrado (χ^2), ao nível de 5% de significância. O teste de Kolmogorov-Smirnov (KS, $p < 0,05$) será realizado para avaliar se existem diferenças significativas na distribuição da frequência dos CF dos machos e fêmeas por mês e para o período total avaliado.

Índice Gonadosomático (IGS) será calculado mensalmente, por meio da equação proposta por Nootmorn (2004): $IGS = \text{peso da gônada} / CF^3 \times 10^4$, com o objetivo de identificar variações sazonais no ciclo reprodutivo das espécies. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) será aplicado para analisar as diferenças nos valores do IGS e no peso das gônadas de machos e fêmeas, considerando os diferentes períodos reprodutivos. O fator de condição de (K) será calculado através da metodologia proposta por Albieri e Araújo (2010), conforme a equação $K = (\text{Peso Eviscerado} \times \text{Comprimento Furcal}^{-1})^3 \times 1000$.

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) estimado por meio de análises logísticas (proporção entre indivíduos maduros/imaturos por classes de tamanho), com o pacote SizeMat no software R (R Core Team, 2024), de acordo com a seguinte fórmula:

$$P = 100 / (1 + e^{(-a(L - L_{50}))})$$

Onde: P - % indivíduos maduros em um determinado comprimento; a - intercepto; L_{50} - comprimento de primeira maturação; e L - Comprimento Furcal.

Por fim, a fecundidade (F) por lote será estimada pelo método gravimétrico, retirando-se três alíquotas da gônada esquerda ou direita dos ovários no estágio de desova ativa (desovando) para a contagem dos ovócitos hidratados. O número total de ovócitos hidratados será estimado aplicando a equação proposta por Hunter et al. (1985): $F = n \cdot PO / p$, onde n = número de ovócitos hidratados de todas as três subamostras, PO = peso total do ovário (g) e p = peso total (g) de todas as três subamostras. As relações entre fecundidade e as variáveis comprimento total, peso total e peso da gônada serão analisadas por meio de regressões. Para caracterizar o tipo de desova, serão capturadas imagens dos cortes histológicos de fêmeas em todos os estágios de desenvolvimento ovariano, com o intuito de mensurar através do software ImageJ, os diâmetros dos ovócitos nas diferentes fases de desenvolvimento, permitindo assim calcular a frequência relativa dos ovócitos para cada estágio (Murua et al. 2003).

o **GT3: Avaliação de Estoques Pesqueiros**

- Objetivos:

1. Avaliar qualitativamente o nível de risco das espécies de atuns e afins, capturados pela frota de cardume associado, priorizando as espécies que se encontram em médio e alto risco para avaliação de estoques "pobres em dados"
 2. Elencar as espécies capturadas como bycatch pela frota de cardume associado que estão em médio e alto risco
 3. Avaliar os estoques das espécies prioritárias utilizando modelos de avaliação de estoques tradicionais
 4. Avaliar os estoques das espécies prioritárias utilizando modelos de avaliação de estoques "pobres em dados"
 5. Desenvolvimento de Avaliação de Estratégia de Gestão com Regras de Controle de Captura (*Harvest Control Rules*) através da abordagem *Management Strategy Evaluation – MSE*
- Atividades:
 1. Revisão sistemática de literatura sobre a história de vida, parâmetros populacionais, série de dados de captura, comprimento e captura por unidade de esforço (CPUE) das espécies prioritárias para aplicação do protocolo ERAEF e MSE
 2. Padronização da captura por unidade de esforço (CPUE) utilizando modelos de regressão
 3. Aplicação de modelos de avaliação de estoques.
 4. Desenvolvimento e/ou adaptação de novas metodologias de avaliação ou para estimar índices relativos de abundância.
 5. Desenvolvimento de Avaliação de Estratégia de Gestão com Regras de Controle de Captura (*Harvest Control Rules*) através da abordagem *Management Strategy Evaluation – MSE*
 - Resultados esperados
 1. Indicação de espécies prioritárias e bycatch que estão em médio e alto risco, devido à captura pela frota de cardume associado.
 2. Avaliação atualizada e robusta dos estoques prioritários
 3. Estimativas de índices relativos de abundância com avaliação crítica sobre a utilidade deles
 4. Implementar o MSE para simular e testar a robustez de diferentes Regras de Controle de Captura e comparar o desempenho de diferentes estratégias de manejo frente às incertezas, avaliando o impacto na biomassa do estoque e na estabilidade econômica.
 - Metodologia

Análise de risco semiquantitativa sob uma perspectiva ecossistêmica

A análise de risco ecológico aplicada à pesca (Ecological Risk Assessment for the Effects of Fishing – ERAEF) (Hobday et al., 2006) pode ser empregada para realizar avaliações de risco complexas, bem como sugerir espécies e pescarias que necessitam de ações de manejo imediatas (Arrizabalaga et al., 2011). Assim, este protocolo será aplicado na pesca de cardume associado, uma vez que as frotas sediadas no Ceará (Vidal e Ximenes, 2019) e Rio Grande do Norte vêm obtendo produções expressivas de atuns e afins. Além disto, há uma relativa escassez de dados desta pescaria, quando comparada às outras modalidades.

A produção da pescaria em cardume associado realizada pelas frotas do Ceará e Rio Grande do Norte vem sendo monitorada desde 2016 e 2011, respectivamente. Desta forma, dados pretéritos gerados por pesquisas pontuais de integrantes desta proposta serão considerados. Estes foram obtidos em embarques e monitoramento de desembarques das frotas de Acaraú e Itarema (Litoral Extremo Oeste do Ceará) e Areia Branca, litoral Oeste do Rio Grande do Norte.

A análise hierárquica do ERAEF é composta por três etapas, onde a primeira (Análise de Escala, Intensidade e Consequência - SICA) consiste em uma avaliação qualitativa dos riscos de dado componente ecológico. Para tanto, são obtidas informações com os atores. As variáveis recebem pontuação de 1 a 6, equivalente às categorias de risco

(desprezível a extremo). Os dados pretéritos mencionados acima forneceram subsídios para este passo, sugerindo as espécies prioritárias e a fauna acompanhante como componentes ecológicos a serem avaliados.

As espécies que obtiverem pontuação igual ou maior que 3 na SICA serão avaliadas na Análise de Produtividade e Susceptibilidade (PSA). Para essa finalidade, características de história de vida (e.g. desova pelágica, fertilização externa), parâmetros populacionais (e.g. tamanho de primeira maturação sexual), vulnerabilidade intrínseca e status de conservação, são atributos previamente estabelecidos no protocolo (Hobday et al., 2011) e aplicados em outras pescarias (Lucena et al., 2017; Kiszka, Marchant, Roberson, 2024) que serão utilizados.

Na PSA a vulnerabilidade intrínseca refere-se à suscetibilidade à pesca, de acordo com as características da história de vida, enquanto a vulnerabilidade total considera efeitos ambientais ou a pesca (Cheung et al., 2007). Quanto à conservação, o status da IUCN determina a inserção da espécie em categorias de ameaças, de acordo com flutuações demográficas. Assim, a vulnerabilidade do componente ecológico escolhido será estimada utilizando média ponderada dos atributos.

A maioria das informações dos atributos da PSA será obtida diretamente de literatura específica, priorizando aquelas com amostragens na área de distribuição do estoque explorado. Além destas, o ERAEF considera dados de comprimento dos espécimes adquiridos na área ao longo de monitoramentos pesqueiros (e.g. observador de bordo, desembarques). Para tanto, esta análise contará com dados biométricos obtidos por meio do **Programa de Monitoramento da Pesca de Atuns e Afins (PMPA)**, financiado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).

Isto posto, a PSA irá elencar as espécies, onde aquelas com nível de risco moderado a alto deverão ser analisadas em modelos de avaliação de estoques (Hobday et al, 2006).

Estimativas de Índices Relativos de Abundância com Dados Dependentes da Pesca Comercial:

Os dados de captura e esforço de pesca provenientes da atividade pesqueira serão analisados para identificação de suas associações com fatores operacionais, variáveis ambientais e técnicas que isoladamente ou em interação respondem por variações nos coeficientes de capturabilidade. A partir de então devem ser concebidos modelos para a estimativa de índices relativos de abundância baseados na análise de dados provenientes da pesca comercial. Na grande maioria dos casos se parte da análise da captura e do esforço de pesca, ou da captura e de uma taxa de captura comercial como a captura por unidade de esforço (CPUE) e de modelos de regressão.

No caso das variáveis respostas, o convencional é mesmo o uso da CPUE, ou da captura com o esforço em offset. Porém se considera avaliar a pertinência da análise de outros índices que podem ser construídos a partir dos dados comerciais. Quanto aos modelos de regressão os mais frequentemente usados são Modelos Lineares Generalizados (GLM), Modelos Aditivos Generalizados (GAM), INLA (Hierarchical Bayesian models structured through the Integrated Nested Laplace Approximations) com incorporação ou não de dependências espaço-temporais serão considerados. Além destes, se pretende ainda considerar o uso de alternativas de modelagem com abordagens de Machine-Learning e Inteligência Artificial (ex: Anypoint Code Builder - ACB). As análises poderão ser realizadas com diferentes programas ou linguagens, mas na maioria dos casos serão desenvolvidas no R (R Development Core Team, 2024).

Em adição ao estudo das alternativas para se estimar índices de abundância relativa, serão também realizados estudos das estimativas de parâmetros dos modelos de regressão, associadas às variáveis explicativas que estariam carregando informações sobre variações dos coeficientes de capturabilidade. Essas estimativas, usualmente são consideradas como de menor interesse no processo de padronização, que em princípio é destinado prioritariamente eliminar exatamente a interferência das variações dos coeficientes de capturabilidade. Porém, o entendimento sobre como as diferentes variáveis explicativas operacionais, ambientais ou de outra natureza, interferem nas capturas ou taxas de captura podem, propiciar ganhos de conhecimentos, que potencialmente auxiliam na busca por melhorias nos procedimentos de cálculos utilizados para obter índices de abundância relativos confiáveis.

Modelos de avaliação de estoques “pobres em dados”

Para abordagens integradas de avaliação de estoques, o Stock Assessment Continuum Tool (antigo SS-DL) pode ser utilizado em casos de dados limitados, combinando múltiplas fontes de informação, como dados de captura, esforço, idade, e comprimento, além de outros dados biológicos. O modelo permite o uso desses diferentes tipos de dados para gerar estimativas populacionais de biomassa, recrutamento e mortalidade. Pode-se calcular ainda métricas referências, como limites de captura (e.g., Maximum Sustainable Yield - MSY), a razão do potencial reprodutivo no rendimento máximo sustentável (SPRMSY) e a biomassa desovante no rendimento máximo sustentável (SBMSY), entre outras informações úteis para a gestão pesqueira. Com dados mais amplos e integrados, como séries temporais de captura e esforço, o modelo pode gerar resultados mais robustos, considerando múltiplas fontes de incerteza relacionadas ao estoque.

O LBSPR (Length-Based Spawning Potential Ratio) é uma abordagem útil projetada para casos em que os dados de comprimento são os principais disponíveis, permitindo estimar o estado do estoque com base em relações biológicas simples, como a mortalidade natural sobre a constante de crescimento de von Bertalanffy (M/K), o comprimento de primeira maturidade (L_{50}) e o comprimento assintótico (L_{inf}). O modelo utiliza distribuições de comprimento para inferir a seletividade da pesca e a taxa de mortalidade por pesca relativa à mortalidade natural (F/M), calculando o índice de potencial reprodutivo (SPR), que indica quanto da capacidade de desova de uma população é mantida em relação a uma população não explorada. O LBSPR é especialmente útil para avaliar o impacto da pesca em estoques sem a necessidade de dados completos de captura ou esforço, gerando informações importantes sobre o status do recurso, além de inferir tamanhos mínimos de captura e taxas de mortalidade pesqueira necessárias para manter níveis sustentáveis de potencial reprodutivo.

O CMSY++ (Catch-MSY) será utilizado em casos de dados limitados, especialmente quando houver apenas séries históricas de captura disponíveis. A partir desses dados, o modelo é capaz de estimar a produtividade de um estoque e os níveis sustentáveis de exploração. Usando exclusivamente as informações de captura, combinadas com informações a priori sobre a resiliência da espécie (taxa intrínseca de crescimento populacional - r) e os níveis de depleção da biomassa (B/k), o CMSY++ fornece estimativas de métricas como o rendimento máximo sustentável (MSY), biomassa no rendimento máximo sustentável (BMSY) e mortalidade por pesca no rendimento máximo sustentável (FMSY). Esses resultados oferecem ferramentas úteis para a gestão pesqueira em contextos nos quais dados mais detalhados não estão disponíveis, auxiliando na definição de limites de captura e estratégias de recuperação para estoques sobre-explorados.

Modelo dinâmico de biomassa JABBA (Just Another Bayesian Biomass Assessment; Winker et al., 2018):

O JABBA é um modelo bayesiano de produção excedente com estrutura de estado-espço, disponível como um pacote no ambiente R (Winker et al., 2018). É amplamente utilizado em avaliações de estoques ao redor do mundo, utilizando como entrada séries de captura e diferentes índices de abundância. Ele permite que as distribuições a priori dos parâmetros sejam adaptadas conforme o conhecimento disponível, como valores previamente estimados de parâmetros de história de vida. O JABBA oferece uma variedade de diagnósticos relacionados ao ajuste das trajetórias de biomassa estimadas, permitindo a estimativa de pontos de referência através de distribuições posteriores. Ele inclui: (1) ajuste de múltiplas séries de CPUE e seus erros padrão; (2) incorporação da variabilidade estocástica no processo de produção de biomassa; (3) introdução de erro de observação, descrevendo como os dados de CPUE se relacionam com a biomassa e como outras variações influenciam o coeficiente de capturabilidade; e (4) escolha da função de produção excedente mais adequada (Fox, Schaefer ou Pella-Tomlinson), com base na definição do ponto de inflexão BMSY/ K . O framework JABBA está descrito por Winker et al. (2018).

Modelo integrado com riqueza de dados SS3 (*Stock Synthesis*, Methot e Wetzel, 2013):

O SS3 é uma ferramenta utilizada para modelagem integrada da dinâmica populacional por idade. Ele usa como dados de entrada séries temporais de desembarques, comprimentos e índices de abundância, sendo amplamente aplicado em avaliações de estoques em todo o mundo (Methot e Wetzel, 2013). O SS3 é altamente flexível e escalável, operando em situações com dados limitados até modelos complexos, que integram múltiplas fontes de dados, considerando processos biológicos e ambientais. O SS3 incorpora processos críticos para a dinâmica do estoque, como mortalidade, recrutamento, seletividade e crescimento. A modelagem integrada é importante, pois permite a estimação dos processos dinâmicos populacionais, considerando possíveis correlações entre os parâmetros, o que reduz incertezas. Ele também permite estimar parâmetros de manejo, como taxas de exploração para alcançar o rendimento máximo sustentável, além de fornecer previsões sobre o estado futuro do estoque.

Diagnósticos básicos, avaliação da convergência e seleção dos modelos

Os modelos JABBA e SS3 fazem uso de uma ampla gama de dados, sendo necessário realizar diagnósticos detalhados para garantir que os parâmetros estimados se ajustem bem aos dados observados. A escolha do modelo base, ou seja, o que representa melhor o estoque explorado, é feita com base em uma série de critérios diagnósticos. O modelo final é aceito após passar por todas as verificações necessárias, conforme adaptado do método de Carvalho et al. (2021).

Avaliação de Estratégia de Gestão (MSE) da albacora-branca do Atlântico Sul e do bonito-listrado do oeste do Atlântico

A Avaliação de Estratégia de Gestão (MSE; Punt et al., 2016) é um processo que simula o desempenho de diferentes estratégias de manejo pesqueiro, permitindo avaliar a eficácia de regras de controle de captura em condições de incerteza. Através do MSE, gestores podem testar diversas regras de controle de captura, medindo sua robustez frente a variações ambientais, biológicas e econômicas. No presente projeto, o pacote openMSE do ambiente R será utilizado para implementar essa avaliação (Carruthers et al., 2021). A metodologia será dividida em cinco etapas principais:

Etapla 1: Compilação dos dados disponíveis para a parametrização dos modelos operacionais iniciais: compilação dos dados disponíveis sobre a história de vida e das séries de captura, comprimentos e captura por unidade de esforço (CPUE);

Etapla 2: Parametrização dos modelos operacionais iniciais: **a)** condicionamento dos modelos operacionais a partir dos dados históricos disponíveis via RCM (*Rapid Conditioning Model* – Pacote openMSE; <https://openmse.com/tutorial-rcm/>); **b)** condicionamento dos modelos operacionais a partir de outputs de modelos de avaliação de estoques existentes (e.g. Modelos dinâmicos de biomassa ou Modelos integrados estruturados por idade);

Etapla 3: Parametrização dos procedimentos de gestão (*management procedures*) iniciais: estruturação de procedimentos de gestão empíricos, baseados em capturas constantes; **b)** estruturação de procedimentos de gestão empíricos, baseados em índices de abundância; **c)** estruturação de procedimentos de gestão baseados em modelos de avaliação de estoques e; **d)** estruturação de procedimentos de gestão baseados em modelos de avaliação de estoques com regras de controle de captura associadas (i.e. *harvest control rules*);

Etapla 4: Parametrização dos indicadores de performance (*performance metrics*) iniciais: **a)** estruturação de indicadores de performance baseados no status do estoque; **b)** estruturação de indicadores de performance baseados na zona de segurança biológica do estoque; **c)** estruturação de indicadores de performance baseados na maximização da produção e; **d)** estruturação de indicadores de performance baseados na estabilidade da produção;

Etapla 5: Desenvolvimento das simulações de circuito fechado (*closed-loop simulations*): **a)** avaliação dos modelos operacionais; **b)** avaliação dos procedimentos de gestão; **c)** avaliação dos indicadores de performance e; **d)** produção de figuras e tabelas;

o GT4 Efeitos das Mudanças Climáticas na Pesca de Atuns e Afins

Metodologia

As mudanças climáticas representam uma ameaça crescente às pescarias, alterando a distribuição, a abundância e a composição dos estoques pesqueiros. Este grupo de trabalho tem como objetivo avaliar os impactos potenciais das alterações climáticas sobre as pescarias de atuns e afins no Atlântico Sul. A metodologia empregada será dividida em três frentes principais: (a) a análise das mudanças na composição térmica das capturas, (b) deslocamento dos habitats em função dos cenários climáticos futuros, e (c) impactos sobre o crescimento somático, recrutamento e mortalidade das espécies. Esses estudos fornecerão subsídios para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais resilientes às mudanças climáticas.

Esta etapa do projeto buscará avaliar os potenciais efeitos das alterações climáticas sobre quatro aspectos distintos: (a) alterações na composição térmica das capturas de atuns e afins no oceano Atlântico Sul ao longo tempo; (b) potenciais alterações na distribuição dos organismos como respostas às alterações na estrutura do habitat destes organismos em função dos cenários de emissões de gases do efeito estufa para o futuro, e; (c) potenciais efeitos das mudanças climáticas nos padrões de resiliência e abundância destes estoques, considerando efeitos sobre aspectos como crescimento somático, sobrevivência (mortalidade natural) e recrutamento.

Alterações na composição térmica das capturas

Base de dados. Os dados utilizados nesta análise serão extraídos do banco de dados mantido pela Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT, na sigla em inglês: *International Commission for Conservation of Atlantic Tuna*), especificamente das bases de dados CATDIS e T2CE. Embora essas informações estejam disponíveis desde a década de 1950, para o propósito deste estudo serão considerados apenas os dados entre 1978 e 2023. As operações de pesca no Atlântico Sul, distribuídas entre os paralelos de 0° e 60° S, foram subdivididas em regiões principais: a sudoeste do Atlântico (SWAO) e sudeste do Atlântico (SEAO), com base no meridiano de 20° O. Essas operações foram realizadas por frotas pesqueiras de várias nações, utilizando diferentes métodos de pesca, incluindo espinhel de superfície, rede de cerco, vara e isca-viva, e linha de mão.

As informações sobre a preferência termal de cada uma das espécies presentes nas composições de capturas estudadas serão obtidas a partir de dados disponibilizados por Cheung et al. (2013) e outros autores, complementadas por dados do **FishBase** (Froese e Pauly, 2022). Informações oceanográficas e climáticas serão extraídas da reanálise global do Copernicus (GLORYS12; Copernicus Marine Environment Monitoring Service – CMEMS <http://marine.copernicus.eu/>). As projeções para os cenários de emissão dos gases do efeito estufa baseados nos modelos climáticos CMIP6 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) disponíveis no Bio-Oracle (<https://bio-oracle.org/>).

Análises de dados. A Temperatura Média da captura (MTC) será estimada para cada ano (y) das séries temporais de pesca pelágico-oceânica para os lados Oeste (SWAO) e Leste (SEAO) do oceano Atlântico conforme proposto por Cheung et al. (2013):

$$MTC_y = \frac{\sum_i^n T_i C_{i,y}}{\sum_i^n C_{i,y}}$$

onde n é o número total de espécies registradas no ano y , T_i é a preferência termal da i -ésima espécie e $C_{i,y}$ é a captura registrada da i -ésima espécie no y -ésimo ano.

Médias globais para cada série temporal de MTC serão estimadas levando em consideração também a segregação espacial proposta para cada ambiente estudado (SWAO e SEAO). Estas estimativas serão utilizadas para atribuir afinidades por águas, “quentes” ou “frias”, para espécies cujas preferências térmicas estavam acima ou abaixo destes valores de referência, respectivamente.

Adicionalmente, o efeito do comportamento do possível direcionamento das pescarias sobre a composição das capturas, que, por sua vez, poderia introduzir sinais independentes de variações no ambiente na estimativa do MTC (por exemplo, impulsionados pelas oscilações do mercado e outros fatores) também será avaliado. Para esse efeito, os dados foram primeiramente classificados por “métiers” (ou seja, combinação de espécies-alvo, artes de pesca e época do ano) previamente definidas utilizando o algoritmo de agregação de *k-means* (Steinley e Brusco, 2007). Dentro dos anos da série temporal, as capturas de cada métier foram somadas e utilizadas para calcular um índice anual de diversidade de métier (Dm) utilizando a formulação do índice de diversidade Simpson (Gianelli et al., 2019):

$$Dm_y = 1 - \sum_{m=1}^M \left(\frac{C_{m,y}}{C_y} \right)^2$$

onde, m representa o m -ésimo métier de pesca e M o número total de métiers definidos ao longo da série temporal. A variação anual deste índice tem o potencial de informar os anos onde um ou poucos métiers predominaram (e.g. baixo valor do índice Dm) e aqueles onde os métiers tiveram um papel equitativo nas capturas totais.

Tendências temporais do MTC, SST e Dm serão exploradas através da adaptação de modelos lineares à sua variabilidade ao longo do tempo, respeitando a particularidade de cada ambiente estudado (SWAO e SEAO) e a disponibilidade das covariáveis ambientais. As tendências estimadas do MTC serão testadas quanto à influência de espécies individuais nos dados das capturas (análise de sensibilidade das espécies). Este procedimento se destina a verificar se a variabilidade das capturas das espécies mais abundantes (e.g. aqui definida como as espécies com maiores participações nas capturas) poderia modular a variabilidade do MTC, mascarando significativamente o efeito combinado do grupo mais vasto de espécies presentes nas capturas (Gianelli et al., 2019). Nesta análise, os modelos lineares adaptados ao MTC ao longo do tempo serão ajustados a cenários em que as espécies serão iterativamente excluídas uma a uma. Em cada cenário, o declive estimado pelo modelo de regressão será comparado com o declive obtido com todas as espécies incluídas e verifica-se se a tendência original foi mantida ou significativamente alterada. O efeito dos preditores ambientais sobre a variabilidade do MTC será testado através da adaptação de modelos lineares que incluirão, também, uma estrutura de correlação temporal com lag de 0 - 4 anos, destinados a verificar quaisquer possíveis atrasos na resposta do MTC à variabilidade dos respectivos preditores ambientais. As tendências do MTC, em ambos os lados do SAO (SWAO e SEAO) serão ainda comparadas utilizando uma Análise de Covariância para identificar a possível distinção nas tendências temporais observadas em ambos os lados do SAO (por exemplo, inclinações dos modelos lineares).

Os padrões de mudança na abundância de espécies presentes nas capturas ao longo das suas respectivas séries temporais serão explorados utilizando métodos de ordenação e estimativas da diversidade *beta*. Para isto, inicialmente, será aplicado um procedimento de Árvore de Regressão Múltipla (MRT) às capturas anuais de cada espécie transformadas pelo método de Hellinger (dados de abundância) utilizando a função *mvpart* presente no pacote “*mvpart*” (Therneau e Atkinson, 2014) desenvolvido para R. O tamanho da árvore (ou seja, número de divisões) será selecionado após o cálculo do erro de validação cruzada e a decisão entre modelos mais bem adaptados e modelos mais parcimoniosos conforme proposto por Legendre e Legendre (2012). Uma Análise Coordenadas Principais (PCoA) será aplicada às distâncias de Hellinger para ordenar anos no espaço 2-D (Euclidiano) e explorar padrões de similaridade/dissimilaridade entre anos e entre grupos de anos, como previamente definido pela análise MRT (Legendre e Legendre, 2012).

A diversidade *beta* não direcional total (BD_{total}) será estimada calculando a soma total dos quadrados dos resíduos (SS_{total}) da matriz anos vs. espécies e a variância total dividindo o SS_{total} por $n-1$. O BD_{total} será ainda dividido em contribuições relativas de anos (aqui denominada YCBD) (Legendre e DeCáceres, 2013). As estimativas de YCBD serão testadas para significância por 999 permutações aleatórias e independentes das colunas de anos vs. matriz de espécies, usando a função *beta.div* do pacote “*adespatial*” (Dray et al., 2021) disponível para R. Esta análise será utilizada

para identificar ano(s) em que a composição das capturas pode ter sido particularmente alterada. As alterações temporais na composição das capturas serão também investigadas através do cálculo dos índices de Diversidade Beta Temporal (TBI), utilizando a função TBI do pacote “adespatial” também presente no ambiente estatístico computacional R (Dray et al., 2021). Este procedimento envolverá o cálculo de índices de diferenças percentuais entre anos (tomados dois a dois) e a divisão destas diferenças em “ganhos” ($1 > \text{TBI} > 0$) e “perdas” ($0 > \text{TBI} > -1$). A diferença calculada entre ganhos e perdas será testada utilizando um teste t-Student emparelhado (Legendre, 2019). Os padrões de ganhos e perdas entre períodos (por exemplo, grupos de anos semelhantes, como definido pelos métodos de ordenação) serão investigados através da análise da variabilidade das capturas de espécies individuais e preferências térmicas.

Por fim, todas as análises realizadas nesta etapa serão implementadas com auxílio do ambiente estatístico computacional R 4.2.2 (R Core Team, 2022). Adicionalmente, todo este arcabouço metodológico acima descrito já foi testado e utilizado para os fins que se propõem e estão disponíveis em Perez & Sant’Ana (2022).

Alterações na distribuição dos organismos

Base de dados. Para construção dos modelos de adequação de habitats serão acessados dados oceanográficos e climáticos provenientes de um conjunto de configurações globais de modelos oceânicos de alta resolução global como o Copernicus (GLORYS12; Copernicus Marine Environment Monitoring Service – CMEMS <http://marine.copernicus.eu/>).

As espécies avaliadas neste estudo são alvo da atividade pesqueira atuante no oceano Atlântico Sul com grande interesse econômico. Os dados de ocorrência (presença-ausência) serão compilados a partir das bases de dados disponíveis nos repositórios da Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT), do *Ocean Biodiversity Information System* (OBIS) e aquelas coletadas no âmbito do presente projeto. Os dados de diferentes bases (ICCAT, OBIS e outros) serão padronizados antes de sua utilização. Isso inclui a harmonização dos formatos de dados e o tratamento de lacunas ou inconsistências nas séries temporais e espaciais, garantindo comparabilidade e robustez das análises.

Para construção das previsões dos futuros cenários de distribuição das espécies já estudadas, serão utilizados dados baseados nas previsões dos modelos CMIP6 propostos pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC) da Organização das Nações Unidas. Esta construção levará em consideração as previsões para o ano 2100 que simulam prováveis faixas de calor e/ou valores de forças radioativas na Terra para o referido ano, em relação aos valores já observados durante o período pré-industrial (ASSIS et. al., 2017; ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2018; TYBERGHEIN et al., 2011).

Modelos de Adequação de Habitats. Um conjunto de algoritmos de aprendizado de máquina e modelos estatísticos distintos serão utilizados na implementação dos modelos de adequação de habitats, sendo estes, principalmente: Maxent (Phillips; Dudik; Schapire, 2019), Modelos Aditivos Generalizados (Hastie; Tibshirani, 1986), Random Forest (Breiman, 2001) e Generalized Boosted Models (RIDGEWAY, 2024). Todos estes modelos serão treinados e testados utilizando o framework do pacote “sdm” (NAIMI; ARAÚJO, 2016).

Para cada espécie, a base de dados será subdimensionada aleatoriamente utilizando um procedimento de amostragem aleatória simples. O passo seguinte será a implementação do processo de validação cruzada, permitindo avaliar o desempenho de cada modelo em função do comportamento da medida de tendência central estimada entre as interações.

Alterações nos padrões de resiliência e abundância

Através da utilização de um ambiente de simulação fechada baseado na aplicação do framework openMSE, a proposta nesta etapa é avaliar os potenciais efeitos esperados sobre possíveis mudanças nos padrões de crescimento somático, sobrevivência e recrutamento sobre a produtividade dos estoques de Bonito-listrado do Oeste e Albacora-branca

do Sul como forma de observar quais serão as prováveis respostas destes estoques em função das mudanças climáticas. Para mais detalhes sobre a metodologia de Avaliação de Estratégias de Manejo *vide* seção GT03.

Impacto das Mudanças Climáticas nas Avaliações de Estoques Pesqueiros

A variabilidade nas condições ambientais gera desafios significativos para os modelos tradicionais de avaliação de estoques, que geralmente assumem um ambiente estável. As mudanças climáticas podem modificar o recrutamento das espécies ao alterar as condições ambientais necessárias para a sobrevivência de larvas e juvenis. O aquecimento dos oceanos, por exemplo, pode impactar as taxas de crescimento dos juvenis, resultando em flutuações imprevisíveis nas taxas de recrutamento. Além disso, a temperatura influencia diretamente as taxas de crescimento e reprodução, podendo comprometer o tamanho do estoque reprodutivo. Mudanças nas dinâmicas de competição e predação entre espécies também são esperadas, afetando a resiliência populacional.

Essas variações nos padrões ecológicos podem ser incorporadas em modelos de produção excedente, ajustando as relações funcionais que refletem a resiliência reduzida em função das mudanças de temperatura. Testes de variações no recrutamento, comprimento médio capturado e mortalidade natural poderão também ser implementados em modelos estruturados por idade para entender melhor os impactos das mudanças climáticas no longo prazo.

Aspectos sócio-econômico das mudanças climáticas

As mudanças climáticas também terão profundas consequências socioeconômicas para as pescarias de atuns e afins. À medida que a distribuição e a abundância das espécies-alvo forem alteradas, pescadores e comunidades pesqueiras poderão enfrentar desafios significativos, como a necessidade de deslocamentos para áreas de pesca mais distantes e a possível redução na produtividade dos estoques. Isso pode resultar em custos operacionais mais altos, menor rendimento econômico e maior vulnerabilidade de pescarias de pequena escala, que dependem de acesso local aos recursos. Além disso, a competição por recursos pesqueiros pode intensificar-se, exacerbando conflitos entre frotas industriais e pescarias artesanais. As mudanças climáticas também poderão impactar mercados e cadeias de suprimento, influenciando a oferta e o preço do pescado. Para mitigar esses impactos, é fundamental que estratégias de manejo considerem não apenas os efeitos ecológicos, mas também as implicações socioeconômicas, promovendo uma transição justa e sustentável para as comunidades dependentes dessas pescarias.

o GT5: Análise Socioeconômica e identificação de conflitos

Objetivo: Caracterizar os aspectos socioeconômicos e culturais associados à pesca das espécies prioritárias de atuns e afins, incluindo a análise da cadeia produtiva e dos conflitos socioambientais.

Atividades:

1. Pesquisa de campo sobre o impacto socioeconômico da pesca dessas espécies, envolvendo as comunidades pesqueiras.
2. Identificação e análise de conflitos entre diferentes modalidades de pesca e outras atividades econômicas.
3. Análise da cadeia produtiva, desde a captura até a comercialização, com foco em oportunidades para melhorar a sustentabilidade.

Resultados Esperados

- ✓ Relatório detalhado sobre o impacto socioeconômico da pesca das espécies prioritárias e identificação de oportunidades para otimização dos benefícios econômicos.
- ✓ Identificação de protocolos e medidas à gestão da cadeia produtiva da atividade pesqueira. Os processos de produção, beneficiamento e comercialização devem ser considerados na avaliação e melhoria da cadeia produtiva das pescarias. Do ponto de vista técnico-econômico, a cadeia de produção é a soma de todas as operações necessárias para transformar a matéria-prima em produto final até chegar ao consumidor.

- ✓ Caracterização do perfil socioeconômico e cultural visando a sustentabilidade da atividade pesqueira. Qualquer pescaria tem repercussão, positiva ou negativa, no contexto social, econômico e cultural da atividade pesqueira, o qual deve conduzir à gestão e à avaliação local dessa pescaria, pois a introdução de uma atividade pesqueira é um fator de perturbação na dinâmica do ecossistema.
- ✓ Identificação do ponto de equilíbrio bioeconômico das pescarias. A exploração de um recurso natural não permitirá indefinidamente um crescimento – como recomendam os economistas. Portanto, a sustentabilidade dos recursos pesqueiros é um problema econômico e não biológico. Ou seja, do ponto de vista biológico, uma exploração sustentável é uma meta que se pode assumir, mas o problema está se é economicamente aceitável planejar um nível de crescimento zero na produção pesqueira.
- ✓ Mitigação de conflitos na gestão de recursos e territórios Mapeamento dos atores sociais, a performance econômica e os aspectos socioeconômicos da atividade pesqueira para identificação e descrição dos conflitos socioambientais associados à pesca e o papel da mulher na cadeia produtiva, que são aspectos cruciais para a inclusão social e a melhoria das condições de vida no setor.

Metodologia

Serão identificadas organizações representativas do setor pesqueiro e na valorização do conhecimento tradicional local, para a realização de atividades conjuntas (ex. caracterização do perfil socioeconômico e identificação e conflitos na gestão de recursos e territórios pesqueiros), visando fortalecer a valorização desse conhecimento tradicional local e estímulo à necessidade de adaptações frente às mudanças do clima e aos desastres que podem afetar o direito das pessoas à alimentação, água potável, saúde e moradia.

A execução prevê transparência na governança da pesca para contribuir com o desenvolvimento do setor pesqueiro e promover uma maior equidade no acesso aos recursos pesqueiros, através de abordagens dos benefícios ecossistêmicos e da biodiversidade, conforme o nível de ambição do setor produtivo, contribuindo para discutir as bases dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs), à conservação dos sistemas marinhos e costeiros, da biodiversidade e o bem-estar humano.

1. Coleta de dados socioeconômico

Para a implementação de qualquer modelo de gestão, é fundamental definir os principais instrumentos de análise econômica e financeira, como: produção, insumos, materiais de reposição, comercialização e autoconsumo; controles financeiros e econômicos; inventário e depreciação da unidade operacional; inventário e depreciação de máquinas e equipamentos; empréstimos contraídos (bancos, programas governamentais, etc.) e fornecidos (beneficiários/associados); e renda familiar (produção, beneficiamento, comercialização, autoconsumo e artesanato).

Serão desenvolvidas planilhas para coletar informações sociais, econômicas, organizacionais e ecológicas, diretamente relacionadas às comunidades envolvidas na pesquisa. Os dados serão organizados em uma matriz para facilitar a análise das interações inter- e intraespecíficas. O objetivo será obter informações sobre a variabilidade da produção, estratégias de colheita periódica, escalas espaciais e temporais, credibilidade no gerenciamento, impedimentos institucionais e a integração entre gerenciamento e avaliação.

Dado o caráter dinâmico da pesca, e a necessidade de informações atualizadas, serão levantados dados sobre planejamento parcial (diário/semanal) e global (anual/por safra), aquisição de insumos (gelo, isca, óleo diesel, lubrificantes e alimentos), petrechos de pesca (aquisição, reposição e reparo), manutenção de materiais (equipamentos e maquinários), fluxos e "lay-out" de produção, beneficiamento e comercialização, armazenamento, escoamento, agregação de valor e demandas de consumo.

Essa etapa inclui a aplicação de entrevistas estruturadas e semiestruturadas, além de questionários direcionados aos seguintes grupos-alvo:

- Pescadores: Coleta de dados sobre o nível de produção, autoconsumo, insumos necessários para a atividade, renda familiar e fontes alternativas de sustento.
- Armadores e Empresários: Informações sobre planejamento de operações pesqueiras (diárias, semanais e anuais), aquisição de insumos (gelo, isca, combustível), depreciação de equipamentos, custos fixos e variáveis das operações.

- Comerciantes: Entrevistas com agentes envolvidos na cadeia de comercialização, incluindo aqueles responsáveis pelo manuseio, transporte e venda do pescado, tanto no mercado interno quanto externo.

2. Levantamento e Identificação de conflitos socioambientais

Um dos objetivos principais será identificar e mapear conflitos relacionados ao uso dos recursos pesqueiros e territoriais. Será realizado um levantamento dos principais conflitos que afetam o setor pesqueiro, com foco em: 1) Conflitos de uso de recursos: Disputas entre diferentes tipos de pesca (artesanal versus industrial), sobreposição de zonas de pesca e competição por acesso a áreas produtivas. 2) Conflitos territoriais: Tensões entre as atividades pesqueiras e outras formas de uso do território marinho, como turismo, mineração e conservação ambiental.

Um zoneamento econômico será conduzido para identificar conflitos de uso e áreas prioritárias para conservação, utilizando ferramentas como a análise multicriterial e sistemas de informação geográfica (SIG). Mapas de predição espacial serão desenvolvidos para delinear habitats essenciais e áreas de concentração das espécies-alvo, como atuns e espécies associadas. A análise permitirá a criação de diretrizes para o uso sustentável do espaço marinho, promovendo uma integração entre o setor produtivo, as comunidades e os objetivos de conservação..

3. Coleta de dados da cadeia produtiva e viabilidade econômica

Os dados primários e secundários para o estudo da cadeia produtiva e da viabilidade econômica da pesca de Atuns da costa brasileira, deverão ser coletados e/ou consolidados tendo em conta um gradiente de escalas, incluindo pescarias industriais e/ou artesanais, bem como cobrindo as regiões do país, a saber: S-SE, NE-N. Por esse motivo, a escolha dos locais de coleta será realizada após finalizada a tipificação das pescarias, buscando ao menos uma tipologia por região.

Para o estudo da cadeia produtiva buscar-se-á, através de entrevistas e de questionamentos a informantes qualificados, caracterizar os elos de comercialização do atum e da fauna acompanhante, se for o caso, de forma integral e sistêmica, através da composição de cada nível, considerando cada ator social que está inserido nesse contexto, partindo dos atores de base e outros agentes envolvidos no processo de comercialização, até os níveis finais do mercado consumidor. Dados serão obtidos também por meio de fontes secundárias, em registros de exportação ou de enquetes e pesquisas no mercado consumidor.

Os dados sobre investimentos, custos e receitas da pesca de atum, foco desta pesquisa, serão coletados por meio da aplicação de questionários, contendo perguntas abertas e fechadas para determinar a lucratividade da pesca em análise. As entrevistas serão aplicadas aos agentes de comercialização, pescadores ou encarregados dos barcos de pesca. Nas entrevistas serão registrados valores sobre investimentos iniciais de capital e equipamento a serem utilizados, amortização dos bens da pesca, bem como custos fixos e variáveis, taxas e outros custos, além de receitas médias ao longo do ano (Neves e Viceconti, 2003; Borgia, 2002; Buarque, 1989; e Hoffman et al., 1987). Também, serão coletados e organizados dados secundários de desembarques e viagens da frota industrial em análise, dados esses disponíveis em relatórios de pesquisa, em instituições de pesquisa, em registros produtos de projetos executados, como por exemplo, os dados de pescarias da região SE/S produzidos no Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira, para Santa Catarina (PMAP/SC), São Paulo (PMAP/SP), com registros de viagens de pescarias demersais, desembarques (kg), aparelhos de pesca utilizados, dias efetivos de pesca, preços de primeira venda, pontos de recepção e venda de pescados, características das embarcações, entre outros descritores da pescaria.

Análise de Dados Socioeconômicos e da Cadeia Produtiva

A análise socioeconômica será conduzida com foco na cadeia produtiva das pescarias de atuns e afins, permitindo uma visão holística e sistêmica das operações pesqueiras e seu impacto econômico.

Mapeamento da cadeia produtiva:

A cadeia produtiva, definida em Pontes (2006) como uma sequência de operações que conduzem à produção de bens, permite uma visão sistêmica das ações e atividades com início (insumos, produção primária), meio

(processamento/distribuição) e fim (distribuição/comercialização), formando uma corrente de elos entre as atividades, os agentes e as organizações envolvidas, sendo que cada um desempenha papel específico e de relacionamento cooperativo.

Cadeia produtiva e elos comerciais:

A base metodológica a ser usada na análise de dados no estudo da cadeia produtiva é descrita em Zilbersztajn (2000), Pontes (2006), Hellin e Meijer (2006) e Silva (2005), onde os autores apresentam uma estrutura conceitual, o desenho generalizado da cadeia, com atores e instituições interligados, elos comerciais, e indicam o mapeamento do mercado como conteúdo básico para a montagem da cadeia. Com essa estrutura constituída, a partir dos dados coletados, os diferentes segmentos da cadeia serão analisados, de forma integrada, considerando o sistema de pesca trabalhado, os atores envolvidos, os elos comerciais e valores movimentados nos diferentes elos do segmento produtivo da cadeia.

Indicadores econômicos:

Na análise da performance econômica de pescarias consideradas, indicadores econômicos e financeiros serão estimados, como base para avaliar a sustentabilidade econômica das pescarias de atuns em diferentes escalas e regiões geográficas, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes.

Por investimento entende-se o capital imobilizado nos bens duráveis de produção (barco, motor, redes de pesca, construções, etc.). Serão estimados os custos da pescaria, divididos em custos fixos e variáveis. Como custos fixos são consideradas as depreciações, o custo de oportunidade do capital imobilizado, seguro e taxas. Os custos variáveis se referem aos gastos operacionais com mão-de-obra, matéria prima, insumos, serviços, entre outros. A receita total corresponde ao valor de primeira comercialização da captura realizada e desembarcada. Na sequência, serão estimados rendimentos, lucros e resultados econômicos obtidos com a pesca em análise. Indicadores destacados nesta análise:

- Lucro puro: receita menos custos totais, referindo-se ao excedente econômico puro gerado na captura;
- Lucro líquido: receita menos despesas e depreciação, que é uma medida do retorno ao capital e ao trabalho do produtor;
- Lucro bruto ou margem bruta de retorno: receita menos despesas efetivas. É o saldo monetário, do qual devem ser retiradas as depreciações e o custo de oportunidade do capital empatado. As despesas efetivas são constituídas basicamente pelos custos variáveis, aos quais são adicionados os gastos com licenciamento e seguro;
- Taxa de retorno ao investimento (TIR): relação entre o lucro e o investimento inicial, e mede o tempo necessário para a reposição do investimento;
- Taxa de remuneração do capital (TRC): relação entre o lucro líquido e o capital investido;
- Ponto de nivelamento (PN): limite mínimo de produção para que não ocorra prejuízo, calculado pela relação entre o custo fixo e o excedente da receita sobre os custos variáveis;
- Margem de lucro (ML): relação entre lucro puro e receita, e mostra o percentual de receita que significa lucro;
- Relação benefício/custo (B/C): relação entre receita e custo total, indicando o que é obtido a partir de cada unidade monetária de custo.

Esses indicadores fazem parte de uma metodologia de análise benefício-custo tradicional, sendo melhor detalhados em suas estruturas de cálculos e formulários em Neves e Viceconti (2003), Borna (2002), Buarque (1989), e Hoffman et al. (1987). Também, em estudos econômico-financeiros da área de pesca, como em Rodrigues, Gasalla e Abdallah (2018), Pio et al. (2016) e Carvalho, Chaves e Cintra (2004).

4. Análise Bioeconômica e Modelagem

A análise bioeconômica e a modelagem são essenciais para integrar dados biológicos sobre estoques pesqueiros com aspectos econômicos, proporcionando uma visão abrangente da relação entre pesca, sustentabilidade dos recursos e viabilidade financeira. O objetivo principal dessa abordagem é oferecer subsídios para estratégias de manejo que garantam a exploração sustentável dos recursos pesqueiros e a rentabilidade econômica das operações.

Será aplicada uma estrutura de custos, já testada com sucesso no Projeto PROTUNA, baseada no modelo de análise de custos utilizado por Mattos (2008) e adaptada dos estudos de Franquesa & Leonart (2001). Esse modelo já provou ser eficaz e sua aplicação no contexto atual incluirá novos dados relevantes. Além disso, serão testados modelos como Gordon-Schaefer e Beverton-Holt que permitem calcular pontos de referência como o Rendimento Econômico Máximo (REM) e o Rendimento Máximo Sustentável (RMS) para cada espécie, com base na estrutura de preços e nos custos das frotas.

Visando contribuir para o entendimento da estrutura econômica das operações de pesca, os parâmetros econômicos serão definidos como uma função das receitas totais. O mais importante objetivo é a definição dos custos fixos e variáveis das operações de pesca que incluem investimentos em barcos, motores, redes, seguros, além de despesas operacionais com combustível, insumos e mão-de-obra. A receita total será estimada a partir da primeira comercialização com a venda do pescado no cais, considerando as demandas de mercado, volume capturado e qualidade do produto. Será simulado o comportamento econômico do pescador/armador (caixa do pescador/armador), considerando os possíveis lucros e os possíveis prejuízos durante uma determinada unidade de tempo (ex. um ano) de operação de pesca e qual é a resposta do produtor com os resultados obtidos das pescarias. Isso permitirá observar fatores como capturabilidade, esforço de pesca e seletividade dos equipamentos de pesca influenciam a sustentabilidade econômica e os resultados financeiros.

Dada a incerteza associada à coleta de dados econômicos, o modelo bioeconômico utilizado inicialmente será relativamente simples, como o proposto por Leonart et al. (2003), que permite identificar possíveis estratégias de gestão. Seu principal objetivo é ilustrar os dinamismos dos estoques de peixes sujeitos à pesca pelos agentes econômicos. Leva em consideração que a frota pesqueira tem certas características econômicas e técnicas (capital, poder pesqueiro, esforço etc.) que infligem uma mortalidade por pesca (F) nos estoques de peixes. O processo da pesca resulta em capturas que são vendidas e transformadas em ingressos. Uma parte desses ingressos é usada para aumentar ou diminuir o capital ou o esforço de pesca. A mortalidade por pesca sofre mudanças dinâmicas frequentemente, devido à relação entre F com q (capturabilidade) e E (esforço). A capturabilidade q pode ser considerada como uma constante ou estar em função do capital e/ou do tempo.

A estrutura bioeconômica será baseada em três componentes principais, que interagem no processo de pesca:

- ✓ O modelo de dinâmica populacional do estoque explorado (ESTOQUE);
- ✓ O modelo de mercado que, baseado na captura de espécie(s) alvo(s) e no preço unitário, converte a produção (pescado) em dinheiro (MERCADO); e
- ✓ O modelo dinâmico da unidade de exploração pesqueira, que utiliza os resultados econômicos da pesca para modular a mortalidade por pesca na unidade de estoque (PESCADOR/ARMADOR).

Além disso, a mortalidade por pesca pode ser controlada por medidas de gestão técnica externas, como políticas públicas e regulamentações, que são de grande interesse por três razões principais::

- ✓ Como uma ferramenta pedagógica para educar os pescadores e gestores públicos sobre a dinâmica populacional e os impactos da pesca;
- ✓ Como uma abordagem exploratória para analisar a dinâmica dos estoques de peixes, mesmo quando há pouca disponibilidade de dados;
- ✓ Como uma ferramenta prática para avaliar a eficácia de medidas de gestão em pescarias menos estudadas, fornecendo uma base para a implementação de estratégias de manejo sustentável.

o GT6 - Bycatch - Análise da distribuição espaço-temporal do bycatch na pesca com espinhel pelágico e interações com a pesca de cardume associado

Para fins destas análises será utilizado o conceito de bycatch adotado pela FAO, que considera o bycatch como a captura de organismos que não são o alvo da pesca, incluindo os organismos que estão fora dos limites de tamanho legais, que extrapolaram as cotas de captura, as espécies ameaçadas e protegidas, e as espécies devolvidas ao mar por quaisquer outros motivos, bem como os organismos não-alvo que são retidos e posteriormente consumidos ou vendidos

(Pérez-Roda, 2019). A redução do bycatch representa um desafio crítico para a sustentabilidade da pesca de atuns e afins. Este grupo de trabalho visa analisar a distribuição espaço-temporal dessas capturas na pesca com espinhel pelágico e cardumes associados, buscando mitigar o impacto sobre espécies vulneráveis e melhorar as práticas de manejo pesqueiro.

Para o alcance destes objetivos, serão analisados dados de captura, esforço e biometria das espécies que compõem o bycatch da pesca de atuns e afins, das frotas espinheleiras brasileiras que operam no Oceano Atlântico, provenientes do Programa de Observador de Bordo (PROBORDO), Banco de Dados Nacional (BNDA), Projeto: Pesca de atuns e afins no Brasil: monitoramento e pesquisa para fins de manejo e conservação das espécies, Projeto Tubarão-azul e da empresa FISHFIND.

Os bancos de dados que serão utilizados, apresentam configurações diferentes conforme detalhado abaixo e serão utilizados e atualizados para análises específicas de acordo com cada objetivo do presente Grupo, tais como gerar previsões espaciais, uso do habitat, analisar as relações espaço-temporais, e suas relações com as variáveis ambientais. As diversas fontes de informações são (i) O BNDA provém de dados históricos da pesca de atuns e afins (1978 até o presente momento), nele contém informações sobre as coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) por lançamento, hora inicial e final do lançamento, hora inicial e final do recolhimento, dia, mês, ano, captura e esforço de todas as espécies capturadas, sejam elas alvo ou bycatch, pela frota espinheleira brasileira. (ii) FISHFIND: é uma empresa que monitora, em tempo real, as capturas da frota comercial de espinhel em Natal-RN, coletando uma série de informações detalhadas sobre a pesca, desde janeiro de 2020 até o momento. Para cada dia de pesca foram registrados: problemas mecânicos, presença/ausência de pseudo-orca, número de indivíduos depredados, espécies capturadas (alvo, fauna acompanhante, capturas incidentais e acidentais), descartes, data, hora de início e término do lançamento e recolhimento, posição geográfica (latitude e longitude) e total do esforço utilizado em cada lançamento. (iii) Projeto Pesca de atuns e afins no Brasil: monitoramento e pesquisa para fins de manejo e conservação das espécies visa estabelecer um registro abrangente de informações relativas à produção pesqueira de atuns e espécies correlatas (observadores de bordo), assim como sobre a dinâmica de desembarque nos diversos portos do Brasil (técnicos encarregados do acompanhamento de desembarques), abordando suas distintas modalidades. Esses dados, meticulosamente compilados, serão integrados ao BNDA. (iv) Projeto Tubarão-azul: é um projeto executado pela FURG com o objetivo de elaborar um plano de gestão para a pesca do tubarão-azul no estado do Rio Grande do Sul. O banco de dados do referido Projeto contém informações de 26 viagens com observadores de bordo e 465 viagens com dados registrados pelos mestres das embarcações, por meio do preenchimento de cadernos de bordo da frota de espinhel pelágico atuante no Rio Grande do Sul, entre 2018 e 2023. As principais informações que compõem este banco de dados são dados do lançamento e recolhimento do espinhel, composição das capturas estocadas e do bycatch, biometria das principais espécies estocadas e do bycatch e registro dos peixes depredados por orcas/falsas-orcas ou por tubarões.

Os dados provenientes de diferentes fontes serão harmonizados para garantir a consistência e comparabilidade das análises. Serão aplicadas metodologias padronizadas para a validação e tratamento dos dados, assegurando que os mesmos critérios sejam utilizados em todas as fontes e permitindo uma análise robusta e integrada.

Já as variáveis ambientais como: temperatura da superfície do mar (SST), temperatura de profundidade, anomalia da temperatura da superfície do mar (SSA), altura da superfície do mar (SHA), anomalia da altura da superfície do mar (SLA), Gradientes de SST (Grad), correntes (Cor) e componentes zonais e meridional dos ventos (U e V), Clorofila, Temperatura da Profundidade, Profundidade da camada de mistura, entre outras variáveis relevantes a ecologia das espécies, serão obtidas utilizando o pacote Easier access to scientific data ("ERDDAP" - <https://www.ncei.noaa.gov/erddap/index.html>), Copernicus Data Marine Store (<https://data.marine.copernicus.eu/>) e/ou outras fontes similares (Ex. NOAA) e agregados ao banco de dados de captura e esforço, comprimento e peso. Outras variáveis relacionadas à capturabilidade, não informadas nos mapas de bordo, como a profundidade do local de lançamento do espinhel/ batimetria (BAT) e o índice de iluminação da lua (IL) também serão utilizadas.

Os Modelos Aditivos Generalizados Mistos (GAMMs) serão utilizados com o intuito de analisar a relação entre os fatores ambientais e as taxas de captura incidental - Bycatch por Unidade de Esforço (BPUE) e também em relação aos dados de comprimento dos atuns e afins, em particular de indivíduos destas espécies no bycatch. Os GAMMs são

extensões do GLM e combinam propriedades estatísticas de duas estruturas amplamente necessárias em estudos biológicos, nomeadamente modelos mistos lineares, que incorporam efeitos aleatórios e modelos lineares generalizados, que lidam com a não-normalidade dos dados (BOLKER et al., 2009). Nos GAMM, dois tipos de variáveis podem ser consideradas, os efeitos fixos e os efeitos aleatórios, estes últimos normalmente incluem blocos ou estudos observacionais que são replicados em espaço ou tempo, mas podem também englobar variações entre indivíduos, espécies, regiões, entre outros. Através dessas análises é possível analisar e gerar previsões espaciais, uso do habitat, analisar as relações espaço-temporais, assim como seus efeitos com as variáveis ambientais.

Uma outra análise importante que será realizada é avaliar a correlação entre as áreas de pesca do cardume associado com a do espinhel, particularmente para as frotas do Rio Grande do Norte e Ceará, de forma a verificar a possível associação aumento do (bycatch-), assim como a ocorrência de pseudo-orcas observados ao longo dos anos. Para esse fim será utilizado o Global Fishing Watch (GFW) que fornece informações de rastreamento espacial relativas às operações de pesca em regiões caracterizadas por um monitoramento limitado da pesca convencional (Kroodsma et al., 2018). Recentemente o Brasil firmou um memorando de entendimento no qual compartilha publicamente o sistema de monitoramento com a GFW. Assim como o banco de dados ASPERN - é uma Associação que coleta informações sobre a produção e monitoramento da pesca (Mapas de Bordo, cadernos de pesca e PREPS) sobre a pesca de cardume associado no Estado do Rio Grande do Norte. Possui um banco de dados que vai de 2015 a 2021, que será atualizado, contendo informações sobre a produção de cada barco associado, por espécies (alvo e bycatch), tamanho, dados econômicos da pesca por dia de desembarque ano e mês. Para identificar se existem diferentes correlações entre o aumento do bycatch entre as diferentes frotas utilizaremos uma análise de agrupamento (Cluster) e em seguida utilizaremos uma Análise de Componentes Principais (PCA) para verificar qual a contribuição dos fatores nesse agrupamento.

A expectativa é de que as informações geradas a partir do presente trabalho constituam subsídios importantes não só para melhor avaliar o impacto da pesca de atuns com espinhel pelágico nas espécies integrantes do bycatch, mas, acima de tudo, desenvolver medidas mitigadoras capazes de reduzir ainda mais tais capturas como por exemplo a identificação de hotspot, propor restrições do esforço, em termos de área e época de pesca (estratégias de defeso), identificação de interações entre a pesca de cardume associados e espinheleira, analisando suas influências no aumento do bycatch e interações entre as pseudo-orcas e as modalidades de pesca.

o GT7: Normativas de Gestão

Objetivo: Revisar as medidas de gestão e propor novas normativas para a pesca das espécies prioritárias, visando a sustentabilidade dos estoques e a conservação dos ecossistemas aquáticos.

Atividades:

1. Revisão das políticas públicas existentes relacionadas à gestão dessas espécies, com base nos novos dados gerados.
 2. Elaboração de novas medidas de ordenamento e monitoramento, considerando os resultados alcançados nos diferentes GTs.
 3. Elaboração de recomendações para políticas públicas que promovam a sustentabilidade dos recursos pesqueiros e a conservação dos ecossistemas.
- Resultados Esperados:
 1. Propostas de normativas revisadas ou novas para a gestão das espécies prioritárias, com base em dados científicos robustos e análises socioeconômicas.
 2. Melhoria na governança pesqueira, com maior participação das comunidades e melhor adesão às políticas de conservação.

Metodologia

Para atender aos objetivos do edital, que estabelece a revisão das medidas de gestão (ordenamento e monitoramento) em vigor, o grupo usará como base de informações todo o arcabouço jurídico relacionado à pesca de atuns e afins, tanto a nível nacional como internacional. Esse processo será dividido em diferentes atividades, que são:

1. Levantamento das normas em vigor; 2. Revisão dessas normas, 3. Elaboração de novas normativas, e 4. Estratégias de interação Governo-Ciência-Sociedade. Segue abaixo o detalhamento de cada uma delas.

1. Levantamento das normas em vigor

O levantamento das normativas será realizado a partir de diferentes fontes, com foco nas regulações nacionais e internacionais que impactam a pesca de atuns e afins.

Normas Nacionais: As normativas nacionais serão obtidas por meio do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Para as normas em vigor no país, as principais fontes são o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), que atualmente compartilham a gestão do uso sustentável dos recursos pesqueiros, conforme Medida Provisória Nº 1.154, de 1º de janeiro de 2023, que mais tarde se tornou a Lei Nº 14.600, de 19 de junho de 2023. Assim, isoladamente ou de forma conjunta (interministerial), medidas de manejo (portarias, instruções normativas) serão levantadas e catalogadas no âmbito dessa atividade.

Em relação ao MPA, essas medidas podem ser obtidas diretamente no site do ministério, onde se encontram disponíveis diversas normativas (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/atum>; <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca>). Solicitações feitas direta e oficialmente ao MPA serão feitas para obter normativas não disponíveis online. As normativas estão relacionadas diretamente com o controle - cotas, limitação da frota, defeso, modalidades de pesca (ex: IN 10) e monitoramento e programas (ex: Preps, Mapa de bordo e PROBORDO).

No caso do MMA, especial atenção será dada à Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Peixes), elaborada de acordo com avaliações realizadas pela União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN (da sigla em inglês para The International Union for Conservation of Nature). O processo de avaliação para definir o estado de conservação das espécies é feito a nível nacional sob a responsabilidade do ICMBio, conforme Portaria Conjunta MMA e ICMBio nº 316, de 9/9/2009 (ICMBio, 2013). Esta avaliação é realizada com frequência e, a depender da classificação de cada espécie ameaçada, se faz a elaboração e publicação da lista de acordo com as categorias Criticamente em Perigo (CR), em Perigo (EN) e Vulnerável (VU). Embora a IUCN não regule diretamente a pesca no Brasil, a criação da Lista de Espécies Ameaçadas tem efeitos importantes sobre o manejo da atividade, considerando as Portaria MMA 73 de 2018 (poderá ser permitido o manejo sustentável, desde que: I - seja reconhecida a possibilidade de uso da espécie, através de ato do Ministério do Meio Ambiente; e II - o manejo seja regulamentado por norma específica de ordenamento, nos termos § 2º, art. 12, da Lei nº 13.502, de 1º de novembro de 2017) e Portaria MMA Nº 130, de 2018 que reconhece como passível de exploração as espécies listadas em risco de extinção, vinculadas à obrigatoriedade de elaboração de plano de recuperação. Neste sentido, é preciso acompanhar esses processos, principalmente nesses casos dos planos de recuperação, pois a continuidade da geração de dados é fundamental para promover a mudança do nível de risco de extinção para uma categoria de menor ameaça. Ainda no âmbito do MMA, é importante levantar informações do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), tendo em vista a existência de algumas unidades de proteção integral e de outras que permitem o uso sustentável de recursos pesqueiros, com reflexos sobre a pesca de atuns e afins. Nestes casos, particular atenção deve ser dada às unidades de conservação marinhas da Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e da Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz, incluindo suas respectivas unidades de Monumento Natural.

Normas Internacionais: As recomendações e resoluções da Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT), organização da qual o Brasil é membro fundador, serão analisadas e catalogadas. Essa organização regional de ordenamento pesqueiro, estabelece normas com base em recomendações do seu Comitê Permanente de Pesquisa e Estatística (SCRS), para garantir a exploração sustentável dos estoques de atuns e afins no Atlântico. Todas as recomendações e resoluções, tanto ativas quanto históricas, serão acessadas diretamente no site da ICCAT (<https://www.iccat.int/en/RecRes.asp>) e e revisadas. Um compêndio dessas normativas em formato pdf fornece um conjunto completo daquelas atualmente ativas.

2. Linha do tempo de normativas por espécie

Com base no levantamento das normativas, será elaborada uma linha do tempo que mostre a evolução das regulamentações específicas para cada espécie de atum e afins. Essa linha do tempo permitirá identificar ao longo dos anos as alterações realizadas nas políticas de manejo, permitindo assim contextualizar essa evolução e identificar os principais fatores que foram considerados e contribuíram nesse processo. Para cada espécie e/ou normativa, serão feitos

registros desses fatores, os quais refletem anos de debate entre governo, setor produtivo, organizações internacionais e a comunidade científica.

Neste contexto, a elaboração da linha do tempo das recomendações de gestão para cada espécie e/ou grupo de espécies terá um papel fundamental no exercício de revisão das políticas públicas, importante atividade que vem a seguir no âmbito deste grupo.

3. Revisão das políticas públicas existentes

Essa tarefa encerra desafios significativos e cujo sucesso depende da capacidade de integração e análise de diferentes fatores considerados como a base da elaboração das políticas públicas sobre a pesca de atuns e afins. Como citado acima, no exercício de elaboração da linha do tempo, serão feitos registros desses fatores, fornecendo os subsídios necessários para essa revisão.

De uma maneira geral, os principais fatores normalmente considerados nesses processos de revisão de normativas de manejo pesqueiro são, resumidamente: os resultados das avaliações dos estoques das diferentes espécies; as informações pesqueiras e biológicas recentes, que contribuem e são usadas para alimentar os modelos de avaliação; os impactos das pescarias nas suas diferentes modalidades, não apenas sobre as biomassas das espécies-alvo, mas também sobre aquelas das espécies que compõem a fauna acompanhante; a evolução e a inovação da tecnologia empregada na pesca, que afetam a capturabilidade das diferentes espécies; os aspectos socioeconômicos da pesca, especialmente os das pescarias de pequena escala, praticadas por comunidades pesqueiras artesanais; e as mudanças climáticas, em decorrência de seus impactos nos ecossistemas marinhos e, por consequência, na pesca.

Portanto, esse exercício de revisão incluirá uma análise crítica das medidas atuais, levando em conta a evolução no tempo dos fatores supracitados, os quais serão, em parte, gerados ao longo da execução da presente proposta. Um outro aspecto importante que deve ser levado em consideração são os níveis de cumprimento e eficiência das normativas em vigor, avaliando se as mesmas efetivamente alcançaram os seus objetivos de conservação dos estoques e manejo da atividade pesqueira.

É preciso não perder de vista que os atuns são espécies migratórias, de vasta distribuição espacial e com elevada dinâmica temporal desses dois aspectos, o que torna sua gestão bem mais complexa e abrangente, indo além das fronteiras nacionais. Por esta razão, se faz necessária a análise e revisão das recomendações e resoluções aprovadas pela ICCAT, as quais, na sua maioria, são internalizadas e se transformam em normativas nacionais que devem ser cumpridas pela frota atuneira brasileira. Assim, as decisões da ICCAT possuem um impacto direto nas políticas públicas de seus países-membros, incluindo o Brasil. Dentre outros, um exemplo disso são as quotas de captura de algumas espécies capturadas pelo Brasil, as quais são estabelecidas pela Comissão e publicadas em atos normativos no país. Esse é o caso da Portaria Interministerial MPA/MMA Nº 10, de 26 de março de 2024, que estabelece os limites de captura para o ano de 2024 das espécies albacora branca (*Thunnus alalunga*), albacora bandolim (*Thunnus obesus*), espadarte (*Xiphias gladius*) e tubarão azul (*Prionace glauca*) no Mar Territorial, na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e nas águas internacionais, para embarcações de pesca brasileiras. É importante salientar que as revisões das normativas da ICCAT são feitas em conjunto com os países-membros dessa OROP, em processos anuais bem definidos e com diversos regramentos. No entanto, é importante acompanhar internamente a evolução desse processo, para que a delegação brasileira presente nessas reuniões anuais da Comissão possa estar preparada, participando ativa e efetivamente das discussões, com base em subsídios gerados, em parte, por este GT. Por esta razão, é importante lembrar que esse processo de revisão não pode perder de vista os compromissos internacionais para garantir que a pesca de atuns seja uma atividade sustentável e economicamente viável a longo prazo no Brasil.

Por fim, um aspecto relevante a ser considerado nessa tarefa é a garantia de participação do setor produtivo nas discussões sobre o manejo de recursos, promovendo práticas mais equitativas e justas, inclusive naquelas inerentes à repartição de quotas por modalidades de pesca. Entendendo que o sucesso da revisão das políticas públicas de manejo pesqueiro depende da capacidade de integrar o governo, a ciência e o setor produtivo, se pretende apresentar para discussão, os resultados das análises feitas por esse GT nas reuniões do Comitê Permanente de Gestão da Pesca e do Uso Sustentável dos Recursos Pesqueiros Atuns e Afins (CPG Atuns e Afins). É também importante, que esses resultados sejam apresentados e discutidos no âmbito do Grupo Técnico-Científico de Assessoramento do CPG Atuns e Afins, do qual, inclusive, vários pesquisadores que compõem a equipe dessa proposta, são membros.

4. Elaboração de novas medidas normativas

Com base nos resultados gerados pelas atividades anteriores e nas informações dos outros GTs, da presente proposta, assim como nas informações geradas por outras fontes, incluindo as do Comitê Permanente de Pesquisa e Estatística (SCRS) da ICCAT, dentre outras serão elaboradas propostas para novas normativas de manejo. Da mesma forma, essas propostas buscarão equilibrar a conservação dos recursos com a manutenção e o desenvolvimento sustentável da atividade pesqueira.

As novas medidas de gestão terão como base os resultados das avaliações dos estoques, as informações biológicas e pesqueiras, a análise dos impactos socioeconômicos e as recomendações internacionais da ICCAT.

GT8 - Plano de Divulgação

A divulgação científica é um pilar essencial para promover a democratização do conhecimento e engajar a sociedade com os resultados da pesquisa científica. Segundo Castelfranchi (2010), a divulgação científica atua como uma ponte entre o mundo especializado da pesquisa e o público em geral, permitindo que informações complexas e muitas vezes herméticas se tornem acessíveis e compreensíveis para não especialistas.

O Projeto PROATUM planeja implementar uma estratégia abrangente de comunicação científica, envolvendo seu comitê científico e profissionais especializados em divulgação. O Plano de divulgação científica visa alcançar a comunidade científica, gestores, pescadores, comunidades pesqueiras e o público geral, para isto serão criadas estratégias direcionadas para cada público-alvo com objetivos específicos de comunicação.

Para alcançar estes objetivos, propõe-se a contratação de uma empresa de mídia especializada, que será responsável por desenvolver e executar um plano de comunicação multifacetado. Este plano incluirá as seguintes iniciativas:

1. **Estruturação da Comunicação Científica** O plano de divulgação será adaptado para diferentes públicos: comunidade científica, gestores, pescadores, comunidades pesqueiras e público em geral. Para isso, será contratada uma empresa de mídia especializada, que desenvolverá e executará um plano de comunicação integrado, com o uso de plataformas digitais e mídias tradicionais.

1.1. Criação de uma plataforma digital integrada:

Para garantir transparência e prestar contas à sociedade, será desenvolvido um painel de controle (dashboard) interativo, que integrará dados ecológicos, socioeconômicos e pesqueiros. Esta ferramenta servirá como uma plataforma visual para apresentação de dados e métricas de maneira estruturada e compreensível. O painel de controle permitirá a realização de análises tanto em tempo real quanto sob demanda, oferecendo uma visão abrangente e atualizada das diversas vertentes do projeto, incluindo aspectos ecológicos, socioeconômicos e relacionados à pesca. Para sua criação, serão utilizadas tecnologias como R, Python, JavaScript, Power BI e HTML, garantindo uma solução robusta e versátil.

Um aspecto inovador deste sistema será a implementação de um data lake, que funcionará como um repositório centralizado para todos os dados coletados. Esta abordagem não apenas facilitará a integração e análise das informações, mas também assegurará que os dados provenientes do aplicativo de automonitoramento sejam processados e exibidos em tempo real no painel. A estruturação do painel de controle levará em conta a necessidade de delimitar adequadamente o acesso às diferentes seções do banco de dados, garantindo a segurança e a integridade das informações.

Para tornar os dados mais acessíveis ao público em geral, serão priorizadas representações visuais como gráficos e figuras, facilitando a compreensão das informações complexas. A integração do painel de controle com o data

lake trará benefícios significativos, como a capacidade de armazenar e processar grandes volumes de dados de diversas fontes, melhorando a qualidade e a consistência das informações. Isso possibilitará análises mais profundas e abrangentes, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões informadas e para uma comunicação científica eficaz. Sendo assim, para a criação de uma plataforma digital integrada, serão desenvolvidas as seguintes ações:

- Desenvolvimento de um site interativo que servirá como hub central de informações.
 - Integração com um sistema de dashboard para visualização de dados coletados.
 - Implementação de um sistema de gerenciamento de conteúdo para atualizações regulares.
- 1.2. Presença nas redes sociais:
- A presença nas redes sociais será estabelecida com perfis oficiais nas plataformas mais relevantes, como Instagram, Facebook e Twitter. Um calendário editorial definirá a produção de conteúdo, adaptado a cada plataforma, e serão monitorados indicadores como engajamento, alcance e interações para avaliar o sucesso das campanhas.
- 1.3. Produção de conteúdo multimídia:
- Serão produzidos videodocumentários, podcasts e materiais visuais explicativos, que serão disponibilizados no site e nas redes sociais.
 - Os podcasts serão gravados bimestralmente e terão até 45 minutos de duração.
 - Além disso, vídeos curtos em formato de reels (até 3 minutos) serão produzidos mensalmente, com foco na divulgação dos resultados do projeto.
- 1.4. Assessoria de imprensa e marketing digital:

Uma assessoria de imprensa será responsável pela distribuição de press releases e conteúdo para jornalistas e parceiros institucionais. A estratégia de marketing digital incluirá campanhas publicitárias nas redes sociais, com foco em aumentar o alcance e engajamento.

Um plano de marketing digital será proposto incluindo:

- Publicações regulares nas redes sociais (mínimo de duas por semana).
- Criação de artes visuais personalizadas.
- Planejamento e execução de campanhas publicitárias nas redes sociais.
- Desenvolvimento de um calendário editorial para ações nas mídias sociais.
- Monitoramento contínuo e análise de desempenho das ações de comunicação.

Produtos Transversais: Formação de Redes de Pesquisa, Capacitação e Monitoramento

- Formação de Redes de Pesquisa e Capacitação:
 - A formação de redes de pesquisa será promovida em todas as etapas do projeto, com o envolvimento de universidades e instituições de pesquisa. A capacitação de recursos humanos será garantida através da participação de estudantes e pesquisadores nas atividades de coleta, análise e proposição de políticas.
 - Resultado: Fortalecimento das redes de pesquisa e capacitação técnica para a gestão pesqueira.
- Monitoramento e Avaliação:
 - O progresso será monitorado periodicamente em todos os WPs, utilizando indicadores de sucesso específicos. As atividades serão ajustadas conforme necessário, com base nos resultados obtidos.
 - Resultado: Relatórios regulares de monitoramento e avaliação do impacto das atividades realizadas, garantindo o cumprimento dos objetivos do projeto.

- Consolidação de banco de dados: Dados prévios do programa BNDA e diversos projetos de pesquisa (ex: PROTUNA) serão integrados em um banco de dados junto aos dados que serão coletados durante o projeto, em colaboração com os programas de estatística pesqueira já em andamento (TEDS) e parcerias com empresas privadas como a FISHFIND.

7.5 ESTRATÉGIAS DE ESTRUTURAÇÃO DA REDE DE PESQUISA

Para garantir o sucesso da rede de pesquisa sobre atuns e afins ao longo da costa brasileira, algumas estratégias serão adotadas, promovendo a colaboração, o intercâmbio de conhecimentos dentro da rede e entre as redes de pesquisa deste edital, capacitação e a integração entre os diversos atores envolvidos no projeto. Essas estratégias visam fortalecer a cooperação científica entre instituições nacionais e internacionais, além de capacitar jovens pesquisadores e compartilhar informações relevantes com a sociedade. Abaixo estão os principais pontos de estruturação da rede de pesquisa:

1. **Eventos, Workshops e Seminários Específicos:** A integração da equipe se dará através de reuniões anuais de integração de projeto e reuniões entre os GTs, principalmente àqueles que envolvem análise de dados. Estes eventos têm como finalidade a padronização de metodologia, análise em conjunto e discussão dos resultados. As reuniões serão realizadas, preferencialmente, de forma presencial.
2. **Compartilhamento de Dados:** O compartilhamento de dados entre os membros da rede será uma prioridade para garantir a eficiência do projeto. Será criada uma plataforma centralizada, na qual os dados de captura, esforço de pesca, biometria e outras informações relevantes serão armazenados e disponibilizados de forma transparente e acessível a todos os membros da rede. Essa abordagem garantirá que as decisões e análises sejam baseadas em dados atualizados e confiáveis.
3. **Intercâmbio de Alunos:** Uma das metas do projeto será promover o intercâmbio de alunos entre as instituições participantes, permitindo que eles adquiram novas habilidades e conhecimentos práticos. Os alunos terão a oportunidade de realizar estágios e treinamentos em diferentes laboratórios e centros de pesquisa ao longo da costa brasileira, promovendo a integração de conhecimentos e a formação de recursos humanos capacitados para atuar na área de avaliação de estoques pesqueiros e ecossistêmicos. Será incentivada a formação de recursos humanos nos níveis de graduação, mestrado e doutorado, com viés de interdisciplinaridade e co-orientação de professores de diferentes GTs
4. **Curso de capacitação e treinamento: Padronização de CPUE, Avaliação de Estoques e Management Strategy Evaluation**

Este curso básico será desenvolvido para fornecer uma introdução detalhada a três temáticas essenciais para a gestão pesqueira moderna:

- 1) Probabilidade e Inferência Estatística
- 2) Ajustes de Modelos
- 3) Avaliação de Estoques - Overview e Conceitos Básicos
- 4) Padronização de CPUE (Captura por Unidade de Esforço),
- 5) Avaliação de Estoques Pesqueiros
- 6) Management Strategy Evaluation (MSE).

O curso está dividido em módulos, com um foco em 20% de teoria e 80% de prática. Ele visa capacitar profissionais e estudantes para a aplicação de métodos científicos na gestão sustentável dos recursos pesqueiros.

Módulo 1: Padronização de CPUE

A Captura por Unidade de Esforço (CPUE) é um dos principais indicadores usados para avaliar a abundância relativa de estoques pesqueiros ao longo do tempo. Este módulo abordará os conceitos básicos da padronização de CPUE, além de técnicas avançadas para remover influências externas, como a variação no coeficiente de capturabilidade no tempo e no espaço, visando obter uma medida mais precisa da abundância de estoque.

Cronograma - Módulo 1

Dia 1: Teoria e Introdução

- Definição de CPUE e sua importância na avaliação de estoques.
- Fatores que afetam a CPUE e a necessidade de padronização.
- Introdução aos modelos estatísticos usados na padronização de CPUE.

Dia 2: Análise Prática

- Coleta de dados de CPUE e análise de tendências.
- Aplicação de modelos de padronização utilizando software estatístico.

Dia 3: Discussão de Resultados

- Interpretação dos resultados práticos.
- Discussão sobre os impactos no manejo pesqueiro com base na padronização de CPUE.

Módulo 2: Avaliação de Estoques Pesqueiros

A avaliação de estoques pesqueiros é um processo fundamental para determinar o estado dos recursos pesqueiros e fornecer orientações para sua gestão sustentável. Neste módulo, os participantes aprenderão sobre os métodos de avaliação baseados em dados de captura, comprimentos e métodos integrados por idade.

Cronograma - Módulo 2

Dia 1: Teoria e Conceitos Básicos

- Introdução aos métodos de avaliação de estoques: captura, comprimento e idade.
- Conceitos de biomassa, mortalidade e recrutamento.
- Análise de incertezas na gestão pesqueira.

Dia 2: Avaliação Prática

- Estimativa da biomassa e mortalidade com dados reais de pesca.
- Aplicação de modelos de avaliação de estoques pesqueiros.

Dia 3: Interpretação de Resultados

- Discussão sobre os resultados da avaliação prática.
- Implicações dos resultados para a sustentabilidade dos estoques.

Módulo 3: Management Strategy Evaluation (MSE)

O Management Strategy Evaluation (MSE) é uma ferramenta poderosa para testar diferentes estratégias de manejo antes de sua implementação, permitindo avaliar seu desempenho em alcançar objetivos de sustentabilidade em um cenário de incerteza. Este módulo permitirá que os participantes entendam os conceitos de MSE e como essa ferramenta pode ser usada na tomada de decisão em gestão pesqueira.

Cronograma - Módulo 3

Dia 1: Teoria e Introdução ao MSE

- Definição e importância do MSE.
- Componentes principais de um MSE: modelos operacionais e indicadores de desempenho.
- Introdução à incerteza e à tomada de decisões baseadas em risco.

Dia 2: Simulações Práticas

- Configuração de um MSE simples utilizando dados reais.
- Simulação de diferentes estratégias de manejo.

Dia 3: Avaliação e Discussão

- Avaliação dos resultados das simulações.
- Análise de diferentes estratégias e sugestões para a gestão sustentável.

9. Integração entre projetos:

Serão programadas reuniões, preferencialmente presenciais, entre os membros da coordenação dos outros projetos deste edital visando o compartilhamento das discussões, dados (uma vez que há espécies que são compartilhadas entre projetos) e metodologia. Esta estratégia garantirá que as redes sejam integradas no propósito único de consolidação das redes de pesquisa em gestão pesqueira no país

10. Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para a execução

O projeto contará com a infraestrutura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e de outras instituições parceiras, que disponibilizam laboratórios equipados, embarcações para coleta de dados e pessoal técnico qualificado. Além disso, a participação de redes de pesquisa internacionais garantirá o acesso a tecnologias de ponta e suporte técnico para a execução das atividades propostas.

- UFRPE

BIOIMPACT

O Laboratório de Estudos de Impactos Antrópicos na Biodiversidade Marinha e Estuarina (BIOIMPACT), coordenado pela Profa. Dra. Flávia Lucena Frédou e Prof. Dr. Thierry Frédou, possui uma área de 100 m², equipada com computadores, freezers horizontais, balanças de precisão e lupas estereoscópicas. O laboratório também conta com infraestrutura de geoprocessamento, análise de microcontaminantes, e banco de dados relacionais para suporte a estudos de ecologia marinha, avaliação de estoques pesqueiros e poluição. Atualmente, o BIOIMPACT participa de mais de 10 projetos financiados por agências nacionais e internacionais, em parceria com o IRD (Institut de Recherche pour le Développement). A equipe é composta por 22 integrantes, incluindo técnicos, alunos de graduação, mestrado e doutorado. O laboratório está localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE, onde também dispõe de salas de aula e auditório para a realização de atividades ligadas aos seus projetos.

LEMAR

O Laboratório de Ecologia Marinha é coordenado pelo Prof. Paulo Travassos, possui uma área de 100 m² e está equipado com computadores, televisores, freezers, balanças de precisão e lupas estereoscópicas e microscópios, entre outros equipamentos. São feitas análises de amostras biológicas para estudos de reprodução, idade/crescimento, hábito alimentar. A infraestrutura computacional dá suporte ao uso diferentes bases de dados da pesca de atuns (BNDA e DataBase ICCAT) e oceanográficos (World Ocean Database/WOD; Copernicus) para a estudos de ecologia marinha das principais espécies de atuns e afins, com ênfase nas questões vinculadas às mudanças climáticas. Há uma sala de monitoramento pesqueiro (PREPS e Global Fishing Watch), para suporte às atividades do PMPA – Programa de Monitoramento da Pesca de Atuns e Afins no Brasil, financiado pelo MPA (coleta de dados via observadores de bordo e acompanhamento de desembarques nos principais pontos/portos da frota atuneira nacional. Abriga o Laboratório de Biologging, com uso de tecnologias (marcas eletrônicas) para rastrear e monitorar o comportamento e os movimentos de peixes e outros animais em seus habitats naturais. A equipe atual é composta por 18 membros, incluindo técnicos, alunos de graduação e pós (mestrado e doutorado). O laboratório está localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE.

MOE,

O Laboratório de modelagem estatística e CompUtacional de fenômenos NATurais complexos (LACUNA/UFRPE), coordenado pelo Prof. Paulo Duarte, conta com estrutura computacional de alto desempenho tanto em CPU, como em GPU, sendo duas workstations e dois servidores, além de sistema de nobreaks de 20kva. O LACUNA também possui microscópio estereoscópio Leica com sistema de vídeo acoplado e sistema de scanner laser 3D. O LACUNA está localizado no Departamento de Estatística e Informática (DEINFO), o qual tem disponível salas de aulas e auditório que poderão ser utilizados durante a vigência do projeto.

- UFRSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Centro de Estudos sobre Pesca e Aquicultura Sustentável (CEPAS)

Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para Pesca e Aquicultura - Geo-Aqua, coordenado pelo Prof. Dr. Humberto Hazin, possui espaço físico que consiste em 1 laboratórios molhados, 3 salas de histologia e 6 laboratórios secos (escritórios), para estudantes e professores, os quais dispõem de 4 computadores e 2 impressoras, lupas estereoscópicas, freezers horizontais e balanças de precisão. Contamos ainda com laboratórios multidisciplinares que contêm microscópio de varredura eletrônica e outros equipamentos que poderão auxiliar nas pesquisas do presente projeto.

O Laboratório de Tecnologia e Oceanografia Pesqueira (LABTOP), coordenado pelo professor Dr. Guelson Batista, conta com uma área de 81 m², dividida em 3 salas, contando com toda a infraestrutura necessária ao desenvolvimento do projeto, equipado com 2 freezers verticais e 2 horizontais, 2 balanças analíticas de alta precisão, serra metalográfica de baixa rotação da marca ISOMET BUHELER®. Além disso, o CEPAS dispõe de 2 técnicos de laboratório,

responsáveis pelo apoio técnico necessário e auxílio na formação de recursos humanos, acompanhando alunos dos cursos de Engenharia de Pesca e Ecologia da Ufersa durante a realização dos procedimentos laboratoriais. Já a leitura e contagem dos incrementos diários será realizada no Laboratório de Histologia e Anatomia Animal, o qual é equipado com microscópio óptico de fluorescência, marca Olympus®, modelo BX51 com sistema de captura de imagens acoplado.

- UFC/LABOMAR Universidade Federal do Ceará - Instituto de Ciências do Mar

Laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos (DIPeMAR), possui área de XXX, está equipado com 02 freezers horizontais, 04 balanças semanalítica, 01 balança analítica, 04 microscópios estereoscópicos, 04 microscópios, 01 serra metalográfica, 04 computadores e 02 notebooks. Coordenado pela Profa. Caroline Vieira Feitosa, professora permanente do PPGCMT que também lidera o Grupo de Pesquisa, certificado pelo CNPq, Ictiologia Marinha Tropical.

- FURG – Universidade Federal do Rio Grande

GPEA - O Grupo de Pesquisa em Economia Azul (GPEA) conta com três salas e uma cozinha pequena, com infraestrutura básica e necessária ao desenvolvimento de pesquisas, equipado com 09 computadores (entre desktop e notebook), um projetor de multimídia, um computador servidor para armazenamento e processamento de dados aritméticos. O GPEA atua na linha de pesquisa em economia azul, com temas relacionados à utilização econômica sustentável dos oceanos, sendo também um grupo de pesquisa certificado pelo CNPq e coordenado pelo Prof. Gibran da Silva Teixeira. Se dedica a temas de (i) mudanças climáticas e setores econômicos associados aos oceanos; (ii) ordenamento e avaliação dos serviços ecossistêmicos nos oceanos; (iii) planejamento espacial marinho; (iv) avaliação de impacto de políticas públicas relacionadas aos oceanos e seus setores econômicos vinculados, com experiência reconhecida na execução de projetos na área de Economia Pesqueira.

LEPR - O Laboratório de Estudos para a Pesca Responsável, coordenado pela Profª Danielle Monteiro, dispõe de 2 freezers, 3 computadores, 2 notebooks, 2 microscópios estereoscópicos, tela de projeção e projetor para a realização de reuniões, além de todos os materiais necessários para o embarque de observadores de bordo. A equipe do Laboratório também participa do Programa de Monitoramento da Pesca de Atuns e Afins no Brasil - PMPA, com a realização das atividades no porto de Rio Grande-RS. A equipe atual é composta por 18 membros, incluindo alunos de graduação e pós (mestrado e doutorado). O laboratório está localizado no Instituto de Oceanografia-FURG.

LADIPP - O Laboratório de Dinâmica Populacional Pesqueira, coordenado atualmente pelo TAE Márcio de Araújo Freire, possui 3 salas e está localizado no Instituto de Oceanografia-FURG. O primeiro espaço, com 130 m², inclui dois gabinetes de professores, duas salas para alunos e um laboratório seco. Este laboratório conta com dois microscópios estereoscópicos trioculares (um com câmera digital acoplada), dois microscópios estereoscópicos binoculares, um microscópio binocular, duas serras metalográficas e três balanças (incluindo uma de precisão), além de uma geladeira, cinco computadores de mesa, quatro freezers horizontais, um freezer vertical, duas impressoras laser (uma colorida e uma monocromática), quatro notebooks e um tablet com câmera. O segundo espaço, com 64 m², está equipado com sete computadores de mesa, um notebook, três lupas estereoscópicas (duas com sistema de captação de imagens) e um microscópio, com capacidade para atender até cinco alunos. Além disso, o LADIPP possui um terceiro espaço, um laboratório úmido de 45 m², destinado à amostragem, essencial para os estudos e processamentos biológicos. O Laboratório coordena o Projeto Estatística da Pesca Estuarina e Marinha no Sul do Rio Grande do Sul, financiado pelo MPA. A equipe atual é composta por 14 membros, incluindo professores, técnico e alunos de graduação e pós (mestrado e doutorado).

- UFPA - Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia - Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos - 2 laboratórios de triagem, 1 sala de aula, sala de microscopia com captação de imagens, além de todo o suporte institucional da UFPA (Veículos e demais institutos) que poderão ser acionados sob demanda. O apoio técnico é de 5 doutorandos, 3 mestrados, 4 bolsistas PIBIC e pelo menos 6 discentes voluntários.

- IRD (Institut de Recherche pour le Développement)

MARBEC

O Laboratório MARBEC (Biodiversidade Marinha, Exploração e Conservação, IRD-Ifremer-Université de Montpellier-CNRS, www.umarbec.fr) é uma unidade mista de pesquisa francesa. Ela propõe abordagens integrativas que combinam, em várias escalas, a caracterização de todos os principais componentes biológicos, físicos e químicos dos ecossistemas marinhos, o estudo de suas interações e as funções relacionadas usando experimentos e modelos de campo e laboratório. Entre os participantes, J. Panfili (DR IRD) e F. Duponchelle (DR IRD) são especialistas no estudo das características da história de vida dos peixes, incluindo o uso de partes calcificadas e sua química para avaliar parâmetros demográficos e movimentos no ambiente. Eles possuem um laboratório de esclerocronologia de 200 m² com as melhores ferramentas no domínio e trabalham em colaboração com a OSU-OREME (Observatoire des Sciences de l'Univers) em Montpellier para todas as análises químicas. P. Guillotreau (DR IRD) é um economista de pesca com os tópicos incluindo integração de preços de mercados de atum, impacto das mudanças climáticas na pesca, pesca em pequena escala em economias em desenvolvimento e pegadas ambientais.

11. Plano de Divulgação Científica

Os resultados do projeto serão publicados em revistas científicas de alto impacto e apresentados em conferências nacionais e internacionais. Além disso, boletins informativos serão distribuídos tanto em formato impresso quanto digital, com informações sobre a biologia, ecologia e estado de conservação das espécies-alvo do projeto.

Produtos propostos:

- Publicação dos resultados em revistas científicas de alto impacto
- Apresentação dos avanços em conferências nacionais e internacionais, e a realização de workshops e seminários.
- Organização de fóruns e workshops com gestores, cientistas, representantes das comunidades pesqueiras e do setor da pesca. Esses encontros facilitarão o intercâmbio de informações e a colaboração na criação de políticas que reflitam as realidades científicas e sociais, além de buscar uma reaproximação entre setor e a comunidade científica que ao longo do tempo tem se desgastado. Como resultado será produzido e distribuído documento técnico-científico com compilação dos principais resultados gerados pelo Projeto.
- Produção e distribuição de boletins informativos impressos e digitais. O conteúdo dos boletins abordará informações sobre a biologia/ecologia das principais espécies de atuns e afins, características das pescarias que capturam atuns e afins no Brasil, estado de exploração dos estoques, necessidade de medidas de manejo das pescarias; aspectos socioeconômicos das pescarias, entre outros temas pertinentes.
- Elaboração e exposição de painéis informativos sobre as pescarias que capturam atuns e afins no Brasil. Serão elaborados, pelo menos, 9 conjuntos, compostos por três painéis cada, os quais serão expostos em núcleos de extensão, museus, centros de ciências e centros de visitantes de unidades de conservação. Aqui também será realizada a Semana da Pesca Responsável com o intuito de divulgar as medidas de manejo adotadas e alertar a população sobre os riscos de uma gestão pesqueira ineficaz.

Público- alvo

O plano de divulgação será adaptado para diferentes públicos:

- **Comunidade científica:** Divulgação dos resultados do projeto para promover avanços no conhecimento e fortalecer a colaboração entre pesquisadores.
- **Gestores:** Os resultados do Projeto serão apresentados a gestores para subsidiar políticas públicas e estratégias de manejo baseadas no conhecimento científico.

- **Pescadores:** A divulgação focará em informar sobre a realização do Projeto e dos resultados alcançados; promover a participação/integração no desenvolvimento da proposta; informar sobre a necessidade da coleta de dados, avaliação dos estoques (importância e como é realizada), medidas de gestão, entre outros.
- **Comunidades pesqueiras** (escolas, associações, entre outras): tem como objetivo, promover o engajamento na participação no projeto, disseminação do conhecimento e da importância da adoção de práticas de pesca responsáveis. As comunidades pesqueiras serão envolvidas ativamente em todas as etapas do projeto, desde a coleta de dados até a formulação de políticas. A integração do conhecimento tradicional com a ciência moderna será promovida para aumentar a eficácia das medidas de manejo.
- **Público geral:** O objetivo principal é traduzir o conhecimento acadêmico para uma linguagem acessível ao público geral, facilitando a compreensão e o engajamento da sociedade com as descobertas científicas do projeto. Também visa informar sobre a importância da atividade pesqueira, as espécies capturadas, valorização dos trabalhadores da pesca e adoção de práticas de consumo consciente do pescado

12. Cronograma de desenvolvimento do projeto, considerada a vigência de 48 meses (Inserir linhas conforme necessário)

Atividade	Ano															
	1º				2º				3º				4º			
Reunião de início com os coordenadores e parceiros para planejamento detalhado e divisão de responsabilidades.	X															
Atualização e revisão inicial do Banco Nacional de Dados da Pesca de Atuns (BND), começando com a identificação de lacunas nos dados pretéritos.	X	X	X	X												
Integração dos novos dados coletados ao BND.			X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Treinamento de equipes para coleta de dados biométricos e de amostras biológicas.	X															
Coleta de dados biométricos nos principais portos de desembarque		X	X	X	X	X	X	X	X							
Elaboração de relatórios preliminares de coleta e curadoria de dados.				X												
Realização de workshops técnicos para capacitação em modelagem e manejo pesqueiro.							X									
Análise dos dados de biometria, crescimento, reprodução e mortalidade natural.								X	X	X						

Preparação de relatórios intermediários e discussões com stakeholders								X								
Desenvolvimento dos modelos de avaliação de estoques e MSE								X	X	X	X	X	X	X	X	
Desenvolvimento e aplicação dos modelos bioeconômicos e ecológicos, como os modelos Gordon-Schaefer e Beverton-Holt.												X	X	X	X	
Refinamento dos modelos de dinâmica populacional, mortalidade por pesca e crescimento.												X	X			
Finalização dos modelos de manejo e recomendações de políticas pesqueiras para a sustentabilidade dos estoques.															X	X
Divulgação científica dos resultados em conferências, workshops e para o público em geral. Rede sociais, website e presencial								X	X	X	X	X	X	X	X	X
relatório final abrangente e propostas de continuidade para os próximos anos.																X

13. Orçamento detalhado da proposta, conforme limites por rubrica estabelecidos no subitem 4.3 (Inserir linhas conforme necessário)

Custeio	Quant.	Valor unit.	Valor total	Justificativa
Diárias	320	12	R\$ 3.840,00	Reuniões Brasília - 4 anos
Passagens	2000	4	R\$ 8.000,00	Reuniões Brasília - 4 anos
Passagens	2000	28	R\$ 56.000,00	Reuniões anuais do projeto - 7 pessoas - 4 anos
Diárias	320	112	R\$ 35.840,00	7 pessoas 4 dias 4 anos
Passagens	2500	12	R\$ 30.000,00	Reuniões Inter GT - 2 WS - 6 pessoas
Diárias	320	60	R\$ 19.200,00	6 pessoas 5 dias 2 Ws inter Gts
Material de consumo	20000	1	R\$ 20.000,00	GT1: Material de coleta/ compra de peixe
Diárias	320	437	R\$ 139.840,00	Diárias trabalho de campo membros do GT1
Serviço de terceiro	50000	1	R\$ 50.000,00	Elaboração e gestão do banco de dados
Material de consumo	33000	1	R\$ 33.000,00	Aquisição de peixe e material de laboratório

Serviço de terceiro	5000	3	R\$ 15.000,00	Manutenção Equipamento
Serviço de terceiro	3000	20	R\$ 60.000,00	análises microquímicas (20 amostras / dia ICPMS - 400 amostras)
Serviço de terceiro	300	20	R\$ 6.000,00	Transporte das amostras biológicas até o ES (Rio Grande, Itajaí, CE/RN , PE, PA, MA
Passagens	2500	10	R\$ 25.000,00	GT5: Vista nos pontos de desembarque
Diárias	320	160	R\$ 51.200,00	Coleta de dados socio-econômicos GT5
Serviço de terceiro	51000	1	R\$ 51.000,00	Contratação especialista em direito da gestão pesqueira
Serviço de terceiro	50000	1	R\$ 50.000,00	Criação e manutenção do Dashboard
Serviço de terceiro	100000	1	R\$ 100.000,00	Plano de divulgação
Camisas projeto	50	100	R\$ 5.000,00	Divulgação do projeto
Diárias	320	20	R\$ 6.400,00	Especialista Nacional (Capacitação) 2 x duas ocasiões x 5 dias
Passagens	2500	4	R\$ 10.000,00	Passagem especialista nacional (capacitação) 2 x duas ocasiões
Passagens	2	10000	R\$ 20.000,00	Passagem Especialista Internacional (NOAA e IRD) (Capacitação)
Diárias	320	14	R\$ 4.480,00	Especialista Internacional (NOAA e IRD) (Capacitação 7 dias)

Capital	Quant.	Valor unit.	Valor total	Justificativa
Computador	R\$ 8.000,00	2	R\$ 16.000,00	Computador para bolsista do GT1
Monitor de 32 polegadas	R\$ 2.500,00	2	R\$ 5.000,00	
Serra metalográfica baja velocidade (Isomet BUEHLER)	R\$ 49.000,00	2	R\$ 98.000,00	Análises idade e crescimento
Computador	R\$ 8.000,00	1	R\$ 8.000,00	Computador para bolsista do GT2
Micrótomo Leica RM 2125 RTS	R\$ 46.610,00	2	R\$ 93.220,00	Análises de reprodução

Lupa	R\$ 18.000,00	1	R\$ 18.000,00	Análises idade e crescimento
Microscópio	R\$ 38.000,00	1	R\$ 38.000,00	Análises idade e crescimento
Microscópio ótico (Leica DM500)	R\$ 19.000,00	1	R\$ 19.000,00	Análises de reprodução
Computador Laptop (processador I9 com 32gb RAM e placa de vídeo dedicada) de alta performance	R\$ 14.000,00	1	R\$ 14.000,00	pré-processamento e análise de imagens de microtomografia computadorizada
HD externo 4TB	R\$ 1.000,00	2	R\$ 2.000,00	Armazenamento de imagens de microtomografia computadorizada
Computador (laptop I9 com 64 gb RAM) de alta performance para modelagem	R\$ 20.000,00	2	R\$ 40.000,00	Computador de alto desempenho para modelagem e simulações GT3
Kit Computador de mesa (monitor teclado mouse)	R\$ 12.000,00	3	R\$ 36.000,00	Computador para bolsistas GT3
Computador	R\$ 8.000,00	2	R\$ 16.000,00	Computador para bolsistas GT3
Computador de alta performance para modelagem (256 GB ram / I9 ou Xeon)	R\$ 20.000,00	1	R\$ 20.000,00	Computador de alto desempenho para modelagem e simulações GT4
Monitor Dell 43	R\$ 7.000,00	2	R\$ 14.000,00	
monitor de 32 polegadas	R\$ 2.000,00	2	R\$ 4.000,00	
Computador	R\$ 8.000,00	3	R\$ 24.000,00	Computador para bolsista GT5
Computador	R\$ 8.000,00	2	R\$ 16.000,00	Computador para pesquisadores GT6

Monitor Dell 43	R\$ 7.000,00	2	R\$ 14.000,00	GT6
Computador (laptop I9 com 64 gb RAM) de alta performance para modelagem	R\$ 20.000,00	2	R\$ 40.000,00	Computador de alto desempenho para modelagem e simulações GT6
Computador	R\$ 7.000,00	1	R\$ 7.000,00	Computador para bolsista GT7
Computador	R\$ 7.000,00	2	R\$ 14.000,00	O Computador com alto desempenho para criação das artes audiovisuais, boletins, cartilhas, entre outros - GT8
Impressora	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00	Impressão de material visual para reuniões, workshops, capacitações- GT8
Monitor	R\$ 2.500,00	2	R\$ 5.000,00	GT8
Computador	R\$ 7.000,00	2	R\$ 14.000,00	Computador para gestão do projeto
Monitor	R\$ 7.000,00	2	R\$ 14.000,00	
Impressora	R\$ 3.000,00	1	R\$ 3.000,00	Material informático para gestão do projeto

Bolsas (modalidade)	Quant.	Nº meses	Valor unit.	Valor total	Descrição
Bolsa DTI -C	6	24	R\$ 1.430	R\$ 205.920,00	GT1
Bolsa DTI - A	1	23	R\$ 5.200	R\$ 119.600,00	Banco de dados
Bolsa DTI - C	1	22	R\$ 1.430	R\$ 31.460,00	apoio Correspondente estatístico
Bolsa ITI -A	2	24	R\$ 700	R\$ 33.600,00	GT1
Bolsa DTI-B	1	23	R\$ 3.900	R\$ 89.700,00	GT1
Bolsa DTI -B	2	12	R\$ 3.900	R\$ 93.600,00	GT2

Bolsa DTI -C	5	24	R\$ 1.430	R\$ 171.600,00	GT2
Bolsas DTI-A	2	23	R\$ 5.200	R\$ 239.200,00	GT3
Bolsa DTI -C	2	24	R\$ 1.430	R\$ 68.640,00	GT3
Bolsa DTI -C	1	12	R\$ 1.430	R\$ 17.160,00	GT3
Bolsa ITI -A	1	12	R\$ 700	R\$ 8.400,00	GT3
Bolsa DTI -B	1	23	R\$ 3.900	R\$ 89.700,00	GT4
Bolsa DTI -B	1	23	R\$ 3.900	R\$ 89.700,00	GT5
Bolsa DTI -C	1	24	R\$ 1.430	R\$ 34.320,00	GT5
Bolsa DTI -C	2	20	R\$ 1.430	R\$ 57.200,00	GT6
Bolsa DTI -C	1	24	R\$ 1.430	R\$ 34.320,00	GT7
Bolsa DTI - C	1	24	R\$ 1.430	R\$ 34.320,00	GT8
Bolsa DTI -B	1	45	R\$ 3.900	R\$ 175.500,00	Apoio Coordenação

14. Referências

- Akaike, H. (1973). Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. Pp. 267-281. In: Petrov, B. N.; F. Csaki (Eds.). Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory. Budapest, Akademiai Kiado.
- Albieri, R. J. & F. G. Araújo. (2010). Reproductive biology of the mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay, Zoologia 27 (3): 331–340.
- Arrizabalaga, H. et al. (2011). Productivity and susceptibility analysis for species caught in Atlantic tuna fisheries. Aquatic Living Resources, v. 24, n. 1, p. 1–12.
- Beamish, R.J. and D.A. Fournier. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 38:982-983.
- Benjamin M. Bolker, Mollie E. Brooks, Connie J. Clark, Shane W. Geange, John R. Poulsen, M. Henry H. Stevens, Jada-Simone S. White, 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution, Trends in Ecology & Evolution.
- Bonhomme, V., Picq, S., Gaucherel, C., Claude, J. (2014). Momocs: Outline Analysis Using R. Journal of Statistical Software, 56(13), 1-24. URL: <http://www.jstatsoft.org/v56/i13/>.

Bornia, A.C. Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas. São Paulo: Artmed Editora, 2001. 203 p.

Brown-Peterson, N.J., D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B.J. Macewicz & S.K. Lowerre-Barbieri. (2011). A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar. Coast. Fish.* 3: 52-70.

Buarque, C. Avaliação econômica de projetos. Rio de Janeiro, 1989, Campus, 266p.

Carruthers, T. R., Hordyk, A., & Suatoni, L. (2021). openMSE: An open-source platform for conducting management strategy evaluations in R. *Journal of Fisheries Management*, 41(3), 527-540.

Carvalho, F. et al. (2021). A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*.

Carvalho, R.C.A.; Chaves, R.A.; Cintra, I.H.A. Análise de custos e rentabilidade de embarcações industriais envolvidas na captura de piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1940), no estuário do Rio Amazonas, litoral Norte do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*. Belém, v.4, n.1, p.45-56. 2004.

Cotter, J.; Lart, William. A Guide for Ecological Risk Assessment of the Effects of Commercial Fishing (ERAEF)). Disponível em: <<https://www.seafish.org/document/?id=1231dd9e-f875-4485-8769-7bac18ab51fd>>. Acesso em: 27 set. 2024.

Defra, Area. Department for Environment, Food and Rural Affairs. 2008.

Dotko P. Ball Mapper: A Shape Summary for Topological Data Analysis. 2019.

Dulvy, N. K. et al. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*, v. 3, 21 jan. 2014.

Ehler, Charles; Douvère, Fanny. Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. 2009.

Farley, J., Eveson, P., Krusic-Golub, K., Sanchez, C., Roupsard, F., McKechnie, S., Nicol, S., Leroy, B., Smith, N., and Chang, S-K. (2017). Age, growth and maturity of bigeye tuna in the western and central Pacific Ocean. *In: Proceedings of the Thirteenth Regional Session of the Scientific Committee, Raratonga, WCPFC-SC 13*.

Fermin, C., Lychakov, D., Campos, A., Hara, H., Sondag, E., Jones, T., et al. (1998). Otoconia biogenesis, phylogeny, composition and functional attributes. *Histol. Histopathol.* 13, 1103–1154.

Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 115, p. 515-585.

Grewelle, R. E. et al. Data-poor ecological risk assessment of multiple stressors. *Ecological Informatics*, v. 77, p. 102198–102198, 6 jul. 2023.

Hellin, J.; MEIJER, M.. 2006. Guidelines for value chain analysis. FAO.org. November. In:ftp://ftp.fao.org/es/esa/lisfame/guidel_valueChain.pdf

Hobday, A. J. et al. Ecological Risk Assessment for the Effects of Fishing: Methodology. Report R04/1072 for the Australian Fisheries Management Authority. 1 jan. 2007.

Hobday, A. J. et al. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research*, v. 108, n. 2, p. 372–384, 1 mar. 2011.

Hoffmann, R. et al. Administração da empresa agrícola. Pioneira, 5a edição, 325 p., São Paulo, 1987.

Hunter, J. & Macewicz, B.J. (1985). Measurement of spawning frequency and batch fecundity in multiple spawning fishes, p. 79-94. In R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the Northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS. La Jolla, California, USA.

Hunter, J.R., Lo, N.C.H., & Leong, R.J.H. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 67-77.

ICMBio (2013). Aplicação de Critérios e Categorias da UICN na Avaliação da Fauna Brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Coordenação de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade (COABIO), Ministério do Meio Ambiente. Versão 2.0. 45 p. (https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/especies_ameacadas/publicacoes/2013_apostila_aplicacao_critérios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf).

IUCN (2012). Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 41p.

Katsanevakis, S. (2006). Modelling fish growth: Model selection, multi-model inference and model selection uncertainty. Fisheries Research, v. 81, p. 229-235.

Kimura, D.K. (1980). Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. Fishery Bulletin, v. 77, n.4, p. 765-776.

Kiszka, J. J., MARCHANT, K., ROBERSON, L. Ecological risk assessment of cetaceans to Indian Ocean tuna fisheries | IOTC. Disponível em: <https://iotc.org/documents/WPEB/19/24_rev2>. Acesso em: 27 set. 2024.

Kroodsma, D.A., Mayorga, J., Hochberg, T., Miller, N.A., Boerder, K., Ferretti, F., Wilson, A., Bergman, B., White, T.D., Block, B.A., Woods, P., Sullivan, B., Costello, C., Worm, B., 2018. Tracking the global footprint of fisheries. Science.

Lleonart, J.; Maynou, F.; Recasens, L.; Franquesa, R. (2003) A bioeconomic model for Mediterranean fisheries, the hake off Catalonia (western Mediterranean) as a case study. *Scientia Marina*, 67(Suppl. 1):337-351.

Lucena-Frédou, F. et al. Vulnerability of teleosts caught by the pelagic tuna longline fleets in South Atlantic and Western Indian Oceans. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, v. 140, p. 230–241, 1 jun. 2017.

Methot Jr, R. D. & Wetzel, C. R. (2013). Stock synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research.

Muñoz-Lechuga, R., da Silva, G., Macias, D., Hajjej, G., Massa-Gallucci, A., Gonçalves, J. M. S., & Lino, P. G. (2024). A standardized method for age estimation of little tunny (*Euthynnus alletteratus*) using dorsal fin spines. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 108904.

Murua, H., Kraus, G., Saborido-Rey, F., Witthames, P.R., Thorsen, A. & Junquera, S. (2003). Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy, Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 33: 33-53.

Nelson, G. A. (2013). 'fishmethods': Fisheries science methods and models in R. R package version 1.5-0. <http://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>.

Neves, S. das.; VICECONTI, P.E.V. Contabilidade de custos. São Paulo: Frase Editora, 2003. 272 p.

Nootmorn, P. (2004). Reproductive Biology of Bigeye tuna in the Eastern Indian Ocean; IOTC: Canberra, Australia, pp. 1–5.

Oh, C.-W.; Kim, S.-T.; Na, J.-H. Variations in Species Composition, Biomass, and Density in Shrimp Trawl Bycatch Across Seasons and Tidal Phases in Southern Korean Waters: Developing a Fisheries Risk Management Approach. Fisheries and aquatic sciences, v. 12, n. 2, p. 138–151, 30 jun. 2009.

Pérez Roda M.A., Gilman E., Huntington T., Kennelly S.J., Suuronen P., Chaloupka M., Medley P. 2019. A third assessment of global marine fisheries discards. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633. Rome, FAO. 78pp.

Pio, V.M.; González-Poblete, E.; Pezzuto, P.R.; Wahrlich, R. A cost-benefit analysis of three gillnet fisheries in Santa Catarina, Brazil: contributing to fisheries management decisions, Lat. Am. J. Aquat. Res. 44 (5) (2016) 1096–1115.

Pontes, RN. 2004. A Cadeia Produtiva do Pescado do Amazonas: um enfoque pelo agronegócio. In: Revista T&C Amazônia. Manaus, ano II, n. 4, p. 42-48.

Punt, A. E., Butterworth, D. S., de Moor, C. L., De Oliveira, J. A. A., & Haddon, M. (2016). Management strategy evaluation: best practices. **Fish and Fisheries**, 17(2), 303-334.

R Core Team. The R Project for Statistical Computing. Version: 4.3.3. (2024). URL <https://www.r-project.org/>

Richards, F.J. (1959). A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot. 10, 290–301

Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, v. 191, p. 1-382.

Roberson, L. et al. Spatially explicit risk assessment of marine megafauna vulnerability to Indian Ocean tuna fisheries. Fish and Fisheries, v. 23, n. 5, p. 1180-1201. 24 maio 2022.

Sasagawa, T., and Mugiya, Y. (1996). Biochemical properties of water-soluble otolith proteins and the immunobiochemical detection of the proteins in serum and various tissues in the tilapia *Oreochromis niloticus*. Fish. Sci. 62, 970–976. doi: 10.2331/fishsci.62.970

Rodrigues, A.R.; Abdallah, P.R.; Gasalla, M.A. Harvesting costs and revenues: implication of the performance of open-access industrial fishing fleets off Rio Grande, Brazil. Marine Policy, 93 (2018), 104-112.

Secor, D. H., J. M. Dean, and E. H. Laban. (1991). Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Electric Power Research Institute and Belle W. Bruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, Columbia, South Carolina.

Secor, D. H., R. Allman, D. Busawon, B. Gahagan, W. Golet, E. Koob, P. L. Luque, and M. Siskey. (2014). Standardization of otolith-based protocols for Atlantic Bluefin Tuna. ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) Collective Volume of Scientific Papers 70:357–363.

Silva, L. C.. Cadeia produtiva de produtos agrícolas. Boletim Técnico. 10f. Departamento de Engenharia Rural. Universidade federal do Espírito Santo, 2005.

Torreon-Magallanes, J. (2020). sizeMat: An R Package to Estimate Size at Sexual Maturity. Disponível em: <https://cran.rproject.org/web/packages/sizeMat/vignettes/sizeMat.html>

Valerio, J. Vasconcelos-Filho, J.E., Stosic, B., Oliveira, W.R., Santana, F.M., Antonino, A. Duarte-Neto, P. Topological Analysis of the Three-Dimensional Radiodensity Structure of Fish Otoliths: Point Sampling Effects on Dimensionality Reduction. Micron. accepted.

Vasconcelos-Filho Jonas E. , Thomsen Felix S. L. , Stosic Borko , Antonino Antonio C. D. , Duarte Daniel A. , Heck Richard J. , Lessa Rosangela P. T. , Santana Francisco M. , Ferreira Beatrice P. , Duarte-Neto Paulo J. Peeling the Otolith of Fish: Optimal Parameterization for Micro-CT Scanning. Frontiers in Marine Science 2019. DOI: 10.3389/fmars.2019.00728.

Vidal, M.F., Ximenes, L.F. Produção de pescados na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, v.4 n. 91, 2019.

von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. Human Biology, v. 10, p. 181-213.

Waterhouse, L., Ailloud, L., Austin, R., Golet, W.J., Pacicco, A., Andrews, A.H., Diouf, K., Ndiour, Y., Krusic-Golub, K., Da Silva, G., Hoenig, J.M. (2022). Updated growth models for bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Atlantic Ocean. Fisheries Research, v. 253, p. 106317.

Williams, A. J. et. al. Assessment of the vulnerability of sea turtles to IOTC tuna fisheries. IOTC2018-WPEB14-40, Disponível em: https://www.bmisbycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/SMN46M8P%20%20Williams%20et%20al.%20%20Assessment%20of%20the%20vulnerability%20of%20sea%20turtles%20to%20.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

Winker, H. et al. (2018). JABBA: just another Bayesian biomass assessment. Fisheries Research.

Zilbersztajn, D. 2000. Conceitos Gerais, Evolução e Apresentação do Sistema agroindustrial. In: ZILBERSZTAJN, D & MF NEVES. Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira, p. 1-21.

Zischke, M. T., Griffiths, S. P., And Tibbetts, I. R. (2013). Rapid growth of wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Coral Sea, based on length-at-age estimates using annual and daily increments on sagittal otoliths. – ICES Journal of Marine Science, 70: 1128–1139.