

**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Arraial do Cabo

Pós-Graduação Lato Sensu em Ciências Ambientais em Áreas
Costeiras

Ludmilla Lopes Angelo

Identificação e priorização das pressões e setores dentro da
ResexMar-AC: a criação das bases do AIE (*Integrated Ecosystem
Assessment*)

Arraial do Cabo
2024

LUDMILLA LOPES ANGELO

Identificação e priorização das pressões e setores dentro da ResexMar-AC: a criação das bases do AIE (*Integrated Ecosystem Assessment*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós-graduação *lato sensu* em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus Arraial do Cabo*, 2024.

Orientador(a): Prof. Dr. Lohengrin Dias de Almeida Fernandes

Arraial do Cabo
2024

A584

Angelo, Ludmilla Lopes.

Identificação e priorização das pressões e setores dentro da
ResexMar-AC: a criação das bases do AIE (Integrated Ecosystem
Assessment) / Ludmilla Lopes Angelo – Arraial do Cabo, RJ, 2024.
44 f.: il.; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências
Ambientais em Áreas Costeiras – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Lohengrin Dias de Almeida Fernandes.

1. Impacto ambiental - Arraial do Cabo(RJ). 2.Gestão ambiental.
I. Fernandes, Lohengrin Dias de Almeida. III. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 502.131.1(815.35)

LUDMILLA LOPES ANGELO

Identificação e priorização das pressões e setores dentro da ResexMar-AC: a criação das bases do AIE (*Integrated Ecosystem Assessment*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de pós-graduação em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus Arraial do Cabo*, 2024.

Data de aprovação:

Banca examinadora

Lohengrin Dias de Almeida Fernandes
Orientador – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)

João Gilberto da Silva Carvalho
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Rafael Alexandre Rizzo
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Arraial do Cabo – RJ

2024

AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre esteve junto comigo me incentivando a continuar meus estudos, em especial minha mãe Patrícia, que lutou a vida inteira para que eu estivesse onde estou hoje.

À minha avó Sonia, que é sempre a primeira a espalhar as boas notícias para toda a família e ao meu avô Vicente de Paulo, que se orgulha de mim e muitas vezes se desmonta em lágrimas.

À minha tia e dinda Paula, que me influenciou a ser viciada em leitura desde a infância, que apoia meu desenvolvimento pessoal e profissional e vibra junto com cada passo que dou em direção ao meu futuro.

Ao meu noivo Kenedy, que sonha junto comigo e me ajuda a alcançar meus objetivos me dando todo suporte necessário para que eu me mantenha centrada estudando.

Além disso, a construção deste trabalho só foi possível graças aos pesquisadores que não apenas me orientaram, mas que me “adotaram”, estes que continuarão sendo meus mentores na Biotecnologia Marinha. Muito obrigada Dr. Lohengrin pelos conselhos acadêmicos, pela confiança e pela orientação. Espero fazer parte da equipe por muito mais tempo. Agradeço também ao Dr. Thiago pela orientação, pela dedicação ao meu trabalho e por me ensinar boa parte do que sei hoje. Minha eterna gratidão à oportunidade que tive para fazer parte da equipe.

Em memória e agradecimento à minha tia Fátima, que foi minha primeira inspiração no mundo científico e acadêmico. Aquela que me acolheu, mesmo de longe, nas minhas escolhas e que eu reencontrarei algum dia.

RESUMO

A Avaliação Integrada do Ecossistema (AIE) é uma ferramenta que visa fornecer subsídios para a gestão sustentável dos recursos naturais de áreas previamente estabelecidas por meio da aplicação de questionários aos usuários dos ecossistemas para identificar os setores econômicos e pressões antrópicas mais frequentes e relevantes em um ecossistema. Assim, o presente trabalho busca identificar e priorizar as pressões e setores mais significativos na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo (ResexMar-AC), criando as bases da AIE. A análise revelou que os setores de turismo/recreação e a atividade portuária são os identificados pela população como os principais responsáveis pelos impactos negativos na ResexMar-AC, enquanto pressões como lixo marinho, derramamento de esgoto e ruídos subaquáticos apresentam os maiores riscos ecossistêmicos, concluindo assim que o turismo desordenado e as atividades pesqueiras industriais representam as principais ameaças à biodiversidade e à sustentabilidade econômica da região. Além disso, o estudo destaca a importância da integração de ferramentas como a AIE para aprimorar o manejo de áreas costeiras protegidas, permitindo ações de mitigação específicas e estratégias de conservação alinhadas às necessidades locais. Esta abordagem não apenas contribui para a gestão da ResexMar-AC, mas também serve como modelo para outras unidades de conservação no Brasil. Por meio da priorização de vulnerabilidades e da organização das dinâmicas entre setores, a pesquisa reforça a necessidade de políticas públicas que promovam um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental em áreas extrativistas.

Palavras-chave: Avaliação Integrada do Ecossistema (AIE); ResexMar-AC; Impactos ambientais; Gestão sustentável.

ABSTRACT

The Integrated Ecosystem Assessment (IEA) is a tool designed to support the sustainable management of natural resources in predefined areas by applying questionnaires to ecosystem users (stakeholders) to identify the most frequent and relevant economic sectors and anthropogenic pressures within an ecosystem. This study aims to identify and prioritize the most significant pressures and sectors within the Marine Extractive Reserve of Arraial do Cabo (ResexMar-AC), establishing the foundations for IEA implementation. The analysis revealed that the population identifies the tourism/recreation sector and port activities as the primary contributors to negative impacts on ResexMar-AC, while pressures such as marine litter, sewage discharge, and underwater noise pose the greatest ecological risks. The findings conclude that unregulated tourism and industrial fishing activities are the main threats to biodiversity and the region's economic sustainability. Furthermore, the study highlights the importance of integrating tools like the IEA to enhance the management of protected coastal areas, enabling targeted mitigation actions and conservation strategies tailored to local needs. This approach not only contributes to the management of ResexMar-AC but also serves as a model for other conservation units in Brazil. By prioritizing vulnerabilities and organizing the dynamics between sectors, the research underscores the need for public policies that promote a balance between economic development and environmental preservation in extractive areas.

Keywords: Integrated Ecosystem Assessment (IEA); ResexMar-AC; Environmental impacts; Sustainable management.

LISTA DE SIGLAS

AIE	Avaliação Integrada do Ecosystema (Integrated Ecosystem Assessment)
CR	Criticamente Ameaçada
EBM	Ecosystem-based management (Gestão Baseada em Ecosystemas)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MA	<i>Mission Atlantic</i>
PAN	Plano de Ação Nacional
ResexMar-AC	Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RVF	Recursos e Valores Fundamentais
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo	4
Figura 2 - Etapas da AIE	9
Figura 3 - Resultado referente à ocupação trabalhista dos entrevistados.....	17
Figura 4 - Resultado referente aos setores da ResexMar-Ac	18
Figura 5 - Resultado referente às pressões da ResexMar-Ac.....	19
Figura 6 - Diagrama Sankey.....	20
Figura 7 - Questionário passado aos stakeholders, os usuários da ResexMar-AC, parte 1	33
Figura 8 - Questionário passado aos stakeholder, os usuários da ResexMar-AC, parte 2	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Espécies Ameaçadas presentes na ResexMar-AC	5
Tabela 2 - Setores e pressões presentes na ResexMar-AC, adaptada do Projeto Mission Atlantic	26
Tabela 3 - Descrição dos Setores abordados na AIE da ResexMar de Arraial do Cabo - RJ.....	27
Tabela 4 - Descrição dos tipos de pressões abordadas no AIE da ResexMar-AC de Arraial do Cabo – RJ	29

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Capítulo 1: Área de estudo	3
3. Capítulo 2: Avaliação Integrada do Ecossistema (AIE)	7
3.1 Criação do Escopo do AIE	11
3.2 Projeto <i>Mission Atlantic</i>	11
3.3 Linguagem R de programação.....	12
4. Discussão e resultados	16
5. Conclusão	22
6. Referências.....	23
7. Anexo 1: Descrição dos Setores da ResexMar-AC	26
8. Anexo 2: Descrição dos Setores da ResexMar-AC	27
9. Anexo 3: Descrição dos tipos de pressões da ResexMar-AC (parte 1).....	29
10. Anexo 4: Script R.....	31
11. Anexo 5: Questionário para os <i>stakeholders</i>	33

1. Introdução

O aumento da população humana, a expansão industrial e o desenvolvimento de muitas atividades socioeconômicas relacionadas ao ambiente terrestre e marinho contribuíram com pressões cada vez maiores e variadas sobre os ecossistemas marinhos (PEDRESCHI, *et al.*, 2023). Visando a necessidade e dependência das populações tradicionais quanto aos recursos naturais provenientes de onde vivem e de onde obtém recursos para a própria subsistência, as Reservas Extrativistas foram uma proposta do governo brasileiro, a fim de regularizar os direitos de proteção e territórios dos recursos naturais (ALLEGRETTI, 2008).

Assim, a Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo – ResexMar-AC foi criada em 1997 com a finalidade de proteger a cultura tradicional da pesca no município, visando o equilíbrio entre as atividades humanas e a conservação da biodiversidade, garantindo a exploração autossustentável da população com a atividade pesqueira regional (PLANO DE MANEJO DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE ARRAIAL DO CABO, 2020). No entanto, muitos conflitos estão estabelecidos neste ambiente, devido à riqueza de sua biodiversidade e sua singularidade ecossistêmica, o que potencializou a disputa por espaço e as atividades de diversos setores interessados (LOBÃO, 2000).

Devido à importância da conservação da biodiversidade e do meio ambiente como um todo, diferentes ferramentas de gestão estão em desenvolvimento em diversas partes do mundo. Uma dessas ferramentas é a Avaliação Integrada do Ecossistema (*Integrated Ecosystem Assessment – AIE*), um instrumento que realiza uma análise de riscos antrópica colaborativa entre os usuários do ecossistema – os *stakeholders* – por meio de uma pesquisa que define os principais problemas do local analisado.

A AIE foi desenvolvida e aplicada em sete estudos de casos regionais no entorno do Oceano Atlântico pelo Projeto *Mission Atlantic*¹, que tem como objetivo o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar no processo de tomada de decisão e desenvolvimento de estratégias de gestão para a utilização sustentável e conservação dos recursos marinhos.

Dessa forma, a utilização de ferramentas de monitoramento e gerenciamento ambiental viabilizam ações mais efetivas dos gestores na utilização destes ambientes,

¹ Disponível em: <<https://missionatlantic.eu/>>

mapeando e avaliando o estado atual e futuro dos ecossistemas marinhos situados no Oceano Atlântico e seu entorno.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo identificar os setores e as pressões mais frequentes e/ou relevantes na ResexMar-AC, além de avaliar os impactos destes fatores nos componentes ecossistêmicos. Esse diagnóstico fornecerá subsídios importantes para embasar a elaboração de um Plano de Manejo efetivo e poderá ser utilizado por empresas públicas e privadas para compreender os impactos e vulnerabilidades que afetam a Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo.

2. Capítulo 1: Área de estudo

A cidade de Arraial do Cabo encontra-se ao norte do Município do Rio de Janeiro, amplamente conhecida por suas belezas cênicas, sua biodiversidade e sua extensa área marítima. Em 1503, o navegador explorador Américo Vespúcio desembarcou na cidade e construiu residência no que hoje é conhecido como o bairro Praia dos Anjos (PRADO, 2002). A cidade mantinha-se pela pesca, sendo esta a principal atividade econômica local, e por isso se tornou conhecida como uma “Vila de Pescadores”.

Sua extensão territorial é de 159 km², dividido em oito distritos: Arraial do Cabo, Monte Alto, Figueira, Parque das Graças, Sabiá, Pernambuco, Novo Arraial e Caiçara. Entretanto, até meados de 1980, Arraial do Cabo era considerado um distrito de Cabo Frio, que foi emancipado pela Lei Estadual nº839, de 13 de maio de 1985 (AGUIAR, 2021).

Mediante sua localização geográfica costeira, pouca urbanização e poucas oportunidades trabalhistas, a população cabista desenvolveu-se como uma comunidade pesqueira artesanal (AGUIAR, 2021). Já na década de 1940, quase 50 anos antes da sua emancipação, uma empresa de exploração de calcário de conchas foi fundada por Getúlio Vargas: a Companhia Nacional de Álcalis – CNA. Apesar disso, sua produção apenas iniciou-se em 1960, já no governo de Juscelino Kubitschek. A empresa retirava conchas da laguna de Araruama para produzir uma importante matéria-prima industrial, a barrilha (PRADO, 2002).

Este cenário mudou o foco trabalhista da cidade, causando um crescimento urbano descontrolado em busca de oportunidades de empregos mais atraentes. Os pescadores tradicionais foram incentivados a migrarem sua principal fonte de renda em busca de melhores condições de trabalho e remuneração consideravelmente mais alta do que as atividades pesqueiras (MELO, 2023).

Com o declínio da Álcalis e seu oficial encerramento em 2006, seus ex-funcionários viram-se em um cenário de desemprego, ocasionando o retorno de muitos para diversos setores informais ou para a pesca artesanal, com uma renda consideravelmente reduzida pelas pressões às atividades tradicionais (CARNEIRO *et al.*, 2012).

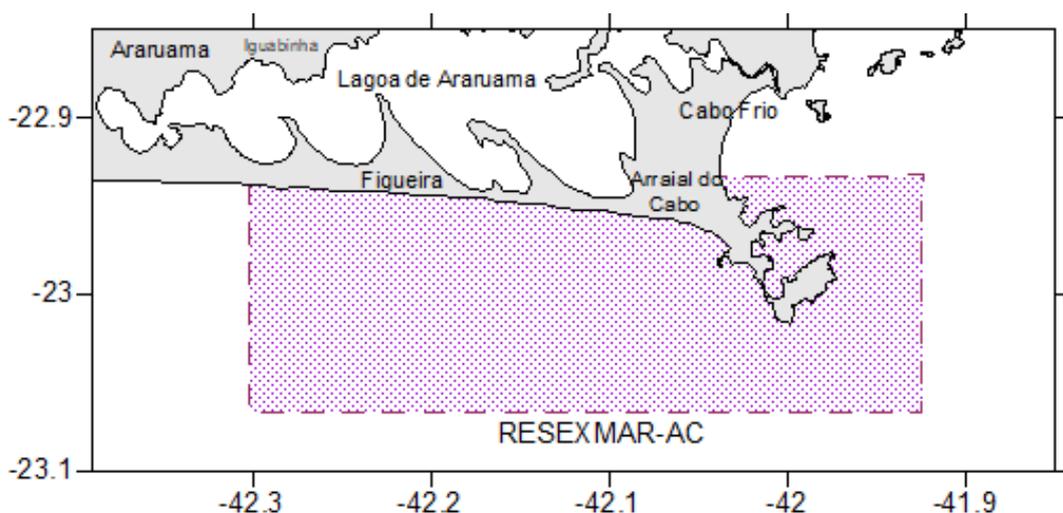
Assim, as principais fontes de renda da cidade de Arraial do Cabo variaram conforme a instalação e o fim da Álcalis. Antes da empresa, a pesca artesanal (Setor Pesqueiro) era a atividade predominante, mas durante o período em que a CNA

estava ativa, o poder monetário transferiu-se para a indústria (Setor Industrial). Já após a falência, a moeda retornou aos pescadores e ao Setor Turístico, um investimento que se firmou até a atualidade. Essa troca entre Setores Econômicos predominantes deve se refletir em distintas pressões exercidas sobre os ecossistemas de Arraial do Cabo.

Assim como no cenário mundial costeiro, uma grande parcela das atividades econômicas cabistas encontram-se nas áreas litorâneas, envolvendo múltiplos setores como pesca, turismo e recreação, prestação de serviços de águas residuais, infraestruturas costeiras e redes de indústrias de petróleo e gás (SCHERER, 2024). Apesar da historicidade da cidade de Arraial do Cabo, a atividade pesqueira tradicional foi consideravelmente ameaçada pelas pressões exercidas nos ecossistemas marinhos, surgindo assim a necessidade da criação da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo.

De acordo com o Plano de Manejo (2020) A ResexMar-AC (Figura 1) é uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável, com uma superfície de mais de 51 mil hectares em terra e em área marinha, localizada no município de Arraial do Cabo (RJ), banhada pelo Oceano Atlântico e que contém dois biomas: a Mata Atlântica e a Zona Costeira e Marítima, com a gestão de sua reserva extrativista feita pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO).

Figura 1 - Mapa da área de estudo



Fonte: Acervo Pessoal

Esta Reserva Extrativista foi a primeira Reserva Marinha do Estado do Rio de Janeiro, criada com a finalidade da realização da pesca sustentável pela população tradicional, além de gerenciar os atores que atuam nesta área, garantindo a disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras. Conseqüentemente, foi fundamental a criação da legislação acerca dos ambientes utilizados pelos povos tradicionais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra)²,

A Portaria nº627, de 30 de julho de 1987, a modalidade de Projeto de Assentamento Extrativista, destinado à exploração de áreas dotadas de riquezas extrativistas, por meio de atividade economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis a serem executadas pelas populações que ocupem ou venham a ocupar as mencionadas áreas.

Atrelado a esse cenário de desenvolvimento litorâneo e suas pressões vinculadas, o Plano de Manejo da ResexMar-AC (2020), aponta que as principais ameaças à conservação da biodiversidade e às espécies da reserva extrativista são as atividades pesqueiras industriais (pesca de arrasto de porta) e o turismo desordenado. Além disso, diversas complicações se intensificam na alta temporada, coincidindo com a principal época de pescaria e reprodução piscícola da região, cujas atividades pesqueiras tradicionais são suprimidas pelo turismo náutico e uso intensivo das praias, interferindo até nas rotas dos cardumes. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2023), 6 espécies da fauna brasileira constam na Lista de Espécies Ameaçadas presentes nesta Unidade de Conservação (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de Espécies Ameaçadas presentes na ResexMar-AC

Espécie	Classificação	Nome Científico
Neón	Góbio Marinho	<i>Elacatinus figaro</i>
Coral-de-fogo	Hidrozoário	<i>Millepora alcicornis</i>
Ouriço-do-mar	Equinodermo	<i>Paracentrotus gaimardi</i>
Gorgônia	Cnidário	<i>Phyllogorgia dilatata</i>
Cachalote	Cetáceo	<i>Physeter macrocephalus</i>
Trinta-reis-real	Ave	<i>Thalasseus maximus</i>

Fonte: ICMBio, 2024.

² O INCRA é uma autarquia federal, cuja missão prioritária é executar a reforma agrária e realizar o ordenamento fundiário nacional.

Além disso, existem também duas espécies classificadas como criticamente ameaçadas (CR) disponíveis na Lista Vermelha da IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza, (2023) e do ICMBio - a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e o lagarto-branco-da-praia, endêmico das restingas do Estado do Rio de Janeiro (*Liolaemus lutzae*), além de duas espécies endêmicas da Costa Brasileira classificadas na mesma lista como ameaçadas, o budião-azul (*Scarus trispinosus*) e a garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*).

A ResexMar-AC está presente em diversos Planos de Ação Nacional (PAN) de espécies marinhas, como o PAN dos Corais (2016), o PAN das Tartarugas Marinhas (2017), o PAN dos Tubarões e inclusive de espécies não marinhas, como o PAN de Aves da Mata Atlântica e o PAN da Herpetofauna do Sudeste.

O Plano de Manejo da ResexMar-AC visa identificar os componentes fundamentais da sociedade e do ecossistema por meio dos chamados Recursos e Valores Fundamentais (RVF), que são analisados e catalogados a partir de estudos, pesquisas, análises e inventários, desenvolvidos pela própria equipe da UC ou em parceria com o ICMBio. Estes são identificados como os aspectos ambientais, sociais, históricos e culturais (incluindo os serviços ecossistêmicos) da UC. A identificação desses componentes é fundamental para definir os setores e os componentes ecossistêmicos mais vulneráveis e priorizar aqueles que sofrem pressões mais intensas e/ou frequentes dentro da reserva.

Entretanto, apesar de as informações citadas acima já serem capazes de expor pressões e setores singulares afetados dentro da ResexMar-AC, apenas esta base de dados não é suficiente para obter os resultados planejados no presente trabalho. Dessa forma, é necessário realizar uma revisão bibliográfica mais abrangente e intensificar as pesquisas com os stakeholders, a fim de construir um banco de dados mais abrangente e completo que auxiliará na criação das bases do AIE.

Em conformidade com os objetivos do Projeto '*Mission Atlantic*', o estudo apresentado a seguir busca avaliar a viabilidade do uso da ferramenta IEA para mapear os impactos cumulativos das pressões sob os setores da área de estudo escolhida, no caso, a ResexMar-AC. Com os resultados dessa análise, os cenários de gestão local serão classificados e priorizados de acordo com o índice de vulnerabilidade, possibilitando aos gerenciadores desenvolver estratégias de gestão para combater as vulnerabilidades específicas de cada localidade.

3. Capítulo 2: Avaliação Integrada do Ecossistema (AIE)

A AIE foi elaborada para auxiliar na utilização de outra ferramenta, o EBM (*Ecosystem-based management* – gestão baseada em ecossistemas), que pode ser definido como uma ferramenta de gestão com o objetivo organizar as atividades humanas, respeitando os limites dos serviços ecossistêmicos (OSPAR/HELCOM, 2003; ICES, 2005; ENRIGHT, BOTELE, 2020; LE TISSIER, 2020).

Uma das primeiras iniciativas de utilização desta ferramenta em território nacional foi com o Projeto '*Mission Atlantic*, financiada pela União Europeia que visa avaliar o estado e as condições dos ecossistemas do Oceano Atlântico diante dos impactos cumulativos decorrentes do fornecimento de alimentos, da regulação climática e dos serviços culturais. Isso envolve mapear a distribuição atual e futura dos biomas atlânticos em três dimensões, além de identificar as pressões que esses ecossistemas enfrentam, com o intuito de apoiar o uso sustentável dos recursos marinhos.

Para esta avaliação, a AIE foi aplicada em sete estudos de caso no Oceano Atlântico, variando de mares de plataforma até a Dorsal Mesoatlântica, nas seguintes localidades:

1. Mar da Noruega
2. Mar Celta
3. Corrente Canária
4. Dorsal Atlântico Norte Médio
5. Cume Atlântico Sul Médio
6. Corrente de Benguela
7. Plataforma Sul Brasileira

Assim, a AIE é uma ferramenta flexível que pode ser adaptada para as necessidades da região estudada, por oferecer uma combinação das características socioeconômicas e dos aspectos ecológicos da dinâmica de ecossistemas (LEVIN *et al.*, 2014).

Esta análise irá proporcionar uma estrutura organizada com os diferentes objetivos em escalas e setores diversos, a fim de alcançar não apenas um objetivo, mas vários (LEVIN *et al.*, 2009).

Ainda de acordo com Levin *et al.* (2009), todo o ciclo da AIE consiste em 5 etapas, apresentadas na Figura 2:

1. Criação do Escopo (*scoping*):

- Determinar os principais objetivos do gerenciamento, as atividades humanas e as partes ecossistêmicas afetadas por meio da consulta com os *stakeholders*.

2. Priorização (*scoring*):

- Desenvolver os indicadores ecossistêmicos e a priorização de situações de vulnerabilidade mais frequentes.

3. Análise de Risco:

- Identificar e qualificar os riscos e vulnerabilidades dos componentes ecossistêmicos atualmente e no futuro por meio de uma escala.

4. Possibilidades de Gerenciamento:

- Realizar testes de cenários, simulando o status do ecossistema em diversas dinâmicas e cenários.

5. Avaliação de Resultados:

- Validação dos processos de tomada de decisão para que o resultado esperado seja alcançado, além da reflexão sobre os processos socioeconômicos e as necessidades da sociedade.

Figura 2 - Etapas da AIE



Fonte: Adaptada de integratedecosystemassessment.noaa.gov

Entretanto, neste estudo, apenas as etapas iniciais do AIE vão ser realizadas, que podem ser definidas como:

- Criação do escopo pela identificação dos setores mais relevantes em exercer pressões ecossistêmicas e/ou sociais na ResexMar-AC.
- Desenvolvimento e priorização dos indicadores de impacto de maiores riscos ao ecossistema marinho da ResexMar-AC.

Após a primeira etapa, é possível gerar um gráfico para identificar os setores que demandam necessidade de criação de ferramentas de gerenciamento e conservação de ecossistemas. Dessa forma, o presente estudo visa a criação de um diagnóstico das interações entre os setores da economia e suas pressões.

Este gráfico irá auxiliar na identificação e priorização das principais pressões exercidas sobre a ResexMar-AC, permitindo uma análise detalhada dos impactos que representam os maiores riscos aos ecossistemas marinhos. A partir dessas informações, será possível compreender a magnitude e a extensão dessas pressões, o que facilitará a identificação de setores prioritários e fornecerá uma base

fundamentada para direcionar ações de manejo e mitigação futuras. Assim, o objetivo principal do trabalho é conectar a comunidade científica e o governo, de forma a disponibilizar tais dados aos gestores para auxiliar no processo de tomada de decisões e para o desenvolvimento de estratégias de gestão que visem a preservação e a resiliência dos ecossistemas marinhos da região.

3.1 Criação do Escopo do AIE

A primeira etapa do escopo consiste na identificação dos subcomponentes relevantes e na classificação de todas as atividades humanas relacionadas que afetam os ecossistemas, bem como as pressões criadas nestes ecossistemas e seus subcomponentes (Levin *et al.* 2009). Após a identificação das relações entre os diferentes setores, pressões e os componentes ecológicos da ResexMar-AC, é possível a criação de um modelo visual de representação da rede de relações (Reum, *et al.*, 2021, Cook, *et al.*, 2014).

De acordo com Scherer *et al.* (2024), todo o processo de criação do escopo consiste em:

1. Desenvolvimento da Rede de Relações;
2. Avaliação das Pressões;
3. Avaliação de Riscos;
4. Revisão Bibliográfica;
5. Validação dos *Stakeholders*.

3.2 Projeto *Mission Atlantic*

No estudo atual, será utilizada uma lista inicial de setores e pressões existentes (Tabela 2), criada e adaptada com base no Projeto '*Mission Atlantic*', que realizou as etapas da AIE na costa da Plataforma Continental Sul Brasileira. Utilizando-se desta lista como base, foram criados os itens presentes no Questionário³ (Anexo 4), cujas respostas irão fornecer a relação de vulnerabilidade entre os setores e as pressões presentes na ResexMar-AC (Figura 4).

O Projeto *Mission Atlantic* é uma iniciativa internacional que visa compreender os aspectos e características dos ecossistemas marinhos no contexto das mudanças globais. Financiado pela União Europeia, o projeto reúne a academia científica, os gestores e as organizações de diversos países para desenvolver as AIEs nos ecossistemas que perpassam o Oceano Atlântico Norte e Sul. Essa metodologia faz um agrupamento de dados biológicos, físicos e socioeconômicos a fim de se avaliar os impactos cumulativos das atividades humanas e das mudanças no clima nos

³ Questionário aos *stakeholders* na versão online disponível em:
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeyeEI338Rh4xPoATuhACV9_PRdnVd1PFmY3W7nEvn5offliA/vi wform>

oceanos, com o objetivo de criar uma base de dados que possa ser utilizada pelos gestores em todo o Atlântico. O projeto também se destaca pelo uso de tecnologias e soluções inovadoras, como a modelagem preditiva e o uso de inteligência artificial a fim de se apoiar os processos de tomada de decisão.

Além disso, o MA busca envolver as comunidades locais e os atores-chave em tais processos, a fim de se proteger a biodiversidade marinha e seus respectivos serviços ecossistêmicos ao integrar a ciência às políticas públicas, por meio de estratégias de manejo adaptativas que considerem as especificidades e singularidades de cada região do Atlântico. Dentre seus objetivos principais estão o desenvolvimento de ferramentas para monitoramento contínuo e a promoção de práticas que minimizem os impactos negativos das atividades humanas, além de promover a resiliência de tais ecossistemas, a fim de se contribuir diretamente com a saúde do oceano e o bem estar das próximas gerações.

3.3 Linguagem R de programação

R é um tipo de linguagem de programação que possibilita a análise de grandes volumes de dados e a realização de procedimentos estatísticos avançados, além de oferecer recursos para a elaboração de representações gráficas visuais. (BITTENCOURT, BARROS, ALBINO, 2016)

Ela foi criada a partir da linguagem S da Bell Labs, que visava um ambiente organizado e dinâmico de software para laboratórios de estatística. Esta linguagem tem se especializado na manipulação e análise de dados, sendo uma excelente opção para a programação geral devido à disponibilidade de pacotes de distribuição em bibliotecas online gratuitas e suas inúmeras funcionalidades (DA COSTA, 2022).

O aprendizado da linguagem R apresenta desafios iniciais em relação à compreensão da sua lógica de funcionamento, familiarização com seus comandos fundamentais e compreensão dos manuais disponíveis online. Apesar disso, após esta etapa de adaptação, a linguagem proporciona uma elevada produtividade de trabalho e, de maneira mais relevante, uma alta taxa de eficácia nas análises (AQUINO, 2014).

Além dos pacotes de procedimentos estatísticos já existentes disponíveis em sua biblioteca virtual, o R também possui uma grande variedade de interfaces gratuitas para deixar a utilização do programa de maneira mais confortável, como por exemplo, o RStudio, utilizado neste trabalho.

Para começar a utilizar a linguagem R, acesse o link oficial para fazer o download de seu instalador: <https://www.r-project.org/>, e para fazer o download do RStudio utilize o link: <https://www.rstudio.com/>. É importante frisar a importância de baixar a versão mais atualizada de ambos os programas, a fim de que os pacotes utilizados estejam compatíveis.

Com os resultados da pesquisa com os *stakeholders* organizados em intervalos, foi utilizada a função “*sankeyNetwork()*”, do pacote “*networkD3*”, disponível a ser instalado e carregado dentro do RStudio por meio da função de instalação de pacotes:

```
# Instalar o pacote (caso não tenha instalado)
install.packages("networkD3")
# Carregar o pacote
library(networkD3) "
```

Após a instalação do pacote, o primeiro intervalo, de acordo com as respostas do questionário, foi definido como ‘setores’, transformando os resultados em números decimais. Bem como o segundo intervalo ‘pressões’ e a intercessão entre estes, denominado como ‘valores’, no mesmo formato.

```
# Definir as informações para os setores
setores_info <- c("Pesca", "Atividade portuária", "Aqüicultura", "Pesquisa",
"Turismo", "Infraestrutura costeira", "Dessalinização", "Atividades militares",
"Dragagem", "ETE", "Fazendas marinhas")"
```

```
# Definir as informações para as pressões na coluna pressões
pressoes_info <- c("Construções permanentes", "Alteração de sedimentos",
"Interação física antrópica", "Extração de areia/cascalho", "Ruídos subaquático",
"Lixo Marinho", "Introd. de comp. contaminantes", "Introd. de espécies invasoras",
"Lançamento de esgoto", "Extração de espécies", "Captura acidental", "Perda ou
morte", "Abertura de canal", "Número de embarcações", "Construções de
embarcações" ) "
```

```
# Definir os valores correspondentes a cada setor
valores_setores <- c(0.11, 0.17, 0.01, 0.01, 0.32, 0.09, 0.01, 0.02, 0.10, 0.12, 0.03)
```

```
valores_pressoes <- c(0.08, 0.04, 0.06, 0.04, 0.08, 0.14, 0.08, 0.05,
0.13, 0.03, 0.04, 0.03, 0.06, 0.11, 0.04)
valores <- c(0.11, 0.17, 0.01, 0.01, 0.32, 0.09, 0.01, 0.02, 0.10, 0.12, 0.03,
0.08, 0.04, 0.06, 0.04, 0.08, 0.14, 0.08, 0.05, 0.13, 0.03, 0.04,
0.03, 0.06, 0.11, 0.04) ”
```

Em seguida, a origem dos *links* do gráfico *Sankey* foi gerada, denominada como vetor ‘s (*source*)’ com uma sequência de número de 0 a 11, repetindo cada número uma vez com o comando ‘rep (0:11, each = 1)’. Após isso, o comando ‘rep(11, 14)’ adiciona 14 ocorrências do número **11** ao vetor ‘s’, ou seja, o nó 11 (que pode ser considerado como o nó central ou "RESEX", por exemplo).

```
‘ s <- c(rep(0:11, each = 1), rep(11, 14)) ’
```

Já na coluna da direita, foi criado o ‘vetor t (*target*)’, que define os destinos dos *links* no gráfico, criando uma sequência de números de 12 a 26, com o comando ‘12:26’. Basicamente, o vetor ‘s’ representa os nós de origem e o vetor ‘t’ representa os nós de destino, relacionamento as conexões (*links*) entre os nós.

```
‘ t <- c(rep(11, 11), 12:26) ’
```

Após a definição das colunas, inicia-se a criação do *dataframe*, utilizando a função ‘*data.frame*’, usada para criar os links que contém os dados que conectam os nós. O vetor ‘*value=valores*’ é definido pela quantidade de ocorrências daquela resposta nas entrevistas, representando a quantidade de fluxo entre os setores e pressões.

```
‘ links <- data.frame(source = s,
target = t,
value = valores) ’
```

Em seguida, a variável ‘nodes’ contém os nomes dos nós (setores e pressões), que serão utilizados no gráfico. O vetor ‘name’ é a lista de todos os nós utilizados no gráfico: os setores, o nó central e as pressões.

```
' nodes <- data.frame(
  name = c(setores_info, "RESEX", pressoes_info)'
```

Por fim, para gerar o gráfico, foi utilizado a função '*sankeyNetwork*', gerada por meio de funções e parâmetros internos, como: '*Links = links*', que define as conexões entre os nós do dataframe; a função '*Nodes=nodes*', que define os nomes dos nós; as funções *Source = "source"* e *Target = "target"* que estabelecem os parâmetros e informam as funções quais colunas no dataframe links contém as informações sobre os nós de origem e destino. A função que define os valores associados aos links (intensidades ou quantidades de fluxo), enquanto a função *NodeID = "name"* diz a função que a coluna 'name' no *data.frame nodes* contém os nomes dos nós. Por fim, as funções *fontSize* é referente ao tamanho da fonte dos rótulos dos nós no gráfico e a *nodeWidth* define a largura dos nós no gráfico.

```
' sankey <- sankeyNetwork(Links = links, Nodes = nodes, Source = "source", Target
= "target",
  Value = "value", NodeID = "name", fontSize = 15, nodeWidth = 30)
'
```

Ao simplesmente digitar o nome da variável '*sankey*', é exibido o gráfico Sankey elaborado. O *script* completo da criação do gráfico está presente no Anexo 4.

Assim, com os resultados da pesquisa com os *stakeholders*, o diagrama Sankey foi gerado (Figura 9), que relaciona a taxa de frequência com a largura das setas por meio da disponibilização de uma avaliação entre as atividades antrópicas e seu potencial impacto sobre os componentes ecossistêmicos. Logo, é possível realizar uma análise de risco que evidencie quais setores e pressões foram elencados com maior frequência como prováveis causadores de pressões, sendo possível observar como a comunidade interpreta os setores e pressões impactantes à ResexMar-AC.

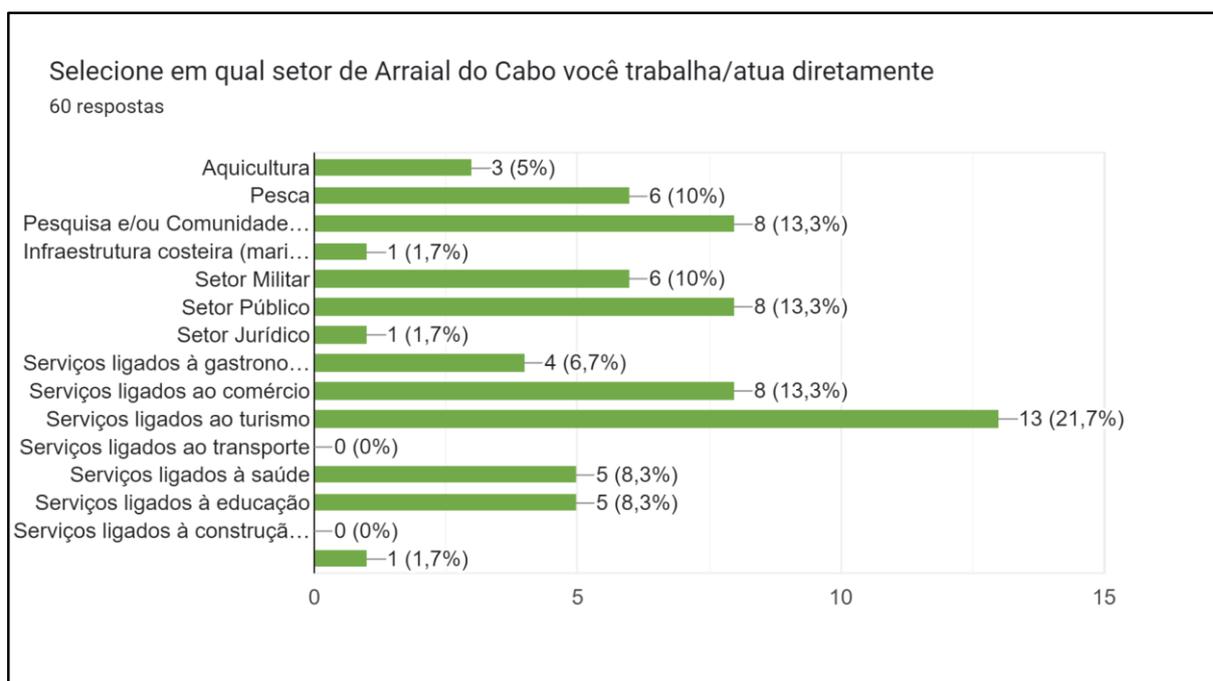
4. Discussão e resultados

A pesquisa foi conduzida entre os meses de maio e outubro de 2024, de forma presencial e online, utilizando a plataforma *Google Forms* para a coleta de dados. Ao todo, foram entrevistados 60 participantes (n=60) selecionados de maneira aleatória. Estes assinalaram que estão cientes e de acordo com que todas as informações preenchidas no questionário sejam utilizadas para fins puramente acadêmicos, de acordo com a Lei de Proteção de Dados (13.709/2018). Do total de respostas, 55% (n = 33) correspondem a mulheres e 45% (n = 27) a homens.

Em relação à faixa etária dos respondentes (Figura 5), o grupo mais representativo foi o de 26 a 32 anos (28,3%), seguido pelo grupo de 33 a 40 anos (25%), 48 anos ou mais (21,7%), 18 a 25 anos (15%) e, por fim, o de 41 a 47 anos (10%).

Quanto ao setor de atuação dos entrevistados na ResexMar-AC (Figura 6), a maioria (13 respostas, ou 21,7%) trabalha ou atua em serviços relacionados ao turismo. Em segundo lugar, encontram-se profissionais do setor público e dos serviços relacionados ao comércio, com 8 respostas cada (13,3%). O setor de pesquisa e/ou comunidade acadêmica aparece com 8 respostas (13,3%), seguido pelos setores de pesca e militar, ambos com 6 respostas (10%). Os serviços relacionados à saúde e à educação foram mencionados em 5 respostas cada (8,3%), enquanto os serviços ligados à gastronomia apareceram em 4 respostas (6,7%) e a aquicultura em 3 respostas (5%). Com apenas uma resposta (1,7%) estão o setor de infraestrutura costeira e o setor jurídico. Por fim, os serviços relacionados ao transporte e à construção civil não foram mencionados por nenhum dos respondentes.

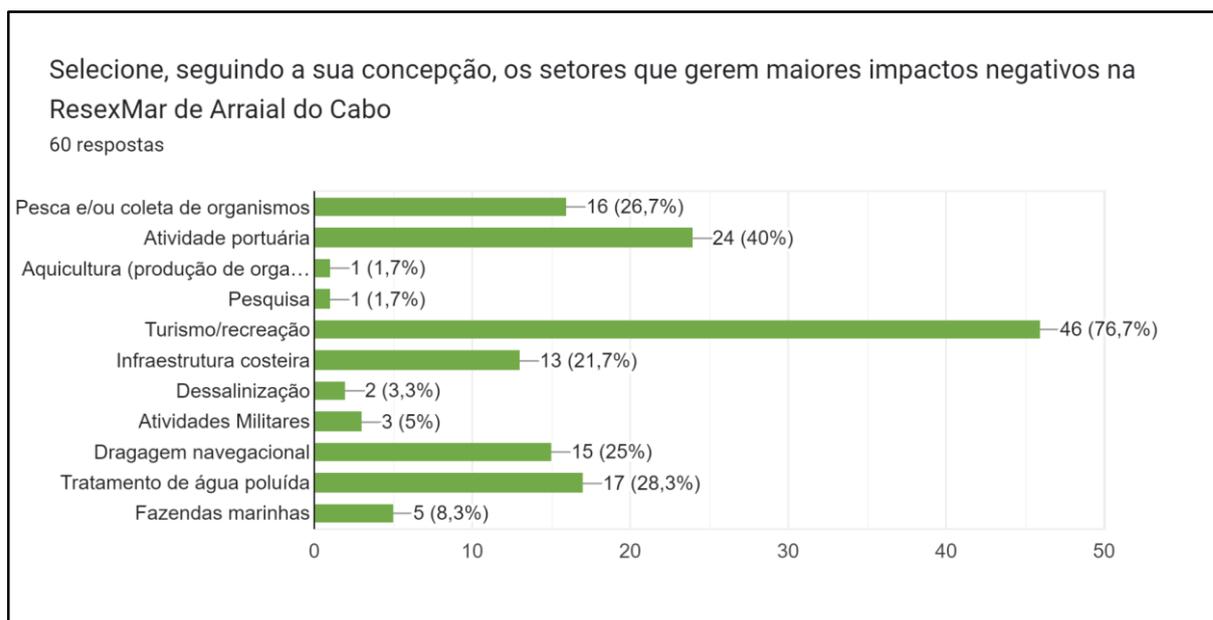
Figura 3 - Resultado referente à ocupação trabalhista dos entrevistados



Fonte: Resultados da pesquisa

Já em relação aos setores (Figura 7) que geram impactos negativos, dos 59 entrevistados, 45 indivíduos (76,3%) indicaram o setor de Turismo/Recreação. Em seguida, 24 entrevistados (40%) mencionaram a Atividade Portuária. Com 16 respostas (26,7%), aparecem as atividades de Pesca e/ou Coleta de Organismos, bem como o Tratamento de Água Poluída. A Dragagem Navegacional foi indicada por 14 pessoas (23,7%), enquanto a Infraestrutura Costeira recebeu 12 menções (20,3%). As fazendas marinhas foram citadas por 5 entrevistados (8,5%), e as Atividades Militares por 3 (5,1%). A Dessalinização foi mencionada em 2 respostas (3,4%) e a Pesquisa foi citada por 1 pessoa (1,7%) igualmente à Aquicultura, com 1,7%.

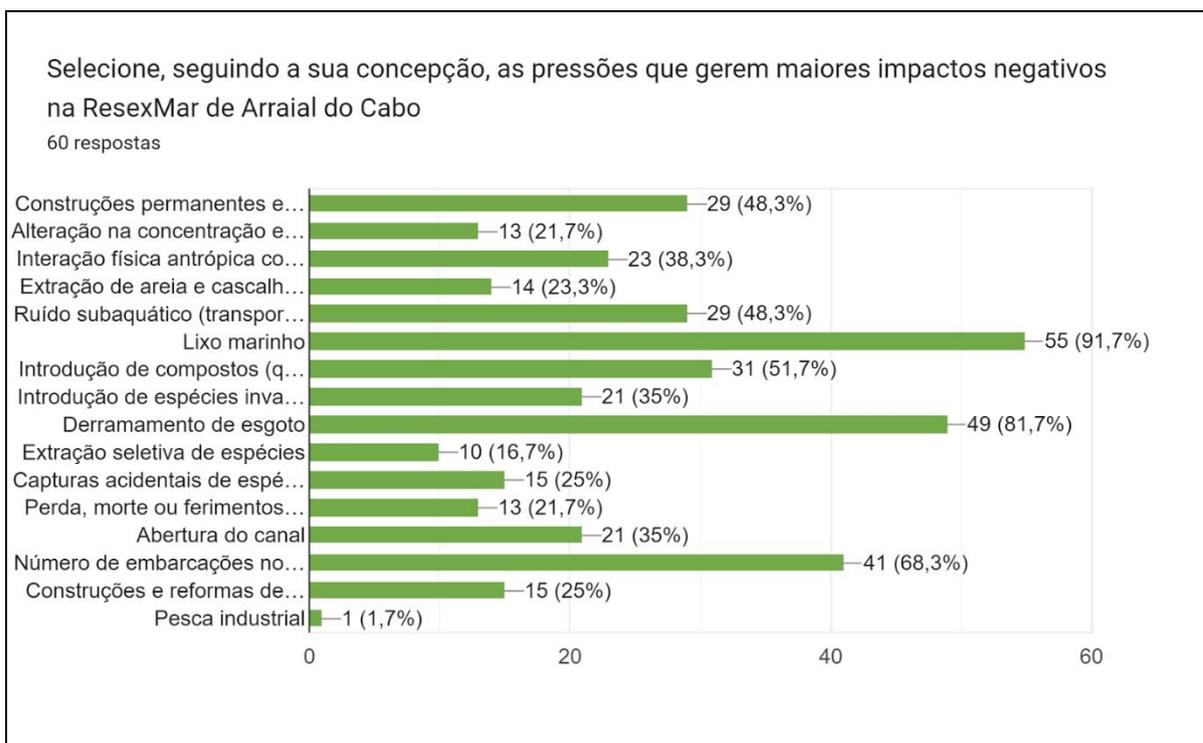
Figura 4 - Resultado referente aos setores da ResexMar-Ac



Fonte: Resultados da pesquisa

No que diz respeito às pressões (Figura 11) que exercem os maiores impactos negativos na ResexMar-AC, o tópico mais mencionado foi o Lixo Marinho, com 54 citações (91,5%). Em seguida, o Derramamento de Esgoto foi citado por 48 respondentes (81,4%). O número de embarcações nos portos e em navegação foi apontado por 40 entrevistados (67,8%). A Introdução de Compostos Químicos Contaminantes recebeu 30 menções (50,8%), enquanto o Ruído Subaquático foi destacado por 29 pessoas (49,2%). As construções permanentes e/ou impermeabilização do solo próximo à costa foram indicadas por 28 respondentes (47,5%). A interação física e antrópica com a fauna e flora do fundo do mar foi mencionada 22 vezes (37,3%), enquanto a Introdução de Espécies Invasoras foi apontada por 21 respondentes (35,6%). A abertura do canal recebeu 20 menções (33,9%). Com 15 menções (25,4%) está a construção e reforma de embarcações, seguida pela extração de areia e cascalho e as capturas acidentais de espécies, ambas com 14 menções (23,7%). A perda, morte ou ferimentos acidentais de espécies e a alteração na concentração e/ou distribuição de sedimentos suspensos na coluna de água foram mencionadas 13 vezes (22%). A extração seletiva de espécies foi citada por 10 respondentes (16,9%), e, por fim, a Pesca Industrial foi mencionada por apenas 1 indivíduo (1,7%).

Figura 5 - Resultado referente às pressões da ResexMar-Ac

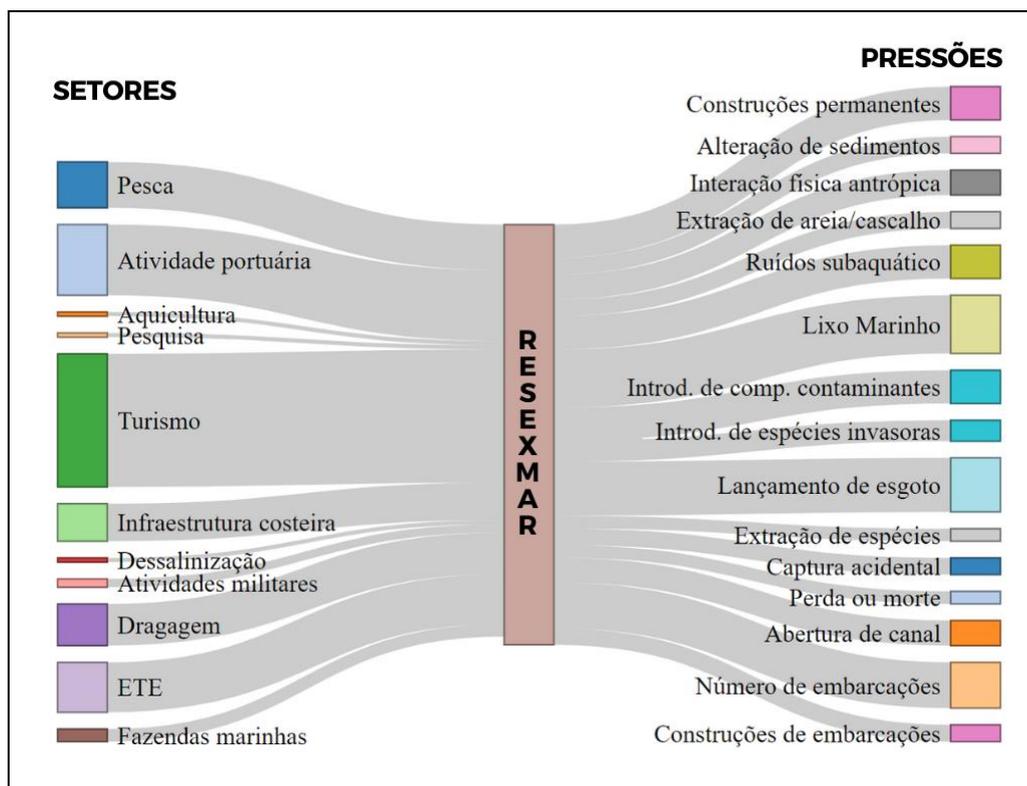


Fonte: Resultados da pesquisa

O setor "Turismo/recreação" foi identificado como o principal responsável pelas pressões negativas sobre a Resex, seguido pela "Atividade Portuária". No que diz respeito às pressões, "Lixo Marinho" foi a mais citada, seguida por "Derramamento de esgoto" e "Número de embarcações nos portos e navegando", como pode ser visualizada no diagrama Sankey (Figura 6), onde a espessura das linhas está relacionada ao número de citações na pesquisa.

Além disso, é importante destacar que, embora a maioria dos entrevistados tenha identificado o turismo como um setor com grande potencial de impacto, também se nota que a maior parte dos participantes deste estudo atua nesse próprio setor. Isso sugere que os entrevistados possuem uma consciência crítica sobre os potenciais impactos ambientais do turismo, reconhecendo suas implicações para a ResexMar-AC.

Figura 6 - Diagrama Sankey



Fonte: Acervo pessoal

A aplicação da ferramenta Avaliação Integrada do Ecossistema (AIE) na ResexMar-Ac tem se mostrado uma alternativa interessante para identificar e priorizar setores e pressões que impactam seus respectivos componentes ecossistêmicos. Além disso, esta pesquisa é uma das pioneiras no uso dessa ferramenta em áreas marinhas protegidas no Brasil, e seu caráter inovador reforça a relevância de um estudo mais abrangente.

O município de Arraial do Cabo é conhecido pelo turismo marítimo e suas belezas naturais, mas a ausência de planejamento adequado limita sua capacidade de receber e acomodar o volume crescente de visitantes (ALMEIDA, 2024). Durante períodos de alta temporada, observa-se o aumento de poluição, principalmente resíduos sólidos, esgoto e outros contaminantes, que comprometem tanto os ecossistemas costeiros quanto a atratividade turística da região.

De acordo com um relatório publicado pela prefeitura de Arraial do Cabo, o volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de 2016 a 2023, tem uma forte influência do turismo. Os maiores volumes de RSU são registrados nos meses de verão e nas férias escolares, com um pico em janeiro (DUTRA *et al.*, 2024). Esses dados

evidenciam a pressão exercida pelo turismo sobre o meio ambiente e ressaltam a importância de estratégias de manejo que abordem esse impacto.

Além disso, a metodologia aqui apresentados pode servir como um modelo de protocolo de ação para outras áreas protegidas no Brasil, incentivando o uso de ferramentas de avaliação de impacto como instrumentos para fortalecer a gestão ecossistêmica em regiões costeiras. Assim, esta pesquisa oferece subsídios não só para ações locais de mitigação de impactos, mas também para políticas públicas que promovam uma sustentabilidade mais ampla e integrada para áreas extrativistas em todo o território nacional.

Dessa forma, este estudo não se limita a apenas enriquecer o campo da pesquisa e da gestão de reservas marinhas no Brasil, mas busca fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de políticas de conservação e estratégias de manejo adaptativas às necessidades específicas dos ecossistemas selecionados.

5. Conclusão

O Plano de Manejo já reconhece o turismo desordenado e a pesca industrial (não a pesca comercial) como os principais responsáveis por impactos significativos na ResexMar-AC. No entanto, o documento não apresenta uma metodologia clara que fundamente essas constatações. Em contraste, os resultados da pesquisa aqui apresentada permitem identificar o setor mais citado (turismo) e a pressão mais mencionada (lixo marinho), evidenciando sua maior relevância e correlação para os entrevistados.

Em paralelo ao estudo de Scherer (2024), que realizou a AIE na Plataforma Sul Brasileira, foram identificados 16 setores impactantes, entre os quais se destacam a pesca, o tratamento de águas residuais e as indústrias terrestres. Estes resultados são consistentes com os da região estudada, particularmente no que se refere à pesca e ao tratamento de águas residuais. No que tange às pressões, Scherer identificou 19 categorias, com destaque para o lixo, tal como identificado em nossa pesquisa, além da extração e perda acidental de espécies e a introdução de compostos contaminantes.

Os resultados evidenciam uma relação significativa entre o turismo/recreação e o lixo marinho, o que torna imperativo que esta base de dados seja disponibilizada para consulta pública pelos gestores, incluindo o ICMBio, a prefeitura e os órgãos municipais. Arraial do Cabo, como um polo biodiverso de valor inestimável, exige esforços contínuos para proteger e conservar seus recursos ecossistêmicos, não apenas para os moradores e usuários locais, mas para toda a sociedade. Essa disponibilização é essencial para a formulação adequada de estratégias de mitigação de impactos, projetos de lei, políticas públicas e áreas de proteção.

6. Referências

- AGUIAR, Luiza Araujo Jorge de et al. Pescadores artesanais e a Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ-RESEXMar AC: trajetória e desafios frente a atividades turísticas. 2021.
- ALLEGRETTI, Mary. A construção social de políticas públicas. Chico Mendes e o movimento dos seringueiros. *Desenvolvimento e meio ambiente*, v. 18, 2008.
- ALMEIDA, Riezo Silva et al. Gerenciamento de resíduos na perspectiva da economia azul no Rio de Janeiro. *Revista Foco*, v. 17, n. 10, p. e6010-e6010, 2024.
- AORA. Working group on the ecosystem approach to ocean health and stressors: linking ocean-use sectors and ecosystem components. Copenhagen: Ices Expert Groups Reports, 2019. 56 p. doi: <https://doi.org/10.17895/ices.pub.20291367>
- AQUINO, J. A. (2014). R para cientistas sociais. Ilhéus (BA): UESC, 2014.
- BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Brasília, *Diário Oficial da União*, 19 jul. 2000.
- BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; BARROS, Daniela Melaré Vieira; ALBINO, João Pedro. A linguagem R e sua importância na recolha e análise dos dados. In: Atas do Congresso Internacional sobre Avaliação no Ensino Superior. p. 179.
- CARNEIRO, A. M.; MORAES, E. A. de; VIEIRA, L. F. Conhecimentos tradicionais da pesca artesanal para a conservação sustentável do mar: valores patrimoniais do espaço marítimo na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo RJ. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012.
- CORMIER, R.; KELBLE, C. R.; ANDERSON, M. R.; ALLEN, J. I.; GREHAN, A.; GREGERSEN, O. Moving from ecosystem-based policy objectives to operational implementation of ecosystem-based management measures. *Journal of Marine Science*, v. 74, p. 406–413, 2017. doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw181>
- COOK, G. S.; FLETCHER, P. J.; KELBLE, C. R. Towards marine ecosystem-based management in South Florida: investigating the connections among ecosystem pressures, states, and services in a complex coastal system. *Ecological Indicators*, v. 44, p. 26-39, 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.026>
- DA COSTA, Diogo Ricardo. Linguagem R: conceitos e aplicações. AYA Editora, 2022.
- DE GUSMÃO PEDRINI, Alexandre et al. Gestão ambiental em áreas protegidas x estatísticas de mergulho na RESEX Marinha de Arraial do Cabo, RJ. 2007.
- DUTRA, José Arthur de Souza Santos et al. Análise da geração de resíduos sólidos urbanos do município de Arraial do Cabo–RJ entre 2016 e 2023. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 3, p. e3717-e3717, 2024.

ICMBio. Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves da Mata Atlântica (PAN Aves da Mata Atlântica). Brasília: ICMBio, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-herpetofauna-do-sudeste/1-ciclo/pan-herpetofauna-do-sudeste-sumario.pdf>. Acesso em: 16 maio 2024.

ICMBio. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN Tubarões Marinhos). Brasília: ICMBio, 2023. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/livros_digitais/Biodiversidade/Livro_Pan_Tubar%25C3%25B5es_2023_vfinal_23_digital_compacto_compressed_1.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo. Brasília, DF, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). O INCRA. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/o-incra>. Acesso em: 21 dez. 2023.

IUCN. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN. Versão 2023-1. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 2023.

LABOREL-DEGUEN, F.; CASTRO, C. B.; NUNES, F. L. D.; PIRES, D. O. Recifes brasileiros: o legado de Laborel. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2019. 376 p. (Série Livros; 64).

LEVIN, P. S.; FOGARTY, M. J.; MURAWSKI, S. A.; FLUHARTY, D. Integrated ecosystem assessments: developing the scientific basis for ecosystem-based management of the ocean. *PLOS Biology*, v. 7, e1000014, 2009. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000014>

LEVIN, P. S.; KELBLE, C. R.; SHUFORD, R. L.; AINSWORTH, C.; DeREYNIER, Y. Guidance for implementation of integrated ecosystem assessments: a US perspective. *Journal of Marine Science*, v. 71, n. 5, p. 1198–1204, 2014. doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst112>

LOBÃO, R. J. da S. Reservas Extrativistas Marinhas: uma reforma agrária no mar? Uma discussão sobre o processo de consolidação da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. Dissertação (Mestrado em Antropologia) — Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, UFF, Niterói, 2000.

MELO, Andrelle Motta de Freitas. Entre cardumes e agruras: o conhecimento ecológico tradicional (CET) dos pescadores de Arraial do Cabo/RJ. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/ResexMar-ACinha-do-arraial-do-cabo>. Acesso em: 5 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Ambientes Coralíneos (PAN Corais). Brasília, 2016.

O'HIGGINS, T. G.; DeWITT, T. H.; Lago, M. Using the concepts and tools of social ecological systems and ecosystem services to advance the practice of ecosystem-based management. In: O'HIGGINS, T. G.; Lago, M.; DeWitt, T. H. (Ed.). *Ecosystem-based management, ecosystem services and aquatic biodiversity*. Cham: Springer Open, 2020. p. 1-20. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45843-0_1

PEDRESCHI, Debbi et al. Operationalising ODEMM risk assessment for Integrated Ecosystem Assessment scoping: complexity vs. manageability. *Frontiers in Marine Science*, v. 9, p. 2766, 2023.

PIET, G.; DELACAIMARA, G.; KRAAN, M.; ROÜCKMANN, C.; LAGO, M. Advancing aquatic ecosystem-based management with full consideration of the social-ecological system. In: O'HIGGINS, T. G.; Lago, M.; DeWitt, T. H. (Ed.). *Ecosystem-based management, ecosystem services and aquatic biodiversity*. Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45843-0_1

PIET, G. J.; JONGBLOED, R. H.; KNIGHTS, A. M.; TAMIS, J. E.; PAIJMANS, A. J.; VAN DER SLUIS, M. T.; et al. Evaluation of ecosystem-based marine management strategies based on risk assessment. *Biological Conservation*, v. 186, p. 158–166, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.03.011>

PRADO, Simone Moutinho. Da anchova ao salário mínimo: uma etnografia sobre injunções de mudança social em Arraial do Cabo/RJ. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2002.

REUM, J. C. P. et al. Network approaches for formalizing conceptual models in ecosystem-based management.

7. Anexo 1: Descrição dos Setores da ResexMar-AC

Tabela 2 - Setores e pressões presentes na ResexMar-AC, adaptada do Projeto *Mission Atlantic*

Setores	Pressões
Pesca e/ou coleta de organismos	Construções permanentes e/ou impermeabilização do solo próximas à costa
Atividade portuária	Alteração na concentração e/ou distribuição de sedimentos suspensos na coluna d'água
Aquicultura (produção de organismos aquáticos)	Interação física antrópica com a fauna/flora do fundo do mar, causando danos físicos/mortalidade
Pesquisa	Extração de areia/cascalho
Turismo/recreação	Ruídos subaquático (transporte marinho/pesca)
Infraestrutura Costeira	Lixo Marinho
Dessalinização	Introdução de compostos contaminantes
Atividades Militares	Introdução de espécies invasoras e/ou translocação de espécies
Dragagem navegacional	Derramamento de esgoto
Tratamento de água poluída	Extração seletiva de espécies
Fazendas marinhas	Captura acidental de espécies
	Perda, morte ou ferimentos acidentais em espécies
	Abertura do canal
	Número de embarcações nos portos ou navegando
	Construções e reformas de embarcações
	Pesca industrial

Fonte: Adaptada de: integratedecosystemassessment.noaa.gov

8. Anexo 2: Descrição dos Setores da ResexMar-AC

Tabela 3 - Descrição dos Setores abordados na AIE da ResexMar Arraial do Cabo - RJ

Setores	Descrição
Pesca e/ou coleta de organismos	Redes de arrasto e dragagem bentônicas, redes (por exemplo, redes fixas), redes de arrasto pelágico, envasamento/criação, sucção (dragagem hidráulica).
Atividade Portuária	Lixo e detritos, amarração/encalhe/lançamento, transporte, transporte de resíduos.
Aquicultura (produção de organismos aquáticos)	Cultivo e reprodução de organismos aquáticos (fauna e/ou flora) em ambiente controlado ou semicontrolado.
Pesquisa	Santuários de animais, arqueologia marinha, atividades realizadas como parte da pesquisa marinha (por exemplo, cruzeiros de pesquisa, captura de amostragem, redes de arrasto etc.).
Turismo/recreação	Pesca recreativa, passeios de barco/iate, mergulho, lixo e detritos, praia pública, estância turística, desportos náuticos, cruzeiros.
Infraestrutura Costeira	Recifes artificiais, barragens, reposição de praias, fase de construção, bueiros, lagoas, instalações portuárias/docas, quebra-mares, reivindicação de terras, marinas, petróleo, habitações urbanas (ou seja, habitação e outros edifícios).
Dessalinização	Operacional (descarga de efluentes, captação de água)
Coleta	Escavação de iscas, colheita de algas marinhas e vegetação de sapal, recolha de ovos de aves, recolha manual de mariscos, cascas, curiosidades.
Atividades Militares	Contingente militar (navios, munições).
Dragagem Navegacional	Dragagem de capital, dragagem de manutenção, remoção de substrato, despejo de entulho.
Tratamento de água poluída	Descarga de esgoto, descarga térmica.

Fazendas marinhas	Produção de organismos aquáticos. Ex.: cultivo e comercialização de ostras, vieiras, mexilhões e peixes em tanque-rede.
-------------------	---

Fonte: Adaptada de: integratedecosystemassessment.noaa.gov

9. Anexo 3: Descrição dos tipos de pressões da ResexMar-AC (parte 1)

Tabela 4 - Descrição dos tipos de pressões abordadas no AIE da ResexMar-AC de Arraial do Cabo – RJ

Tipo	Pressões	Descrição
Perda Física	Perda de substrato (selagem)	Impermeabilização através de construção permanente (por exemplo, defesas costeiras, turbinas eólicas) ou alteração do tipo de substrato devido à perda de características essenciais (físicas e/ou biológicas). Perda natural de substrato e substituição por um tipo diferente de substrato. Perda de áreas de dormitório/nidificação/ forrageamento das aves. Perda de viveiros de peixes.
Dano Físico	Mudanças no Assoreamento	Alteração na concentração e/ou distribuição de sedimentos suspensos na coluna de água provenientes de escoamento superficial, dragagem etc. ou sufocamento por estruturas artificiais ou eliminação de materiais no fundo do mar.
	Abrasão	Interação física das atividades humanas com o fundo do mar e com a fauna/flora do fundo do mar, causando danos físicos e/ou mortalidade (Ex.: pesca de arrasto ou ancoragem), excluindo morte ou ferimentos devido a colisão. A abrasão pode causar danos às áreas de desova.
	Extração seletiva de recursos não vivos	Extração de areia e cascalho (agregados), ou remoção de substratos superficiais para exploração do subsolo.
Outros distúrbios físicos	Ruído subaquático	Som subaquático de fontes antropogênicas (por exemplo, transporte marítimo, pesca, investigações geológicas, operações portuárias).
	Lixo Marinho	Metal, vidro, borracha, madeira, tecido e plásticos (incluindo micropartículas de plásticos).
Interferência na composição química da água	Mudanças no regime de salinidade	Mudança na salinidade (média, variação e variabilidade) devido a construções que afetam o fluxo de água.
Contaminação por substâncias perigosas	Introdução de compostos contaminantes	Introdução de pesticidas, anti-incrustantes, produtos farmacêuticos, metais pesados e hidrocarbonetos nas águas marinhas.
Enriquecimento de nutrientes e matéria orgânica	Insumo de matéria orgânica (incluindo N&P)	Enriquecimento orgânico, por ex. provenientes de efluentes industriais e de esgoto e/ou fertilizantes e outras substâncias ricas em nitrogênio e fósforo em rios e áreas costeiras. Incluir descartes orgânicos.
Perturbação Biológica	Introdução de espécies invasoras e translocações	Introdução de espécies invasoras e translocação de espécies pelas atividades de um determinado setor (por exemplo, através do transporte marítimo ou da aquicultura).

	Extração seletiva de espécies	Extração direcionada de espécies.
	Capturas acidentais	Captura indesejada/ilegal (que acaba na rede a bordo).
	Perda acidental de espécies, morte ou ferimentos por colisão	Danos colaterais de todas as espécies (por exemplo, colisões com navios/engrenagens). Entrelaçamento em redes de pesca e aquicultura.
Interferência na composição química da água	Mudanças no pH	Alteração do pH (média, amplitude ou variabilidade) devido ao escoamento da indústria terrestre e da agricultura, das atividades aquícolas ou das descargas de fonte pontual.

Fonte: Adaptada de: integratedecosystemassessment.noaa.gov

10. Anexo 4: Script R

```

library(networkD3)
library(readxl)
library(htmlwidgets)

# Definir as informações para os setores
setores_info <- c(
  "Pesca",
  "Atividade portuária",
  "Aquicultura",
  "Pesquisa",
  "Turismo",
  "Infraestrutura costeira",
  "Dessalinização",
  "Atividades militares",
  "Dragagem",
  "ETE",
  "Fazendas marinhas")

# Definir os valores correspondentes a cada setor
valores_setores <- c(0.11, 0.17, 0.01, 0.01, 0.32, 0.09, 0.01, 0.02, 0.10, 0.12, 0.03)
valores_pressoes <- c(0.08, 0.04, 0.06, 0.04, 0.08, 0.14, 0.08, 0.05,
  0.13, 0.03, 0.04, 0.03, 0.06, 0.11, 0.04)
valores <- c(0.11, 0.17, 0.01, 0.01, 0.32, 0.09, 0.01, 0.02, 0.10, 0.12, 0.03,
  0.08, 0.04, 0.06, 0.04, 0.08, 0.14, 0.08, 0.05, 0.13, 0.03, 0.04,
  0.03, 0.06, 0.11, 0.04)

# Definir as informações para as pressões na coluna pressões
pressoes_info <- c(
  "Construções permanentes",
  "Alteração de sedimentos",
  "Interação física antrópica",
  "Extração de areia/cascalho",
  "Ruídos subaquático",
  "Lixo Marinho",
  "Introd. de comp. contaminantes",
  "Introd. de espécies invasoras",
  "Lançamento de esgoto",
  "Extração de espécies",
  "Captura acidental",
  "Perda ou morte",
  "Abertura de canal",
  "Número de embarcações",
  "Construções de embarcações"
)

# Gerar os dados para o sankey
s <- c(rep(0:11, each = 1), rep(11, 14))

```

```
t <- c(rep(11, 11), 12:26)

links <- data.frame(source = s,
                    target = t,
                    value = valores
)

# Criar os nós (nodes) do gráfico Sankey
nodes <- data.frame(
  name = c(setores_info, "RESEX", pressoes_info) # Usar informações e manter o
  nó central
)

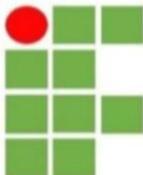
# Criar o gráfico

sankey <- sankeyNetwork(Links = links, Nodes = nodes,
  Source = "source", Target = "target",
  Value = "value", NodeID = "name",
  fontSize = 15, nodeWidth = 30)

sankey
```

11. Anexo 5: Questionário para os *stakeholders*

Figura 7 - Questionário passado aos *stakeholders*, os usuários da ResexMar-AC, parte 1



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Rio de Janeiro campus Arraial do Cabo
PÓS GRADUAÇÃO
Ciências Ambientais em Áreas Costeiras

Identificação e priorização dos setores e pressões dentro da RESEX-MAR: a criação das bases do AIE (Integrated Ecosystem Assessment) - pesquisa com os *stakeholders*

Seguindo a Lei Geral de Proteção de Dados nº 13.709 de 2018, esta pesquisa é uma das etapas de desenvolvimento do TCC do IFRJ - Arraial do Cabo, para o curso de Especialização Lato Sensu em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras. Assim, todas as informações coletadas aqui têm interesse puramente acadêmico/científico.

O questionário a seguir busca avaliar e mapear os impactos cumulativos das pressões sob os setores socioeconômicos ambientais da RESEX-MAR. Para assim determinar os principais objetivos de gerenciamento, as atividades humanas e as partes ecossistêmicas afetadas por meio desta pesquisa com os *stakeholders*.

1. Estou ciente e concordo que todas as informações preenchidas neste questionário são anônimas e não serão utilizadas para outros fins, a não ser de caráter puramente acadêmico. Do mesmo modo, concordo em fornecer os dados pertinentes para esta pesquisa

Concordo
 Não concordo

2. Informe seu sexo

Feminino
 Masculino
 Prefiro não responder

3. Qual é sua faixa etária?

18 até 25 anos
 26 até 32 anos
 33 até 40 anos
 41 até 47 anos
 48 anos ou mais

4. Selecione em qual setor da RESEX-MAR de Arraial do Cabo você **trabalha/atua** e utiliza diretamente:

Aquicultura
 Pesca
 Pesquisa e/ou Comunidade acadêmica
 Infraestrutura costeira (marinas, portos, colônias de pescadores etc.)
 Setor Militar
 Setor Público
 Setor Jurídico
 Serviços ligados à gastronomia
 Serviços ligados ao comércio
 Serviços ligados ao turismo

Fonte: Acervo Pessoal

Figura 8 - Questionário passado aos stakeholder, os usuários da ResexMar-AC, parte 2

- Serviços ligados ao transporte
 Serviços ligados à saúde
 Serviços ligados à educação
 Serviços ligados à construção civil
 Outro: _____
5. Selecione, seguindo a sua concepção, os **setores** que gerem maiores **impactos negativos** na RESEX-MAR de Arraial do Cabo:
- Pesca e/ou coleta de organismos
 Atividade portuária
 Aquicultura (produção de organismos aquáticos)
 Pesquisa
 Turismo/recreação
 Infraestrutura costeira
 Dessalinização
 Atividades Militares
 Dragagem navegacional
 Tratamento de água poluída
 Fazendas marinhas
6. Selecione, seguindo a sua concepção, as **pressões** que gerem maiores **impactos negativos** na RESEX-MAR de Arraial do Cabo:
- Construções permanentes e/ou impermeabilização do solo próximos à costa
 Alteração na concentração e/ou distribuição de sedimentos suspensos na coluna d'água
 Interação física antrópica com a fauna/flora do fundo do mar, causando danos físicos e/ou mortalidade)
 Extração de areia e cascalho (Extração seletiva de recursos não vivos)
 Ruído subaquático (transporte marítimo, pesca)
 Lixo marinho
 Introdução de compostos (químicos) contaminantes
 Introdução de espécies invasoras e/ou translocações de espécies
 Derramamento de esgoto
 Extração seletiva de espécies
 Capturas acidentais de espécies
 Perda, morte ou ferimentos acidentais de espécies
 Abertura do canal
 Número de embarcações nos portos e navegando
 Construções e reformas de embarcações
 Outro: _____

Obrigada pela participação!