Luis Enrique Sánchez
Alexander Turra
Carla Grigoletto Duarte
ORGANIZADORES

Guia para avaliação de impactos ambientais
e sociais do desenvolvimento de

ENERGIA EÓLICA OFFSHORE

em ambientes tropicais



GUIA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DO DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE EM AMBIENTES TROPICAIS

Luis Enrique Sánchez, Alexander Turra & Carla Grigoletto Duarte
(ORGANIZADORES)

SÃO PAULO
2026

Corpo editorial:

Finalizações: Márcia Regina Denadai
Ilustrações: Leandro Coelho (#entremarés)
Diagramação: Leandro Coelho (#entremarés)

Nota editorial (1): Algumas imagens deste guia foram produzidas com o uso de ferramentas de inteligência artificial generativa.

Nota editorial (2): As ilustrações foram desenvolvidas para facilitar a compreensão dos conceitos apresentados e destacar elementos relevantes para a discussão. Por esse motivo, os organismos e outros elementos representados não seguem necessariamente proporções ou escalas relativas reais.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Guia para avaliação de impactos ambientais e sociais do desenvolvimento de energia eólica offshore em ambientes tropicais [livro eletrônico] / organização Luis Enrique Sánchez, Alexander Turra, Carla Grigoletto Duarte. -- São Paulo : FUSP, 2026.
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-85-68892-03-9

1. Desenvolvimento sustentável 2. Energia eólica 3. Estudos ambientais 4. Impacto ambiental - Avaliação 5. Licenciamento ambiental - Brasil 6. Meio ambiente I. Sánchez, Luis Enrique. II. Turra, Alexander. III. Duarte, Carla Grigoletto.

26-377606.0 CDD-363.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Gestão ambiental 363.7

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Como citar:

Sánchez, L.E.; Turra, A.; Duarte, C.G. (Org.). Guia para avaliação de impactos ambientais e sociais do desenvolvimento de energia eólica offshore em ambientes tropicais. São Paulo: Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.21226085

REALIZAÇÃO





CÁTEDRA UNESCO PARA A SUSTENTABILIDADE DO OCEANO
Instituto de Estudos Avançados
Instituto Oceanográfico



FINANCIAMENTO











APOIO



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 8

LISTA DE QUADROS 10

LISTA DE BOXES 11

APRESENTAÇÃO 12

AGRADECIMENTOS 14

SINOPSE 15

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE: UMA INTRODUÇÃO 20

Fundamentos da Avaliação de Impacto Ambiental e sua aplicação ao setor de energia eólica offshore 21

Referências 27

PARTE 1 - ARCABOUÇO CONCEITUAL 29

Capítulo 1 - Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental 30

1.1 O que é Gestão de Base Ecossistêmica? 31

1.2 Por que integrar a Gestão de Base Ecossistêmica e a Avaliação de Impacto Ambiental? 33

1.3 Como integrar a Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental? 34

1.4 Desafios, oportunidades e recomendações 37

1.5. Perspectivas 39

Referências 40

Capítulo 2 - Integração da Avaliação de Impacto Ambiental com outros instrumentos de planejamento 43

2.1 Instrumentos de planejamento: por que e o que considerar? 44

2.1.1 Instrumentos de planejamento 45

2.1.2 Instrumentos de Avaliação de Impacto 50

2.2 Principais pontos de encadeamento: como integrar as informações relevantes? 54

Referências 59

Capítulo 3 - Participação e Engajamento Social 63

3.1 Participação social e engajamento significativo: qual a diferença? 64

3.2. Como planejar a participação social para promover um engajamento significativo? 70

3.2.1. Concepção 70

3.2.2. Análise de partes interessadas 71

3.2.3. Planejamento 73

3.2.4. Implementação 76

3.2.5. Monitoramento e avaliação 77

3.3. Como seguir? Participação e engajamento como processos estratégicos 79

Referências 80

PARTE 2 - BASES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE 82

Capítulo 4 - Parques eólicos offshore e instalações associadas 83

4.1 Principais tipos de projetos eólicos offshore e suas instalações associadas 85

4.2 Perspectivas tecnológicas para projetos eólicos offshore e suas instalações associadas 88

Referências 88

Capítulo 5 - Impactos e relações de causalidade 90

5.1 Relações de causalidade na avaliação de impactos de projetos 91

5.1.1 Caracterizar atividades 92

5.1.2 Descrever aspectos e impactos ambientais e sociais 93

5.2 Impactos ambientais de projetos eólicos offshore 100

5.2.1 Impactos no meio marinho 100

5.2.2 Impactos no meio costeiro e terrestre 103

5.3 Impactos sociais de projetos eólicos offshore 105

Referências 111

PARTE 3 - RECOMENDAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE 115

Capítulo 6 - Definição do escopo de um Estudo de Impacto Ambiental 116

6.1 O que é a definição de escopo na avaliação de impacto de projetos? 117

6.2 Engajamento de partes interessadas e a definição do escopo 120

6.3 Recomendações para definição do conteúdo técnico mínimo para o Estudo de Impacto Ambiental 121

6.3.1 Descrição do projeto e de suas alternativas 121

6.3.2 Diagnóstico da situação atual do ambiente potencialmente afetado 122

6.3.3 Análise dos impactos 124

6.3.4 Medidas necessárias para evitar, reduzir, compensar os impactos negativos e para potencializar os positivos 124

6.3.5 Conclusão do Estudo de Impacto Ambiental 124

Referências 125

Capítulo 7 - Diagnóstico e linha de base 126

7.1 Por que desenvolver um diagnóstico? 127

7.2 Como selecionar os componentes e indicadores para o diagnóstico? 128

7.3 Como definir a escala espaço-temporal para o diagnóstico? 130

7.4 Diagnóstico ambiental marinho 133

7.4.1 Coluna d'água e plâncton 135

7.4.2 Organismos e habitats bentônicos 136

7.4.3 Organismos nectônicos 138

7.5. Diagnóstico ambiental costeiro e terrestre 141

7.5.1 Habitats e biodiversidade costeira 142

7.5.2 Habitats e biodiversidade terrestre 143

7.6 Diagnóstico social 145

7.6.1 Atividades socioeconômicas 147

7.6.2 Atividades socioculturais 148

Referências 150

Capítulo 8 - Determinação da significância de impactos 153
8.1 O que é um impacto significativo? 154
8.2 Para que serve a determinação da significância de impactos? 155
8.3 Quais são os elementos essenciais para determinar a significância de impactos? 157
8.3.1 Matriz de Significância 162
8.3.2 Magnitude 163
8.3.3 Sensibilidade 164
8.4 Como comunicar adequadamente a significância dos impactos? 167
Referências 168
Capítulo 9 - Medidas de mitigação 170
9.1 O que são medidas de mitigação? 171
9.2 Escolhendo as melhores medidas com a hierarquia de mitigação 172
9.3 Medidas de mitigação para a biodiversidade marinha em projetos de energia eólica offshore 179
9.4 Eficácia das medidas de compensação para a biodiversidade 181
Referências 183
Capítulo 10 - Impactos cumulativos 186
10.1 O que são impactos cumulativos? 187
10.2 Qual a importância de se avaliar impactos cumulativos na Avaliação de Impacto Ambiental de projetos? 189
10.3 Como avaliar os impactos cumulativos em nível de projeto? 190
10.3.1 Etapa 1: Definição do escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos 191
10.3.2 Etapa 2: Estabelecimento da base de referência para a Avaliação de Impactos Cumulativos 198
10.3.3 Etapa 3: Análise de Impactos Cumulativos 199
10.3.4 Etapa 4: Mitigação dos impactos cumulativos 202
10.3.5 Etapa 5: Acompanhamento dos impactos cumulativos 203
Referências 203
Capítulo 11 - Acompanhamento 206
11.1. O que é a etapa de acompanhamento na Avaliação de Impacto Ambiental? 207
11.2 O monitoramento como peça central da etapa de acompanhamento 211
11.3 Monitoramento ambiental 213
11.3.1. Delineamento amostral para a detecção de impactos 213
11.3.2. Replicação e suficiência estatística 216
11.3.3. Técnicas de amostragem da biodiversidade 217
11.4 Monitoramento social 222
11.4.1 Programa de monitoramento social 222
11.4.2 Desenvolvimento de indicadores de impacto social 224
Referências 227
GLOSSÁRIO 230
OS AUTORES 233

LISTA DE FIGURAS

Figura I.1. Articulação entre a avaliação de impactos de projetos eólicos offshore - objeto deste Guia - e outros âmbitos de avaliação de impactos. 26

Figura 1.1. Modelo conceitual para serviços ecossistêmicos costeiros e marinhos. 35

Figura 1.2. Proposta para identificação e consideração dos Serviços Ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental. 36

Figura 2.1. Principais contribuições da Avaliação Ambiental Estratégica. 51

Figura 2.2. Principais contribuições da Avaliação de Impactos Cumulativos para o planejamento e desenvolvimento do setor de energia eólica offshore. 52

Figura 2.3. Instrumentos de planejamento e informações potencialmente relevantes para a Avaliação de Impacto Ambiental de projetos eólicos offshore. 55

Figura 2.4. Potenciais contribuições dos instrumentos de planejamento, da Avaliação Ambiental Estratégica e da Avaliação de Impactos Cumulativos regional para as etapas da Avaliação de Impacto Ambiental de projetos. 56

Figura 2.5. Orientações práticas para promover o encadeamento entre instrumentos de planejamento e a Avaliação de Impacto Ambiental de projetos. 58

Figura 3.1. Vantagens da participação social. 66

Figura 3.2. Exemplos de formas de fomentar a participação social em diferentes etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental. 67

Figura 3.3. Características de um processo de engajamento significativo das partes interessadas. 68

Figura 3.4. Etapas do processo de planejamento da participação e engajamento social na Avaliação de Impacto Ambiental. 70

Figura 3.5. Representação das três categorias de atores com exemplos de grupos relacionados ao desenvolvimento de projetos offshore. 71

Figura 4.1. Principais componentes de um parque eólico offshore e instalações associadas, destacando-se: as torres e os aerogeradores, os cabos submarinos, a subestação oceânica, o cabo de conexão terrestre (exportação), a subestação terrestre, e as linhas de transmissão. 85

Figura 4.2. Principais tipos de estruturas fixas. 86

Figura 4.3. Principais tipos de estruturas flutuantes. 86

Figura 4.4. Instalação dos cabos elétricos de ligação entre a subestação marítima e a subestação terrestre. 87

Figura 5.1. Exemplo de cadeia causal destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos ambientais no meio marinho relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore. 103

Figura 5.2. Exemplo de cadeia causal destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos ambientais no meio costeiro e terrestre relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore. 105

Figura 5.3. Exemplo de cadeia causal parcial destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos sociais relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore. 109

Figura 7.1. Esquema exemplificando como a cadeia causal evidencia os principais indicadores a serem produzidos no diagnóstico, buscando priorizar parâmetros que sejam mais adequados para a compreensão do processo causal. 129

Figura 7.2. Esquema ilustrando os principais componentes do meio marinho e que podem ser afetados pelos parques eólicos offshore. 133

Figura 7.3. Exemplos de habitats bentônicos tropicais, prioritários para o diagnóstico do ambiente marinho em projetos de parques eólicos offshore. 136

Figura 7.4. Exemplos de organismos nectônicos tropicais, prioritários para o diagnóstico ambiental marinho em projetos de parques eólicos offshore. 139

Figura 7.5. Esquema ilustrando os principais componentes que ocorrem no ambiente costeiro e terrestre, os quais podem ser afetados pelos parques eólicos offshore. 141

Figura 7.6. Exemplos de aves limícolas que utilizam ambientes tropicais como corredor migratório, prioritárias para o diagnóstico ambiental costeiro e terrestre em projetos de parques eólicos offshore. Estas utilizam pontos de parada na costa para descanso e alimentação. . 144

Figura 7.7. Esquema ilustrando os principais componentes sociais que podem ser afetados pelos parques eólicos offshore. 145

Figura 7.8. Exemplos de atividades sociais, econômicas e culturais relevantes para o diagnóstico social em projetos eólicos offshore. 149

Figura 8.1. O potencial de impacto depende diretamente da magnitude do impacto e da sensibilidade do componente ambiental. 155

Figura 8.2. Ilustração conceitual do limite de aceitabilidade de um impacto no contexto da Avaliação de Impacto Ambiental. 155

Figura 8.3. Relação entre a determinação da significância e as diferentes etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental. 156

Figura 8.4. Variáveis utilizadas para a determinação da significância do impacto ambiental. 157

Figura 8.5. Passos da análise de impactos e determinação da significância. 159

Figura 8.6. Relação entre as medidas de mitigação e a aceitabilidade do impacto. 160

Figura 8.7. Relação entre impacto significativo, impactos inaceitáveis e aceitáveis. 161

Figura 9.1. Diagrama esquemático mostrando a aplicação da hierarquia de mitigação para impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos. 172

Figura 10.1. Foco da Avaliação de Impactos Cumulativos. 187

Figura 10.2. Principais tipos de impactos cumulativos. 188

Figura 10.3. Etapas, objetivos e princípios associados à Avaliação de Impactos Cumulativos. 190

Figura 11.1. Elementos que compõem a etapa de acompanhamento da Avaliação de Impacto Ambiental. 207

Figura 11.2. Ciclos de aprendizagem na Avaliação de Impacto Ambiental. 208

Figura 11.3. Exemplo de impacto (introdução e dispersão de espécies exóticas) com a proposta de indicador baseado na cadeia causal, ilustrando como o referido impacto pode ser considerado nas diferentes etapas da Avaliação de Impacto Ambiental: diagnóstico, determinação da significância, mitigação e acompanhamento. 213

Figura 11.4. Exemplo esquemático de malha amostral para o monitoramento ambiental seguindo o delineamento BACI (*Before-After-Control-Impact*). 215

Figura 11.5. Exemplo esquemático de malha amostral seguindo o desenho de gradientes multiescalares, visando ao monitoramento da biodiversidade nas escalas da turbina eólica (microescala) e do parque eólico (mesoescala). 216

Figura 11.6. Exemplos de ROV (*Remotely Operated Vehicle*) utilizados no monitoramento submarino. 219

Figura 11.7. Esquema ilustrando a rede de emalhe utilizada para coletar espécies de peixes presentes na área do projeto. 220

Figura 11.8. DSG (sigla em inglês para "gravador autônomo de sons submarinos") usado no monitoramento acústico de cetáceos. Ele capta os sons emitidos pelos animais por meio de um gravador de sons submarinos para identificar quais espécies estão presentes na região. 220

Figura 11.9. Exemplos de componentes sociais e indicadores para monitoramento. 225

LISTA DE QUADROS

Quadro I.1. Funções da Avaliação de Impacto Ambiental. 22

Quadro I.2. Etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental e particularidades de sua aplicação no setor de energia eólica offshore. 24

Quadro 1.1. Desafios e oportunidades para integrar a Gestão de Base Ecossistêmica à Avaliação de Impacto Ambiental. 38

Quadro 1.2. Recomendações para integrar a Gestão de Base Ecossistêmica à Avaliação de Impacto Ambiental. 39

Quadro 3.1. Exemplos de métodos e instrumentos para a participação e engajamento social. 74

Quadro 5.1. Principais atividades relacionadas às fases de planejamento, instalação, operação e desativação de um parque eólico offshore realizadas no ambiente marinho ou terrestre, ou de caráter geral. 93

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore. 94

Quadro 6.1. Boas práticas para a definição do escopo de um estudo de impacto ambiental considerando suas principais finalidades (categorias). 120

Quadro 7.1. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico ambiental marinho, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos dos parques eólicos offshore. 134

Quadro 7.2. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico ambiental costeiro e terrestre, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos dos parques eólicos offshore. 142

Quadro 7.3. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico social, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos esperados dos parques eólicos offshore. 146

Quadro 8.1. Exemplo de matriz de significância. 162

Quadro 9.1 Objetivo principal, exemplos práticos e para o setor eólico offshore e fatores críticos de sucesso das medidas mitigadoras aplicadas entre diferentes níveis da hierarquia de mitigação. 175

Quadro 9.2. Menu sintético de medidas de mitigação para impactos típicos de projetos eólicos offshore. 176

Quadro 10.1. Exemplos de componentes ambientais e sociais, subcomponentes e impactos cumulativos. 187

Quadro 11.1. Síntese das principais técnicas de amostragem que podem ser utilizadas para o monitoramento dos impactos de parques eólicos offshore na biodiversidade, destacando quais componentes podem ser amostrados por cada técnica, e quais os principais impactos que podem ser monitorados por estas. 218

LISTA DE BOXES

Box 1.1.	Princípios da Gestão de Base Ecossistêmica Marinha	32
Box 1.2.	Gestão de Base Ecossistêmica e a Avaliação de Impacto Ambiental na agenda global para o oceano	33
Box 1.3.	Boas Práticas para consideração dos Serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental	37
Box 2.1.	Exemplos de regulamentações nacionais que demandam o fluxo de informações entre instrumentos de planejamento e Avaliação de Impacto Ambiental	44
Box 2.2.	Instrumentos de planejamento - caso na região sudeste do Brasil	49
Box 2.3.	Exemplo de Avaliação de Impactos Cumulativos em área marinha brasileira	53
Box 2.4.	Encadeamento entre níveis estratégico e de projetos: caso dos Estados Unidos	57
Box 3.1.	Princípios básicos da Participação Social na Avaliação de Impacto Ambiental	65
Box 3.2.	Exemplo prático de implementação de um processo de participação social	69
Box 3.3.	Entendendo a relação das partes interessadas com o projeto	72
Box 3.4.	Um exemplo de boas práticas: a participação social no planejamento dos empreendimentos offshore nos Estados Unidos	76
Box 3.5.	Exemplo de implementação de Plano para Engajamento Comunitário na Austrália	77
Box 3.6.	Instrumentos de comunicação com as comunidades	79
Box 5.1.	Relações de causalidade sobre serviços ecossistêmicos	110
Box 6.1.	Proporcionalidade na avaliação de impactos de projetos	117
Box 6.2.	A importância dos Guias Técnicos	119
Box 6.3.	Escopo da Avaliação de Impacto Ambiental em regiões pouco estudadas: como lidar com lacunas de conhecimento e incertezas	123
Box 7.1.	Mudanças climáticas no diagnóstico - evolução da linha de base	132
Box 7.2.	A proliferação de espécies não-nativas é uma preocupação central em regiões tropicais e subtropicais: o caso do Coral-Sol	138
Box 8.1.	Exemplo prático: significância do impacto de perda auditiva em mamíferos marinhos	161
Box 8.2.	Exemplo prático: matriz de significância	163
Box 8.3.	Exemplo prático: descrição da magnitude	164
Box 8.4.	Exemplo prático: descrição da sensibilidade	165
Box 8.5.	Exemplo prático: determinação da significância de impactos visuais	166
Box 9.1.	Buscando referências para proposição de medidas de mitigação	178
Box 9.2.	Busca por inovação e impactos positivos na biodiversidade	181
Box 9.3.	Eólicas offshore como parte de uma estratégia regional de regeneração	182
Box 10.1.	Exemplo de critérios utilizados para a inclusão de impactos na Avaliação de Impactos Cumulativos	193
Box 10.2.	Método para a seleção dos componentes envolvendo uma comunidade indígena	193
Box 10.3.	Procedimento para a seleção de outras ações a serem consideradas na Avaliação de Impactos Cumulativos	195
Box 10.4.	Mudanças climáticas e impactos cumulativos	196
Box 10.5.	Zonas de influência definidas para a Avaliação de Impactos Cumulativos do projeto Ossian Offshore Wind Farm (UK)	197
Box 10.6.	Relações de causalidade e componentes afetados	200
Box 11.1.	Os Programas de Educação Ambiental no setor de óleo e gás no Brasil como processos de gestão	210
Box 11.2.	Programas regionais de mitigação e monitoramento: Caso da Avaliação de Impacto Ambiental Programática nos Estados Unidos	211

APRESENTAÇÃO

A energia eólica offshore está em rápida expansão globalmente, impulsionada pelo crescimento da demanda por fontes renováveis e pelo avanço tecnológico, que viabiliza projetos de maior porte e mais eficientes. Até o momento, seu desenvolvimento tem ocorrido predominantemente em regiões temperadas, onde já há experiência acumulada e diretrizes consolidadas para avaliação de impactos ambientais e sociais desses projetos. No entanto, o crescente interesse pela expansão do setor em regiões tropicais e subtropicais exige a adaptação de boas práticas para contextos ecológicos, sociais e regulatórios distintos.

Este Guia tem como objetivo principal propor boas práticas para processos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) no setor de energia eólica offshore em ambientes tropicais. O documento oferece orientações que visam contribuir para a qualidade dos estudos socioambientais e fortalecer a tomada de decisão sobre licenciamento, financiamento e investimentos nesses projetos.

O aproveitamento de recursos energéticos em ambientes tropicais traz desafios socioambientais específicos, devido, entre outros fatores, à alta diversidade biológica, à forte presença da pesca artesanal, e à regulamentação ainda em consolidação. O foco deste Guia em ambientes tropicais não implica uma delimitação geográfica rígida, mas reflete a intenção de recomendar práticas apropriadas às particularidades desses ambientes.

Outro diferencial em relação a guias técnicos disponíveis é integrar, em cada etapa da AIA, princípios da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE), uma abordagem alinhada aos objetivos das agendas internacionais voltadas ao oceano e à biodiversidade.

O Guia é direcionado, sobretudo, a analistas de órgãos responsáveis pela condução do processo de AIA e consultores envolvidos na elaboração de estudos socioambientais. No entanto, também pode ser útil para técnicos de empresas de setores como energia e infraestrutura, organizações da sociedade civil, legisladores, órgãos de controle e pesquisadores interessados no tema. O conteúdo pode ser adotado como referencial técnico para definição de marcos legais e normativas técnicas em países onde o setor de eólicas offshore se encontra em estágio inicial.

A preparação do Guia envolveu extensa revisão bibliográfica e documental de marcos legais, guias internacionais, análise de casos, construção participativa do conteúdo, por meio de oficinas de trabalho e consultas realizadas com especialistas, técnicos de órgãos ambientais, consultores, representantes de comunidades e pesquisadores de diferentes instituições brasileiras. Ainda que tenham sido consultados profissionais que atuam majoritariamente no Brasil, o Guia é internacional em seu escopo, contendo recomendações aplicáveis em outros ambientes marinhos e costeiros tropicais.

A estrutura do Guia foi concebida para fornecer recomendações práticas de forma objetiva, apoiadas em sólida fundamentação conceitual e baseadas no conhecimento científico. Nos três primeiros capítulos são apresentadas diretrizes internacionais para proteção do oceano (Capítulo 1), orientações para fortalecer a relação da AIA de projetos com seu contexto de planejamento (Capítulo 2) e também sobre o papel da participação social ao longo de todo o processo de AIA (Capítulo 3). O Guia aborda aspectos essenciais das tecnologias construtivas atuais para este tipo de projeto (Capítulo 4), seguido da apresentação de cadeias causais que conectam atividades de planejamento, construção, operação e desativação, aspectos, impactos socioambientais e medidas mitigadoras (Capítulo 5).

As principais etapas do processo de AIA são contempladas, com orientações para a definição de escopo (Capítulo 6), para a elaboração de diagnósticos e elaboração de linhas de base e para previsão e determinação de significância dos impactos (Capítulos 7 e 8). Também são apresentadas medidas de mitigação de impactos (Capítulo 9). Um capítulo é dedicado a mostrar o passo a passo para realizar a avaliação de impactos cumulativos como parte de um Estudo de Impacto Ambiental (Capítulo 10). Por fim, são apresentadas diretrizes gerais para a etapa de acompanhamento, e recomendações para o monitoramento socioambiental (Capítulo 11).

Um glossário com os principais temas utilizados complementa o Guia.

Esperamos que as diretrizes deste Guia contribuam para um modelo de desenvolvimento da energia eólica offshore que cumpra de forma efetiva as boas práticas da AIA, esteja integralmente alinhado aos compromissos globais para a proteção do oceano e da biodiversidade e com pleno respeito às comunidades locais.

São Paulo, outono de 2026

AGRADECIMENTOS

Esta publicação é um produto do projeto de pesquisa "Avaliação do Impacto Ambiental e Social do Aproveitamento da Energia Eólica Offshore", desenvolvido entre 2023 e 2026. Pesquisadores da Escola Politécnica e do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP), e do Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) desenvolveram pesquisas sobre os impactos de parques eólicos offshore e formas de mitigá-los. Os resultados acadêmicos vêm sendo publicados em revistas científicas e apresentados em congressos.

O projeto de pesquisa foi patrocinado pela TotalEnergies EP Brasil Ltda., no âmbito do projeto Power System Innovation Hub - InnovaPower (Código ANP 23675-2, Projeto 96-03), por meio de um convênio entre a Universidade de São Paulo e a TotalEnergies, gerenciado pela Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e executado pelo RCGI Research Centre on Greenhouse Gas Innovation.

Agradecemos o apoio do RCGI – Centro de Pesquisa e Inovação em Gases de Efeito Estufa (23.1.8493.1.9), sediado na Universidade de São Paulo (USP) e patrocinado pela Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2020/15230-5) e o patrocínio da TotalEnergies, assim como à importância estratégica do apoio da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) por meio da regulamentação da taxa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

A preparação deste Guia teve a contribuição de técnicos do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) que participaram de cinco oficinas de trabalho, realizadas entre setembro de 2024 e agosto de 2025, e de técnicos da TotalEnergies, que gentilmente fizeram comentários sobre minutas do Guia.

O conteúdo e as recomendações deste Guia são baseados unicamente na experiência acadêmica e profissional dos autores, e de maneira alguma podem ser interpretados como opiniões ou recomendações dos patrocinadores do projeto de pesquisa, do Ibama ou de qualquer outra entidade pública, privada ou do terceiro setor que tenha sido consultada.

SINOPSE

Este Guia é organizado em três partes. A primeira, com três capítulos, apresenta o arcabouço conceitual utilizado em sua preparação. A segunda parte, com dois capítulos, contém bases para avaliação de impacto ambiental de projetos eólicos offshore, e a terceira parte, com seis capítulos, traz recomendações para avaliar impactos desses projetos.

Capítulo 1 - Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental

Dentre os avanços recentes no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), destaca-se a progressiva incorporação de uma abordagem mais abrangente, alinhada aos princípios da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE). Embora esse movimento represente um importante aprimoramento conceitual e metodológico, ele ainda ocorre de maneira lenta e fragmentada. Nesse contexto, este capítulo busca aprofundar a compreensão da GBE e explicitar de que formas seus princípios podem contribuir para qualificar e fortalecer a prática da AIA.

Este capítulo apresenta:

1. O que é Gestão de Base Ecossistêmica
2. Por que integrar Gestão de Base Ecossistêmica e Avaliação de Impacto Ambiental?
3. Como integrar a Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental?
4. Desafios, oportunidades e recomendações
5. Perspectivas

Capítulo 2 - Integração da Avaliação de Impacto Ambiental com outros instrumentos de planejamento

O espaço marinho onde há potencial para a instalação de projetos de energia eólica é usado para diversas finalidades, como pesca, navegação, turismo, extração de recursos minerais e de petróleo e gás e conservação ambiental. Com intuito de conciliar diversos usos, atuais e potenciais, dos espaços marinhos e costeiros, muitos governos adotam ins-

trumentos de planejamento do uso de recursos. Este capítulo mostra a importância de se considerar o quadro de planejamento durante a avaliação de impactos, e os principais pontos de encadeamento entre os instrumentos.

Este capítulo apresenta:

1. Instrumentos de planejamento: por que e o que considerar?
2. Principais pontos de encadeamento: como integrar as informações relevantes?

Capítulo 3 - Participação e engajamento social

A participação social em processos decisórios não apenas propicia maior legitimidade e dá voz e visibilidade às comunidades afetadas e partes interessadas, como também contribui para reduzir riscos de investimentos e criar espaços de diálogo que perduram durante a fase de operação do empreendimento. A partir de conceitos, boas práticas e exemplos, evidencia-se como diferentes formas de participação podem contribuir para processos mais justos, inclusivos e efetivos ao longo das diversas etapas da avaliação de impacto ambiental.

Este capítulo apresenta:

1. Participação social e engajamento significativo: qual a diferença?
2. Como planejar a participação social para promover um engajamento significativo?
3. Como seguir? Participação e engajamento como processos estratégicos

Capítulo 4 - Parques eólicos offshore e instalações associadas

A construção e o funcionamento de um parque eólico offshore demandam a realização de uma série de atividades não apenas no ambiente marinho, mas também em ambientes terrestres, incluindo atividades de apoio e instalações de transporte e de transmissão de energia. A adequada caracterização das atividades de um projeto - e de suas alternativas - é o ponto de partida para a identificação dos potenciais impactos e consequente planejamento e definição do escopo de um estudo socioambiental.

Este capítulo apresenta:

1. Principais tipos de projetos eólicos offshore e instalações associadas
2. Perspectivas tecnológicas para projetos eólicos offshore e suas instalações associadas

Capítulo 5 - Impactos e relações de causalidade

Conectar as atividades realizadas nas etapas de planejamento, construção, operação e desativação de empreendimentos com suas consequências ambientais e sociais é o ponto de partida para estruturar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A identificação preliminar dos potenciais impactos fundamenta a definição do escopo do estudo

e o planejamento dos levantamentos necessários para estabelecer a linha de base para avaliação dos impactos.

Este capítulo apresenta:

1. Relações de causalidade na avaliação de impactos de projetos
2. Impactos ambientais de projetos eólicos offshore
3. Impactos sociais de projetos eólicos offshore

Capítulo 6 - Definição do escopo de um Estudo de Impacto Ambiental

A preparação de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é precedida por uma etapa de planejamento conhecida como definição do escopo – ou seja, do alcance ou da abrangência – do estudo. Nessa etapa são determinadas quais são as informações relevantes que devem ser levantadas e analisadas, assim como as principais perguntas que devem ser respondidas pelo EIA. A cuidadosa definição do escopo é de grande importância para que o EIA tenha foco nas questões relevantes para o processo decisório.

Este capítulo apresenta:

1. O que é a definição de escopo na avaliação de impacto de projetos?
2. Engajamento de partes interessadas e a definição do escopo
3. Recomendações para definição do conteúdo técnico mínimo para um Estudo de Impacto Ambiental

Capítulo 7 - Diagnóstico e linha de base

Os impactos de um projeto são avaliados em relação a uma condição de referência, geralmente entendida como uma descrição - ou diagnóstico - das condições atuais dos componentes e processos socioambientais que poderão ser afetados pelas atividades desenvolvidas durante a construção, operação e desativação de um projeto. Este capítulo explica o objetivo e a importância do diagnóstico e da construção de uma linha de base – condição de referência para avaliar impactos - bem como os principais componentes a serem abordados e os indicadores a serem gerados nessa etapa para posterior identificação, previsão, avaliação, mitigação e monitoramento dos impactos.

Este capítulo apresenta:

1. Por que desenvolver um diagnóstico?
2. Como selecionar os componentes e indicadores para o diagnóstico?
3. Como definir a escala espaço-temporal para o diagnóstico?
4. Diagnóstico ambiental marinho
5. Diagnóstico ambiental costeiro e terrestre
6. Diagnóstico social

Capítulo 8 - Determinação da significância de impactos

Empreendimentos de energia eólica offshore geram múltiplos impactos, tanto adversos quanto positivos. Entretanto, nem todos são importantes para a tomada de decisão. Discernir os impactos significativos dos demais é uma das principais funções da avaliação de impactos de projetos. Este capítulo tem o objetivo de apresentar os conceitos básicos da determinação da significância dos impactos e a sua relação com as etapas do processo de AIA. Também são apresentados exemplos práticos que ilustram como essa determinação pode ser realizada.

Este capítulo apresenta:

1. O que é um impacto significativo?
2. Para que serve a determinação da significância de impactos?
3. Quais são os elementos essenciais para determinar a significância de impactos?
4. Como comunicar adequadamente a significância dos impactos?

Capítulo 9 - Medidas de mitigação

A gestão dos impactos ambientais em projetos de desenvolvimento exige não apenas a análise precisa dos efeitos adversos, mas também a aplicação sistemática de estratégias que previnam, reduzam ou neutralizem esses impactos. Nesse contexto, as medidas de mitigação constituem um pilar fundamental da Avaliação de Impacto Ambiental, orientadas pela hierarquia que prioriza evitar impactos adversos, seguida de medidas para minimizar, restaurar e, apenas como última instância, compensar os impactos adversos residuais. Este capítulo apresenta os fundamentos conceituais e operacionais das medidas mitigadoras, com destaque para sua aplicação no setor de energia eólica offshore, mostrando como essas medidas podem ser planejadas, selecionadas e implementadas de forma efetiva, assegurando não apenas conformidade legal, mas também benefícios concretos à biodiversidade, aos serviços ecossistêmicos e às comunidades afetadas. Ao longo do capítulo, exemplos práticos, evidências científicas e diretrizes internacionais são utilizados para ilustrar as melhores práticas na mitigação de impactos em ambientes marinhos.

Este capítulo apresenta:

1. O que são medidas de mitigação?
2. Escolhendo as melhores medidas com a hierarquia de mitigação
3. Exemplos de medidas de mitigação
4. Acompanhamento e efetividade das medidas de compensação para a biodiversidade

Capítulo 10 - Impactos cumulativos

Quando vários empreendimentos são construídos e operam na mesma área, seus impactos podem se somar ou se combinar, resultando, respectivamente, em impactos cumulativos aditivos ou sinérgicos. Se esses impactos forem desconsiderados na avaliação e nas tomadas de decisão sobre um novo projeto, sua aceitação pode ser dificultada. A

avaliação de impactos cumulativos integrada à avaliação de impactos de projetos analisa a contribuição incremental desse projeto para a alteração da condição de determinados componentes ambientais e sociais, considerando os impactos já observados e aqueles que poderão ocorrer no futuro provenientes de outras atividades. Este capítulo mostra os fundamentos e traz orientações práticas para a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) como parte de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Este capítulo apresenta:

1. O que são impactos cumulativos?
2. Qual a importância de se avaliar impactos cumulativos na Avaliação de Impacto Ambiental de projetos?
3. Como avaliar impactos cumulativos em nível de projeto?

Capítulo 11 - Acompanhamento

Os principais impactos de um projeto ocorrem depois de sua aprovação, quando começam as obras preparatórias, a implantação de canteiros, e a construção propriamente dita, seguindo-se a operação até eventual desativação e fechamento do empreendimento. Este capítulo trata da implementação das medidas mitigadoras definidas no Estudo de Impacto Ambiental, do monitoramento e demais atividades da etapa de acompanhamento da Avaliação de Impacto Ambiental.

Este capítulo apresenta:

1. O que é a etapa de acompanhamento na Avaliação de Impacto Ambiental?
2. O monitoramento como peça central da etapa de acompanhamento
3. Monitoramento ambiental
4. Monitoramento social

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE: UMA INTRODUÇÃO

Luis Enrique Sánchez
Alexander Turra
Carla Grigoletto Duarte

O desenvolvimento da energia eólica offshore teve início em 1991 com a instalação do primeiro parque do mundo, o Vindeby Offshore Wind Farm, na Dinamarca, com capacidade de 5 MW. Desde então, o setor passou por avanços tecnológicos e regulatórios significativos, consolidando-se como uma das principais fontes renováveis de grande escala. De acordo com o relatório anual do setor, produzido pelo Conselho Global de Energia Eólica, a capacidade global instalada de energia eólica offshore atingiu 83,2 GW ao final de 2024 (GWEC, 2025).

A substituição de fontes de energias não renováveis por renováveis é considerada uma das ações mais relevantes no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Para alinhar-se à trajetória de limitação do aumento da temperatura média do planeta a, no máximo, 1,5°C até 2100, a Agência Internacional de Energia Renovável projeta que seria necessário alcançar 380 GW de energia eólica offshore até 2030, e 2.000 GW até 2050 (IRENA, 2023). Esses valores representam um aumento de aproximadamente 405% em apenas sete anos (2023 a 2030) e de 2.560% ao longo de 27 anos, em uma expansão extremamente acelerada. Avançar nesse sentido implica a tramitação, avaliação e aprovação, pelos governos, de centenas de novos projetos de eólicas offshore ao redor do mundo. São necessárias, por exemplo, permissões de uso do espaço marinho e costeiro, aprovações ambientais, e demonstração de compatibilidade com outros usos, que precisam ser obtidas para garantir a proteção de outras agendas relevantes para a sociedade. Por isso, uma transição energética célere, mas alinhada com a proteção de outros interesses sociais, demanda não apenas avanços tecnológicos e investimentos, mas também avanços em processos decisórios e avaliações técnicas.

Até agora, a trajetória de expansão do setor de eólicas offshore tem se concentrado predominantemente em países europeus e do leste asiático, localizados em regiões de clima temperado. China (50,3%), Reino Unido (19,2%), Alemanha (10,9%), Holanda (5,9%), Taiwan (3,7%), Dinamarca (3,2%) e Bélgica (2,7%) são os principais mercados de energia eólica offshore em 2024 (GWEC, 2025).

Entretanto, há grande número de projetos anunciados ou em fase inicial de construção em regiões tropicais e subtropicais, como mostram os dados do Global Energy Monitor[1]. Assim, enquanto há maior acúmulo de experiência, marcos regulatórios mais estabelecidos, capacidade técnica e infraestrutura consolidada em países de regiões temperadas, em regiões tropicais o desenvolvimento ainda é inicial. Diante disso, é esperado que vários países tropicais busquem avançar rapidamente na organização das condições que permitirão o desenvolvimento deste setor.

Embora regiões temperadas também abriguem ecossistemas marinhos altamente biodiversos, a expansão da energia eólica offshore para regiões tropicais exige atenção específica devido à presença de configurações ecológicas distintas e sensíveis, como recifes coralíneos tropicais, bancos de rodolitos e outros habitats costeiro-marinhos ainda pouco estudados no contexto desse setor. Tais ecossistemas são vulneráveis às atividades offshore, e sua estrutura e funcionamento são severamente afetados por impactos como a proliferação de espécies invasoras, que frequentemente encontram condições climáticas apropriadas para sua proliferação nos trópicos (Salimi *et al.*, 2021).

Na América Latina, os principais países em destaque são o Brasil e a Colômbia, ambos com iniciativas relevantes em energia eólica offshore, porém ainda em estágios iniciais e sem parques em operação. O Brasil, em especial, apresenta, em março de 2026, mais de cinquenta projetos cadastrados na autoridade de AIA (IBAMA, 2026), sendo apontado como o principal mercado emergente da região. Na África, Marrocos e África do Sul se destacam por possuir grande potencial técnico e por estarem estruturando sua governança para o setor. No sul e sudeste da Ásia, observa-se uma concentração crescente de projetos em desenvolvimento, especialmente na Índia, Sri Lanka, Vietnã e Filipinas. Na Oceania, a Austrália se destaca como um mercado emergente com áreas definidas para os projetos e leilões programados e em andamento (GWEC, 2025).

O processo regulatório para o desenvolvimento de projetos de energia eólica offshore é complexo e varia conforme a jurisdição, mas geralmente irá exigir a avaliação prévia de impactos para apoiar a decisão sobre aprovação desses projetos.

Fundamentos da Avaliação de Impacto Ambiental e sua aplicação ao setor de energia eólica offshore

A AIA, atualmente prevista na legislação de cerca de 191 países (Yang *et al.*, 2019), é um instrumento de política ambiental aplicado antes da aprovação de projetos que tenham potencial de causar impactos ambientais e sociais adversos significativos. Essa abordagem preventiva caracteriza-se por ser realizada ainda na fase de planejamento, quando os projetos ainda não foram implementados, possibilitando que alternativas (tecnológicas, de localização e outras) sejam consideradas e também que sejam elaboradas medidas adequadas para evitar, minimizar, corrigir e compensar impactos adversos.

1 https://globalenergymonitor.org/projects/global-wind-power-tracker/tracker-map/

> **O que é Avaliação de Impacto Ambiental?**
> É um processo de exame das consequências futuras de uma ação proposta (Sánchez, 2020).

A AIA é um instrumento essencial para garantir que o desenvolvimento de projetos de energia eólica offshore ocorra de forma responsável, transparente e informada. Ao conduzir análises aprofundadas sobre um projeto de implantação ou ampliação e o local específico no qual está previsto, a AIA contribui de diferentes formas para a tomada de decisão sobre novos projetos. O Quadro I.1 destaca estas formas.

A AIA também tem cumprido importante papel na produção e circulação de conhecimento técnico-científico, pois avança, sistematiza e torna acessíveis informações relevantes sobre os territórios, podendo contribuir para ampliar o conhecimento sobre uma região, reduzir incertezas e qualificar o debate técnico e público. Essa função é particularmente estratégica no contexto costeiro-marinho, onde dados e informações muitas vezes são escassos ou fragmentados. Essas múltiplas funções posicionam a AIA como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios complexos da governança oceânica.

Quadro I.1. Funções da Avaliação de Impacto Ambiental.

1. Apoio à Concepção de Projetos	2. Instrumento de Engajamento de Partes Interessadas
Ao ser aplicada desde as etapas iniciais do planejamento de um projeto, a AIA contribui para que critérios ambientais e sociais sejam integrados em diversas decisões tomadas ao longo da concepção de um projeto. Em especial, a comparação entre alternativas (tecnológicas, de localização e outras) é frequentemente considerada uma das contribuições mais significativas que a AIA pode oferecer para evitar e minimizar impactos adversos. A AIA também pode auxiliar no alinhamento de um projeto com políticas públicas, instrumentos de planejamento territorial e setorial, compromissos de sustentabilidade existentes numa região, integrando o projeto e suas medidas ao seu contexto.	A AIA promove transparência e inclusão ao envolver diferentes partes interessadas ao longo de todo o processo de avaliação e decisão. Fomentando engajamento de partes interessadas e construindo diálogos efetivos, a AIA contribui para que preocupações e demandas sociais sejam endereçadas nos processos decisórios e permite incorporar conhecimentos locais, valores culturais e percepções sociais relevantes. Isso pode permitir alinhamentos relevantes para a construção de ações possíveis e desejáveis para um dado contexto. Além da prevenção de conflitos, processos de engajamento adequados contribuem para a legitimidade das decisões e fortalecimento da governança ambiental.
3. Apoio à Tomada de Decisão	**4. Instrumento de Gestão Ambiental**
A AIA é um instrumento prospectivo que antecipa as consequências socioambientais de um projeto, oferecendo aos tomadores de decisão subsídios fundamentados para escolhas mais equilibradas. Ao integrar múltiplos fatores no processo decisório, a AIA permite maximizar impactos positivos e evitar, mitigar ou compensar efeitos adversos, e também permite explicitar trade-offs, detalhando ganhos e perdas inerentes a decisões de avançar em determinados projetos.	As contribuições da AIA não se encerram com a decisão de viabilidade. Como parte da etapa de acompanhamento, durante a implementação e operação do projeto, a AIA orienta a aplicação de medidas mitigadoras, o monitoramento e a gestão adaptativa de impactos e riscos, inclusive daqueles não previstos inicialmente. Com isso, reforça a responsabilidade do empreendedor e do Estado após a emissão de licenças ou autorizações iniciais, assegurando que compromissos assumidos no início da AIA se transformem em práticas efetivas ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

Fonte: elaborado com informações de IAIA (2009); Morrison-Saunders *et al.* (2024); Morrison-Saunders e Sánchez (2024); Sánchez (2020); Sinclair *et al.* (2022).

Para saber mais

A AIA pode ocorrer em paralelo com outros processos de autorização para projetos de energia eólica offshore.

Uma prática recomendada internacionalmente que pode trazer ganhos de eficiência administrativa e redução de prazos é a reunião de orientações para aprovações de projetos em um único órgão. Essa prática é chamada de *One-Stop Shop*, e é adotada por países como Reino Unido, Dinamarca, Holanda e Coreia do Sul. Nela, os proponentes interagem com uma única entidade reguladora responsável por coordenar todas as aprovações necessárias, incluindo as exigências para o processo de AIA. É preciso, contudo, atenção ao tratamento dado a comunidades afetadas nesses casos para garantir justiça energética, legitimidade democrática e aceitação social a longo prazo. Para mais detalhes sobre esta prática consultar:

GWEC, & IRENA. (2023). Enabling frameworks for offshore wind scale up: Innovations for permitting. Disponível em: https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Enabling-frameworks-for-offshore-wind-scale-up

Gulbrandsen, L. H. (2025). The limitations of the one-stop-shop approach: How local experiences shaped opposition to the Norwegian wind power permitting system. Energy Research and Social Science, 123 (March), 104048. https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104048

Ainda que haja variações entre países, as etapas básicas do processo de AIA são similares. O **Quadro I.2** apresenta brevemente as características de cada etapa desse processo, destacando especificidades no setor de energia eólica offshore.

O processo de AIA acompanha toda a vida de um projeto. Inicia-se com a decisão sobre a necessidade de realizar a AIA, então passa à definição do escopo de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e de seu resumo não técnico e, com espaços para participação pública, procede para a tomada de decisão sobre aprovação ou não da proposta apresentada. Quando aprovado, continua na etapa de acompanhamento para garantir que as condições determinadas sejam cumpridas.

Quadro I.2. Etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental e particularidades de sua aplicação no setor de energia eólica offshore.

Etapa da AIA	Definição e particularidades da aplicação no setor de energia eólica offshore
Triagem	Consiste em determinar se o projeto está sujeito à AIA e qual tipo de estudo será exigido. No caso de parques eólicos offshore, os critérios para triagem podem considerar as dimensões do projeto, a proximidade com áreas sensíveis (como recifes, manguezais ou rotas migratórias) e a presença de usos conflitantes no entorno. Para isso, a triagem pode estar apoiada em zoneamentos ou estudos relacionados ao Planejamento Espacial Marinho. Em alguns países, o processo de AIA é parte dos leilões de concessão de áreas para geração de energia offshore, de modo a já disponibilizar áreas mais aptas para projetos desse setor.
Definição de escopo	A etapa de definição do escopo tem como funções centrais direcionar os estudos para as questões realmente relevantes (ex.: biodiversidade marinha, pesca, rotas de navegação, comunidades costeiras), estabelecer os limites e o alcance do EIA, planejar os levantamentos necessários para o diagnóstico ambiental (estudos de base), incluindo as pesquisas e coletas de dados necessárias, e definir as alternativas do projeto que deverão ser analisadas. Identifica os temas específicos e métodos a serem adotados. Em alguns contextos, são elaborados Termos de Referência, em outros não há um documento específico para definição do escopo. É recomendado que seja aberto à participação pública e frequentemente conta com a colaboração de outras instituições governamentais que interagem ao longo do processo de AIA. Pode incluir exigência de avaliação de impactos cumulativos.
Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental	Deve incluir todos os elementos previstos na definição do escopo. O EIA, usualmente, inclui a caracterização do projeto, o diagnóstico ambiental e social da área de estudo, a análise de impactos e a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias. Deve abranger meio físico, biótico e socioeconômico, sempre considerando as diferentes atividades previstas em cada fase do ciclo de vida do projeto. A análise de impactos deve incluir a identificação, previsão e determinação da significância dos impactos, e é essencial para apontar quais são os impactos que devem ser alvo de medidas para evitar, minimizar, corrigir ou compensar impactos adversos, bem como pode indicar potencial de ampliar impactos positivos. Pode ser elaborado a partir de métodos que envolvam a participação de comunidades afetadas. Um resumo não-técnico do EIA deve ser apresentado para facilitar a participação pública.
Análise técnica	Envolve a avaliação do estudo pelo órgão legalmente responsável pelo processo de AIA. Além da avaliação detalhada desenvolvida pelo corpo técnico deste órgão e de instituições envolvidas na AIA, também deve contar com informações provenientes da participação de partes interessadas, incluindo instituições que tenham atribuições relevantes para a decisão. Pode ser solicitado complementação de estudos. A análise é consubstanciada em um parecer técnico, que traz a recomendação para aprovação ou rejeição do projeto, e/ou condições para aprovação.
Tomada de decisão	Nesta etapa o órgão competente aprova, condiciona ou rejeita o projeto com base nas informações apresentadas nos estudos, participação pública e pareceres técnicos. Deve ser avaliada a aceitabilidade dos impactos residuais considerando as medidas propostas para evitar, minimizar, restaurar e compensar cada um deles. No caso de aprovação, as condições para o avanço da implementação e operação do projeto são apresentadas. O responsável pela decisão pode ou não estar relacionado ao órgão responsável pela análise técnica do EIA
Acompanhamento	Nesta fase as medidas propostas são detalhadas e implementadas. É preciso verificação periódica da efetividade das medidas mitigadoras e compensatórias, e devem ser observados potenciais impactos não previstos, e os impactos residuais verificáveis. Projetos de energia eólica offshore exigem monitoramento contínuo da fauna marinha, ruído, e turbidez da água, entre outros temas, e devem ter mecanismos para gestão adaptativa que permitam aprimorar e corrigir ações ao longo do tempo. É fundamental garantir transparência e o engajamento das partes interessadas em todas as etapas da AIA, incluindo no acompanhamento.

Fonte: elaborado com informações de Duarte e Sánchez (2020); Sánchez e Duarte (2022); Sánchez (2020); Morrison-Saunders (2023).

No processo de AIA, destacam-se como temas emergentes as avaliações de impactos sobre *serviços ecossistêmicos* e a inclusão do tema das mudanças climáticas de forma transversal nos estudos. Por outro lado, há temas já conhecidos, mas que precisam ser qualificados, como a avaliação de impactos cumulativos (AIC), avaliação de impactos sociais e sobre a saúde, assim como o engajamento de partes interessadas.

A etapa de acompanhamento, a mais longa do processo de AIA, também tem sido apontada como frágil, carecendo de boa organização para garantir que medidas mitigadoras sejam implementadas e ajustadas conforme necessário para permitir uma gestão efetiva dos impactos significativos do projeto (Dias *et al.*, 2019; Noble; Birk, 2011).

A aplicação da AIA de maneira a garantir sua efetividade pode ser considerada, portanto, um dos pilares para assegurar que a transição energética em direção a fontes renováveis ocorra de forma justa, responsável e com benefícios reais para a sociedade.

Estudos socioambientais de alta qualidade técnica devem não apenas informar, mas qualificar o processo decisório, permitindo que ele seja construído com base no melhor conhecimento disponível, reconhecendo e acompanhando os impactos significativos, os *trade-offs* envolvidos e as medidas necessárias para sua gestão. A AIA, ao conectar projetos específicos a contextos socioambientais concretos, pode gerar soluções que conciliem desenvolvimento e proteção ambiental.

Por isso, este Guia se propõe a contribuir com uma referência técnica e ética para os atores envolvidos nesse processo, oferecendo boas práticas que ajudem a superar fragilidades recorrentes e fortalecer a confiança social na AIA como instrumento estratégico para uma transição energética mais sustentável.

O Guia limita-se à avaliação de impactos das atividades de planejamento, construção, operação e desativação de parques eólicos offshore e suas instalações associadas. Os impactos de outras atividades conexas, como fabricação de turbinas eólicas e outros componentes dos parques, assim como os impactos de atividades que poderão ser instaladas devido à maior disponibilidade de energia elétrica (“Energia para X”), não fazem parte do escopo.

A **Figura I.1** mostra os limites e os temas que são abordados no Guia. Este Guia também aborda a Avaliação de Impacto Cumulativo (AIC), tratando, no **Capítulo 2**, seu uso em abordagens regionais e, no **Capítulo 10**, como parte de um Estudo de Impacto Ambiental.

Nesta última forma de aplicação, a AIC foca na avaliação dos impactos de múltiplas fontes sobre um mesmo componente, e segue métodos diferentes da avaliação focada nos impactos diretos e indiretos de projetos de forma individualizada tratada nos capítulos da **Parte 3** deste Guia.

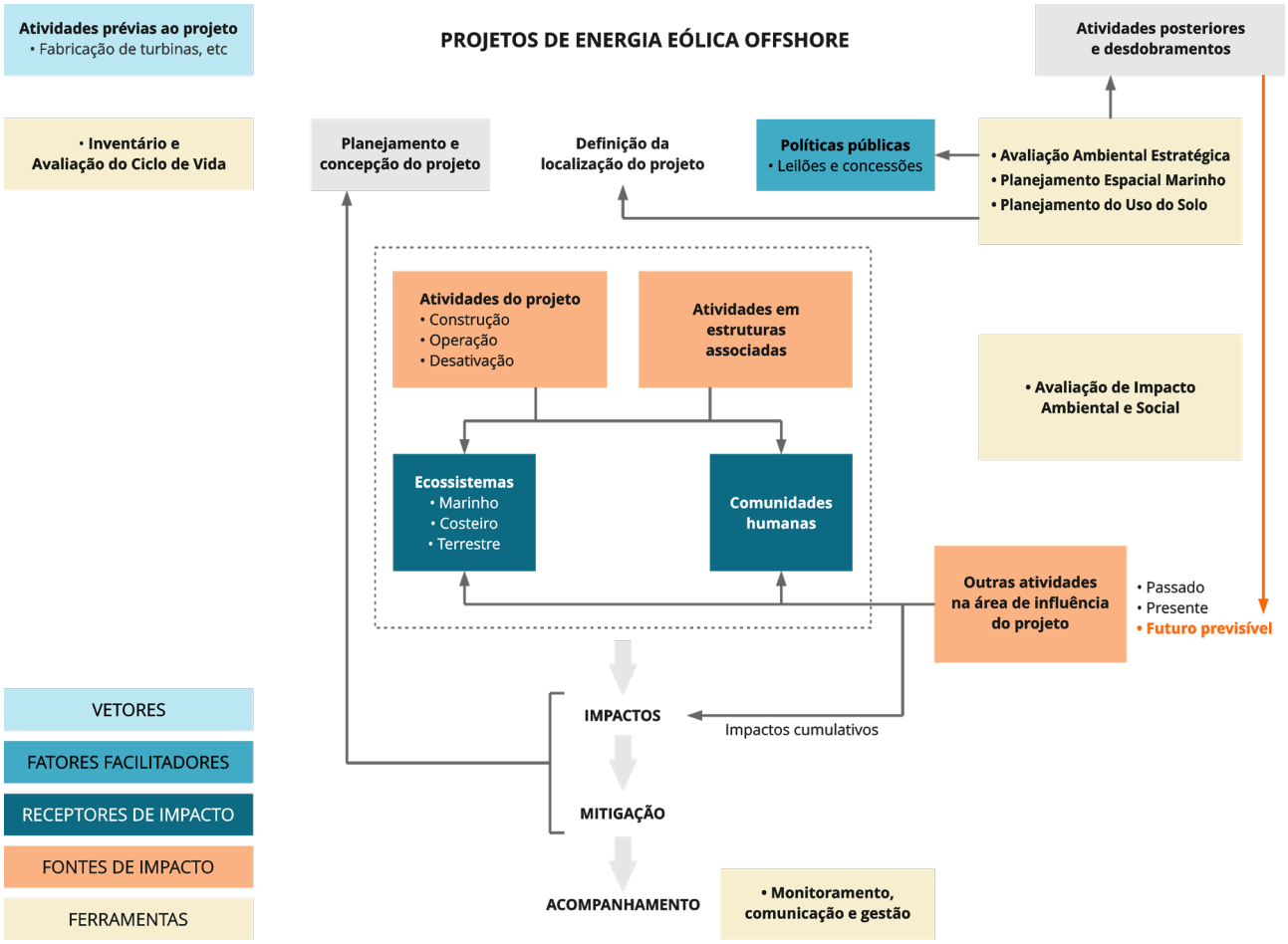


Figura I.1. Articulação entre a avaliação de impactos de projetos eólicos offshore - objeto deste Guia - e outros âmbitos de avaliação de impactos.

Para saber mais

Diversos recursos com orientações e boas práticas para a AIA são disponibilizados gratuitamente pela Associação Internacional de Avaliação de Impacto (IAIA), em <https://iaia.org/> e também pela International Finance Corporation (IFC), com seus padrões de desempenho sobre sustentabilidade socioambiental https://www.ifc.org/en/insights-reports/2012/ifc-performance-standards

Alguns países têm também suas próprias associações, como o Brasil (ABAI - Associação Brasileira de Avaliação de Impacto), a África do Sul (IAIAsa - Associação Internacional de Avaliação de Impacto da África do Sul), e a Coreia do Sul (KSEIA - Korean Society of Environmental Impact Assessment), e podem reunir materiais para leitura já adaptados para o contexto legal de cada sistema de AIA.

Referências

Dias, A. M. da S., Fonseca, A., & Paglia, A. P. (2017). Biodiversity monitoring in the environmental impact assessment of mining projects: A (persistent) waste of time and money? *Perspectives in Ecology and Conservation*, *15*(3), 206–208. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.06.001

Duarte, C. G., & Sánchez, L. E. (2020). Addressing significant impacts coherently in environmental impact statements. *Environmental Impact Assessment Review*, *82*, Article 106373. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106373

GWEC, Global Wind Energy Council. (2024). *Global offshore wind report* 2025. https://gwec.net

IAIA, International Association for Impact Assessment. (2009). *What is impact assessment?* https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/03/What-is-Impact-Assessment.pdf

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2026). *Mapas de projetos em licenciamento - Complexos Eólicos Offshore*. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore

IRENA, International Renewable Energy Agency. (2023). *World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway*. Abu Dhabi, United Arab Emirates.

Morrison-Saunders, A. (2023). *Advanced introduction to environmental impact assessment* (2nd ed.). Edward Elgar Publishing.

Morrison-Saunders, A., & Sánchez, L. (2024). Conceptualising project environmental impact assessment for enhancement: No net loss, net gain, offsetting, and nature positive. *Australasian Journal of Environmental Management*, *31*(4), 386–403. https://doi.org/10.1080/14486563.2024.2400899

Morrison-Saunders, A., Arts, J., Faith-Ell, C., Fitzpatrick, P., Fonseca, A., Geißler, G., Glasson, J., González, A., Jha-Thakur, U., Morgan, R., Muir, B., Nykiel, A., O'Faircheallaigh, C., Sánchez, L., Ross, W., & Wessels, J. A. (2024). *Guidance for implementing the impact assessment follow-up international best practice principles*. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/03/Guidance-for-Implementing-the-Impact-Assessment-Follow-Up-International-Best-Practice-Principles.pdf

Noble, B., & Birk, J. (2011). Comfort monitoring? Environmental assessment follow-up under community–industry-negotiated environmental agreements. *Environmental Impact Assessment Review*, *31*(1), 17–24. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.05.002

Salimi, P., Creed, J. C., Esch, M. M., Fenner, D., Jaafar, Z., Levesque, J. C., ... & Sweet, M. (2021). A review of the diversity and impact of invasive non-native species in tropical marine ecosystems. *Marine Biodiversity Records*, *14*(1), Article 11. https://doi.org/10.1186/s41200-021-00206-8

Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos* (3a ed.). Oficina de Textos.

Sánchez, L. E., & Duarte, C. G. (2022). Environmental impact assessment in Brazil: A review of its rise (and fall?). In A. Fonseca (Ed.), *Handbook of environmental impact assessment* (pp. 383–403). Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781800379633.00030

Sinclair, A. J., Doelle, M., & Gibson, R. B. (2022). Next generation impact assessment: Exploring the key components. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *40*(1), 3–19. https://doi.org/10.1080/14615517.2021.1945891

Yang, T. (2019). The emergence of the environmental impact assessment duty as a global legal norm and general principle of law. *Hastings Law Journal*, *70*, 525–572.





ARCABOUÇO CONCEITUAL



Capítulo 1

GESTÃO DE BASE ECOSSISTÊMICA NA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Allan Yu Iwama
Luciana Yokoyama Xavier
Monique Torres de Queiroz
Misty Azzolini Rizzo
Carla Grigoletto Duarte
Alexander Turra

Dentre os avanços recentes no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), destaca-se a progressiva incorporação de uma abordagem mais abrangente, alinhada aos princípios da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE). Embora esse movimento represente um importante aprimoramento conceitual e metodológico, ele ainda ocorre de maneira lenta e fragmentada. Nesse contexto, este capítulo busca aprofundar a compreensão da GBE e explicitar de que formas seus princípios podem contribuir para qualificar e fortalecer a prática da AIA.

NESTE CAPÍTULO:

1. O que é Gestão de Base Ecossistêmica?
2. Por que integrar Gestão de Base Ecossistêmica e Avaliação de Impacto Ambiental?
3. Como integrar a Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental?
4. Desafios, oportunidades e recomendações
5. Perspectivas

1.1 O que é Gestão de Base Ecossistêmica?

A Gestão de Base Ecossistêmica (GBE) é reconhecida como uma abordagem abrangente e eficaz para enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos (Andrade; Turra, 2021; Haugen *et al.*, 2024). Ela enfatiza a gestão integrada das interações humanas (dimensão social) com os processos, dinâmicas e recursos naturais do sistema não-humano (dimensão ecológica), buscando garantir a coexistência harmoniosa entre essas dimensões.

> A **Gestão de Base Ecossistêmica** é uma abordagem de gestão **holística**, **integrada** e **participativa**, que considera a interação entre as dimensões sociais e ecológicas de um determinado sistema, em diferentes escalas, para promover o uso sustentável dos recursos ali presentes (Haugen *et al.*, 2024).

Embora trate as esferas humana e dos processos e recursos ecológicos como componentes distintos, a GBE incorpora o conceito de sistemas socioecológicos, reconhecendo a inseparabilidade dessas dimensões e a influência dos valores e interesses sociais na gestão de recursos naturais (Long *et al.*, 2015).

> **Sistemas socioecológicos** são sistemas **complexos** e **adaptativos** nos quais componentes sociais e ecológicos interagem de forma **dinâmica** e **co-dependente**, **influenciando-se mutuamente** (Berkes *et al.*, 2008).

A GBE é estruturada a partir de um conjunto de princípios que orientam a tomada de decisão em contextos complexos e dinâmicos, como os sistemas costeiro-marinhos (Box 1.1). Esses princípios fornecem as bases conceituais e operacionais para promover a sustentabilidade, integrar dimensões ecológicas e sociais e lidar com incertezas inerentes aos processos ambientais.



Box 1.1. Princípios da Gestão de Base Ecossistêmica Marinha

Promove a sustentabilidade
O processo é orientado para promover a sustentabilidade, entendida como a capacidade de um ecossistema atender às necessidades das populações atuais sem comprometer sua capacidade de atender às gerações futuras. Objetivos orientados para a sustentabilidade devem considerar seus pilares econômico, ambiental e social.

Considera a natureza dinâmica dos ecossistemas
Os ecossistemas são reconhecidos como intrinsecamente dinâmicos e sujeitos a mudanças naturais. Reconhecer a dinâmica natural e a variabilidade dos ecossistemas permite distinguir mudanças naturais de impactos decorrentes de fatores externos (ex.: mudanças climáticas; urbanização; empreendimentos) ou outros tipos de ações humanas.

Considera conexões dos ecossistemas
As conexões internas e externas entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas são consideradas. Por exemplo, considera os vínculos entre estrutura, processos, funções e serviços do ecossistema, tanto dentro dele quanto com ecossistemas adjacentes, e como as atividades humanas podem impactá-los.

Protege a integridade ecológica e a biodiversidade
O processo é orientado para a restauração e/ou manutenção da integridade ecológica e da biodiversidade dos ecossistemas. Para isso, considera manter as estruturas, processos e funções do ecossistema.

Fortalece a adaptabilidade
O processo de GBE é realizado de forma adaptativa, promovendo aprendizado e melhorias por meio de ciclos gerais de (1) identificação de problemas, (2) planejamento de ações, (3) implementação de ações, (4) monitoramento e (5) avaliação e adaptação.

Realiza monitoramento adequado
As mudanças nos componentes bióticos, abióticos e humanos do ecossistema são monitoradas. As mudanças registradas são avaliadas, permitindo responder e se adaptar a elas, quando necessário.

Reconhece sistemas socioecológicos
Os seres humanos, seu bem-estar e os processos sociais são reconhecidos como parte dos ecossistemas, considerando a forte interrelação e interdependência dos processos ecológicos e sociais (incluindo os processos de gestão e econômicos)

Promove a integração
O processo de GBE adota uma abordagem integrada que assegura a consistência interna das propostas de ações e integra diferentes elementos/usos/instituições do meio ambiente sob o mesmo sistema. Inclui integração setorial, espacial, governamental, interdisciplinar e internacional.

Busca que as decisões reflitam escolhas sociais
A GBE reconhece que seus objetivos são uma questão de escolha social, determinada por negociações e concessões entre partes interessadas com diferentes percepções, interesses e intenções. A diversidade de visões deve ser considerada, e as escolhas sociais devem ser claras e acessíveis a todos.

Promove a participação social
O processo envolve as partes interessadas em todas as etapas de gestão, considera suas opiniões e busca equilibrar os interesses locais com os do público geral, de forma equitativa e transparente.

Reconhece incertezas
A GBE reconhece as incertezas relacionadas (1) à dinâmica natural do ecossistema, (2) ao conhecimento limitado de alguns aspectos do ecossistema e (3) aos possíveis resultados de estratégias de gestão.

Considera o conhecimento científico interdisciplinar
Considera o conhecimento científico interdisciplinar como informação necessária para orientar ações.

Considera diferentes sistemas de conhecimento
Incorpora diferentes sistemas de conhecimento, incluindo conhecimentos locais e tradicionais.

Reconhece limites distintos
O processo de GBE é espacialmente definido e considera os atributos particulares (ecológicos e sociais) do ecossistema em questão. Os limites devem ser definidos operacionalmente por aqueles envolvidos no processo, não se limitando às delimitações geopolíticas existentes.

Considera escalas espaciais e temporais apropriadas
A GBE considera diferentes escalas espaciais e temporais que influenciam as características e os processos socioecológicos do sistema e são apropriadas para os objetivos da tomada de decisão.

Fonte: elaborado com base em Xavier *et al.* (2022); Long *et al.* (2015)

1.2 Por que integrar a Gestão de Base Ecossistêmica e a Avaliação de Impacto Ambiental?

A GBE tem ganhado cada vez mais importância em debates internacionais (**Box 1.2**), promovidos por organismos multilaterais como a Organização das Nações Unidas. Ela está presente na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 2015); nas discussões sobre mineração dos fundos marinhos da Autoridade Marítima Internacional (Guilhon *et al.*, 2023); e nas propostas de Planejamento Espacial Marinho (PEM) fomentadas pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (Ehler; Douvere, 2009). A GBE vem sendo apresentada como particularmente relevante para a gestão de sistemas costeiros e marinhos (Haugen *et al.*, 2024; Long *et al.*, 2015).

Box 1.2. Gestão de Base Ecossistêmica e a Avaliação de Impacto Ambiental na agenda global para o oceano

A importância da aplicação da Gestão de Base Ecossistêmica para a sustentabilidade do oceano também é destacada em agendas internacionais que tratam do tema. Dentre os diversos processos multilaterais voltados ao oceano, três são pilares de uma agenda global:

- A **Agenda 2030** para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, em particular o **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 - Vida na Água** (ODS 14) que é diretamente associado ao oceano [https://sdgs.un.org/goals/goal14];
- A **Década do Oceano** destaca os 10 principais desafios especificamente relacionados com a agenda da sustentabilidade oceânica, incluindo ações ambiciosas como vencer a poluição marinha, restaurar os ecossistemas oceânicos, proteger a biodiversidade marinha, entre outras relacionadas com o combate às alterações climáticas e produzir dados científicos oceânicos de alta qualidade e acessíveis [https://oceandecade.org];
- O **Painel de Alto Nível para uma Economia Sustentável do Oceano**, consolidada no documento 'Transformações para uma Economia Sustentável do Oceano: Uma Visão para Proteção, Produção e Prosperidade', que visa, entre outras metas, uma gestão 100% sustentável das áreas oceânicas sob jurisdição nacional. Os desafios relacionados à transformação desejada pelo Painel de Alto Nível são distribuídos entre cinco áreas-chave de ação: (1) riqueza oceânica, (2) saúde oceânica, (3) equidade oceânica, (4) conhecimento oceânico e (5) finanças oceânicas (Ocean Panel, 2023) [https://oceanpanel.org/].

Assim como a GBE, a AIA é considerada essencial para promover a sustentabilidade (Morrison-Sauders *et al.*, 2019). Um dos principais desafios para sua implementação está na capacidade de suas práticas incorporarem a complexidade dos sistemas socioecológicos, tanto no nível do planejamento quanto no de projetos (Nita *et al.*, 2022). Enfrentar esses desafios demanda abordagens mais holísticas que podem ser alcançadas com a integração com a GBE.

Assim, ao integrar GBE e AIA para a governança oceânica, as organizações responsáveis pela tomada de decisão podem abordar riscos proativamente e aumentar a resiliência socioecológica. A integração possibilita equilibrar interesses concorrentes, salvaguardando, em última análise, os ecossistemas marinhos para as gerações futuras e, ao mesmo tempo, apoiando o desenvolvimento de uma economia oceânica justa e sustentável. Muitos setores e atividades, como conservação, pesca, aquicultura, aproveitamento biotecnológico e conservação da paisagem marítima, já vêm implementando estratégias fundamentadas nos princípios da GBE, mas ainda é necessário fortalecer e promover sua aplicação em setores como óleo e gás, turismo, transporte marítimo e energia renovável (Haugen *et al.*, 2024).

1.3 Como integrar a Gestão de Base Ecossistêmica na Avaliação de Impacto Ambiental?

A GBE e a AIA compartilham uma série de princípios que não apenas se complementam, mas também se fortalecem mutuamente, como a promoção de abordagens integradas, participativas, adaptativas e baseadas no melhor conhecimento disponível. A integração fortalece a importância do engajamento das partes interessadas e dá transparência ao longo de todo o processo, agregando valor e objetividade às decisões tomadas. A GBE tem o potencial de aprimorar a efetividade substantiva[1] da AIA ao promover uma visão holística dos sistemas socioecológicos. A consideração de uma abordagem integrada das dimensões sociais e ecológicas promove uma visão sistêmica que enriquece a análise dos impactos, facilitando a identificação de ganhos e perdas ecologicamente, socialmente e economicamente justificáveis entre a conservação da biodiversidade e os imperativos de desenvolvimento.

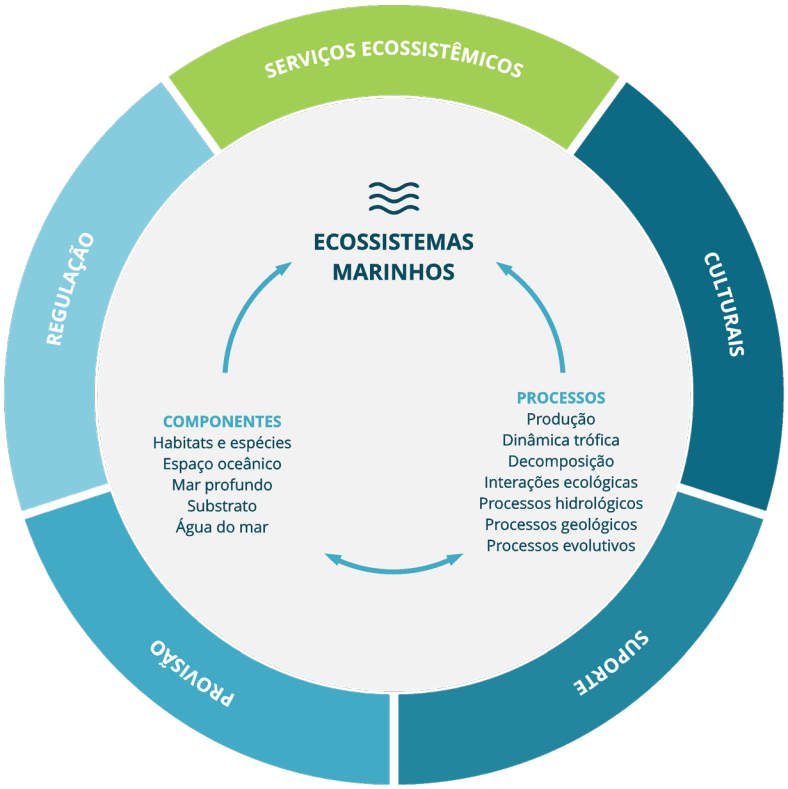
Na dimensão social, a inclusão de fatores socioeconômicos como impulsionadores na AIA leva a uma compreensão mais sistêmica das mudanças no ambiente e aprimora a sensibilidade aos fatores locais (Andrade; Turra, 2021). Na dimensão ecológica, a abordagem amplia a compreensão da estrutura, do funcionamento e dos serviços providos pelos ecossistemas, permitindo que a AIA vá além da identificação de impactos em uma lógica linear e considere as inter-relações desses impactos. Assim, a GBE pode ser adotada para avaliar sistematicamente os impactos cumulativos, proporcionando uma análise mais abrangente dos efeitos de médio a longo prazo (Andrade; Turra, 2021).

Na abordagem ecossistêmica na AIA, a temática de mudanças climáticas é fundamental, pois influencia e é influenciada pela dinâmica de sistemas socioecológicos e sua capacidade adaptativa (Xavier *et al.*, 2022; Laurino *et al.*, 2025). Portanto, é condição necessária incluir a dimensão das mudanças climáticas na GBE-AIA (Brownlie; Treweek, 2018), a fim de aprimorar a compreensão dos impactos, das vulnerabilidades e dos efeitos cumulativos, bem como a definição de medidas de mitigação e adaptação adequadas em contextos de incerteza climática e transformações ambientais (Fernandino *et al.*, 2018; Munroe *et al.*, 2015).

A implementação de um projeto de parque eólico offshore, tradicionalmente, interfere na navegação, promove zonas de exclusão e gera impactos na fauna marinha (Capítulo 5). A GBE fortalece a AIA na análise de interações ecológicas (Capítulo 5); na consideração e aplicação de serviços ecossistêmicos (Capítulos 5, 7, 8 e 9); na avaliação de impactos cumulativos (Capítulo 10); na efetividade de participação social (Capítulo 3) e compreensão integrada no contexto de mudanças climáticas.

1 Efetividade substantiva refere-se ao grau em que a AIA influencia a melhores resultados ambientais, indo além do cumprimento procedimental, expressando se alternativas locacionais ou tecnológicas selecionadas foram de fato menos impactantes, ou medidas de mitigação adequadas; ou consideração de impactos cumulativos, por exemplo (Cashmore *et al.*, 2004).

Dentre as propostas para operacionalizar a integração GBE e AIA está a inserção de avaliação de impacto aos Serviços Ecossistêmicos (SE) (Rosa; Sánchez, 2016; Landsberg *et al.*, 2013). Serviços ecossistêmicos (MEA, 2005) são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, classificados em serviços de suporte - fotossíntese e ciclagem de nutrientes; regulação – regulação do clima, regulação/controle de enchentes; provisão – de alimentos, água, madeira e fibras; e culturais – como aspectos espirituais ou recreacionais. Assim, os SE representam tanto processos e funções dos ecossistemas (serviços intermediários e finais), quanto os benefícios materiais e imateriais resultantes deles. A Figura 1.1 apresenta um modelo conceitual para os serviços ecossistêmicos costeiros e marinhos.



SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS			
REGULAÇÃO	**PROVISÃO**	**SUPORTE**	**CULTURAIS**
Regulação climática	Biota costeira e marinha	Produção primária	Espaços e paisagens marinhas
Água limpa	Alimento - extrativismo	Suprimento de larvas e gametas	Turismo e recreação
Sedimentos de qualidade	Alimento - cultivo	Ciclagem de nutrientes	Observação da natureza
Controle biológico	Alimento para peixes	Ciclagem da água	Bem-estar espiritual
Decomposição de resíduos	Fertilizantes	Formação de habitats	Bem-estar cultural
Neutralização de contaminantes	Biocombustíveis	Barreiras físicas	Benefícios estéticos
Sequestro de carbono	Espécies ornamentais	Paisagens marinhas	Educação e pesquisa
Regulação e proteção contra eventos extremos	Fármacos		Benefícios para a saúde
Clima agradável	Biotecnologia		
Prevenção de erosão costeira			
Defesa costeira			
Remoção de resíduos			

Figura 1.1. Modelo conceitual para serviços ecossistêmicos costeiros e marinhos (Fonte: adaptado de Turner, 2015).

Em um sistema socioecológico, os SE são os elementos de ligação entre os componentes ecológicos e sociais do sistema. O conceito vem sendo aplicado em diversos contextos de tomada de decisão, facilitando o entendimento de processos complexos e fornecendo uma linguagem comum que favorece a compreensão de interações socioecológicas por públicos diversos.

A integração da GBE à AIA permite uma avaliação mais precisa desses serviços, informando a tomada de decisão para uma compreensão mais abrangente de como os benefícios fornecidos pelos ecossistemas podem ser afetados direta ou indiretamente pelos projetos (Baulaz *et al.*, 2023). Essa avaliação e a identificação dos SE contribuem para o planejamento e a gestão, uma vez que permitem identificar previamente mudanças e impactos não lineares, podendo servir como base para análises mais detalhadas. A figura abaixo ilustra em que momentos e de que maneiras os SE podem ser aplicados ao processo de AIA.

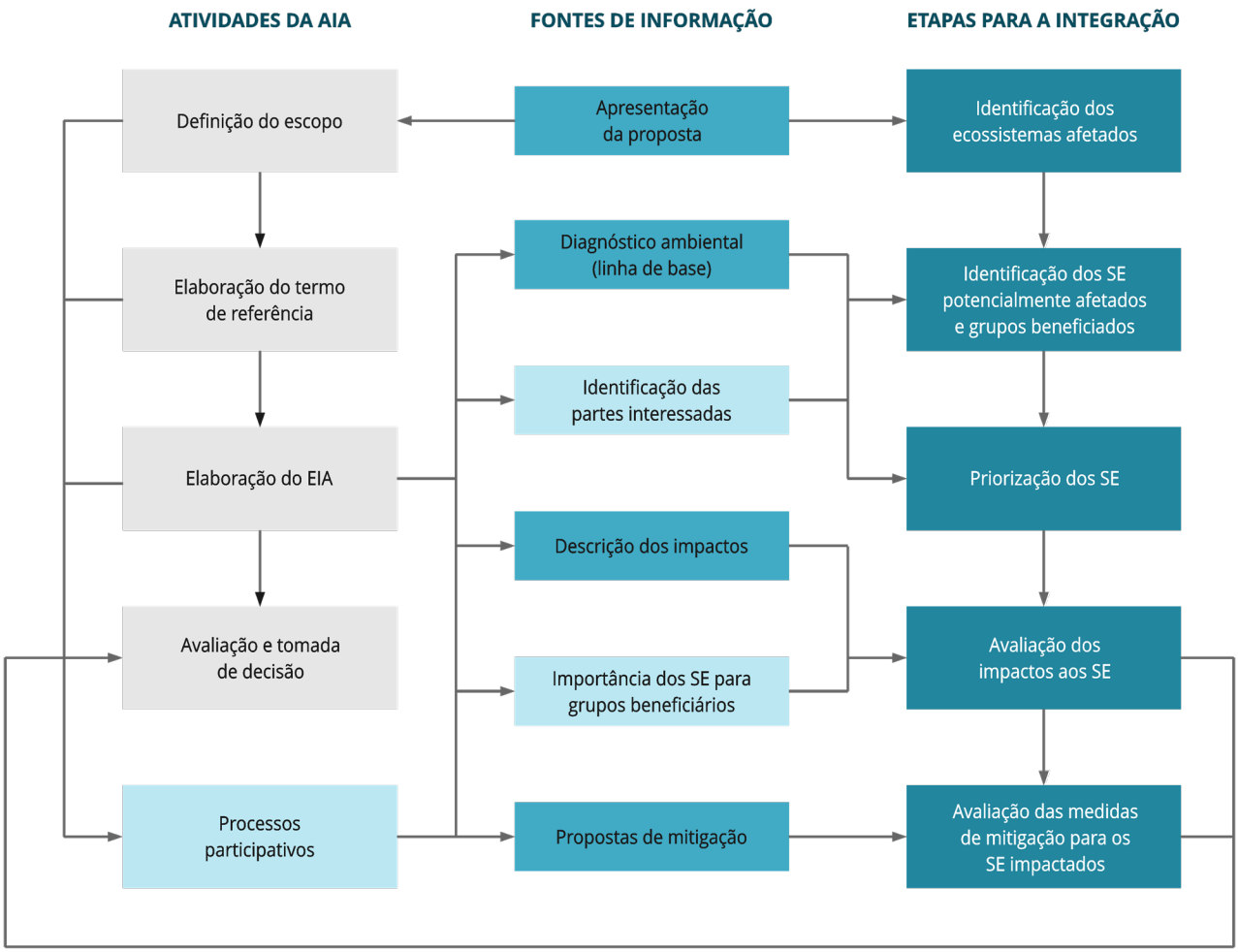


Figura 1.2. Proposta para identificação e consideração dos Serviços Ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental (Fonte: baseado em Rosa e Sánchez, 2016; Landsberg *et al.*, 2013).

Em síntese, os SE na AIA têm potencial de: (i) promover uma melhor caracterização de sistemas socioecológicos; (ii) melhorar a integração de informações para uma melhor definição do escopo, delimitação da área de estudo, identificação dos impactos e medidas mitigadoras; e (iii) facilitar os processos de comunicação entre os grupos envolvidos com o processo decisório (Baker *et al.*, 2013, Rosa; Sánchez, 2016). Assim, a incorporação da abordagem de SE pode aprimorar a AIA, contribuindo para decisões mais informadas e sustentáveis, e é recomendado que ela seja realizada como parte do processo de AIA, em vez de uma análise separada (Baker *et al.*, 2013). Para garantir a efetividade dessa integração, recomenda-se a adoção de boas práticas que incluem diretrizes e estratégias aplicadas a diferentes etapas da AIA (**Box 1.3**).

Box 1.3. Boas Práticas para consideração dos Serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental

1. Utilizar a AIA para manter e melhorar a biodiversidade, promovendo, no mínimo, a ausência de perda líquida (do inglês *No Net Loss*, NNL) e buscando um ganho líquido (do inglês *Net Gain*, NG).
2. Integrar a biodiversidade e os SEs desde as fases iniciais da AIA.
3. Adotar uma perspectiva ecossistêmica, permitindo a avaliação da relevância das mudanças ecológicas em escalas espaciais e temporais apropriadas.
4. Considerar os direitos, valores, dependências e benefícios que as pessoas obtêm da biodiversidade e dos ecossistemas, garantindo uma abordagem participativa e transparente ao longo do processo.
5. Elaborar diagnósticos de linha de base que contemplem as informações e o entendimento necessários para sustentar abordagens baseadas em evidências na avaliação dos impactos sobre a biodiversidade e os ecossistemas.
6. Garantir que as implicações para a biodiversidade e os SEs sejam plenamente abordadas, utilizando abordagens transparentes, baseadas em evidências e conduzidas por especialistas.
7. Aplicar a Hierarquia de Mitigação com ênfase em medidas preventivas e incluindo compensações para impactos residuais sobre a biodiversidade, os ecossistemas e os SEs que eles fornecem.
8. Adotar o princípio da precaução quando as consequências do projeto para a biodiversidade e os SEs forem incertas ou não houver informações suficientes para excluir a possibilidade de impactos inaceitáveis, irreversíveis ou sem possibilidade de compensação adequada.
9. Estabelecer sistemas robustos de gestão adaptativa para garantir que os compromissos da AIA sejam cumpridos, as medidas mitigadoras sejam implementadas e que os resultados de ausência de perda líquida/ganho líquido (NNL/NG) possam ser demonstrados por meio do acompanhamento da AIA.

Fonte: Brownlie *et al.*, 2018

1.4 Desafios, oportunidades e recomendações

A integração da GBE na AIA é estratégica para fortalecer a tomada de decisão na gestão marinho-costeiro, especialmente diante da expansão de grandes projetos de infraestrutura no mar, incluindo parques eólicos offshore.

Como parâmetros adicionais à GBE, movimentos internacionais que buscam a sustentabilidade do oceano dialogam com a AIA de diferentes maneiras e podem contribuir com princípios e referenciais que venham a qualificar a prática de AIA. Como exemplo, podemos citar:

- A **Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável**: a GBE na AIA qualifica a implementação do ODS 14 ao incorporar análise sistêmica, cumulativa e multiescalar dos impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Fortalece a hierarquia de mitigação e integra conservação, uso sustentável e restauração, contribuindo para metas como redução da poluição (14.1), proteção de ecossistemas (14.2) e ampliação do conhecimento científico (14.a).

- **Década do Oceano**: a integração GBE–AIA apoia os 10 desafios da Década ao incorporar dados científicos robustos, monitoramento adaptativo e participação social. Ao adotar abordagem ecossistêmica e estratégica, fortalece o combate à poluição, à perda de biodiversidade e aos riscos climáticos, reunindo dados interoperáveis e promovendo decisões baseadas em evidências e em soluções baseadas na natureza.

- **Painel do Oceano para Transformações para uma Economia Sustentável do Oceano - o *High Level Panel for Sustainable Ocean Economy***: a aplicação da GBE na AIA contribui para a meta de gestão sustentável das áreas sob jurisdição nacional ao internalizar capital natural, riscos ecológicos e justiça socioambiental nas decisões sobre produção e infraestrutura oceânica, alinhando conservação ambiental, prosperidade econômica e governança responsável.

Os quadros a seguir oferecem um roteiro operacional que orienta a identificação de desafios e oportunidades com recomendações que contribuem para o acoplamento da GBE-AIA à agenda global do oceano. O Quadro 1.1 apresenta desafios e oportunidades para integrar a GBE e AIA.

Quadro 1.1. Desafios e oportunidades para integrar a Gestão de Base Ecossistêmica à Avaliação de Impacto Ambiental.

	Em nível de projeto	Em nível estratégico
Desafios	• Falta de dados ambientais robustos para ambientes marinhos. • Capacidade técnica limitada para avaliar impactos em ambientes dinâmicos e de difícil acesso. • Setores ainda operam de forma segregada (ex.: transporte, pesca, turismo, óleo e gás, eólicas offshore).	• Falta de marcos legais que exijam instrumentos de avaliação de impacto no ordenamento costeiro-marinho. • Fragmentação setorial e institucional e falta de governança integrada. • Difícil articulação entre as escalas local, regional, nacional e internacional.
Oportunidades	• Uso crescente de tecnologias de monitoramento remoto e modelagem espacial e de ecossistemas. • A integração de dados promovida pela Década do Oceano pode melhorar a qualidade das análises. • Fortalecimento de políticas ambientais através do uso de diretrizes internacionais como Painel de Alto Nível para uma Economia do Oceano Sustentável (Ocean Panel, 2023).	• A Década do Oceano oferece um impulso para investimentos em ciência transdisciplinar aplicada aos objetivos de gestão. • A AIA no contexto da Agenda 2030 favorece a cooperação internacional para conservação de áreas além da jurisdição nacional. • A integração dos instrumentos de planejamento estratégico, como o Planejamento Espacial Marinho e a Avaliação Ambiental Estratégica (ver Capítulo 2), permite evitar impactos antes de ocorrerem — aumentando a efetividade e legitimidade das decisões.

O Quadro 1.2 traz recomendações práticas nos níveis de projeto e estratégico (i.e., planejamento setorial e/ou territorial). A incorporação de princípios da GBE à AIA depende de articulação institucional e suporte normativo, disponibilidade de dados e capacitação técnica continuada.

Quadro 1.2. Recomendações para integrar a Gestão de Base Ecossistêmica à Avaliação de Impacto Ambiental.

Em nível de projeto	Em nível estratégico
1. Incorporar os princípios da GBE • Considerar os limites ecológicos e a conectividade socioecológica entre habitats marinhos e costeiros. • Avaliar os impactos sobre estruturas (componentes), funções e serviços ecossistêmicos associados, ligados à manutenção da integridade dos ecossistemas e bem-estar humano. **2. Alinhar-se com as metas do ODS 14 (Agenda 2030)** • Avaliar projetos quanto ao risco de degradação e perda de habitats essenciais (manguezais, recifes, leitos de ervas marinhas), adotando critérios de aceitabilidade rigorosos para sua proteção. • Monitorar indicadores vinculados às metas do ODS 14 (ex.: poluição marinha, sobrepesca, áreas protegidas). **3. Considerar os desafios apontados pela Década do Oceano e Painel de Alto Nível, em específico** • Integrar dados oceanográficos, climáticos e ecológicos produzidos por programas científicos nacionais e internacionais. • Valorizar o conhecimento local e tradicional de povos e comunidades tradicionais sobre os ecossistemas costeiros-marinhos. **4. Aplicar Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC; ver Capítulo 10)** • Incluir análises dos efeitos cumulativos com outros projetos ou pressões na mesma região costeiro-marinha ou bacia hidrográfica. • Avaliar a contribuição dos projetos para a adequação aos temas da Agenda do Oceano.	**1. Aplicar e desenvolver avaliações integradas (outros instrumentos de avaliação) em zonas costeiras e marinhas** • Fortalecer a governança participativa em múltiplas escalas (em planos, programas e políticas), assegurando transparência, inclusão, equidade e integração institucional. • Incorporar cenários de mudanças climáticas e adaptação costeira. • Integrar dimensões ecológicas, sociais e econômicas em uma perspectiva ecossistêmica e intersetorial. • Alinhar práticas locais a compromissos e diretrizes globais voltados para a sustentabilidade do oceano, com retroalimentação de ações locais, regionais e globais. **2. Incorporar a visão estratégica do Painel do Oceano e Década do Oceano** • Priorizar políticas que promovam uma economia sustentável do oceano. • Identificar sinergias entre setores (ex.: turismo de baixo impacto e conservação marinha). • Capacitar instituições e equipes técnicas para o uso de ferramentas integradas e baseadas na abordagem ecossistêmica. **3. Fortalecer a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) regional e em planejamentos setoriais e territoriais (ver Capítulo 3)** • Criar bancos de dados regionais com inventários de pressões ambientais. • Usar ferramentas de modelagem espacial e temporal para prever impactos cumulativos.

1.5. Perspectivas

Implementar os princípios da GBE é um desafio, dada a complexidade dos sistemas sobre os quais ela opera, em especial os sistemas socioecológicos costeiro-marinhos. Ainda assim, é uma prática incremental e adaptativa, o que permite começar com medidas concretas focadas em alguns princípios e aprimorar continuamente as práticas da AIA.

Integrar GBE e AIA é um passo fundamental para **qualificar projetos, fortalecer a governança costeiro-marinha e ampliar a efetividade de instrumentos de gestão ambiental com participação social**, contribuindo para a manutenção da integridade dos ecossistemas e o bem-estar das comunidades que dependem do oceano.

Referências

Andrade, M. M. D., & Turra, A. (2021). Advancing towards the implementation of ecosystem-based environmental impact assessment for coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, *215*, 105973. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105973

Baker, J., Sheate, W. R., Phillips, P., & Eales, R. (2013). Ecosystem services in environmental assessment — Help or hindrance? *Environmental Impact Assessment Review*, *40*, 3–13. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.11.004

Baulaz, Y., Mouchet, M., Niquil, N., & Ben Rais Lasram, F. (2023). An integrated conceptual model to characterize the effects of offshore wind farms on ecosystem services. *Ecosystem Services*, *60*, 101513. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101513

Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.). (2008). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change* (Digitally print. version). Cambridge Univ. Press.

Brownlie, S. & Treweek, J. (2018) *Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment*. Special Publication Series No. 3. Fargo, USA: International Association for Impact Assessment.

Cashmore, M., Gwilliam, R., Morgan, R., Cobb, D., & Bond, A. (2004). The interminable issue of effectiveness: substantive purposes, outcomes and research challenges in the advancement of environmental impact assessment theory. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *22*(4), 295–310. https://doi.org/10.3152/147154604781765860

Ehler, C., & Douvere, F. (2009). *Marine Spatial Planning: a step by step approach towards ecosystem-based management*. UNESCO - Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186559

Fernandino, G., Elliff, C. I., & Silva, I. R. (2018). Ecosystem-based management of coastal zones in face of climate change impacts: Challenges and inequalities. *Journal of Environmental Management*, *215*, 32-39. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.034

Guilhon, M., Xavier, L. Y., von Pogrell, L., Singh, P., Christiansen, S., & Turra, A. (2023). Ecosystem-based Management through the lenses of International Seabed Authority stakeholders: Current status, implications, and opportunities for the deep-sea mining regime in the Area. *Frontiers in Marine Science*, *10*, 1–15. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1139396

Haugen, J. B., Link, J. S., Cribari, K., Bundy, A., Dickey-Collas, M., Leslie, H. M., Hall, J., Fulton, E. A., Levenson, J. J., Parsons, D. M., Hassellöv, I.-M., Olsen, E., DePiper, G. S., Gentry, R. R., Clark, D. E., Brainard, R. E., Mateos-Molina, D., Borja, A., Gelcich, S., ... Agnalt, A. L. (2024). Marine ecosystem-based management: Challenges remain, yet solutions exist, and progress is occurring. *Npj Ocean Sustainability*, *3*(1), 7. https://doi.org/10.1038/s44183-024-00041-1

Landsberg, F., Stickler, M., Henninger, N., & Treweek, J. (2013). *Weaving ecosystem services into impact assessment*. Washington, DC: World Resources Institute.

Laurino, I. R. A., Xavier, L. Y., Iwama, A. Y., Fernandes, M. F., de Souza, L. B., Denadai, M. R., ... & Turra, A. (2025). Biodiversity baseline assessment for offshore wind projects: Challenges to implement Ecosystem-Based management. *Journal for Nature Conservation*, *87*, 126983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126983

Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, *57*, 53–60. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013

MEA, M. E. A. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis — A Report of the Millennium Ecosystem Assessment*. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8735

Morrison-Saunders, A., Sánchez, L. E., Retief, F., Sinclair, J., Doelle, M., Jones, M., ... & Pope, J. (2020). Gearing up impact assessment as a vehicle for achieving the UN sustainable development goals. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *38*(2), 113-117. https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1677089

Munroe, R., Hicks, C., Doswald, N., Bubb, P., Epple, C., Woroniecki, S., Bodin, B., Osti, M. (2015), *Guidance on Integrating Ecosystem Considerations into Climate Change Vulnerability and Impact Assessments to Inform Ecosystem-based Adaptation*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

Nita, A., Fineran, S., & Rozylowicz, L. (2022). Researchers' perspective on the main strengths and weaknesses of Environmental Impact Assessment (EIA) procedures. *Environmental Impact Assessment Review*, *92*. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106690

Ocean Panel, H. T. (2023). *Transformations for a Sustainable Ocean Economy: A Vision for Protection, Production and Prosperity*. High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy. https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/06/HLP_Transformations_2023_v5.pdf

Rosa, J. C. S., & Sánchez, L. E. (2016). Advances and challenges of incorporating ecosystem services into impact assessment. *Journal of Environmental Management*, *180*, 485-492. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.079

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development — Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015*. United Nations. https://docs.un.org/en/A/RES/70/1

United Nations. (2023). *Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction*. https://www.un.org/bbnjagreement/sites/default/files/2024-08/Text%20of%20the%20Agreement%20in%20English.pdf

Turner, R K. Introduction (2015). In: R. K. Turner & M. Schaafsma (Org.), *Coastal Zones Ecosystem Services* (pp. 1–7). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-17214-9_1

Xavier, L. Y., Guilhon, M., Gonçalves, L. R., Corrêa, M. R., & Turra, A. (2022). Waves of Change: Towards Ecosystem-Based Management to Climate Change Adaptation. *Sustainability* 2022, *14*, 1317. https://doi.org/10.3390/su14031317

Weiser, L. (2016). *High Seas Environmental Impact Assessments — The importance of evaluation in areas beyond national jurisdiction*. Pew Charitable Trusts. pewtrusts.org/highseas



Capítulo 2

INTEGRAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL COM OUTROS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO

Anne Caroline Malvestio
Allan Yu Iwama
Luciana Yokoyama Xavier
Ana Paula Alves Dibo
Juliana Siqueira-Gay
Julia Oliveira Braga
Misty Azzolini Rizzo
Carla Grigoletto Duarte

O espaço marinho onde há potencial para a instalação de projetos de energia eólica é usado para diversas finalidades, como pesca, navegação, turismo, extração de recursos minerais e de petróleo e gás e conservação ambiental. Com intuito de conciliar diversos usos, atuais e potenciais, dos espaços marinhos e costeiros, muitos governos adotam instrumentos de planejamento do uso de recursos. Este capítulo mostra a importância de se considerar o quadro de planejamento durante a avaliação de impactos, e os principais pontos de encadeamento entre os instrumentos.

NESTE CAPÍTULO:

1. Instrumentos de planejamento: por que e o que considerar?
2. Principais pontos de encadeamento: como integrar as informações relevantes?

2.1 Instrumentos de planejamento: por que e o que considerar?

Para avaliar os impactos de um projeto, é preciso levar em conta as diretrizes e orientações estabelecidas por instrumentos mais abrangentes de planejamento, geralmente formalizados em políticas públicas (Moura, 2016), relacionados ao setor (por exemplo, voltados ao planejamento estratégico do setor energético) ou à área onde um dado projeto pretende ser implementado (por exemplo, voltados ao ordenamento integrado do espaço marinho). Esses instrumentos, como Políticas, Planos e Programas (PPPs), muitas vezes estabelecem obrigações ou restrições que devem ser observadas no planejamento de projetos e, consequentemente, em suas avaliações de impactos. Além disso, esses PPPs também podem ser informados por avaliações ambientais de cunho estratégico, como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) ou a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) de âmbito regional.

Considerando que haja uma hierarquia entre os níveis de planejamento (hierarquia vertical da política, para o plano, programa e projeto; e hierarquia horizontal entre os diferentes setores), há a necessidade de um fluxo de informações entre esses níveis de planejamento e também entre os instrumentos de avaliação de impactos aplicados em cada nível. Esse fluxo, ou transferência de informações, entre os níveis de planejamento e de avaliação de impacto (também chamado na literatura de *encadeamento*), deve acontecer de forma organizada (Therivel; González, 2021). A importância desse fluxo de informações tem sido destacada pela literatura da área de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), ressaltando, por exemplo, seus benefícios quanto a definir melhor os *termos de referência* para os estudos de impacto ambiental (**Capítulo 6**), favorecendo o processo de incluir ou excluir o que deve ser objeto da AIA de projetos (González; Therivel, 2022). Em alguns países, a necessidade da AIA de projetos considerar os instrumentos de planejamento relevantes é requerida pela regulamentação da AIA (**Box 2.1**).

Box 2.1. Exemplos de regulamentações nacionais que demandam o fluxo de informações entre instrumentos de planejamento e Avaliação de Impacto Ambiental

No **Brasil**, a Resolução Conama nº 01/1986, que trata da AIA de projetos, estabelece como uma diretriz para o Estudo de Impacto Ambiental "considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade" (BRASIL, 1986, Art. 5º).

Nos **Estados Unidos**, a Política Nacional de Meio Ambiente (NEPA, 40 CFR § 1501.11) estabelece que quando há alguma Avaliação de Impacto (seja de caráter estratégico ou para projetos) que seja relevante para um novo processo de AIA, deverá ser promovido o fluxo de informações, visando evitar a duplicação de esforços e favorecer o foco nas questões e alternativas adequadas para a tomada de decisão.

Na **Colômbia**, a metodologia para a elaboração de estudos ambientais, preconizada pelo Decreto n° 1076/2015, menciona que a integração de estudos ambientais implica, entre outras coisas, a identificação das relações que causam múltiplos impactos, de maneira que seja possível gerenciar vários impactos simultaneamente. Indica que a avaliação de impacto ambiental requer análise dos planos, programas e zoneamento que permitam reduzir os impactos ambientais significativos produzidos por um determinado projeto em um território específico.

A expansão da energia eólica offshore exige uma abordagem que considere sua coexistência com os demais usos do espaço marinho. Portanto, conhecer e considerar os instrumentos de planejamento e de avaliação de impacto de setores relacionados às atividades eólicas offshore é fundamental para que a AIA de projetos esteja alinhada com as decisões que a antecedem e o contexto em que está subscrita, buscando garantir viabilidade ambiental, social e econômica do projeto.

2.1.1 Instrumentos de planejamento

Processos de planejamento e gestão, de modo simplificado, podem ser entendidos como os caminhos a partir dos quais se busca alcançar objetivos estratégicos, passando, por exemplo, pela definição de objetivos, de metas e de medidas a serem implementadas e acompanhadas ao longo do tempo. O planejamento setorial trata da definição e implementação dos caminhos adotados por um determinado setor (por exemplo, energia), abrangendo desde seus objetivos estratégicos e de longo prazo (como a redução da emissão de gases de efeito estufa pelo setor de energia) até as medidas adotadas (como a definição de investimentos para a expansão da geração de energia a partir de fontes renováveis) (Katsanevakis *et al.*, 2011; Brasil, 2024).

A infraestrutura associada ao desenvolvimento de projetos eólicos offshore interfere tanto na porção marinha, com a instalação das torres eólicas, quanto nas áreas costeiras, onde se localizam as subestações, as linhas de transmissão e as áreas de suporte logístico. Assim, para a AIA aplicada a projetos eólicos offshore, importa considerar os PPPs do próprio setor de eólica offshore, assim como do espaço costeiro-marinho onde o projeto se insere, e dos outros setores que utilizam esses espaços. Uma visão abrangente dos instrumentos de planejamento existentes permite avaliar as perspectivas dos diferentes setores atuando na região do projeto eólico e identificar potenciais conflitos e sinergias. Destacam-se setores como o turístico, o portuário, o de navegação, a pesca e a aquicultura, a conservação da natureza e a própria gestão costeira e marinha.

Na AIA de projetos eólicos offshore importa considerar o planejamento de todo o setor de energia, incluindo tanto PPPs ligados a energias renováveis quanto a óleo e gás. Eles podem apontar, por exemplo, perspectivas de expansão da exploração das diferentes fontes de energia, permitindo que se identifique potenciais conflitos (como a exploração de óleo e gás na mesma região que o projeto eólico offshore) e interações positivas (como a produção de hidrogênio verde na região onde o projeto eólico se insere), além de perspectivas de expansão da demanda e rede de transmissão.

Não há um modelo único para a governança das áreas costeiras e marinhas. Cada país estabelece sua estrutura regulatória, mas alguns modelos de gestão e instrumentos têm sido amplamente adotados e promovidos em todo o mundo. Estratégias relacionadas ao Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) e Planejamento Espacial Marinho (PEM) são aplicadas para orientar o uso e ocupação desses espaços. Com um caráter integrador e foco nas áreas costeiras e marinhas, ao invés de setores específicos, esses instrumentos podem compor a base inicial do quadro de planejamento a ser considerado para implementação de projetos eólicos offshore.

O GCI emergiu como uma abordagem abrangente, multissetorial, participativa e adaptativa, que busca reconhecer os complexos desafios presentes nas regiões costeiras e combinar os aspectos humanos, físicos e biológicos em um mesmo instrumento de gerenciamento (Campuzano *et al.*, 2013; GESAMP, 1996). Os instrumentos relacionados ao GCI incluem diretrizes para a proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais, zoneamentos com tipologias de usos e atividades permitidas e planos de desenvolvimento regionais.

> **O que é Gerenciamento Costeiro Integrado?**
> "[...] é um processo que une governo e a comunidade, ciência e gestão, interesses setoriais e públicos ao preparar e implementar um plano integrado para a proteção e desenvolvimento dos ecossistemas e recursos costeiros. O objetivo geral do GCI é melhorar a qualidade de vida das comunidades humanas que dependem dos recursos costeiros enquanto mantém a diversidade biológica e a produtividade dos ecossistemas costeiros" (GESAMP, 1996, p. 2).

Áreas Protegidas, ou Áreas Marinhas Protegidas (AMP), são instrumentos de política ambiental e têm sido incorporadas à gestão costeiro-marinha. Além de promover a conservação e a proteção da biodiversidade, elas também são estratégicas para disciplinar outros usos dos ecossistemas e dos recursos marinhos, por exemplo, a pesca e a exploração mineral (Stori *et al.*, 2019). A gestão dessas áreas conta com instrumentos próprios, como planos de manejo e zoneamentos, que estabelecem orientações relevantes para atividades eólicas offshore, por exemplo, em relação a áreas restritas ou diretrizes para o monitoramento da qualidade ambiental.

> **O que são Áreas Protegidas?**
> "Uma área de terra e/ou mar especialmente dedicada à proteção e manutenção da diversidade biológica, bem como dos recursos naturais e culturais associados, sendo gerida por meios legais ou por outros meios eficazes" (Dudley; Stolton, 2008, p. 9).

Com foco na porção marinha para além da zona costeira, o Planejamento Espacial Marinho (PEM) tem se consolidado como um instrumento-chave para harmonizar os múltiplos usos desse espaço.

> **O que é Planejamento Espacial Marinho?**
> "[...] é um processo público de análise e alocação da distribuição espacial e temporal das atividades humanas em áreas marinhas para alcançar objetivos ecológicos, econômicos e sociais, que geralmente são especificados por meio de um processo político" (Ehler; Douvere, 2009, p. 18).

Baseado no paradigma da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE) (**Capítulo 1**), o PEM deve ser um processo inclusivo, multisetorial (abordando as inter-relações e impactos cumulativos), participativo e adaptativo, buscando atender as demandas dentro de limites ambientais e estabelecendo medidas espaciais e temporais para orientar os diferentes usos das áreas ou recursos marinhos (Ehler; Douvere, 2009; Unesco-IOC, 2021). Seus produtos principais geralmente são um plano de gestão espacial marinha, definindo objetivos, metas e visão para o futuro, além de zoneamento, espacializando as diretrizes do plano.

Mantendo a lógica de integração, em muitos países, o PEM busca complementar os instrumentos de gestão costeira-marinha já existentes - como o GCI, zoneamentos ambientais ou planos de manejo de Áreas Protegidas - e informar planejamentos setoriais coordenados e compatíveis com os usos atuais e pretendidos do espaço marinho.

Para saber mais

Para conhecer diretrizes e experiências de Planejamento Espacial Marinho, sugerimos:

MSPGlobal, que é uma iniciativa da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO (Unesco-IOC) - https://www.mspglobal2030.org/

MSP4BIO, que aborda o PEM a partir da perspectiva de promover proteção e restauração da biodiversidade no contexto da União Europeia - https://msp4bio.eu

PEM Brasil - CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, sobre projetos de PEM no Brasil - https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/psrm/pem

Vale mencionar, ainda, que diretrizes internacionais têm sido desenvolvidas para apoiar o planejamento da energia eólica offshore em diferentes contextos. O Banco Mundial, por exemplo, propôs o *Integrated Environmental and Social Sensitivity Mapping: Guidance for Early Offshore Wind Spatial Planning* (SenMap) (World Bank Group, 2024), que orienta o mapeamento da sensibilidade ambiental e social na fase inicial do planejamento desses projetos, ajudando a minimizar impactos negativos e a otimizar a escolha de áreas. Esse tipo de estudo pode ser desenvolvido em casos em que o ordenamento do espaço marinho ainda não esteja consolidado em um país, ou quando já existe, mas sem diretrizes para a expansão das eólicas offshore, podendo ser integrado a instrumentos já existentes. O Brasil, que está desenvolvendo o PEM, realizará estudos baseados nesta metodologia como uma das formas de seleção de áreas para eólicas offshore (MME, 2025).

Respeitando a diversidade e reconhecendo a necessidade de uma visão e estratégia compartilhadas para a promoção da sustentabilidade do oceano, em 2020, o Painel de Alto Nível para uma Economia Oceânica Sustentável (Capítulo 1) e, mais recentemente, a UNESCO, propõem a adoção de Planos para um Oceano Sustentável (SOP - do inglês *Sustainable Ocean Plans*). Esses planos buscam integrar elementos de governança nacionais, como os vários instrumentos citados anteriormente, em um nível político-estratégico no qual são explicitadas prioridades, responsabilidades institucionais e necessidades de investimento. Seu objetivo final é promover a gestão sustentável de 100% das áreas marinhas sob jurisdição nacional, orientando decisões públicas e privadas com foco no desenvolvimento econômico e social de longo prazo, alinhado à proteção dos ecossistemas naturais e acordos e metas globais.

Para saber mais

Para conhecer iniciativas e diretrizes para elaboração dos Planos para um Oceano Sustentáve sugerimos:

"100% Sustainable Ocean Management" - um guia introdutório do Painel de Alto Nível para uma Economia Sustentável do Oceano que apresenta orientações para implementação de SOPs - https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/06/21_REP_Ocean-SOP_v10-9.pdf

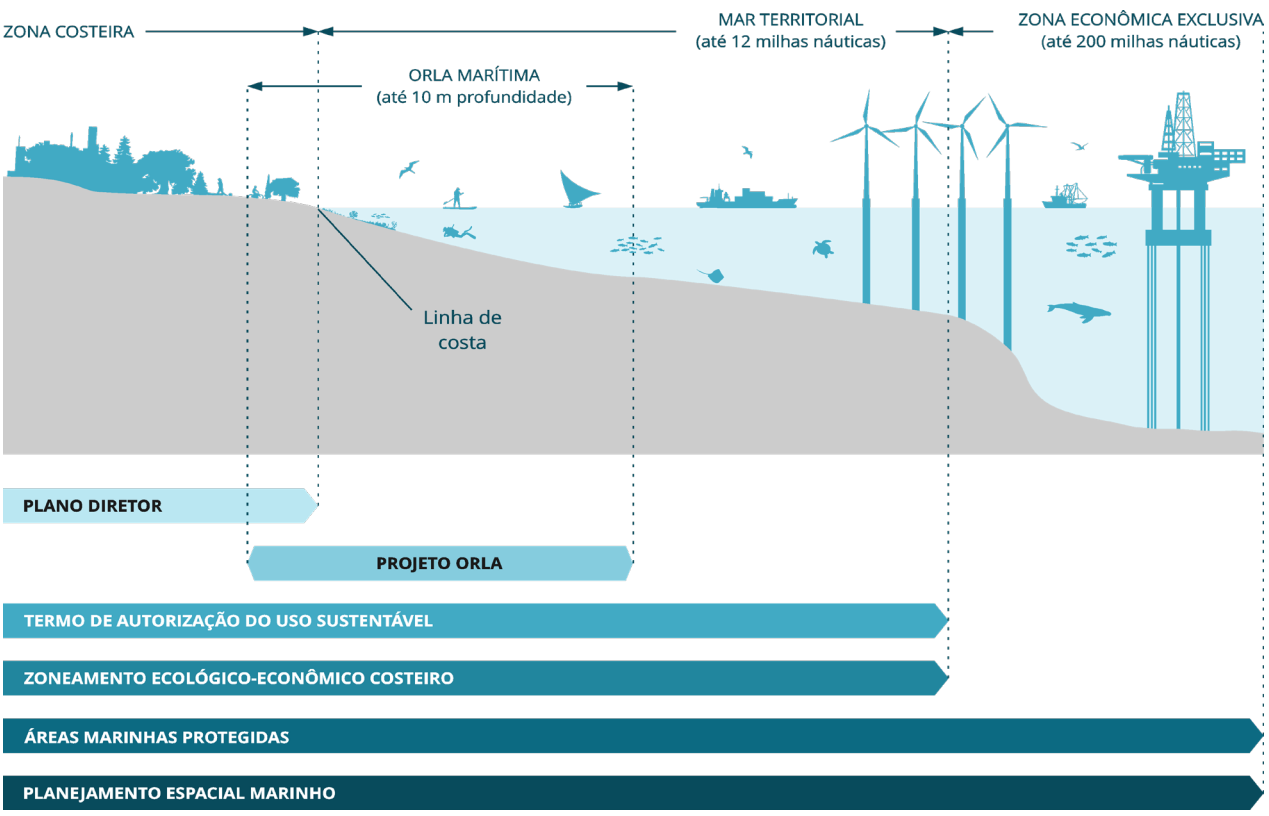
"Handbook on Sustainable Ocean Plans: A practitioners' guide" - um guia prático para auxiliar os países a conceber e implementar SOPs - https://oceanpanel.org/publication/sop-handbook/

SOP Programme - um programa da Década do Oceano que busca divulgar ferramentas e conhecimento para implementação dos SOPs - https://oceandecade.org/actions/ocean-decade-programme-on-sustainable-ocean-planning/

Os instrumentos de planejamento podem ser vinculativos — ou seja, o cumprimento de suas diretrizes é legalmente obrigatório — ou indicativos (não vinculativos) e, neste caso, há menor probabilidade de que as decisões tomadas no nível de planejamento sejam efetivamente implementadas no nível de projeto. Em ambos os casos, porém, a AIA se beneficia ao observar os instrumentos existentes.

O Box 2.2 exemplifica a diversidade e a sobreposição de instrumentos de planejamento que incidem no estado de São Paulo, litoral sudeste do Brasil.

Box 2.2. Instrumentos de planejamento - caso na região sudeste do Brasil



Plano Diretor. Instrumento de planejamento urbano municipal no Brasil, obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes [ver Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257/2001].

Projeto ORLA. Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima, metodologia de planejamento integrado que visa à racionalização e à articulação das políticas públicas das três esferas de governo [ver Decreto nº 5.300/2004].

Termo de Autorização de Uso Sustentável (TAUS). Autorização que deve ser solicitada à Superintendência do Patrimônio da União (SPU) para o uso de forma racional e sustentável dos recursos naturais disponíveis na orla marítima e fluvial, voltados à subsistência de comunidades tradicionais, por meio da atividade pesqueira [ver Lei nº 9.636/1998; Portaria n° 89/2010; Lei nº 13.465/2017].

Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC). Tem o objetivo de orientar o processo de ordenamento territorial necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade do desenvolvimento da zona costeira [Ver Lei nº 7.661/1988; Decreto nº 4.297/2002; Decreto nº 5.300/2004].

Áreas Marinhas Protegidas (AMP). Áreas delimitadas na zona costeira e marinha com objetivo de conservação da biodiversidade e dos recursos naturais [Ver Lei n° 9.985/2000 - SNUC].

Planejamento Espacial Marinho (PEM). Processo público de planejamento da distribuição espacial e temporal de atividades humanas em áreas marinhas visando promover usos sustentáveis e evitar conflitos (Ver Decreto nº 12.363/2025).

Dicas para localizar os instrumentos de planejamento

Para os setores já mencionados (energia, pesca, marinha, meio ambiente) e outros que forem relevantes para o seu contexto, identifique as instituições responsáveis e, para cada uma delas, investigue os PPPs que tenham sido elaborados e que podem ter influência no seu projeto e áreas em que pretende desenvolvê-lo.

2.1.2 Instrumentos de Avaliação de Impacto

A Avaliação de Impacto é um termo amplo que agrupa um conjunto de instrumentos de política ambiental utilizados para identificar, prever e avaliar os efeitos de uma ação proposta (políticas, planos, programas e projetos). Dentro desse conceito amplo, encontram-se a AIA aplicada a projetos, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), aplicada aos níveis estratégicos anteriores aos projetos individuais, a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC), que pode ser aplicada tanto a projetos (Capítulo 10) quanto a nível estratégico, além de outros tipos específicos de avaliação de impacto, como a Avaliação de Impacto Social e a Avaliação de Impacto à Saúde. Neste capítulo destacamos a AAE e a AIC aplicada em nível estratégico, em função de sua relevância para o contexto do planejamento costeiro e marinho.

A participação pública nos processos de AAE e AIC regional é fundamental e pode contribuir para que conflitos sejam evitados na etapa de projetos. Veja o Capítulo 3 para conhecer mais sobre o assunto.

Avaliação Ambiental Estratégica

A AAE é uma ferramenta para avaliar os riscos e impactos ambientais e socioeconômicos das PPPs que, posteriormente, dão origem a iniciativas de desenvolvimento individuais e projetos (Dalal-Clayton e Scott-Brown, 2024). Tem por objetivo informar os planejadores, tomadores de decisão e o público sobre os impactos e a sustentabilidade das PPPs, orientando a busca por alternativas mais adequadas e a consideração das questões ambientais e sociais na tomada de decisão (IAIA, 2002).

A avaliação e o acompanhamento dos impactos por meio de um procedimento sistemático e estratégico, como a AAE, têm o potencial de informar questões relevantes para a AIA de projeto. Ela pode, por exemplo, apontar áreas mais adequadas ou inadequadas para a implementação de projetos, antecipar e endereçar conflitos relevantes, fornecer recomendações para a definição do escopo de estudos de impacto ambiental, além de realizar levantamentos e construir bases de dados úteis para diversos projetos a serem desenvolvidos posteriormente.

Para saber mais

A AAE é um instrumento amplamente usado, sendo formalmente requerido em mais de 60 países. Em alguns contextos, sua aplicação é obrigatória para determinados planos e programas (por exemplo, nos países da União Europeia, Estados Unidos, China, Chile). Em outros, contam apenas com práticas mais pontuais e de caráter voluntário ou demandadas por instituições multilaterais e bancos de financiamento que podem exigir AAE para determinados investimentos, como no Brasil, Índia e Tailândia (Fischer; González, 2021).

Os métodos e abordagens para a elaboração e condução de uma AAE variam em função do contexto em que é aplicada; por exemplo, pode-se seguir uma abordagem mais próxima do processo da AIA de projetos quando a AAE é aplicada a um programa ou a um conjunto de projetos, ou adotar uma abordagem mais flexível, focada no engajamento com os atores envolvidos na tomada de decisão (Partidário, 2021). A Figura 2.1 apresenta as principais contribuições da AAE.



Figura 2.1. Principais contribuições da Avaliação Ambiental Estratégica (Fonte: Dalal-Clayton; Scott-Brown, 2024, p. xix).

No contexto da transição energética, a AAE é um instrumento de grande relevância, em especial para países que não tenham protocolos ou diretrizes estabelecidos para orientar uma transição sustentável e justa. A AAE pode orientar as decisões do setor, por exemplo, prevendo e avaliando possíveis efeitos negativos nos ecossistemas marinhos, conflitos com áreas protegidas ou de grande relevância ecológica e alteração dos modos de vida de comunidades locais (Dalal-Clayton; Scott-Brown, 2024).

A AAE também tem sido aplicada com frequência no contexto do PEM, como é o caso dos países da União Europeia, onde é obrigatória para esse tipo de plano. A AAE aplicada ao PEM pode contribuir de diferentes formas, por exemplo, incorporando uma ampla gama de indicadores ambientais e viabilizando processos participativos extensivos e legalmente estruturados (Kusters *et al.*, 2024), alinhados aos princípios da GBE.

Para saber mais

Saiba mais sobre a aplicação da AAE para a transição energética no Guia "Melhorando a Tomada de Decisão para a Transição Energética: Diretrizes para o Uso da Avaliação Ambiental Estratégica" (em inglês), publicado pela Associação Internacional de Avaliação de Impacto (IAIA), disponível em https://seaguidance.iaia.org/

Avaliação de Impactos Cumulativos

A AIC é um dos instrumentos de Avaliação de Impactos que pode ser aplicada tanto em nível de projeto (Capítulo 10), quanto em nível estratégico - integrada à AAE ou a avaliações regionais. Em cada uma dessas abordagens a AIC fornece diferentes contribuições (Figura 2.2). A AIC é um instrumento essencial na avaliação da implementação de PPPs, de maneira a compreender como determinados componentes ambientais e sociais serão afetados no futuro. Além disso, a AIC pode contribuir para a definição de limites aceitáveis de mudanças a serem respeitadas no desenvolvimento de projetos futuros, bem como para a definição de medidas de mitigação (Dalal-Clayton; Scott-Brown, 2024).

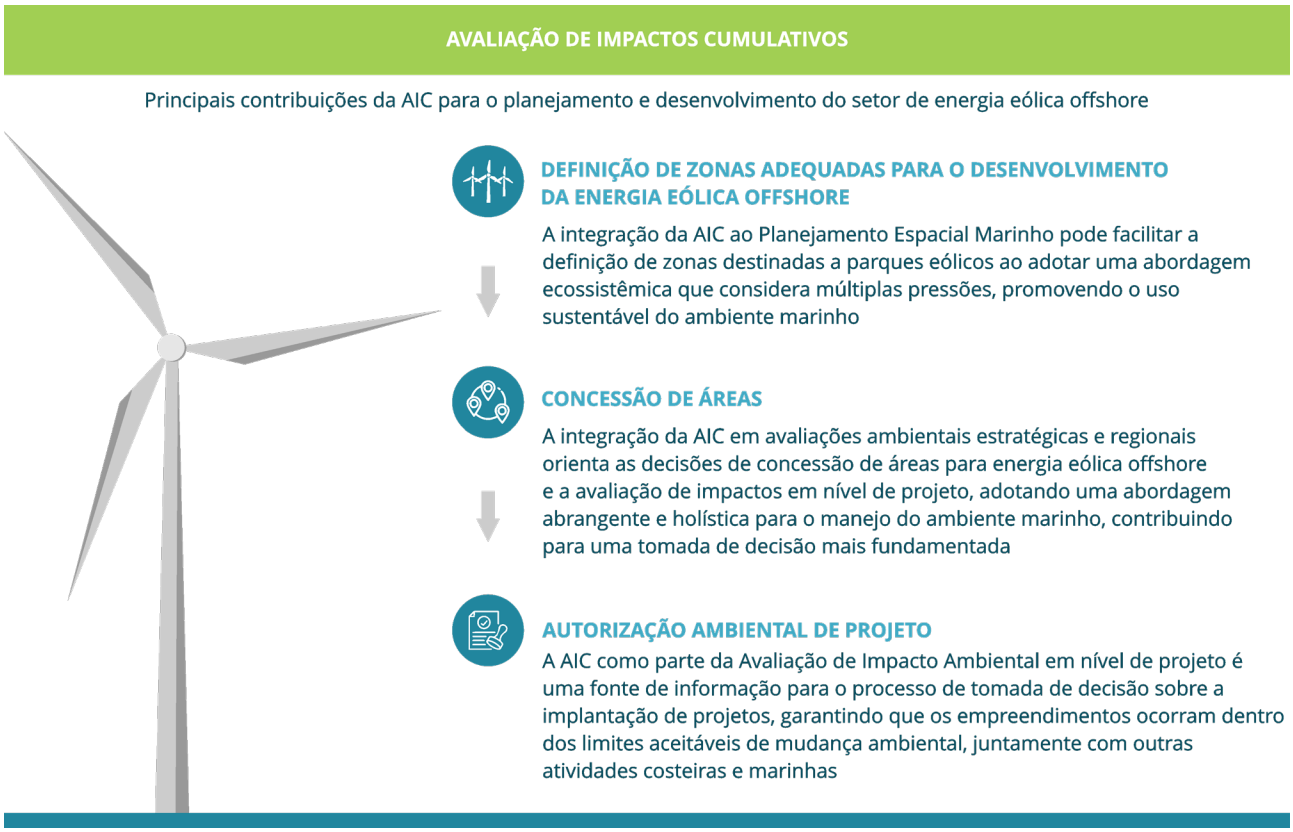


Figura 2.2. Principais contribuições da Avaliação de Impactos Cumulativos para o planejamento e desenvolvimento do setor de energia eólica offshore. (Fonte: adaptado e traduzido de Dibo *et al.*, 2025, p. 3027).

A AIC também pode ser conduzida para entender os impactos cumulativos de diversas atividades em uma região, auxiliando o planejamento regional, de modo a influenciar as decisões sobre o desenvolvimento de projetos e ainda fornecer informações sobre o que é aceito regionalmente, com base em padrões ou limites definidos (Blakley; Noble, 2021). Isso se deve à expansão das escalas espaciais e temporais e à inclusão de múltiplas atividades que afetam as condições de um ambiente (Willsteed *et al.*, 2018). Também é importante que haja uma governança colaborativa com as múltiplas partes interessadas (Capítulo 3), de modo que todas sejam engajadas nas diferentes etapas da avaliação. Como exemplo de aplicação da AIC de caráter regional, tem-se o Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos, apresentado no Box 2.3.

Box 2.3. Exemplo de Avaliação de Impactos Cumulativos em área marinha brasileira

O estudo denominado Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos (PAIC) foi conduzido pela Petrobras no Brasil, como parte do atendimento das condições para autorização ambiental das atividades de petróleo e gás do polo pré-sal, referente às Etapas 1, 2 e 3. O projeto foi desenvolvido em cinco áreas de estudo nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro: Baixada Santista (região 1), Litoral Norte (região 2); Sul Fluminense (região 3) e Baía de Guanabara/Maricá (região 4), entre os anos de 2017 a 2021. Para cada uma dessas regiões de interesse, foi realizada uma análise integrada dos impactos relacionados aos principais estressores, considerando fatores ambientais e sociais selecionados, fornecendo subsídios para a gestão dos impactos cumulativos. O projeto foi desenvolvido em sete fases:

Fase 1 - Planejamento: definição das estratégias para a execução das atividades a serem desenvolvidas e o levantamento e caracterização de atores/fóruns.

Fase 2 - Escopo: seleção dos fatores ambientais e sociais, limites temporais e espaciais e estressores.

Fase 3 - Levantamento de dados: determinação da condição de base dos fatores ambientais e sociais selecionados.

Fase 4 - Avaliação dos impactos cumulativos: avaliação do estado futuro dos fatores selecionados considerando os efeitos agregados dos diversos estressores.

Fase 5 - Avaliação da capacidade de suporte e da significância dos impactos cumulativos previstos: determinação da significância dos impactos cumulativos considerando limites de alteração.

Fase 6 - Análise dos resultados e banco de dados georreferenciado: discussão dos resultados e das estratégias para enfrentamento das transformações em cada região, além da apresentação das informações em mapas georreferenciados com respectivo banco de dados.

Fase 7 – Apresentação dos resultados finais: realização de reunião para discussão e validação dos resultados com os atores de interesse.

Impactos cumulativos avaliados na região do Litoral Sul Fluminense

FATOR	IMPACTOS CUMULATIVOS
COMUNIDADES TRADICIONAIS	• Interferência com o território tradicional (terrestre e marinho) • Interferência sobre as atividades tradicionais
HABITAÇÃO	• Aumento da precariedade habitacional
SANEAMENTO BÁSICO	• Desajuste da oferta pública de saneamento
VEGETAÇÃO COSTEIRA	• Supressão de vegetação • Degradação da vegetação e dos ecossistemas
BIODIVERSIDADE MARINHA	• Afetação da biodiversidade marinha
ÁGUAS CONTINENTAIS	• Aumento da concentração de coliformes termotolerantes • Redução da disponibilidade de água para abastecimento público
QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS	• Níveis elevados da produção primária fitoplanctônica • Remobilização de poluentes associada às operações de dragagem - aumento da turbidez e da concentração de metais

Uma boa prática observada é a inclusão da participação social, por meio de oficinas, quando da definição dos fatores selecionados e limites espaciais e temporais (Fase 2) e dos limites aceitáveis de mudança (Fase 5). As oficinas incluíram representantes do poder público, sociedade civil e setor empresarial. Um dos desafios foi a avaliação dos impactos sobre a biodiversidade marinha, devido à insuficiência de dados e monitoramentos, além da complexidade do ambiente marinho.

Fonte: V&S, Nemus (2017) e Témis, Nemus (2019).

Mudanças climáticas

As mudanças climáticas constituem um elemento estruturante e transversal ao planejamento setorial e ao ordenamento territorial (IPCC, 2023; IDB, 2023; Frazão Santos *et al.*, 2020). Nesse contexto, metas, diretrizes e orientações relacionadas à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas podem estar presentes nos instrumentos de planejamento e avaliação de impactos ambientais que se relacionam a projetos eólicos offshore (World Bank, 2021; Fischer; González, 2021; Byer *et al.*, 2018; Munroe *et al.*, 2015)

Recomenda-se que a Avaliação de Impacto Ambiental verifique a consistência do projeto em relação a esses instrumentos, considerando, sempre que aplicável:

- Metas de redução de emissões de gases de efeito estufa e o alinhamento do projeto com compromissos climáticos nacionais e internacionais;
- Impactos cumulativos com relação às emissões atmosféricas e efeitos sobre os serviços ecossistêmicos ligados à regulação climática;
- Vulnerabilidades ambientais e riscos associados às mudanças climáticas;
- Diretrizes e estratégias para mitigação, adaptação e monitoramento dos impactos associados às mudanças climáticas.

2.2 Principais pontos de encadeamento: como integrar as informações relevantes?

Os instrumentos de planejamento e Avaliação de Impacto mencionados podem fornecer uma série de informações potencialmente relevantes para a AIA de projetos eólicos offshore (Figura 2.3). Portanto, identificar e considerar essas informações favorece o processo de AIA dos projetos, evitando a duplicação de esforços e mantendo o foco nas questões adequadas à sua escala e ao objeto de análise.

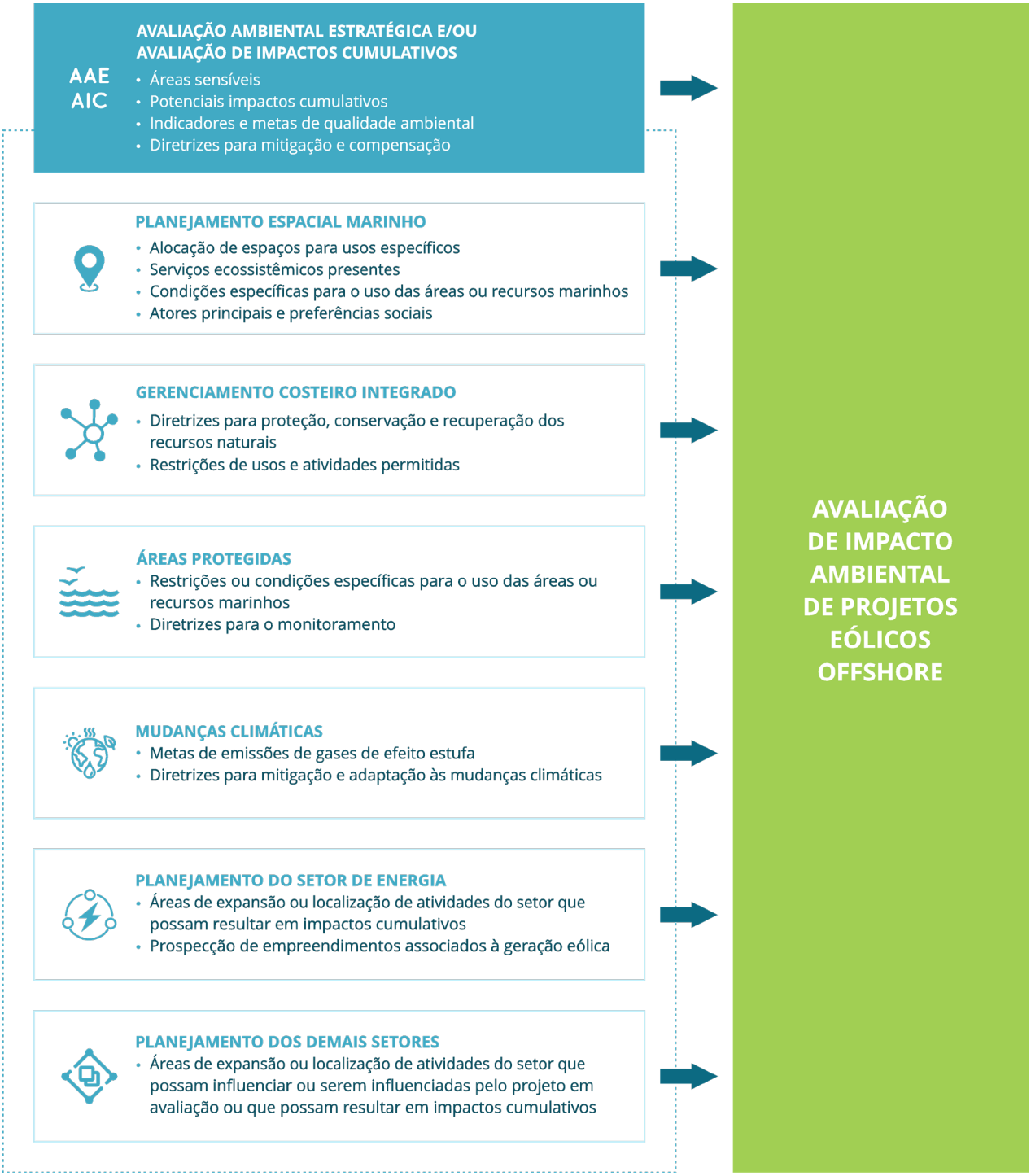


Figura 2.3. Instrumentos de planejamento e informações potencialmente relevantes para a Avaliação de Impacto Ambiental de projetos eólicos offshore (Fonte: elaboração própria).

Porém, há alguns desafios a serem enfrentados. Um desses desafios diz respeito à escala dos dados, visto que o diagnóstico da AIA de projetos necessita de dados mais refinados e específicos para uma escala menor do que a dos dados geralmente usados em escala estratégica. Portanto, as informações em nível estratégico geralmente vão ajudar na definição do escopo do estudo ambiental no nível de projeto, mas não necessariamente devem substituí-lo.

Outro desafio diz respeito à sincronicidade entre os níveis de planejamento e avaliação dos projetos, visto que, em muitas situações, projetos podem ser propostos antes que o PEM ou o GCI, por exemplo, sejam concluídos. É importante, porém, que a AIA de projetos esteja atenta ao contexto de planejamento para evitar que o projeto entre em conflito com diretrizes que estejam sendo discutidas no âmbito estratégico. Para exemplificar como o fluxo de informações pode acontecer na prática do setor de energia eólica offshore, a Figura 2.4 ilustra tipos de informações que podem estar presentes nos instrumentos de planejamento e informar cada uma das etapas da AIA de projetos. Um exemplo de encadeamento das informações é apresentado no Box 2.4.

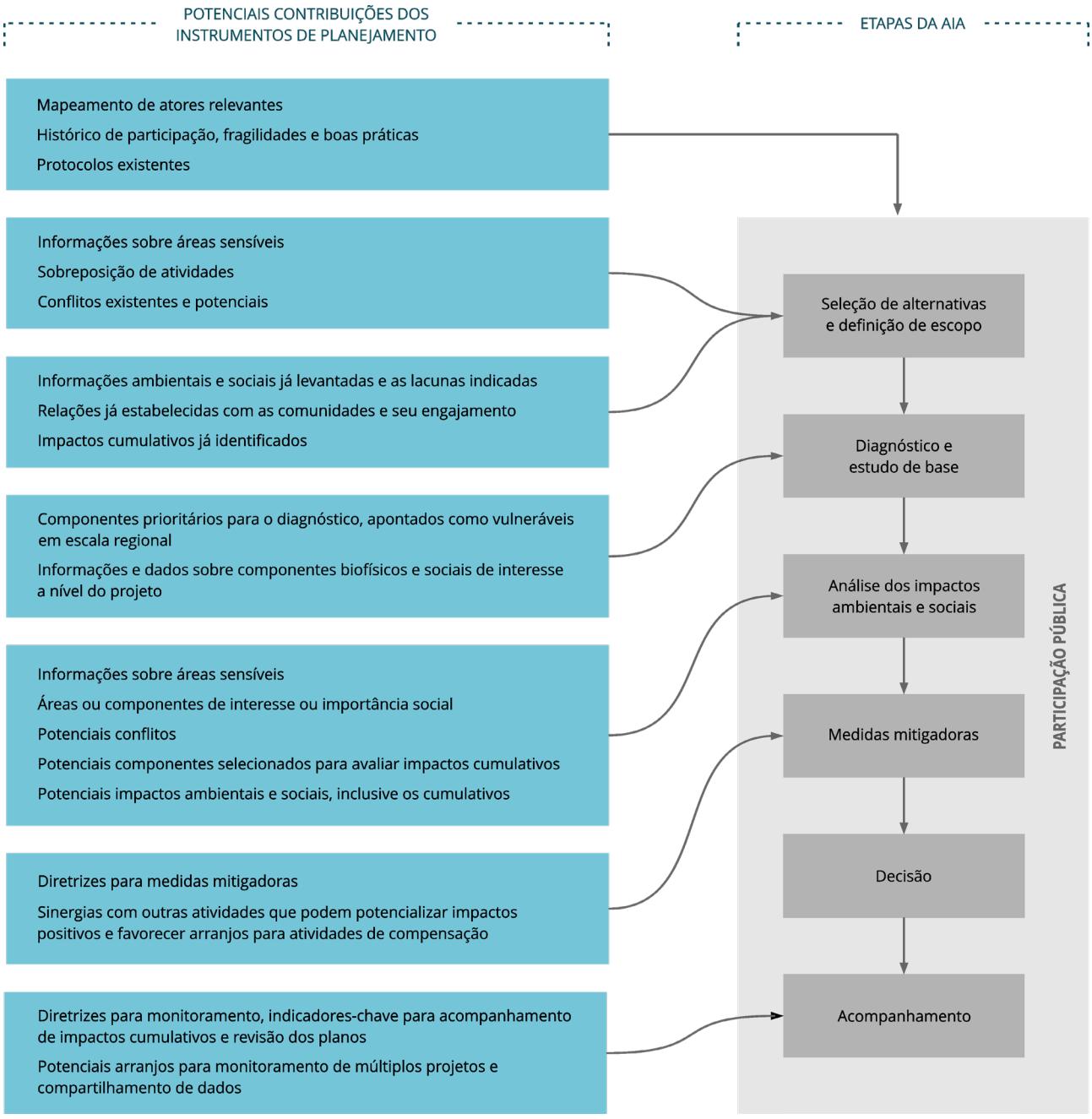


Figura 2.4. Potenciais contribuições dos instrumentos de planejamento, da Avaliação Ambiental Estratégica e da Avaliação de Impactos Cumulativos regional para as etapas da Avaliação de Impacto Ambiental de projetos (Fonte: elaboração própria).

Box 2.4. Encadeamento entre níveis estratégico e de projetos: caso dos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, o fluxo de informações entre os instrumentos de AIA aplicados em diferentes níveis é um requisito da regulamentação (NEPA 40 CFR § 1501.11). No caso do desenvolvimento eólico offshore se destaca a Avaliação de Impacto Ambiental Programática (*Programmatic Environmental Impact Statement* - PEIS), realizada antes da avaliação dos projetos individuais, com o objetivo de identificar medidas mitigadoras e de monitoramento que devem ser observadas pelo projeto e pela AIA de projetos.

Para orientar o encadeamento do fluxo de informações e evitar a duplicação de esforços, o PEIS apresenta "Diretrizes para o encadeamento das informações" (Tiering guidelines), organizando, para cada tópico abordado no PEIS, as informações sobre o ambiente afetado, análise dos impactos e medidas mitigadoras e de monitoramento da forma como abordados no PEIS e indicando qual deve ser o foco da AIA dos projetos individuais. A tabela a seguir apresenta um exemplo extraído do PEIS com relação a tartarugas marinhas.

Visão geral do conteúdo do PEIS	Análise adicional a ser feita na AIA de projetos individuais
Ambiente Afetado. Fornece uma visão geral regional das tartarugas marinhas presentes na área de análise geográfica. Os dados são coletados a partir de informações disponíveis publicamente, como o Cadastro Marinho, o Portal de Dados do Oceano Nordeste, modelos de densidade baseados em habitat, levantamentos regionais digitais de linha de base aérea da vida marinha, documentos do BOEM, estudos ambientais, artigos científicos e outros projetos de eólicas offshore.	**Ambiente Afetado.** A AIA de projetos pode incorporar por referência a caracterização regional do ambiente afetado por tartarugas marinhas no PEIS. No entanto, a análise específica para o projeto precisará caracterizar a ocorrência de tartarugas marinhas na área de arrendamento e ao longo das rotas de cabos de exportação offshore, incluindo a implementação de levantamentos consistentes com as Diretrizes de Informação sobre Mamíferos Marinhos e Tartarugas Marinhas do BOEM. Esses levantamentos podem incluir levantamentos sazonais, baseados em embarcações e aéreos, para determinar a distribuição espacial temporal e a abundância de espécies de tartarugas marinhas. Levantamentos de habitats e espécies específicas permitiriam a identificação precisa de tartarugas marinhas nidificantes, se houver, suspeitas de ocorrência ao longo das rotas de cabos de exportação offshore e em locais de desembarque.
Análise de Impacto. Fornece uma análise qualitativa dos impactos sobre tartarugas marinhas decorrentes de fatores geradores como ruído, presença de estruturas e tráfego, com base no modelo hipotético de projeto.	**Análise de Impacto.** A AIA precisa incluir uma análise de impacto quantitativa e qualitativa que inclua a caracterização específica da intensidade, extensão geográfica, frequência e probabilidade de impactos sobre as tartarugas marinhas associados a cada uma das atividades offshore associadas aos fatores geradores de impactos relevantes (por exemplo, ruído, presença de estruturas e tráfego), incluindo resultados da modelagem acústica subaquática das atividades propostas (por exemplo, cravação de estacas) e do uso da Avaliação de Risco do BOEM para modelar as taxas de encontro entre grandes baleias e tartarugas marinhas e o tráfego de embarcações da energia eólica offshore no Oceano Atlântico.
Medidas mitigadoras e de monitoramento. Inclui a submissão e aprovação de planos de monitoramento de cravação de estacas; requisitos de espécies protegidas; medidas para minimizar o ruído das embarcações; medidas para limitar a extensão temporal e espacial da exposição ao ruído; monitoramento em tempo real e quase em tempo real para informar medidas de mitigação adaptativa; treinamentos; coleta de informações de base usadas para melhor antecipar impactos potenciais e mitigar ainda mais os efeitos sobre as tartarugas marinhas no futuro; requisitos sazonais de velocidade das embarcações; medidas para reduzir detritos marinhos e impactos de emaranhamento, ingestão e poluentes; monitoramento de eventos pós-tempestade; e relatórios de capturas potenciais de espécies protegidas.	**Medidas mitigadoras e de monitoramento.** A AIA precisa incluir as medidas mitigadoras e de monitoramento recomendadas pelo PEIS, específicas para os fatores causadores de impacto.

Fonte: adaptado de BOEM (2024).

Para promover esse fluxo de informações entre os instrumentos de planejamento estratégico e a AIA do seu projeto, você pode seguir os passos indicados na Figura 2.5.

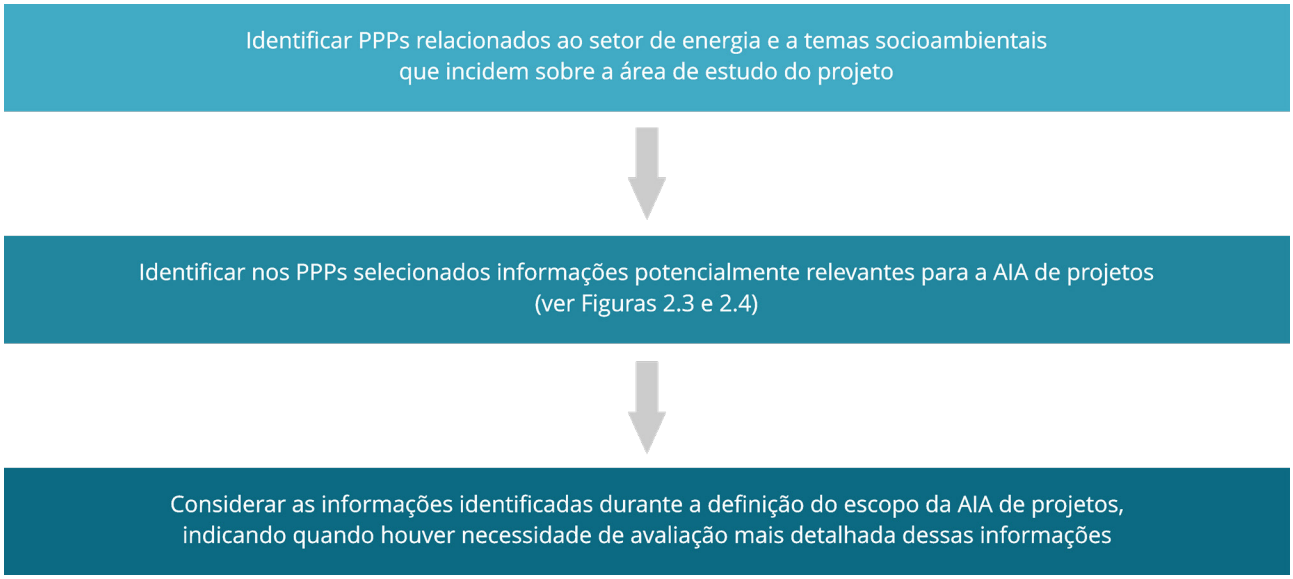


Figura 2.5. Orientações práticas para promover o encadeamento entre instrumentos de planejamento e a Avaliação de Impacto Ambiental de projetos (Fonte: elaboração própria).

Atenção!

O Estudo de Impacto Ambiental deve deixar explícito como as informações de outros instrumentos de planejamento (como o PEM, AAE, Planos de Manejos de Áreas Protegidas) foram consideradas ao longo da Avaliação de Impactos!

Busque comunicar de forma específica, evitando afirmações genéricas:

✓ Para o mapeamento das alternativas locacionais, focou-se nas zonas definidas pelo PEM como zonas passíveis de exploração do potencial eólico offshore, excluindo-se as zonas definidas como prioritárias para conservação e as zonas de amortecimento das áreas protegidas X e Y, conforme ilustrado no mapa Z.

✗ Para o mapeamento das alternativas locacionais, foi considerado o zoneamento ambiental.

Neste guia são citados os principais instrumentos de planejamento espacial e de avaliação de impacto em nível estratégico associados às atividades eólicas offshore. Porém, em muitos lugares, esses instrumentos podem não ter sido implementados ou estar em processo de elaboração.

A ausência de alguns instrumentos, em determinados contextos, não impede que os processos de AIA e de autorização de projetos sejam realizados. Nesses casos, a AIA de projetos deve estar ainda mais atenta à avaliação dos potenciais conflitos e dos impactos cumulativos, para que sejam adequadamente considerados nos processos decisórios.

Referências

Blakley, J. A. E., & Noble, B. (2021). Assessing cumulative effects in regional and strategic assessment. In J. A. E. Blakley & D. Franks (Eds.), *Handbook of cumulative impact assessment*. Edward Elgar Publishing.

Byer, P., Cestti, R., Croal, P., Fisher, W., Hazell, S., Kolhoff, A., & Kørnøv, L. (2018). *Climate change in impact assessment: International best practice principles* (Special Publication Series No. 8). International Association for Impact Assessment. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-Climate-Change.pdf

BOEM, Bureau of Ocean Energy Management. (2024). *New York Bight Final Programmatic Environmental Impact Statement* (Final PEIS). https://www.boem.gov/renewable-energy/state-activities/new-york-bight-final-programmatic-environmental-impact-statement

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (1986). *Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986: Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.* https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745

Brasil. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. (2025). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 (PDE 2034)*. https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-758/PDE2034_Aprovado.pdf

Campuzano, F. J., Mateus, M. D., Leitão, P. C., Marín, V. H., Delgado, L. E., Tironi, A., Pierini, J. O., Sampaio, A. F. P., Almeida, P., & Neves, R. J. (2013). Integrated coastal zone management in South America: A look at three contrasting systems. *Ocean & Coastal Management*, *72*, 22–35. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.08.002

Dalal-Clayton, B., & Scott-Brown, M. (2024). *Improving Decision-Making for the Energy Transition: Guidance for Using Strategic Environmental Assessment*. International Association for Impact Assessment. https://training.iaia.org/wp-content/uploads/2025/06/SEA-Guidance-FULL-DOCUMENT.pdf

Dibo, A. P. A., Siqueira-Gay, J., Duarte, C. G., Turra, A., & Sánchez, L. E. (2025). Guiding elements for strengthening Cumulative Impact Assessment regulations for offshore wind energy. *Environmental Management*, *75*, 3025-3043. https://doi.org/10.1007/s00267-025-02282-3

Dudley, N., & Stolton, S. (Eds.). (2008). *Defining protected areas: An international conference in Almeria, Spain*. IUCN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2008-106.pdf

Ehler, C., & Douvere, F. (2009). *Marine spatial planning: A step-by-step approach toward ecosystem-based management*. UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186559

Ferguson, M. C., Williams, K. A., Goodale, M. W., Adams, E. M., Knaga, P., Kingdon, K., & Avery-Gomm, S. (2025). A flexible framework for species-based regional cumulative effects assessments to support offshore wind energy planning and management. *Environmental Impact Assessment Review*, *114*, 107912. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.107912

Fischer, T. B., & González, A. (2021). *Handbook on Strategic Environmental Assessment*. Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781789909937

Frazão Santos, C., Agardy, T., Andrade, F., Calado, H., Crowder, L. B., Ehler, C. N., García-Morales, S., Gissi, E., Halpern, B. S., Orbach, M. K., Pörter, H., & Rosa, R. (2020). Integrating climate change in ocean planning. *Nature Sustainability*, *3*(7), 505-516. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0513-x

GESAMP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (1996). *The Contributions of Science to Integrated Coastal Management*. (Reports and Studies N° 61). https://www.gesamp.org/publications/the-contributions-of-science-to-integrated-coastal-management

González, A., & Therivel, R. (2022). Raising the game in environmental assessment: Insights from tiering practice. *Environmental Impact Assessment Review*, *92*, 106695. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106695

IEIA, International Association for Impact Assessment. (2002). *Strategic environmental assessment performance criteria*. (Special Publication Series No. 1). www.iaia.org/uploads/pdf/sp1.pdf

IDB, Inter-American Development Bank. (2023). *Climate Change Sector Framework Document*. https://www.researchgate.net/profile/Adrien-Vogt-Schilb/publication/375550268_Climate_Change_Sector_Framework_Document/links/654e61f73fa26f66f4ed2c70/Climate-Change-Sector-Framework-Document.pdf

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Summary for Policymakers. In H. Lee & J. Romero (Eds.), *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1–34). https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T. K., Jones, P. J. S., Kerr, S., Badalamenti, F., Anagnostou, C., Breen, P., Chust, G., D'Anna, G., Duijn, M., Filatova, T., Fiorentino, F., Hulsman, H., Johnson, K., Karageorgis, A. P., Kröncke, I., Mirto, S., ... ter Hofstede, R. (2011). Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & Coastal Management*, *54*(11), 807–820. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.09.002

Kusters, J. E. H., van Kann, F. M. G., Zuidema, C., & Arts, J. (2024). SEAs for seas: Strategic environmental assessment for more strategic and environmentally oriented marine spatial planning processes. *Environmental Science & Policy*, *162*, 103920. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103920

MME, Ministério de Minas e Energia. (2025). *Marco legal das eólicas offshore*. https://www.gov.br/mme/pt-br/brasil-lider-mundial-na-transicao-energetica/transicao-energetica/marco-legal-das-eolicas-offshore

Munroe, R., Hicks, C., Doswald, N., Bubb, P., Epple, C., Woroniecki, S., Bodin, B., & Osti, M. (2015). *Guidance on Integrating Ecosystem Considerations into Climate Change Vulnerability and Impact Assessments to Inform Ecosystem-based Adaptation*, UNEP World Conservation Monitoring Centre. https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/resources/viag_guidance.pdf

Moura, A. M. M. (2016). Application of environmental policy instruments in Brazil: advances and challenges. In A. M. M. Moura, *Environmental governance in Brazil: institutions, actors and public policies*. Institute for Advanced Research, http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9268

Partidário, M. R. (2021). Strategic thinking for sustainability (ST4S) in strategic environmental assessment. In T. B. Fischer & A. González (Eds.), *Handbook on strategic environmental assessment*. Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781789909937

V&S & Nemus. (2017). *Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos – PAIC. Plano de Trabalho - Region 2*. https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/documents/d/comunica-bacia-de-santos/planotrabalho_r2_rev03_abr17?download=true-

Témis & Nemus. (2019). *PAIC: Litoral Sul Fluminense presentation of results (Phase 7) (Version 2)*. https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/documents/d/comunica-bacia-de-santos/r3-reuniao-fase7?download=true

Stori, F. T., Shinoda, D. C., & Turra, A. (2019). Sewing a blue patchwork: An analysis of marine policies implementation in the Southeast of Brazil. *Ocean & Coastal Management*, *168*, 322–339. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.11.013

Therivel, R., & González, A. (2021). "Ripe for decision": Tiering in environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, *87*, 106520. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106520

UNESCO-IOC, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-Intergovernmental Oceanographic Commission. (2021). *MSPglobal: International Guide on Marine/Maritime Spatial Planning*. (IOC Manuals and Guides, No. 89.). UNESCO https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379196

Willsteed, E. A., Jude, S., Gill, A. B., & Birchenough, S. N. R. (2018). Obligations and aspirations: A critical evaluation of offshore wind farm cumulative impact assessments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. *82*, 2332–2345. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.079

World Bank. (2021). PROBLUE - *Climate-Informed Marine Spatial Planning: Supporting Mitigation and Resilience* (Knowledge Factsheet Series, No. 2). https://thedocs.worldbank.org/en/doc/d58e097fa6a589fbca42678ff4e05cd1-0320012021/climate-informed-marine-spatial-planning-supporting-mitigation-and-resilience

World Bank Group. (2024). *Integrated Environmental & Social Sensitivity Mapping: Guidance for Early Offshore Wind Spatial Planning*. https://documents1.worldbank.org/curated/en/099060424173523666/pdf/P1700901ab099e04a1ad5e19ad8ccceea4a.pdf

Capítulo 3

PARTICIPAÇÃO E ENGAJAMENTO SOCIAL

Luciana Yokoyama Xavier
Thomaz Willian de Figueiredo Xavier
Monique Torres de Queiroz
Geovanna Paulino Pereira
Noa Magalhães
Carla Grigoletto Duarte

A participação social em processos decisórios não apenas propicia maior legitimidade e dá voz e visibilidade às comunidades afetadas e partes interessadas, como também contribui para reduzir riscos de investimentos e criar espaços de diálogo que perduram durante a fase de operação do empreendimento. A partir de conceitos, boas práticas e exemplos, evidencia-se como diferentes formas de participação podem contribuir para processos mais justos, inclusivos e efetivos ao longo das diversas etapas da avaliação de impacto ambiental.

NESTE CAPÍTULO:

1. Participação social e engajamento significativo: qual a diferença?
2. Como planejar a participação social para promover o engajamento significativo?
3. Como seguir? Participação e engajamento como processos estratégicos

3.1 Participação social e engajamento significativo: qual a diferença?

Embora algumas fontes considerem os termos participação e engajamento como sinônimos, neste capítulo utilizamos "participação social" como um termo amplo que abrange diferentes formas e níveis de envolvimento, enquanto "engajamento significativo" é reservado a práticas que buscam maior profundidade, efetividade e inclusão, especialmente da perspectiva dos grupos mais afetados. Assim, todo engajamento significativo é uma forma de participação, mas nem toda participação atende aos critérios de engajamento significativo.

A participação social pode ser amplamente definida como o envolvimento de pessoas (individualmente), organizações, grupos sociais e instituições governamentais, compreendidos coletivamente como partes interessadas, em processos de discussão e de tomada de decisão sobre projetos, programas, planos ou políticas públicas. Tais processos podem representar iniciativas e ações que afetem as partes interessadas positiva ou negativamente, ou sobre os quais elas tenham interesses, responsabilidades e competências econômicas, sociais, culturais, ambientais ou territoriais (André *et al.*, 2006).

Em muitos países, a participação é parcialmente disciplinada por legislação, por exemplo, com obrigatoriedade de realização de consultas públicas. No entanto, a experiência prática evidencia que limitar a participação aos requisitos legais, muitas vezes, é insuficiente para garantir que seus resultados sejam considerados nos processos decisórios. Além de atender aos requisitos legais de cada jurisdição, para construir confiança e relacionamento e promover inclusão e equidade, o processo de participação social deve ser planejado e conduzido com base em princípios, como os apresentados no **Box 3.1**.

Para saber mais

Instrumentos regionais e internacionais têm contribuído para qualificar a participação social. O Acordo de Escazú, em vigor desde 2021, visa garantir o acesso à informação, participação pública e justiça em assuntos ambientais na América Latina e no Caribe. Ele destaca a importância de práticas participativas robustas para assegurar a transparência, a legitimidade e a justiça nas decisões ambientais (Medici-Colombo; Ricarte, 2024).

Focada em direitos específicos de povos indígenas e tribais, a Convenção 169 da OIT requer que esses grupos sejam consultados pelos agentes públicos antes da implementação de qualquer projeto, programa ou política que possa interferir em seus modos de vida. O processo de "Consulta Prévia, Livre e Informada", seguindo protocolos elaborados pelos próprios grupos, visa assegurar que suas perspectivas sejam consideradas, respeitando suas culturas e em tempo adequado (OIT, 1989).

Box 3.1. Princípios básicos da Participação Social na Avaliação de Impacto Ambiental

- **Contextualizada:** compreender e valorizar as estruturas sociais, valores e culturas de grupos sociais da área da intervenção e respeitar os contextos históricos, culturais, ambientais, políticos e sociais de grupos afetados pelo projeto.
- **Informativa e proativa:** reconhecer que a sociedade tem o direito de ser informada de maneira clara e antecipada sobre projetos com potencial de afetar sua vida ou seus meios de subsistência.
- **Comunicação Adaptada:** adaptar a comunicação ao contexto e às necessidades específicas de cada grupo social, reconhecendo que o público é heterogêneo em função de sua demografia, conhecimentos, poder, valores e interesses.
- **Inclusiva e equitativa:** promover a participação de grupos menos representados e garantir que todos os interesses sejam respeitados no que concerne à distribuição de impactos, compensações e benefícios. Promover a equidade entre as gerações presentes e futuras, sob a perspectiva da sustentabilidade.
- **Educativa:** contribuir para o respeito mútuo e para o entendimento entre as partes interessadas envolvidas, considerando seus valores, interesses, direitos e obrigações.
- **Cooperativa:** promover a cooperação, a convergência e a construção de consenso em vez de confronto. Engajar-se com perspectivas e valores conflitantes, buscando a aceitação geral do projeto, é uma decisão que promove e apoia o desenvolvimento sustentável.
- **Responsiva:** aplicar os resultados do processo participativo para aprimorar o projeto em estudo. Incluir relatórios e devolutivas sobre os resultados do processo e sua incorporação à tomada de decisão, em linguagem acessível e de forma transparente.

Fonte: traduzido e adaptado de André *et al.*, 2006

As experiências em processos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) indicam que a participação social conduzida de forma qualificada, transparente e inclusiva gera benefícios tanto para os grupos afetados quanto para empreendedores (**Figura 3.1**). Por um lado, processos participativos com essas características são mais democráticos, acolhem minorias, reconhecem e buscam incorporar direitos, valores e interesses sociais, legitimam decisões e fomentam processos de aprendizagem e fortalecimento social. Por outro, permitem identificar antecipadamente riscos e conflitos, preveni-los e lidar de forma proativa com eles, qualificam as informações utilizadas nas avaliações, tornando-as mais robustas e completas, e conferem mais transparência e legitimidade ao processo, incluindo a obtenção de "licenças sociais e culturais para operar", em casos específicos (OECD, 2017; Kvam, 2019).



Figura 3.1. Vantagens da participação social.

Ao longo de um processo de participação e engajamento social, vários níveis de envolvimento são possíveis. Esses níveis variam conforme o nível de influência atribuído às partes interessadas na tomada de decisão (IAP2, 2018):

- **Informar:** fornecer informações claras e objetivas para apoiar as partes interessadas a compreender o problema, as alternativas, as oportunidades e as possíveis soluções.
- **Consultar:** obter impressões das partes interessadas sobre análises, alternativas ou decisões propostas.
- **Envolver:** trabalhar diretamente com as partes interessadas ao longo do processo para assegurar que suas preocupações e interesses sejam compreendidos e considerados, de forma consistente.
- **Colaborar:** estabelecer parceria com as partes interessadas em diferentes aspectos da tomada de decisão, incluindo a formulação de alternativas e a identificação da solução preferencial.
- **Empoderar:** atribuir às partes interessadas o poder e a responsabilidade pela decisão final.

Apesar de serem frequentemente reportados como um espectro contínuo, os níveis de participação podem coexistir em um mesmo processo. Por exemplo, diferentes níveis podem ser empregados ao longo das etapas da AIA, considerando os objetivos específicos de cada etapa e a finalidade do processo participativo, o grau de envolvimento, influência e compartilhamento de poder desejados (Figura 3.2).

ETAPA DA AIA	INFORMAR	CONSULTAR	ENVOLVER	COLABORAR	EMPODERAR
TRIAGEM	Submissão de proposta para aprovação governamental; divulgação dos critérios aplicáveis	Consulta prévia sobre o tipo de licença ou necessidade de AIA	Discussão sobre os impactos iniciais esperados	Coavaliação preliminar sobre riscos ambientais	Participação em instâncias participativas
DEFINIÇÃO DE ESCOPO	Preparação inicial dos TdRs; divulgação de exigências para o EIA	Consulta pública sobre o escopo via audiência ou consulta escrita	Oficinas participativas para mapear as preocupações locais	Coconstrução dos TdRs com a sociedade civil e especialistas	Escopo do EIA aprovado pela sociedade civil
ELABORAÇÃO DO EIA	Divulgação do andamento dos estudos; acesso a documentos técnicos preliminares	Consulta aberta sobre percepções de impacto; mapeamento participativo simplificado	Participação em diagnóstico e oficinas temáticas (ex.: usos do território, saúde)	Coprodução de dados com grupos locais; pesquisas e mapeamentos participativos aprofundados	Grupos locais codirigindo estudos ou com poder de veto sobre trechos não representativos
ANÁLISE TÉCNICA	Divulgação do EIA e do resumo não técnico em linguagem acessível	Audiência pública relacionada ao conteúdo do EIA; recebimento de manifestações e pareceres populares	Oficinas para interpretação do EIA; reuniões preparatórias à audiência pública	Comitês mistos de análise técnica com especialistas e sociedade civil	Voto deliberativo da sociedade civil nos pareceres conclusivos
TOMADA DE DECISÃO	Divulgação da decisão final e justificativa técnica; explicitação do uso das contribuições recebidas	Consulta sobre minuta da decisão; abertura para comentários sobre as condicionantes da licença	Reuniões de retorno com comunidades para explicação da decisão	Negociação de condicionantes com representantes locais; acordos formais com partes interessadas	Participação cidadã com poder de decisão vinculante (ex.: conselhos ou júris populares ambientais)
ACOMPANHAMENTO	Relatórios e informes periódicos divulgados no site institucional	Enquetes e consultas sobre o cumprimento de condicionantes	Reuniões abertas para avaliação de desempenho ambiental; mecanismos de denúncias acessíveis	Comitês comunitários de acompanhamento; planejamento participativo nas compensações	Controle social pleno com auditorias comunitárias independentes

Figura 3.2. Exemplos de formas de fomentar a participação social em diferentes etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental. Siglas: EIA - estudo de impacto ambiental, TdR - termo de referência.

Nenhuma forma de participação é intrinsecamente melhor do que a outra. Níveis mais elevados de participação podem não ser necessários ou apropriados em todos os contextos, devendo ser adotados de forma criteriosa, uma vez que demandam tempo e recursos tanto da parte do proponente quanto das partes interessadas. A escolha das melhores estratégias deve considerar critérios de proporcionalidade e adequação ao contexto. Isso inclui, entre outros fatores, o nível de impacto e risco do projeto, o grau de conflito potencial ou a existência de conflitos legados de ações passadas, assim como as capacidades organizativas e dinâmicas sociais das comunidades envolvidas. É importante destacar que a participação pode desempenhar um papel formativo, contribuindo para o desenvolvimento de capacidades, o fortalecimento do capital social e a ampliação progressiva do engajamento ao longo do tempo. Ainda assim, níveis de engajamento maiores tendem a resultar em processos que vão além da consulta e buscam promover o engajamento significativo (Figura 3.3).

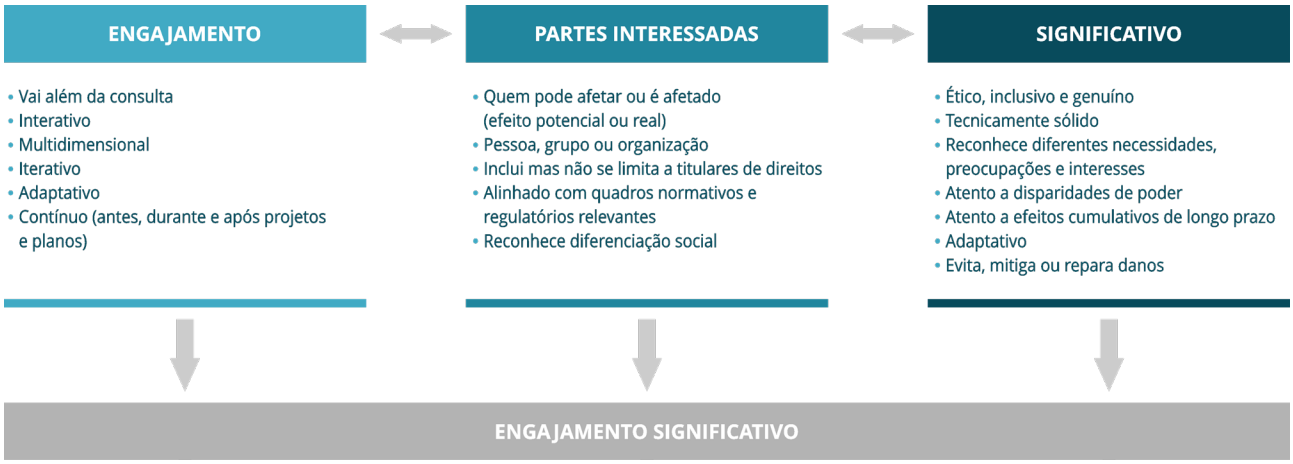


Figura 3.3. Características de um processo de engajamento significativo das partes interessadas (Fonte: traduzido e adaptado de Buhmann *et al.*, 2024).

> O engajamento significativo remete a práticas ideais de participação social efetivas e inclusivas, levando a processos e resultados considerados significativos na perspectiva de quem participa (Buhmann *et al.*, 2024).

Com maiores níveis de engajamento e potencial para promover transformações, o engajamento significativo visa promover processos e resultados que façam sentido para quem participa, além de contribuir para reduzir riscos para os empreendedores. A literatura sobre o tema destaca a importância da prática para grupos afetados negativamente, diferenciando-os das demais partes interessadas. O processo deve partir das preocupações e necessidades desses grupos, criando condições para que possam se envolver de forma autônoma e informada na tomada de decisões que os afetam (Buhmann *et al.*, 2024).

Entre os grupos afetados negativamente, destacam-se aqueles caracterizados por maior exposição a impactos adversos e menor capacidade de influência nos processos decisórios. Esses grupos estão sujeitos a assimetrias de poder e barreiras estruturais à participação, que os colocam em situação de vulnerabilidade ou marginalização (OCDE, 2017). Esses grupos incluem, entre outros, comunidades locais e tradicionais, povos indígenas, mulheres e outros grupos cujas condições sociais, econômicas ou institucionais ampliam o risco de impactos negativos.

No caso das comunidades locais, as vulnerabilidades são geralmente associadas à sua presença na área de influência das intervenções e à dependência de atividades econômicas e de serviços potencialmente afetados. Já em comunidades tradicionais, as vulnerabilidades também estão relacionadas à dependência direta dos recursos naturais, à continuidade de seus modos de vida e às relações históricas com o território. Em ambos os casos, essas populações tendem a vivenciar de modo direto e imediato os efeitos das intervenções, seja na geração de emprego e renda, seja nas transformações da paisagem e no uso dos recursos naturais, com repercussões sobre a segurança alimentar, a saúde e seus modos de vida. Nesse sentido, o **engajamento comunitário** constitui um **esforço deliberado** para envolver, de forma ativa e inclusiva, as pessoas e grupos direta e indiretamente afetados por um projeto, com prioridade para os mais severamente impactados.

No processo de engajamento comunitário, o objetivo é **assegurar que as demandas, expectativas e saberes da população local — tanto comunidades locais quanto tradicionais — sejam considerados em nível equivalente ao de aspectos técnicos e econômicos** do projeto. Mais do que ouvir ou coletar opiniões pontuais, esse tipo de participação pressupõe a criação de espaços de escuta ativa e diálogo contínuo, nos quais as vozes locais tenham a oportunidade de influenciar efetivamente as decisões, buscando proporcionar um engajamento significativo. Planejar devidamente a participação e o engajamento, buscando as estratégias mais adequadas para cada contexto e grupo a ser envolvido, é fundamental para o sucesso do processo.

Box 3.2. Exemplo prático de implementação de um processo de participação social

Uma empresa de consultoria foi contratada para planejar e implementar a participação social em um projeto de parque eólico offshore.

Participação social deficitária:

- **Consultas tardias e formais:** as comunidades só são informadas após decisões estratégicas já terem sido tomadas, sem possibilidade real de influência.
- **Acesso limitado à informação:** relatórios técnicos extensos e complexos são disponibilizados sem versões acessíveis, adaptadas ou traduzidas para o contexto local.
- **Reuniões pouco representativas:** os encontros ocorrem em locais de difícil acesso e em horários comerciais, dificultando a participação de representantes de comunidades tradicionais.
- **Foco em setores com maior poder:** empresas do setor, grupos com maior poder econômico e político e órgãos governamentais dominam as discussões, enquanto grupos locais ficam à margem do processo.
- **Ausência de retorno:** as contribuições dos grupos de menor poder não são respondidas nem incorporadas ao projeto.

Participação social com potencial de promover engajamento significativo:

- **Planejamento proporcional e antecipado:** as estratégias e o plano de participação são definidas desde as fases iniciais, considerando o nível de impacto do projeto, o grau de conflito e as características das comunidades envolvidas.
- **Comunicação acessível e contínua:** materiais explicativos, em linguagem simples, em diferentes formatos (áudio, vídeo e visual), são disponibilizados para facilitar a compreensão.
- **Espaços de diálogo adaptados:** todas as reuniões e audiências ocorrem em horários e locais compatíveis com a rotina das comunidades locais, com intérpretes ou mediadores, se necessário.
- **Valorização do conhecimento local:** o saber ecológico local é integrado ao diagnóstico e à avaliação de impacto, permitindo uma abordagem mais contextualizada e precisa.
- **Transparência e prestação de contas:** as sugestões da comunidade são documentadas e há um retorno claro sobre como suas recomendações — solicitações de complementação de estudos, definição de medidas e outros tipos de condições — foram ou não consideradas nas decisões do projeto.
- **Desenvolvimento de capacidades locais:** sempre que necessário, o processo participativo fortalece os grupos locais e cria condições para níveis mais elevados de engajamento ao longo do tempo.

3.2. Como planejar a participação social para promover um engajamento significativo?

Para promover o engajamento significativo, o processo é tão importante quanto os resultados. Ele deve ser pensado com base nos objetivos e contextos em que será realizado e ser oportuno, acessível, apropriado e seguro para quem participa. As estratégias e ferramentas empregadas devem atender a necessidades diferenciadas e remover barreiras que dificultem a participação de grupos em situação de vulnerabilidade ou marginalização (OECD, 2017). Etapas comuns para promover o engajamento significativo ao longo das diferentes etapas da AIA (Figura 3.2) incluem concepção, análise de partes interessadas, planejamento, implementação, monitoramento e avaliação (Figura 3.4). É importante que o processo seja **iterativo, interativo, adaptativo** e **flexível**, aberto a aprendizados e mudanças em resposta a situações não previstas.

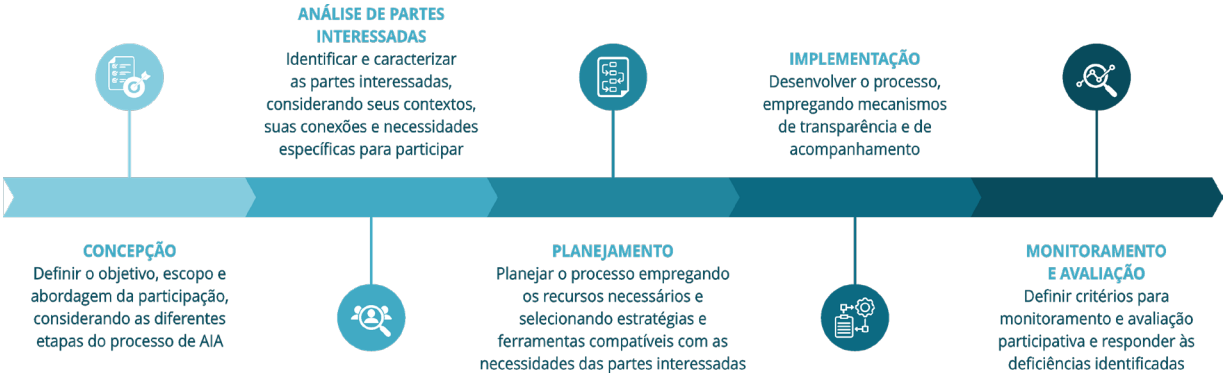


Figura 3.4. Etapas do processo de planejamento da participação e engajamento social na Avaliação de Impacto Ambiental.

3.2.1. Concepção

Na fase inicial de concepção de uma intervenção, é fundamental definir o objetivo, o escopo e a abordagem do processo de participação social, considerando as fases da AIA a que o processo pretende atender. O objetivo da participação é determinante para a escolha do nível de participação adequado (Figura 3.2), devendo-se considerar o contexto e adotar critérios de proporcionalidade relacionados aos impactos, riscos, potencial de conflito e capacidades sociais. O escopo do plano de participação define os limites e temas do processo participativo, indicando os momentos e aspectos sobre os quais as partes interessadas poderão ter influência. Esses limites podem decorrer, por exemplo, de condicionantes ou restrições institucionais e legais, de restrições operacionais e financeiras, bem como das características e do estágio do projeto em avaliação. A abordagem detalha os princípios, estratégias e métodos que orientarão o diálogo e a tomada de decisão.

Embora o mapeamento de partes interessadas seja realizado posteriormente, nesta fase é recomendável estabelecer diálogos iniciais com grupos-chave (como comunidades locais e tradicionais e órgãos públicos locais) para envolvê-los desde as etapas iniciais. Esses diálogos antecipam o alinhamento de expectativas, identificam demandas e valores, previnem conflitos e constroem confiança.

3.2.2. Análise de partes interessadas

Esta etapa compreende a identificação e a caracterização das partes interessadas, considerando seus contextos, interesses e necessidades específicas. O impacto de um processo de participação e engajamento social é influenciado por fatores internos e externos, como barreiras culturais e regulatórias, adequação das estratégias e ferramentas adotadas, necessidades de informação dos grupos, conflitos de interesse, competição por recursos, experiências prévias, relações sociais já estabelecidas e grau de maturidade dos processos já existentes, entre outros (Buhmann *et al.*, 2024; OECD, 2017; O'faircheallaigh, 2010; Vanclay; Esteves, 2024). Entender esses aspectos é fundamental, pois, por um lado, disparidades de poder determinam o nível de influência de grupos de atores sobre uma proposta de intervenção; por outro, os impactos da intervenção, positivos e negativos, recaem de forma desigual sobre diferentes grupos.

De forma geral, as partes interessadas podem ser classificadas em três categorias: os grupos e pessoas afetados, positiva ou negativamente; os grupos diretamente responsáveis pela tomada de decisão; e outros grupos com interesse e influência no projeto (Figura 3.5).

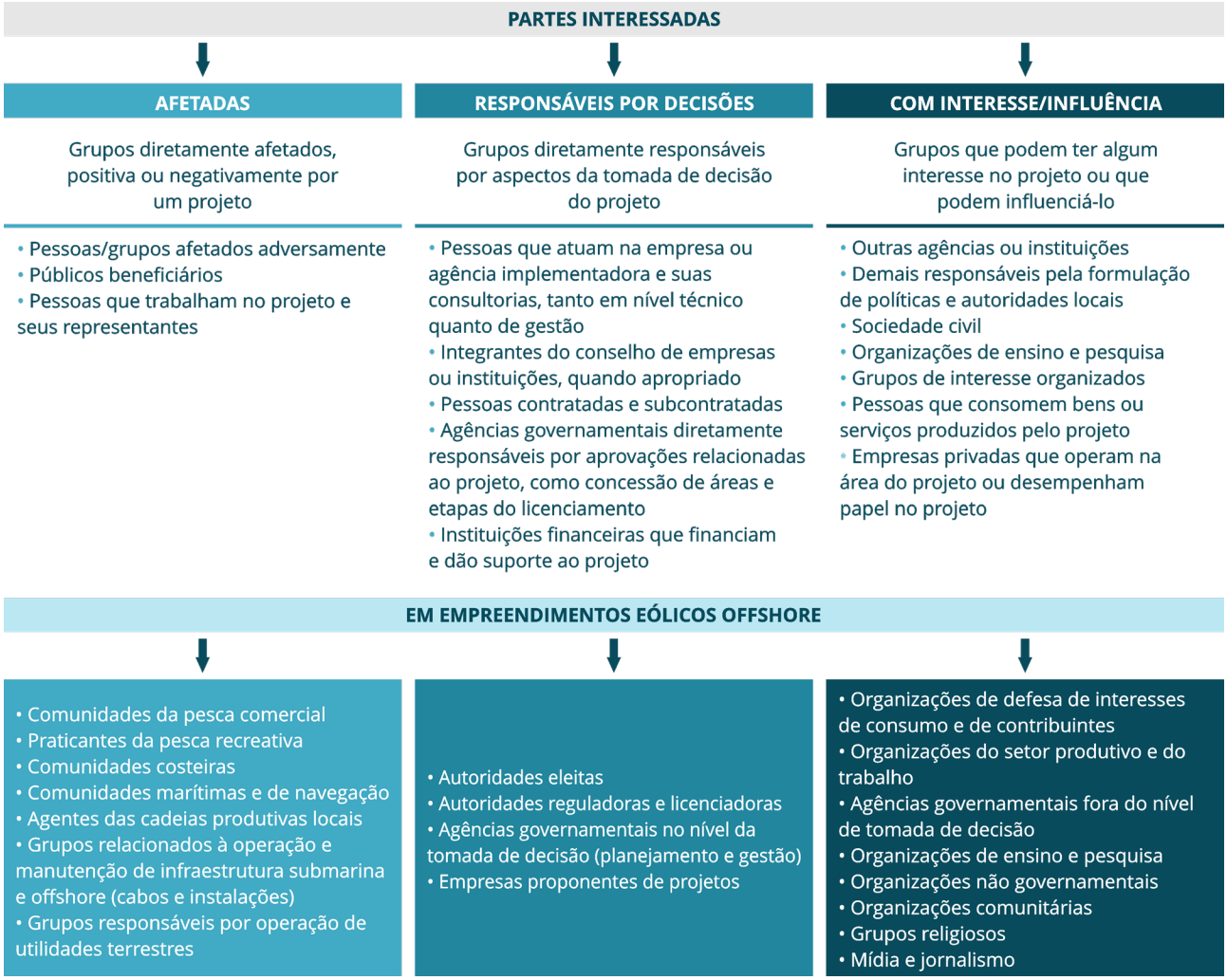


Figura 3.5. Representação das três categorias de atores com exemplos de grupos relacionados ao desenvolvimento de projetos offshore (Fonte: baseado em Kvam, 2019; Crowe, 2024).

Box 3.3. Entendendo a relação das partes interessadas com o projeto

Há várias estratégias que podem ser empregadas para identificar e caracterizar as partes interessadas e orientar o planejamento e a execução de processos de participação e engajamento social. Aqui apresentamos dois exemplos ilustrativos.

Uma forma simples de classificar as partes interessadas é identificar quais grupos sofrem impactos e quais têm influência sobre o projeto. Em ambos os casos, as interações podem ser positivas ou negativas, resultando em 4 classes distintas: grupos beneficiários do projeto, grupos prejudicados pelo projeto, grupos favoráveis ao projeto e grupos contrários ao projeto. É importante salientar que um mesmo grupo pode ser classificado em distintas categorias a depender dos critérios de análise.



(Fonte: adaptado e traduzido de Kvam, 2019, publicado pelo Inter-American Development Bank, sob licença CC-IGO 3.0 BY-NC-SA. O IDB não é responsável por esta tradução).

A matriz de partes interessadas distingue influência e interesse de cada parte para orientar a definição de estratégias de engajamento. Com base no grau de influência — exercida sobre o projeto ou sofrida em função dele — e no grau de interesse, os grupos são classificados em quatro estratégias: observar, comunicar, gerenciar e priorizar.



Na etapa de identificação das partes interessadas, é fundamental equilibrar a qualidade da participação com a quantidade de grupos representados. Focar em um número excessivo de participantes pode comprometer a representatividade do processo, favorecendo determinados grupos e criando uma falsa sensação de legitimidade. Isso tende a resultar na exclusão de grupos mais afetados, o que prejudica a efetividade e a justiça do processo.

3.2.3. Planejamento

A etapa de planejamento da participação social consiste em traduzir o que foi definido na concepção e levantado na análise das partes interessadas em um plano estruturado. Esse plano contém o detalhamento das estratégias, métodos e ferramentas de engajamento, o cronograma de atividades, a alocação de recursos humanos e financeiros, as formas de registro e os mecanismos de transparência e acompanhamento do processo. O planejamento deve focar em identificar e responder antecipadamente a fatores contextuais identificados na análise de partes, considerando o momento adequado para o engajamento e sua articulação com as etapas da AIA, buscando, assim, evitar prejuízos ao engajamento e judicialização das decisões.

Se as pessoas não reconhecem que seus interesses e valores estão representados no processo de participação, não se trata de engajamento significativo.

A *Cape Breton Partnership* e a *Net Zero Atlantic* realizaram uma pesquisa com 261 residentes de *Unama'ki – Cape Breton* sobre participação social em projetos de parques eólicos offshore. O estudo incluiu comunidades originárias e outras populações localizadas próximas às áreas de interesse para o desenvolvimento desses projetos, potencialmente impactadas de diferentes formas. Os resultados indicaram baixo nível de reconhecimento dos processos participativos: apenas 1% das pessoas sentiu que sua voz era sempre reconhecida, 6% afirmaram que isso ocorria com muita frequência, 25% sentiram que eram reconhecidas às vezes, 15% disseram que raramente eram reconhecidas, 8% afirmaram que nunca eram reconhecidas, e 46% nunca participaram de processos participativos (Cape Breton, 2024).

A adoção de métodos e ferramentas variadas para a participação é fundamental para assegurar a inclusão de diferentes grupos e promover um engajamento significativo, em especial na promoção do engajamento comunitário. É importante salientar que, em uma mesma comunidade, há diversidade de interesses, valores e relações que devem ser considerados no processo de engajamento. A integração de diferentes perspectivas na tomada de decisão busca garantir uma implementação mais justa e bem-sucedida, contemplando as necessidades e expectativas de cada grupo envolvido.

Para atender a diferentes objetivos e partes interessadas, o planejamento pode combinar abordagens tradicionais e inovadoras, contemplando diversos formatos de interação. Na AIA de projetos, **reuniões comunitárias** e **fóruns abertos** são essenciais para o contato direto com a população. Outra estratégia importante é a realização de **painéis cidadãos e grupos focais**, que reúnem pequenos grupos representativos da diversidade da comunidade para discutir desafios e oportunidades do projeto, garantindo um debate mais aprofundado. Já para ampliar a participação, é recomendável utilizar **pesquisas comunitárias** e **questionários**, o que permite que mais pessoas registrem suas percepções sobre impactos positivos e negativos do projeto. Além disso, o **mapeamento social e territorial** é outra ferramenta importante que permite identificar as áreas mais impactadas pelo projeto e auxilia na definição de medidas compensatórias adequadas. O Quadro 3.1 apresenta a definição dos instrumentos listados acima.

Quadro 3.1. Exemplos de métodos e instrumentos para a participação e engajamento social.

Instrumentos	Definição
Reuniões comunitárias	Encontro amplo para diálogo direto, para levantar necessidades e coletar feedback das partes interessadas locais (World Bank, 2019).
Fóruns abertos	Sessão pública aberta (audiência) para registrar opiniões e comentários, frequentemente vinculada a exigências regulatórias (World Bank, 2019).
Painéis cidadãos	Grupo de pessoas selecionadas para aprender, deliberar e produzir recomendações coletivas, seguindo um modelo deliberativo representativo (OECD, 2020).
Grupos focais	Grupo formado, geralmente, por um número reduzido de participantes, guiado por um facilitador e por tópicos pré-definidos, para explorar percepções e pontos de vista (Kitzinger, 1995).
Pesquisas comunitárias	Perguntas padronizadas para captar opiniões e visões individuais e de subgrupos, aplicáveis a amplos recortes da comunidade (World Bank, 2019).
Mapeamento social e territorial	Mapeamento participativo (social e espacial) para localizar atividades, infraestruturas, serviços, áreas de uso, entre outros temas, apoiando a identificação de regiões mais sensíveis e afetadas, ou com potencial para determinada ação, conforme o escopo pretendido (World Bank, 2019).

Alinhar os métodos e instrumentos descritos acima ao uso de **tecnologias digitais** pode potencializar e ampliar o processo participativo. **Aplicativos interativos** podem ser utilizados para receber sugestões da comunidade e responder a dúvidas em tempo real. **Redes sociais** e **grupos de mensagens instantâneas** também são ferramentas valiosas para compartilhar informações de forma dinâmica. **Audiências públicas, reuniões comunitárias** e **fóruns abertos online** também podem ser promovidas, ampliando o acesso às discussões, especialmente para grupos com dificuldades de deslocamento. Contudo, é relevante observar as condições de acessibilidade, de infraestrutura, de familiaridade com as tecnologias e de recursos para viabilizar o acesso das partes interessadas e engajadas (André *et al.*, 2006; Lane; Hicks, 2017).

Para saber mais

Para saber mais sobre estratégias, métodos e instrumentos de engajamento comunitário, recomendamos a leitura de:

- **Planejamento para energias renováveis:** a Austrália desenvolveu guias para auxiliar no planejamento, implementação e avaliação de atividades de engajamento comunitário no âmbito das energias renováveis (https://www.planning.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0025/621970/community-engagement-and-benefit-sharing-in-renewable-energy-development.pdf) e eólica offshore. (https://www.aeic.gov.au/sites/default/files/documents/2023-10/aeic-considerations-offshore-wind-industry-community-engagement.pdf)
- **Reuniões comunitárias e fóruns abertos:** Middelgrunden (Dinamarca) envolveu milhares de moradores em assembleias públicas que redesenharam o layout do parque eólico para 20 turbinas em arco. (https://www.middelgrunden.dk/wp-content/uploads/2021/03/mg-pjece_72dpi_rgb-2.pdf)
- **Painéis cidadãos e grupos focais:** workshops setoriais no parque eólico de Borssele (Países Baixos) reuniram as partes interessadas para discutir a coexistência com a pesca e a navegação. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/232434/passive-fishing-in-borssele-owf.pdf)
- **Pesquisas comunitárias e questionários:** a cooperativa Middelgrunden aplicou enquetes de pré-adesão e confirmou o apoio à operação do parque eólico offshore. (https://www.middelgrunden.dk/wp-content/uploads/2021/03/mg-pjece_72dpi_rgb-2.pdf)
- **Mapeamento social e territorial:** o "Value-Map" do Borssele identificou valores e usos costeiros e orientou compensações antes da construção. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/188385/handreiking-gebiedspaspoort-borssele.pdf)
- **Aplicativos interativos:** o app "Odor Explore" (EPA, EUA) permitiu que pessoas das comunidades reportassem impactos ambientais em tempo real, integrando a ciência cidadã ao monitoramento. (https://www.epa.gov/air-research/odor-explore-participatory-science-project-using-mobile-app-and-new-measurement)
- **Redes sociais e grupos de mensagens:** Westermost Rough (Reino Unido) usou listas de e-mail e canais sociais da organização de trabalhadores da pesca para avisar sobre janelas de obra e sobre o monitoramento. (https://www.seafish.org/safety-and-training/kingfisher-information-services/)
- **Tecnologias Digitais e Audiências públicas online:** Durante a pandemia, vários ElAs na União Europeia migraram para audiências virtuais, mantendo quórum e registro oficial segundo as boas práticas descritas pelo Aarhus Digital (https://www.aarhus-digital.com/online-public-hearings/)

Enquanto as estratégias digitais podem ampliar a participação, não substituem as estratégias presenciais, pois não são acessíveis a todos os grupos.

Box 3.4. Um exemplo de boas práticas: a participação social no planejamento dos empreendimentos offshore nos Estados Unidos

O Bureau of Ocean Energy Management (BOEM), agência estadunidense que gerencia as atividades offshore, possui uma política de engajamento que incentiva a participação social em diferentes etapas da AIA. Antes mesmo de qualquer autorização ambiental ou definição final da área, a agência opera um conjunto estruturado de mecanismos que tornam o engajamento não apenas desejável, mas obrigatório, antecipado e integrado ao desenho do projeto. Esse arranjo institucional reflete um contexto específico, marcado por elevada capacidade regulatória, disponibilidade de recursos e exigências normativas consolidadas. Ainda assim, oferece referências relevantes que podem ser adaptadas, de forma proporcional, a outros contextos. Entre as estratégias adotadas, destacam-se como boas práticas:

Processos formais de consultas antecipadas e obrigatórias

A agência estrutura consultas públicas empregando diferentes métodos, como audiências públicas, períodos formais de recebimento de comentários, seminários virtuais, oficinas, sessões abertas de perguntas e respostas e fóruns técnicos com grupos específicos. Essa estratégia é aplicada desde a identificação de áreas para arrendamento de energia eólica (participação pública não formal), ao longo da fase de definição do escopo do Estudo de Impacto Ambiental (primeiro momento formal de participação pública), até o recebimento de comentários sobre análises ambientais preliminares. Nesta fase inicial, comunidades costeiras, comunidades pesqueiras, povos originários e governos locais são convidados a contribuir com opiniões e informações importantes a serem consideradas, como a localização de áreas sensíveis, rotas de navegação e de pesca, usos culturais e tradições tribais. A localização do empreendimento é delimitada com base em conhecimento local e científico combinado.

Exigência de Planos de Engajamento de Partes Interessadas

A agência adota o princípio do engajamento antecipado, partindo da premissa de que os conflitos são menores quando tratados desde o início e de que as decisões de localização, desenho do empreendimento e mitigação devem ser estabelecidas com base no conhecimento local. Assim, comunidades pesqueiras, tribos e comunidades locais devem ser consultadas antes de decisões importantes serem tomadas. Os planos de engajamento devem apresentar: 1) Mapeamento inicial das partes interessadas; 2) Estratégias e cronograma de engajamento; 3) Equipes dedicadas (representantes de grupos tradicionais e comunitários, pontos focais governamentais); 4) Registros obrigatórios das interações; 5) Análise preliminar de riscos sociais (potenciais conflitos, impactos percebidos, temas críticos levantados pelas comunidades).

Engajamento estruturado com povos originários

Processos específicos de consulta, chamados de "tribal" na terminologia local, são obrigatórios, documentados e monitorados antes da seleção da área e do início dos estudos ambientais. O processo inclui reuniões reservadas e exclusivas com lideranças, protocolos tradicionais de comunicação, coleta de conhecimento ecológico tradicional e análise de impactos culturais e visuais na fase conceitual. A integração de conhecimento ecológico tradicional aos estudos ambientais é promovida. Muitos projetos já foram redesenhados nesta fase devido a preocupações culturais levantadas por povos originários (BOEM, 2019, 2021).

3.2.4. Implementação

Esta é a fase de desenvolvimento do processo participativo, na qual as diferentes estratégias planejadas e os mecanismos de transparência e acompanhamento são executados. Nesta fase, é importante gerir adequadamente o processo e os recursos para garantir disponibilidade de recursos humanos e financeiros, bem como o bom uso do tempo para evitar fadiga de participação, caracterizada pela sensação de sobrecarga com o processo e consequente diminuição da disposição a participar (Durhan *et al.*, 2014).

Em contextos nos quais não estão presentes as condições necessárias para uma participação efetiva — como acesso à informação, canais de diálogo funcionais, ou capacidade organizacional, torna-se relevante estabelecer um sistema de suporte. Esse sistema inclui atividades como compartilhar informações relevantes em linguagem e forma acessíveis, estabelecer mecanismos de consulta e resposta apropriados e oferecer capacitação e recursos necessários (OECD, 2017). Esses sistemas já devem estar previstos no planejamento e ser continuamente acompanhados durante a implementação.

Box 3.5. Exemplo de implementação de Plano para Engajamento Comunitário na Austrália

A estratégia de engajamento comunitário elaborada pela Ørsted para os Parques Eólicos Offshore Gippsland 01 & 02 (ØRSTED, 2025) definiu objetivos claros, listou mais de 40 entidades consultadas e apresentou um canal de reclamações e um programa de benefícios compartilhados, com métricas de avaliação anual. Ao longo do documento, o empreendedor deixa clara a necessidade de criar estratégias específicas para as comunidades, diferenciando-as das demais partes interessadas.

Boas práticas adotadas na Estratégia de Engajamento Comunitário do projeto Gippsland 01 & 02:

- **Começar cedo e permanecer presente** – a estratégia estabelece o início do engajamento já na concessão das licenças de viabilidade e mantém um cronograma explícito de consultas até os pós-EIA, evitando fadiga de participação e permitindo que contribuições comunitárias influenciem no desenho do projeto.
- **Cocriação com Povos Originários** – o plano estabelece uma parceria formal com a *Gunaikurnai Land and Waters Aboriginal Corporation*, reconhecendo direitos culturais, prevendo benefícios diretos e alinhando-se aos guias nacionais de *First Nations Engagement*.
- **Transparência, responsabilização e múltiplos canais** – a abordagem adotada compromete-se a fornecer informação factual, rastreabilidade das decisões e múltiplos canais de participação (sessões presenciais, mapas interativos, mídias sociais) para garantir inclusão, sobretudo de grupos em situação de vulnerabilidade e marginalização.
- **Benefício compartilhado codirigido pela comunidade** – foi definido que parte dos ganhos do projeto fosse convertida em um programa de benefícios cocriado nas fases iniciais, ancorado em métricas de legado socioeconômico e compatível com expectativas locais de emprego, capacitação e infraestrutura.
- **Monitoramento adaptativo e mecanismo de reclamações robusto** – a estratégia instituiu relatórios periódicos de consulta, indicadores de desempenho (ex.: alcance on-line, número de respostas etc.), banco de dados de partes interessadas e um protocolo de queixas com prazos de resposta de 2 horas a 10 dias úteis, assegurando ajustes contínuos e confiança pública.

3.2.5. Monitoramento e avaliação

Apesar de aparecer como último ponto, o monitoramento e a avaliação do processo e seus resultados devem ser atividades contínuas. Eles devem seguir as estratégias e critérios específicos, previstos desde a fase de planejamento, considerando cada objetivo e atividade executada. Assim, busca-se garantir adaptabilidade e dinamismo para identificar pontos de atenção e realizar alterações nas estratégias empregadas sempre que forem observados problemas.

Para isso, recomenda-se:

- **Criar indicadores para medir a efetividade do engajamento:** estabelecer métricas claras permite avaliar o alcance dos objetivos propostos e identificar áreas que necessitam de aprimoramento;
- **Implementar processos participativos de monitoramento e avaliação:** envolver as partes interessadas na avaliação contínua das atividades permite que diferentes perspectivas sejam consideradas para promover ajustes necessários focados no contexto, incluindo transformações promovidas pela própria participação, e reforça o compromisso com a transparência;
- **Buscar avaliações independentes:** avaliações do processo participativo (inclusive durante sua implementação) e de seus resultados realizadas por entidades externas garantem imparcialidade, identificam possíveis vieses internos e reforçam a credibilidade do processo;
- **Responder às deficiências identificadas:** agir proativamente demonstra comprometimento com a melhoria contínua e zelo pelas expectativas dos participantes;
- **Criar mecanismos de transparência:** implementar mecanismos que garantam acesso qualificado às informações e um retorno adequado às partes interessadas sobre como as questões foram endereçadas e as soluções foram construídas.

Durante o processo, a documentação, o compartilhamento de informações de forma acessível e o gerenciamento de expectativas são fundamentais. Criar canais de comunicação, recebimento de reclamações e monitoramento ajuda a identificar pontos de atenção que demandam adaptação. Envolver os grupos na busca por respostas favorece que as soluções sejam adequadas ao público ao qual se destinam e tende a evitar novos problemas.

A criação de **canais de comunicação dedicados** é essencial para manter um fluxo constante de informações entre os proponentes do projeto e as partes interessadas. Canais como atendimento telefônico, e-mails e redes sociais podem ser utilizados para esclarecer dúvidas e fornecer atualizações frequentes. Além disso, relatórios periódicos sobre o andamento do projeto e a integração, ou não, das sugestões recebidas devem ser disponibilizados. Essa estratégia reforça o compromisso com a transparência e o respeito às partes interessadas.

Box 3.6. Instrumentos de comunicação com as comunidades

A disponibilização da informação para as partes interessadas, com veículos de comunicação apropriados, linguagem simples e de fácil compreensão, contribui para que diferentes públicos — como comunidades locais, grupos tradicionais, órgãos públicos, setor privado e sociedade civil — tenham condições de compreender os conteúdos apresentados e acompanhar o processo.

Quando as informações são apresentadas predominantemente em formatos técnicos, podem ocorrer diferenças de compreensão entre os públicos envolvidos, em função de repertórios, escolaridade, familiaridade com terminologias e condições de acesso. Por isso, a organização e a tradução de conteúdos para formatos diversos constituem elementos operacionais relevantes para ampliar o alcance e a inteligibilidade das informações relativas aos impactos, às medidas propostas e aos mecanismos de participação e de monitoramento previstos no processo de AIA.

Boas práticas de comunicação:

- **Linguagem acessível** – evitar termos técnicos e priorizar explicações simples, textos em linguagem acessível e ilustrações claras (infográficos e mapas).
- **Aplicação em plataformas digitais** – utilizar ferramentas intuitivas e modernas, facilitando o acesso aos cronogramas de reuniões públicas e demais materiais.
- **Transparência nos documentos** – facilitar o acesso dos interessados, garantindo a divulgação integral dos documentos.
- **Audiências e consultas públicas estratégicas** – garantir a ampla mobilização por meio da divulgação antecipada em diferentes canais de comunicação.
- **Integração de instituições** – envolver os órgãos intervenientes desde as etapas iniciais, assegurando que as suas manifestações sejam incorporadas.

3.3. Como seguir? Participação e engajamento como processos estratégicos

Não há um único modelo para promover a participação e o engajamento social em projetos de parques eólicos offshore. Os processos participativos devem ser devidamente planejados e apropriados para cada fase do desenvolvimento do projeto e da avaliação de seus impactos. É fundamental que sejam adaptados ao contexto ambiental e sociocultural do território, considerando critérios de proporcionalidade relacionados ao nível de impactos e riscos do projeto, às dinâmicas de conflito e às capacidades sociais existentes, bem como às oportunidades de fortalecimento progressivo da participação ao longo do tempo. Estratégias inclusivas, metodologias acessíveis e mecanismos de transparência e comunicação são essenciais para garantir que grupos historicamente vulnerabilizados e marginalizados tenham voz ativa e influenciem as decisões.

Esses processos dependem de investimento contínuo da organização que os desenvolve. Assim, ao longo de toda a iniciativa, é fundamental garantir seu posicionamento estratégico, alinhado ao sistema de gestão da organização. Para isso, além de um bom planejamento do processo em si, é necessário estabelecer mecanismos internos para gerir, acompanhar e registrar o processo, bem como definir objetivos claros e diretrizes que orientem as demais atividades de engajamento. Esse respaldo institucional é essencial para assegurar a continuidade da participação, mesmo quando não houver exigências legais.

Referências

André, P., Enserink, B., Connor, D., & Croal, P. (2006). *Public participation: International best practice principles* (Special Publication Series No. 4). International Association for Impact Assessment.

BOEM, Bureau of Ocean Energy Management. (2019). *Vineyard Wind 1 offshore wind energy project: Draft environmental impact statement*. U.S. Department of the Interior. https://www.boem.gov

BOEM, Bureau of Ocean Energy Management. (2021). *Vineyard Wind 1 offshore wind energy project: Final environmental impact statement*. Office of Renewable Energy Programs, U.S. Department of the Interior. https://www.boem.gov/renewable-energy/state-activities/vineyard-wind-1

Buhmann, K., Fonseca, A., Andrews, N., & Amatulli, G. (2024). *The Routledge handbook on meaningful stakeholder engagement* (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003388227

Cape Breton Partnership. (2024). *Offshore wind community engagement survey report*. https://capebretonpartnership.com/wp-content/uploads/2024/08/20240822-FINAL-OSW-Survey-Report.pdf

Crowe. (2024). Offshore renewable energy projects: How fit-for-purpose stakeholder engagement tools improve social acceptance. *Borealis Blog*. https://www.boreal-is.com/blog/offshore-renewable-energy-improve-social-acceptance-with-stakeholder-engagement-tools/

Durham, E., Baker, H., Smith, M., Moore, E., & Morgan, V. (2014). *The BiodivERsA stakeholder engagement handbook*. BiodivERsA. https://www.biodiversa.eu/2023/04/28/stakeholder-engagement-handbook/

IAP2, International Association for Public Participation. (2018). *IAP2's spectrum of public participation*. https://cdn.ymaws.com/www.iap2.org/resource/resmgr/pillars/spectrum_8.5x11_print.pdf

Lane, T., & Hicks, J. (2017). *Community engagement and benefit sharing in renewable energy development: A guide for applicants to the Victorian Renewable Energy Target Auction*. Department of Environment, Land, Water and Planning, Victorian Government. https://www.planning.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0025/621970/community-engagement-and-benefit-sharing-in-renewable-energy-development.pdf

Kitzinger, J. (1995). Qualitative research: Introducing focus groups. *BMJ*, *311*(7000), 299–302. https://doi.org/10.1136/bmj.311.7000.299

Kvam, R. (2019). *Meaningful stakeholder engagement: A joint publication of the MFI Working Group on Environmental and Social Standards*. Inter-American Development Bank.

Medici-Colombo, G., & Ricarte, T. (2024). The Escazú Agreement contribution to environmental justice in Latin America: An exploratory empirical inquiry through the lens of climate litigation. *Journal of Human Rights Practice*, *16*(1), 160–181. https://doi.org/10.1093/jhuman/huad029

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *OECD due diligence guidance for meaningful stakeholder engagement in the extractive sector*. https://doi.org/10.1787/9789264252462-en

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development. (2020). *Innovative citizen participation and new democratic institutions: Catching the deliberative wave*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/06/innovative-citizen-participation-and-new-democratic-institutions_11aa2baf/339306da-en.pdf

O'Faircheallaigh, C. (2010). Public participation and environmental impact assessment: Purposes, implications, and lessons for public policy making. *Environmental Impact Assessment Review*, *30*(1), 19–27. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.05.001

OIT, Organização Internacional do Trabalho (1989). *Convenção sobre Povos Indígenas e Tribais*, 1989 (No. 169). https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C169

Ørsted. (2025). *Gippsland offshore wind farms: Stakeholder engagement strategy – Gippsland 01 & Gippsland 02* (Version 0.1). https://cdn.orsted.com/-/media/www/docs/corp/au/stakeholder-engagement-strategy-april-2025.pdf

Vanclay, F., & Esteves, A. M. (Eds.). (2024). *Handbook of social impact assessment and management*. Edward Elgar Publishing.

World Bank. (2019). *A guide to community engagement for public-private partnerships* (Draft for discussion). https://consultations.worldbank.org/content/dam/sites/consultations/doc/migration/ppp-community-engagement-guide-fin-for-7-19a.pdf



BASES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE



Capítulo 4

PARQUES EÓLICOS OFFSHORE E INSTALAÇÕES ASSOCIADAS

Luis Enrique Sánchez
Juliana Siqueira-Gay

A construção e o funcionamento de um parque eólico offshore demandam a realização de uma série de atividades não apenas no ambiente marinho, mas também em ambientes terrestres, incluindo atividades de apoio e instalações de transporte e de transmissão de energia. A adequada caracterização das atividades de um projeto - e de suas alternativas - é o ponto de partida para a identificação dos potenciais impactos e consequente planejamento e definição do escopo de um estudo socioambiental.

NESTE CAPÍTULO:

1. Principais tipos de projetos eólicos offshore e suas instalações associadas
2. Perspectivas tecnológicas para projetos eólicos offshore e suas instalações associadas

Para avaliar impactos de projetos, é necessário conhecer – e descrever apropriadamente – as atividades a serem realizadas nas suas fases de planejamento, construção, operação e desativação. Essas atividades, a exemplo de transporte de peças e equipamentos, cravação de estacas e lançamento de cabos submarinos, são as fontes de impactos ambientais e sociais.

Os estudos de impacto ambiental devem conter uma descrição do projeto a ser avaliado. Essa descrição usualmente inclui informação sobre localização, porte ou capacidade, cronograma de construção, necessidade de mão de obra e outras que facilitem a compreensão do projeto por parte de tomadores de decisão, comunidades afetadas e outras partes interessadas. A apresentação sistemática e estruturada de informação sobre o projeto também é importante para fundamentar a análise dos impactos do projeto. Para tal finalidade, descrevem-se todas as atividades a serem realizadas em cada fase do projeto.

Evidentemente, o ponto de partida é definir com clareza o projeto a ser avaliado. Um parque eólico offshore não pode ser construído e nem funcionará sem um conjunto de atividades e instalações de apoio, como uma subestação elétrica, linhas de transmissão de eletricidade, instalações portuárias para embarque de peças, equipamentos e pessoal, e vias de acesso terrestres a essas instalações. Esse conjunto é aqui chamado de instalações associadas, seguindo a terminologia adotada pela Corporação Financeira Internacional (IFC) em seus Padrões de Desempenho de Sustentabilidade Ambiental e Social, tomado como referência de boas práticas na AIA.

No âmbito do financiamento de projetos, instalações associadas são definidas como "aquelas que não são financiadas como parte do projeto e que não teriam sido construídas ou ampliadas se o projeto não existisse e sem as quais o projeto não seria viável" (IFC, 2012, §8). Para outras aplicações da avaliação de impactos (ou seja, não vinculadas a financiamento de projetos), *instalações associadas* são aquelas necessárias para a construção, a operação ou a desativação do projeto e que não teriam sido construídas ou ampliadas se o projeto não existisse ou não fosse construído.

Assim, sem uma linha de transmissão, não há como um parque eólico possa operar, de modo que a linha é uma instalação associada. Ainda que a linha pertença a uma empresa distinta e mesmo que seu processo de AIA seja feito separadamente do parque eólico, seus impactos estão associados aos impactos do parque eólico. Entretanto, uma delimitação prática de um projeto eólico offshore para fins de avaliação de seus impactos pode ser a subestação terrestre (**Figura 4.1**), sendo os impactos das demais instalações avaliados separadamente ou como parte da avaliação de impactos cumulativos (**Capítulo 10**).

Então, a descrição de um projeto, para fins de avaliação de seus impactos, começa pela delimitação do que constitui o projeto. Se, para fins regulatórios (por exemplo, licenciamento), for preciso dividir um projeto em partes, então os impactos cumulativos de todas as partes devem ser avaliados, seja como parte de cada estudo de impacto ambiental, seja como estudo de múltiplos projetos (**Capítulo 10**).

A consideração de alternativas é uma boa prática de avaliação de impactos que se associa ao planejamento de projeto de engenharia. Dentre outras funções, o desenvolvimento e a análise de alternativas técnicas e de localização são essenciais para minimizar ou evitar certos impactos de um projeto, como a perda de habitats importantes (Capítulo 9).

A forma de apresentar e descrever alternativas em um estudo de impacto ambiental varia. Alternativas podem ser apresentadas com igual grau de detalhamento ou apenas de modo conceitual, detalhando-se apenas o projeto considerado preferido pelo empreendedor. Para mitigar impactos (Capítulo 9), é particularmente importante considerar alternativas de localização.

4.1 Principais tipos de projetos eólicos offshore e suas instalações associadas

A geração de energia eólica offshore tem evoluído rapidamente, principalmente em termos de capacidade e porte (GWEC, 2025). Se os primeiros aerogeradores instalados no oceano tinham capacidade inferior a 1 MW, os fabricantes já estão testando aerogeradores de 26 MW, que necessitam de torres de até 200 m de altura.

As formas de fixação das estruturas ao assoalho oceânico também evoluíram, havendo não apenas estruturas fixas, mas também flutuantes, ancoradas ao fundo e presas por cabos de aço. A Figura 4.1 mostra as principais instalações de um parque eólico offshore em operação e a Figura 4.2 as formas atualmente empregadas de fixação.

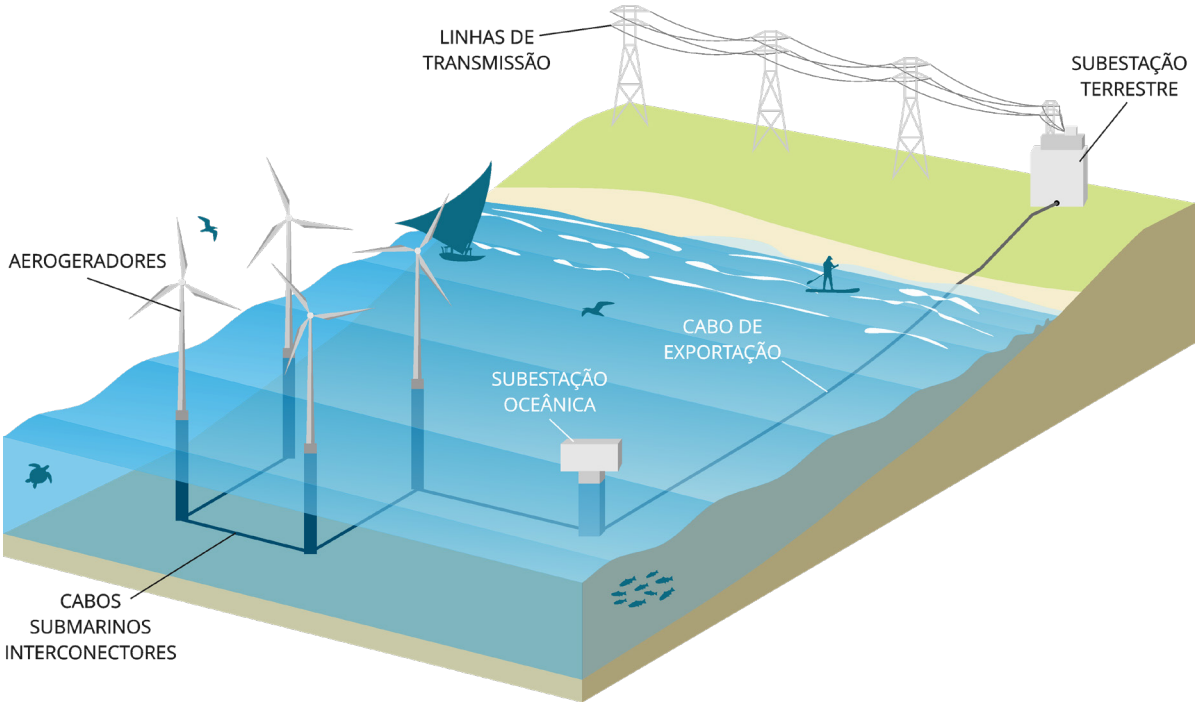


Figura 4.1. Principais componentes de um parque eólico offshore e instalações associadas, destacando-se: as torres e os aerogeradores, os cabos submarinos, a subestação oceânica, o cabo de conexão terrestre (exportação), a subestação terrestre, e as linhas de transmissão (Fonte: preparado a partir de Bennun *et al.*, 2021).

As turbinas podem ser divididas em dois tipos principais: fixas e flutuantes. As fixas são as mais comuns atualmente instalados em profundidades de até 100 m, embora a maior parte das turbinas, instaladas até 2020 estejam em profundidades menores que 60 m (Tang e Kilpatrick, 2021). A implantação das turbinas flutuantes em águas profundas requer ancoragem e cabeamentos que hoje representam um grande desafio tecnológico juntamente com os desafios para sua viabilidade econômica. Há diferenças entre as atividades de construção de cada um desses dois tipos principais de estrutura, de modo que alguns impactos ambientais também diferem.

As estruturas fixas necessitam sólidas fundações (Figura 4.2), capazes de resistir aos esforços das ondas e do vento tanto sobre a estrutura submersa quanto sobre a emersa (torre, nacele e pás). Há diferentes formas de construir as fundações, por exemplo, por meio de cravamento de pilares. Já as estruturas flutuantes têm diversas configurações possíveis, alterando o sistema de ancoragem e cabeamento (Figura 4.3). A principal diferença em relação às fixas é a forma de fixação ao fundo do mar, utilizando cabos de ancoragem. Em ambos os casos, as estruturas metálicas precisam ser transportadas – desmontadas – por navios, a partir de um porto, montadas e fixadas no local. Para a montagem, são empregados navios especiais.

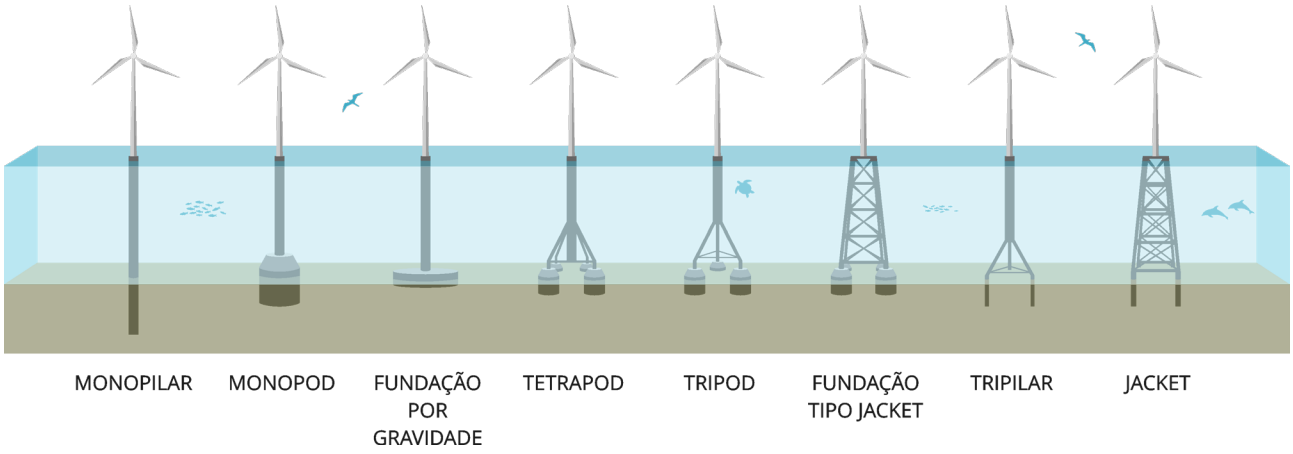


Figura 4.2. Principais tipos de estruturas fixas (Fonte: Chen; Kim, 2022).

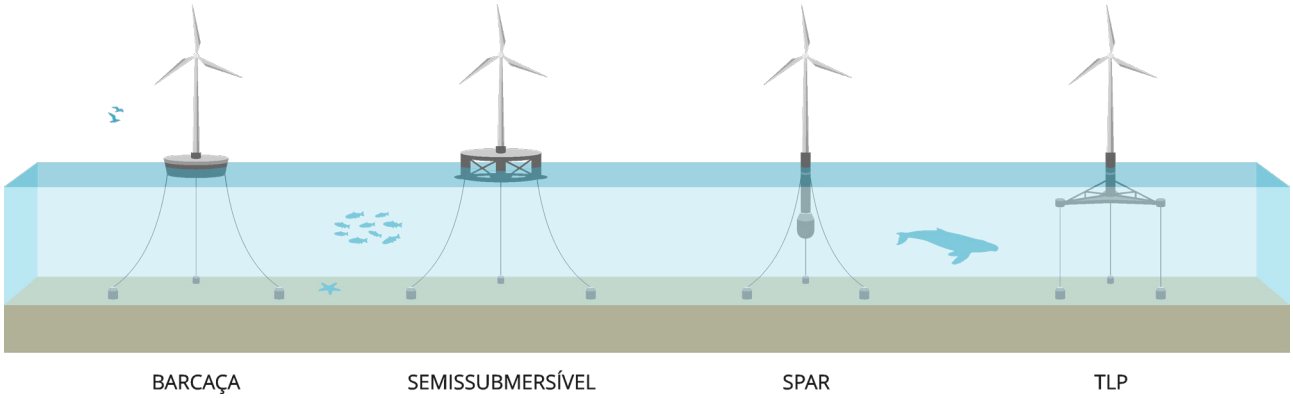


Figura 4.3. Principais tipos de estruturas flutuantes (Fonte: Chen; Kim, 2022).

Dentre as outras instalações necessárias, os cabos de energia têm função de transmitir a eletricidade gerada em cada turbina a uma subestação e também conectam as turbinas entre elas. Os cabos podem ser lançados diretamente sobre o assoalho oceânico ou instalados em trincheiras escavadas no fundo. Neste último arranjo, ficam protegidos de equipamentos de pesca, âncoras ou outras fontes de dano. Entretanto, somente instalações fixas permitem o enterramento de cabos. Em instalações móveis, os cabos elétricos devem ficar suspensos e devem ter comprimento suficiente para reagir ao movimento das fundações de fixação dos cabos de aço de sustentação da turbina, assim como ao movimento das ondas e marés (BVG Associates, 2024).

Geralmente, os parques eólicos têm uma subestação instalada no mar, em águas rasas, sobre fundação monopilar (Figura 4.1). No caso de parques próximos à costa, essa subestação pode ser terrestre. A subestação recebe os cabos submarinos dos aerogeradores e têm como saída um ou mais cabos de conexão à subestação terrestre. As subestações têm função de converter a corrente alternada em corrente contínua e estabilizar a voltagem. As subestações contêm transformadores, disjuntores, geradores de emergência e áreas de armazenamento.

A instalação dos cabos elétricos de ligação entre a subestação marítima e a subestação terrestre (Figura 4.1) pode ser feita em superfície ou enterrada. Instalações subterrâneas têm a vantagem de oferecer maior proteção aos cabos. É necessário um projeto para cada localidade, adaptado às condições geomorfológicas da costa e a possíveis restrições ambientais. Uma possibilidade é a realização de furos direcionais – método muito empregado na instalação de tubulações subterrâneas – evitando a abertura de trincheiras (Figura 4.4).

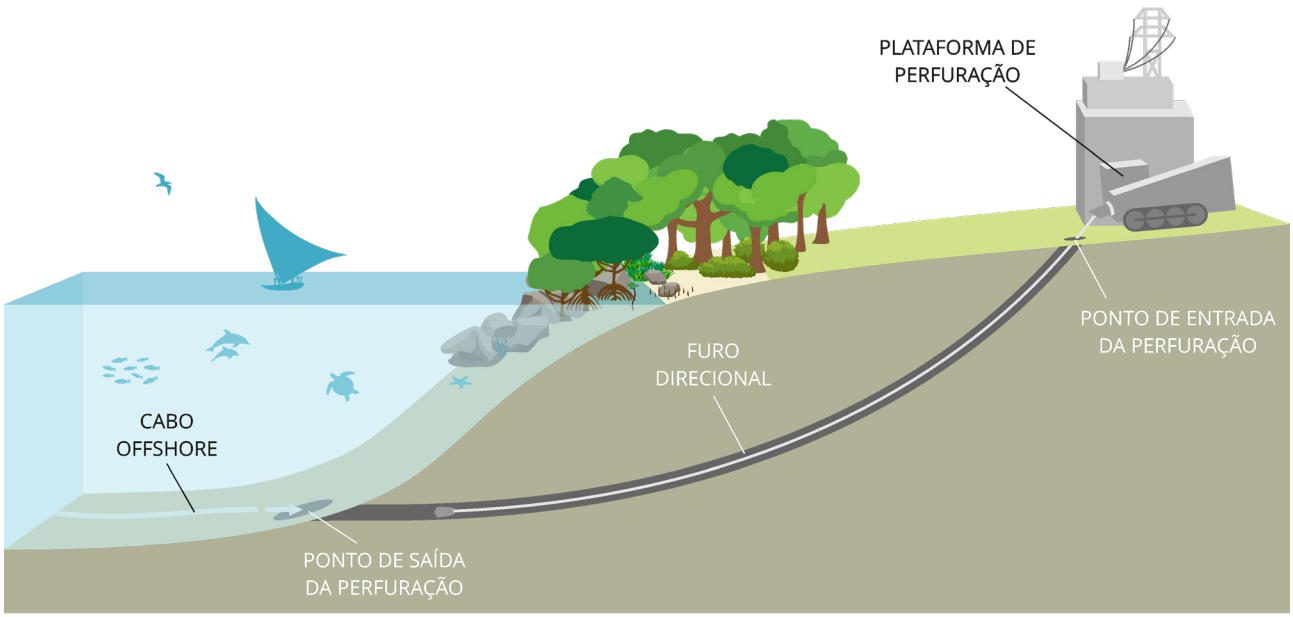


Figura 4.4. Instalação dos cabos elétricos de ligação entre a subestação marítima e a subestação terrestre.

4.2 Perspectivas tecnológicas para projetos eólicos offshore e suas instalações associadas

Turbinas eólicas offshore de porte cada vez maior têm sido desenvolvidas e comercializadas. O aumento da capacidade vem sendo acompanhada por uma escalada tecnológica de materiais (Dodds *et al.*, 2022; Huang *et al.*, 2020). Também têm evoluído os arranjos de projetos, ou seja, as formas como as turbinas e demais componentes estão dispostos, como por exemplo, conexão de plataformas em grid para diminuir o contato das linhas de ancoragem com o fundo do mar (Chen; Kim, 2022; Xu *et al.*, 2024).

Pesquisas em andamento em vários países (Song *et al.*, 2024) sugerem contínuo desenvolvimento tecnológico de parques eólicos offshore em áreas diversas como materiais e desenho de pás, estruturas, efeitos aerodinâmicos e outros estudos para otimizar o desempenho dos sistemas geradores.

Do ponto de vista ambiental, estruturas de maior porte demandam fundações de maior dimensão, maior quantidade de materiais de construção e, em geral, equipamentos de maior porte para construção. Turbinas de maior capacidade também são mais altas e, portanto, visíveis a distâncias maiores.

Uma questão relevante sobre a qual há pouca experiência é a desativação de parques eólicos offshore. Essa etapa consiste no desligamento definitivo das turbinas, retirada de equipamentos e desmontagem das instalações, atividades que devem ser planejadas com o mesmo cuidado que a construção e que também causam impactos ambientais e sociais. Em parques terrestres, mesmo que alguns estejam em operação há vários anos, também há pequena experiência com a desativação. Parques que tenham boa manutenção podem ter sua vida útil estendida, o que também vale para parques offshore. Quando os custos de manutenção se tornam muito altos, em geral considera-se a alternativa de repotenciação, ou seja, equipar o parque com turbinas mais modernas e de maior potência, aproveitando a estrutura das torres e as fundações.

Referências

Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., & Carbone, G. (2021). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development*. Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.06.en

BVG Associates. (2024). *Fact sheet 4: Cables and accessories*. https://www.offshorewindscotland.org.uk/media/qcjkfpji/04-cables-accessories-r2.pdf

Chen, J., & Kim, M. H. (2022). Review of Recent Offshore Wind Turbine Research and Optimization Methodologies in Their Design. *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(1). https://doi.org/10.3390/jmse10010028

Dodds, K. C., Schaefer, N., Bishop, M. J., Nakagawa, S., Brooks, P. R., Knights, A. M., & Strain, E. M. A. (2022). Material type influences the abundance but not richness of colonising organisms on marine structures. *Journal of Environmental Management*, *307*, 114549. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114549

GWEC, Global Wind Energy Council (2024). *Global Wind Report*. www.gwec.net

Huang, D., Niu, D., Zheng, H., Su, L., Luo, D., & Fu, Q. (2020). Study on chloride transport performance of eco-friendly coral aggregate concrete in marine environment. *Construction and Building Materials*, *258*. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120272

IFC, International Finance Corporation (2012). *Performance Standards on Environmental and Social Sustainability*. Washington, DC, IFC. https://www.ifc.org/en/insights-reports/2012/ifc-performance-standards

Song, D., Fan, T., Li, J. & Joo, Y.H. (2024). Advances in offshore wind. *Marine Science and Engineering 12*(2), 359. https://doi.org/10.3390/jmse12020359

Tang, G., & Kilpatrick, R. (2021). *Offshore Wind Technology Scan: A review of offshore wind technologies and considerations in the context of Atlantic Canada*. Ottawa: Natural Resources Canada, Canmet-Energy. publications.gc.ca/collections/collection_2022/rncan-nrcan/M154-147-2021-eng.pdf

Xu, H., Rui, S., Shen, K., Jiang, L., Zhang, H., & Teng, L. (2024). Shared mooring systems for offshore floating wind farms: A review. *Energy Reviews*, *3*(1), 100063. https://doi.org/10.1016/j.enrev.2023.100063



Capítulo 5

IMPACTOS E RELAÇÕES DE CAUSALIDADE

Juliana Siqueira-Gay
Thomaz Willian de Figueiredo Xavier
Luciana Xavier
Ivan Rodrigo Abrão Laurino
Fernanda Aparecida Veronez
Monique Fogaça Fernandes
Lucas Bernardinelli de Souza
Bruno Olian
Nicolly Leite Yamawaki
Luis Enrique Sánchez

Conectar as atividades realizadas nas etapas de planejamento, construção, operação e desativação de empreendimentos com suas consequências ambientais e sociais é o ponto de partida para estruturar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) robusto e alinhado com a abordagem ecossistêmica. A identificação preliminar dos potenciais impactos fundamenta a definição do escopo do estudo e o planejamento do levantamento de informações necessárias para estabelecer uma linha de base apropriada para avaliação dos impactos.

NESTE CAPÍTULO:

1. Relações de causalidade na avaliação de impactos de projetos
2. Impactos ambientais de projetos eólicos offshore
3. Impactos sociais de projetos eólicos offshore

5.1 Relações de causalidade na avaliação de impactos de projetos

Demonstrar explicitamente a relação de causalidade entre as atividades do projeto e seus impactos auxilia na determinação das informações necessárias para planejar o estudo de impacto ambiental (definição do escopo e do Termo de Referência), prever impactos e elaborar medidas efetivas de mitigação, que poderão ser aplicadas para controlar as atividades e minimizar seus impactos negativos.

A identificação preliminar de impactos auxilia a determinação do escopo de um Estudo de Impacto Ambiental e o planejamento dos levantamentos a serem realizados para fins de diagnóstico (Capítulo 6).

> A **causalidade** na avaliação de impactos significa relacionar explicitamente as atividades de um projeto proposto, os aspectos associados, e seus respectivos impactos potenciais.

Para promover a aplicação da Gestão de Base Ecossistêmica (Capítulo 2), é necessário considerar a natureza dinâmica dos ecossistemas (Long *et al.*, 2015) e, portanto, os componentes e os processos que a definem e que podem ser afetados por um dado projeto. Para aplicar esses princípios à prática da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de Termos de Referência, é essencial comunicar explicitamente aos tomadores de decisão e às partes interessadas como os ecossistemas poderão ser impactados e como esses impactos interagem, mapeando a relação de causalidade entre atividades e impactos (Laurino *et al.*, 2025).

Portanto, é importante representar com clareza as relações entre as atividades do projeto e seus aspectos e impactos, explicitando o que e como é afetado. Assim, a partir do entendimento teórico e prático da estrutura (componentes) e do funcionamento (processos), são criadas hipóteses sobre como eles poderão ser afetados pelas atividades e aspectos de um dado projeto. Essas hipóteses permitem a elaboração de narrativas que representam, em linguagem visual e escrita acessível, as cadeias causais.

Não confunda os conceitos de aspectos e impactos ambientais. Aspectos ambientais são elementos de atividades, produtos ou serviços que podem interagir com o meio ambiente (NBR ISO 14001). Assim, são exemplos de aspectos ambientais emissões de material particulado ou geração de ruído. Já impacto ambiental é a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana. São exemplos de impactos a degradação da qualidade do ar e a degradação da qualidade da água.

Alternativas para ilustrar a causalidade incluem matrizes de impacto e diagramas causais (Perdicoúlis; Glasson, 2009). Uma matriz descreve as interações entre atividades e impactos. Já os diagramas envolvem a representação das interações seguindo convenções específicas de representação. Os diagramas podem ser do tipo mapa de ação para resultado, informando na sequência as principais ações que levam a vários impactos em uma única direção (Perdicoúlis; Glasson, 2009).

Nas seções seguintes são apresentados os passos para a estruturação de uma cadeia causal de projetos de energia eólica offshore, partindo da caracterização das atividades inerentes ao projeto (**Capítulo 4**) e chegando na descrição dos aspectos ambientais e sociais associados a essas atividades e impactos ambientais e sociais potencialmente relacionados. Usando como fontes uma cadeia causal utilizada como referência pelo órgão ambiental federal, o Ibama, a literatura científica e estudos de impacto ambiental, relações de causalidade entre diversas atividades, aspectos e impactos são exemplificadas e ilustradas por meio de diagramas causais.

Embora o conteúdo aqui apresentado seja bastante abrangente e possa servir de ponto de partida para a definição do escopo de estudos ambientais, ele não pretende ser exaustivo, abrindo a oportunidade para que outras atividades, aspectos e impactos possam ser identificados e integrados em função de, por exemplo, avanços tecnológicos e/ou especificidades das localidades nas quais se pretende implantar parques eólicos offshore.

Para saber mais

No Brasil, como referência para a autoridade responsável pelo processo de AIA e outros envolvidos na elaboração de estudos ambientais, alguns guias setoriais foram elaborados para apoiar os analistas na elaboração e análise técnicas dos estudos. Esse conteúdo auxilia na melhor compreensão da identificação preliminar dos impactos que são característicos de determinadas tipologias.

Como exemplos, estão publicados os guias para linhas de transmissão (2019) e para pesquisa sísmica (2026). Os guias estão disponíveis em https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/publicacoes/laf-publicacoes.

5.1.1 Caracterizar atividades

As principais atividades causadoras de impactos realizadas nas etapas de planejamento, instalação, operação e desativação de parques eólicos offshore e suas instalações associadas estão sumarizadas no **Quadro 5.1** Algumas dessas 31 atividades podem ser decompostas em outras, provendo uma descrição mais detalhada que, em certos casos, pode facilitar a identificação de aspectos e impactos relacionados. Para avaliar impactos, é preciso caracterizar cada atividade, ou seja, descrever como será executada, recursos e equipamentos necessários e quantitativos, como área afetada, volume de concreto utilizado, número de viagens etc.

Quadro 5.1. Principais atividades relacionadas às fases de planejamento, instalação, operação e desativação de um parque eólico offshore realizadas no ambiente marinho ou terrestre, ou de caráter geral.

Atividades no ambiente marinho	
1 Planejamento	**OF01** Caracterização de condições oceanográficas, meteorológicas e outras
	OF02 Estudos técnicos, econômicos e ambientais
2 Construção	**OF03** Transporte marítimo de suprimentos, equipamentos e pessoas entre o porto e o local de construção
	OF04 Instalação de sistemas de ancoragem (preparação de fundações, instalação de cabos e âncoras)
	OF05 Fixação e montagem das estruturas das turbinas
	OF06 Instalação do cabo de exportação (inspeções remotas, abertura de trincheiras, colocação dos cabos)
	OF07 Construção da subestação offshore
	OF08 Testes mecânicos e elétricos das turbinas
3 Operação	**OF09** Produção de energia
	OF10 Transmissão submarina de energia
	OF11 Operação da subestação
	OF12 Inspeção e manutenção das instalações submersas e emersas
4 Desativação	**OF13** Remoção de turbinas e outras partes
	OF14 Remoção de cabos submarinos e estruturas auxiliares
	OF15 Transporte de peças e estruturas desmontadas
	OF16 Reabilitação do fundo marinho e áreas afetadas
Atividades no ambiente terrestre	
1 Planejamento	**ON01** Caracterização geotécnica, socioambiental e outras das áreas de interesse
2 Construção	**ON02** Preparação do canteiro (supressão de vegetação, terraplenagem, construção de escritórios, oficinas e outros)
	ON03 Construção e melhoria de áreas portuárias e de armazenamento
	ON04 Recebimento, armazenamento e expedição de suprimentos e equipamentos
	ON05 Construção e montagem de estruturas
	ON06 Construção de subestação terrestre e linhas de transmissão
	ON07 Desmontagem do canteiro de obras (remoção de materiais e resíduos, recuperação de áreas degradadas e outras atividades)
	ON08 Transporte terrestre de bens e suprimentos
3 Operação	**ON09** Conversão de tensão e transmissão de energia elétrica
	ON10 Manutenção
4 Desativação	**ON11** Demolição, remoção de estruturas, transporte, recuperação de áreas degradadas
Atividades gerais	
1 Planejamento	**GE01** Engajamento de partes interessadas
	GE02 Contratação de mão de obra
	GE03 Aquisição de bens e serviços
	GE04 Comercialização de eletricidade

5.1.2 Descrever aspectos e impactos ambientais e sociais

A segunda etapa, após a identificação das atividades, requer a determinação dos aspectos e impactos ambientais e sociais relacionados. Aspectos e impactos ambientais e sociais relacionados às atividades ilustradas acima estão elencados no Quadro 5.2. É importante observar que, para a maioria dos projetos, nem todos os impactos poderão ser significativos (Capítulo 8) e alguns poderão nem mesmo ocorrer. Portanto, o Quadro 5.2 deve ser utilizado apenas como referência para identificação preliminar de todos os possíveis impactos.

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore.

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
OF01 Caracterização de condições oceanográficas, meteorológicas e outras (ex. Levantamentos geofísicos, ensaios geotécnicos, levantamentos aeroportados, amostragens biológicas, boias, observações visuais de embarcações ou aeronaves); embarque e desembarque marítimo e aéreo	**A01** Tráfego de embarcações	**I01** Introdução e dispersão de espécies exóticas
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
OF02 Estudos técnicos, econômicos e ambientais	**A05** Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A06 Liberação acidental de óleo	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I07 Distúrbios em animais selvagens
OF03 Transporte marítimo de suprimentos, equipamentos e pessoas entre o porto e o local de construção	**A01** Tráfego de embarcações	**I01** Introdução e dispersão de espécies exóticas
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
	A05 Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A06 Liberação acidental de óleo	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I07 Distúrbios em animais selvagens
OF04 Instalação de sistemas de ancoragem (preparação de fundações, instalação de cabos e âncoras)	**A07** Distúrbios no leito marinho	**I08** Perda de habitats e de espécimes bentônicos
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
		I09 Perda auditiva e morte de espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
		I10 Evitação do uso do local por espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
	A08 Geração de pluma de sedimento	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I11 Mudança de produtividade do fitoplâncton e da cadeia trófica

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore (continuação).

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
OF05 Fixação e montagem das estruturas das turbinas	**A03** Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
	A09 Alterações na paisagem	**I12** Impacto visual
	A10 Colisão de aves e morcegos	**I13** Ferimentos e mortes de aves e morcegos
	A05 Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A11 Restrição de uso para pesca e outras atividades	**I14** Aumento de conflitos relacionados ao uso do espaço marinho
OF06 Instalação do cabo de exportação (inspeções remotas, abertura de trincheiras, colocação dos cabos)	**A07** Distúrbios no leito marinho	**I08** Perda de habitats e de espécimes bentônicos
	A08 Geração de pluma de sedimento	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I11 Mudanças na produtividade do fitoplâncton e na cadeia trófica
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
OF07 Construção da subestação offshore	**A07** Distúrbio do leito marinho	**I08** Perda de habitats e de espécimes bentônicos
OF08 Testes mecânicos e elétricos das turbinas	**A03** Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
OF09 Produção de energia	**A12** Efeitos aerodinâmicos de turbulência a sotavento	**I15** Mudanças nos fluxos de água, sedimentos e nutrientes
		I11 Mudanças na produtividade do fitoplâncton e na cadeia trófica
	A13 Efeitos hidrodinâmicos (aumento ou redução da turbulência)	**I15** Mudanças nos fluxos de água, sedimentos e nutrientes
		I11 Mudanças na produtividade do fitoplâncton e na cadeia trófica
	A14 Efeito barreira	**I16** Distúrbios comportamentais em espécies de alta mobilidade (aves, mamíferos marinhos, quelônios e peixes)
		I17 Alteração de rotas (inclusive de rotas migratórias)
		I18 Mudanças em padrões de uso de habitats de espécies de alta mobilidade (aves, mamíferos marinhos, quelônios e peixes)

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore (continuação).

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
OF09 Produção de energia (cont.)	**A07** Distúrbio do leito marinho	**I18** Criação de habitats artificiais
		I08 Perda de habitats e de espécimes bentônicos
		I19 Mudanças no funcionamento de ecossistemas (enriquecimento orgânico dos ambientes bênticos; mudanças nos fluxos de nutrientes e teias alimentares)
		I20 Mudanças na composição da biodiversidade (efeito recife)
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
		I09 Perda auditiva e morte de espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
		I10 Evitação do uso do local por espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
	A10 Colisão de aves e morcegos	**I13** Ferimentos e mortes de aves e morcegos
	A05 Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A11 Restrição de uso para pesca e outras atividades	**I21** Criação de refúgios para congregação de fauna, com mudanças na composição da biodiversidade e teias alimentares (efeito refúgio)
	A09 Alterações na paisagem	**I12** Impacto visual
OF10 Transmissão submarina de energia	**A15** Geração de campos eletromagnéticos	**I22** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas eletrossensíveis (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
OF11 Operação da subestação	**A03** Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
OF12 Inspeção e manutenção das instalações submersas e emersas	**A01** Tráfego de embarcações	**I01** Introdução e dispersão de espécies exóticas
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore (continuação).

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
OF12 Inspeção e manutenção das instalações submersas e emersas (cont.)	**A05** Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A06 Liberação acidental de óleo	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I07 Distúrbios em animais selvagens
OF13 Remoção de turbinas e outras partes	**A07** Distúrbios no leito marinho	**I08** Perda de habitats e de espécimes bentônicos
OF14 Remoção de cabos submarinos e estruturas auxiliares		**I23** Perda de comunidades biológicas colonizadoras de estruturas artificiais
OF15 Transporte de peças e estruturas desmontadas	**A01** Tráfego de embarcações	**I01** Introdução e dispersão de espécies exóticas
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
OF16 Reabilitação do fundo marinho e áreas afetadas	**A01** Tráfego de embarcações	**I01** Introdução e dispersão de espécies exóticas
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A04 Geração de ruído subaquático	**I04** Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído (mamíferos, quelônios, peixes e invertebrados)
	A05 Colisão com mamíferos e quelônios	**I05** Ferimentos e morte de mamíferos e quelônios
	A06 Liberação acidental de óleo	**I06** Deterioração da qualidade da água
		I07 Distúrbios em animais selvagens
ON01 Caracterização geotécnica, socioambiental e outras das áreas de interesse	**A03** Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
ON02 Preparação do canteiro (supressão de vegetação, terraplenagem, construção de escritórios, oficinas e outros)	**A16** Tráfego de veículos	**I24** Perda de fauna por atropelamento
	A17 Perda de vegetação	**I07** Distúrbios em animais selvagens
	A18 Intensificação da erosão	**I25** Deterioração da qualidade do solo

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore (continuação).

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
ON03 Construção e melhoria de áreas portuárias e de armazenamento	**A02** Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A16 Tráfego de veículos	**I24** Perda de fauna por atropelamento
	A19 Mudança de uso da terra	**I26** Perda e fragmentação de habitats naturais
	A20 Geração de resíduos	**I25** Deterioração da qualidade do solo
		I07 Distúrbios em animais selvagens
		I27 Sobrecarga da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
	A21 Emissões luminosas	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A22 Consumo de água	**I28** Redução da disponibilidade hídrica
ON04 Recebimento, armazenamento e expedição de suprimentos e equipamentos	**A19** Mudança de uso da terra	**I26** Perda e fragmentação de habitats naturais
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
ON05 Construção e montagem de estruturas	**A02** Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A20 Geração de resíduos	**I25** Deterioração da qualidade do solo
		I07 Distúrbios em animais selvagens
		I27 Sobrecarga da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
	A21 Emissões luminosas	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
ON06 Construção de subestação terrestre e linhas de transmissão	**A17** Perdas de vegetação	**I26** Perda e fragmentação de habitats naturais
	A18 Intensificação da erosão	**I25** Deterioração da qualidade do solo
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A19 Mudança de uso da terra	**I26** Perda e fragmentação de habitats naturais
	A09 Alterações da paisagem	**I12** Impacto visual

Quadro 5.2. Principais atividades, aspectos e impactos ambientais e sociais de parques eólicos offshore (continuação).

Atividade	Aspectos ambientais e sociais	Impactos ambientais e sociais
ON07 Desmontagem do canteiro de obras (remoção de materiais e resíduos, recuperação de áreas degradadas e outras atividades)	**A03** Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A20 Geração de resíduos	**I25** Deterioração da qualidade do solo
		I07 Distúrbios em animais selvagens
		I27 Sobrecarga da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
ON08 Transporte terrestre de bens e suprimentos	**A02** Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A16 Tráfego de veículos	**I24** Perda de fauna por atropelamento
ON09 Conversão de tensão e transmissão de energia elétrica	**A15** Geração de campos eletromagnéticos	**I28** Distúrbios comportamentais em espécies terrestres eletrossensíveis
ON10 Manutenção	**A20** Geração de resíduos	**I25** Deterioração da qualidade do solo
		I07 Distúrbios em animais selvagens
		I27 Sobrecarga da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
ON11 Demolição, remoção de estruturas, transporte, recuperação de áreas degradadas	**A20** Geração de resíduos	**I25** Deterioração da qualidade do solo
		I07 Distúrbios em animais selvagens
		I27 Sobrecarga da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
	A03 Geração de ruído	**I03** Distúrbios comportamentais na fauna terrestre
	A02 Emissão de poluentes do ar	**I02** Deterioração da qualidade do ar
	A19 Mudança de uso da terra	**I29** Recuperação de habitats
GE01 Engajamento de partes interessadas	**A23** Disseminação de informação	**I30** Aumento do conhecimento científico e do conhecimento local
GE02 Contratação de mão de obra	**A24** Criação de postos de trabalho	**I31** Dinamização da economia local
	A25 Atração de pessoas/migração	**I32** Aumento da demanda de serviços e de infraestrutura
GE03 Aquisição de bens e serviços	**A26** Geração de impostos	**I33** Aumento da arrecadação tributária
	A27 Aumento das atividades econômicas	**I31** Dinamização da economia local
GE04 Comercialização de eletricidade	**A26** Geração de impostos	**I33** Aumento da arrecadação tributária

5.2 Impactos ambientais de projetos eólicos offshore

5.2.1 Impactos no meio marinho

A instalação e operação de usinas eólicas offshore afetam diferentes componentes do meio marinho, as propriedades físicas da coluna d'água, a comunidade planctônica, o sistema bentônico, bem como a biodiversidade nectônica. Diferentes atividades executadas na fase de instalação de um empreendimento levam à degradação direta do fundo marinho, como a cravação de estacas, a dragagem de sedimentos, o enterramento dos cabos de transmissão e a instalação de estruturas artificiais relacionadas às turbinas e subestações offshore. Todas essas atividades promovem a ressuspensão de sedimentos para a coluna d'água, o que acaba por modificar seus padrões de turbidez, penetrabilidade luminosa e, consequentemente, pode afetar a comunidade planctônica. O fitoplâncton, principal responsável pela produção primária nos oceanos, é afetado pelo aumento da turbidez e redução da penetrabilidade luminosa na coluna d'água, tendendo a reduzir a biomassa com efeitos em cascata para toda a teia trófica, especialmente para organismos filtradores do zooplâncton e do bentos (Dannheim *et al.*, 2020).

Os habitats bentônicos e seus invertebrados associados também estão dentre os principais componentes afetados por estes distúrbios da fase de instalação, especialmente devido ao choque físico direto que leva à mortalidade de organismos sensíveis. Espécies de invertebrados caracterizadas por apresentarem longos ciclos de vida e maiores biomassa e tamanho corpóreo são aquelas mais vulneráveis a estes distúrbios diretos e tendem a reduzir em abundância na área afetada (Coates *et al.*, 2015). Em contrapartida, invertebrados oportunistas tendem a se beneficiar com os distúrbios e aumentar sua dominância na comunidade. Como espécies oportunistas normalmente apresentam menor tamanho corpóreo, espera-se que as atividades de instalação levem a uma redução geral da biomassa bentônica. Tais impactos negativos tendem a ser agravados pela geração de ruídos (principalmente ligados à cravação de estacas e ao aumento do tráfego de embarcações), a qual afeta o comportamento de espécies sensíveis ao som, podendo causar injúrias diretas à invertebrados e peixes bentônicos (Dannheim *et al.*, 2020). Embora estes impactos da instalação nas comunidades bentônicas sejam negativos, experiências prévias apontam que seus efeitos são temporários e a comunidade dos sedimentos tende a se recuperar em poucos anos.

Além dos invertebrados e peixes bentônicos, os mamíferos marinhos também sofrem impactos destas atividades de instalação, especialmente durante o período de estaqueamento das turbinas no leito marinho. A comunicação acústica entre indivíduos do mesmo grupo é crucial para a socialização, navegação, alimentação e reprodução. A poluição sonora e o potencial dano auditivo decorrente desta atividade dificultam essa comunicação, podendo levar ao isolamento social, dificuldade na formação de laços sociais, na cooperação durante a caça e na reprodução, levando a impactos na dinâmica populacional (Wright *et al.*, 2020). Ademais, algumas espécies podem passar a evitar a área sob influência mais diretamente afetada, levando à redução ou alteração da área de vida que poderia ser utilizada anteriormente para alimentação, reprodução ou como rota migratória.

Iniciado na fase de instalação e consolidado durante a operação do empreendimento, um dos principais impactos para o meio marinho é a criação de habitats consolidados artificiais (estruturas das turbinas, cabos, subestações etc.), que funcionam como substrato para a colonização de invertebrados incrustantes, substituindo os habitats e espécies sedimentares anteriormente presentes. Essa alteração de habitat afeta o funcionamento dos ecossistemas de entorno, principalmente por promover o enriquecimento orgânico local com aumento do fluxo de carbono para os sedimentos adjacentes, oriundos da biodeposição de rejeitos da comunidade incrustante (pelotas fecais, restos de conchas etc.). Esse enriquecimento bentônico pode aumentar a complexidade ambiental local, a produtividade primária e a diversidade da comunidade bentônica. Entretanto, há casos em que o excesso de matéria orgânica leva à anoxia dos sedimentos (Dannheim *et al.*, 2020), reduzindo a qualidade do habitat e a diversidade de espécies, e favorecendo a proliferação de organismos oportunistas.

As estruturas artificiais introduzidas no meio marinho também alteram a hidrodinâmica local, o fluxo de sedimentos e a quantidade de matéria orgânica na coluna d'água (Wang *et al.*, 2024). Há casos em que a presença das turbinas aumenta a energia hidrodinâmica de seu entorno, levando à erosão do substrato e ressuspensão de sedimentos finos, com consequências negativas para a comunidade planctônica e bentônica, semelhantes às observadas na fase de instalação.

Contudo, há casos em que a ressuspensão de matéria orgânica e nutrientes, relacionada às alterações hidrodinâmicas, favorece a produtividade primária local e aumenta a abundância de organismos filtradores do zooplâncton e do bentos, contribuindo com a oferta de alimento para os níveis tróficos superiores. Um terceiro possível cenário é quando as estruturas artificiais funcionam como barreiras hidrodinâmicas e diminuem a energia do fluxo hídrico local. Nesses casos, ocorre a deposição de sedimentos finos e matéria orgânica em seu entorno, favorecendo o enriquecimento orgânico bentônico, mas também aumentando o risco de depleção dos níveis de oxigênio local.

A introdução de novos habitats consolidados também promove a atração de peixes e invertebrados epibentônicos característicos de ambientes recifais (chamado "efeito recife"), os quais usam as estruturas do projeto para alimentação e abrigo. A atração de peixes e invertebrados epibentônicos é também potencializada pela proibição da pesca na área do projeto, a qual cria refúgios para espécies comerciais e vulneráveis à, por exemplo, pesca de arrasto (chamado "efeito reserva ou refúgio").

Apesar dos efeitos recife e refúgio serem positivos para a biodiversidade, a criação de novos hábitats consolidados pode favorecer a introdução e dispersão de espécies exóticas, intensificada pelo aumento do tráfego de embarcações locais, e pode reduzir a abundância de espécies não-recifais que anteriormente ocupavam os habitats sedimentares substituídos (Griffin *et al.*, 2016; Dannheim *et al.*, 2020).

Muitos organismos nectônicos dependem dos organismos bentônicos como fonte de alimento, o que estabelece uma forte relação ecológica entre eles. O efeito recife pode favorecer o aumento da biodiversidade bentônica local, elevando a disponibilidade de alimento para o nécton e influenciando as relações tróficas (Degraer *et al.*, 2020). Como consequência, organismos nectônicos também são atraídos para essas áreas durante a fase de operação. Deste modo, é comum observar um aumento significativo da biomassa de peixes pelágicos, também atraídos pelos efeitos recife e refúgio. Esse aumento na disponibilidade de presas, por sua vez, atrai predadores de topo, como mamíferos marinhos, aves pelágicas e tubarões, contribuindo para o enriquecimento da cadeia trófica na região (Nogues *et al.*, 2023). No entanto, a maior presença desses organismos também pode elevar o risco de atropelamento por embarcações utilizadas na instalação e na operação/manutenção dos parques eólicos, representando um impacto a ser monitorado.

O efeito recife seguido pelo aumento da frequência de visitação de aves pelágicas na região também eleva o risco de colisão com as turbinas e hélices durante o voo, o que tende a resultar em um aumento da mortalidade destes animais. Por outro lado, algumas espécies de aves, assim como certos mamíferos marinhos, passam a evitar essas áreas, levando à redução da sua área de vida, com perda de habitat para reprodução, criação de filhotes, alimentação e descanso, além de sofrerem desvios de rotas migratórias. Essa alteração de área de vida pode forçar as aves a ocuparem locais subótimos e a aumentar o gasto energético ao evitar o local, comprometendo a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos indivíduos, bem como a produtividade da população (Croll *et al.*, 2022).

Outro aspecto relevante a ser considerado durante a operação de parques eólicos offshore é a geração de campos eletromagnéticos provenientes dos cabos subaquáticos de transmissão de energia. Tartarugas-marinhas, tubarões e raias utilizam pistas geomagnéticas para auxiliar sua navegação durante a migração e podem sofrer distúrbios comportamentais devido a estes campos eletromagnéticos (Gill *et al.*, 2020).

Enquanto a maioria dos impactos mencionados são principalmente associados a parques eólicos com turbinas fixas, estes impactos relacionados aos cabos de transmissão se estendem para usinas eólicas com turbinas flutuantes. Além disso, ao se considerar os parques eólicos flutuantes, amarrações e sistemas de ancoragem constituídos por correntes e cabos pesados são necessários para manter suas subestruturas estacionárias, o que aumenta o risco de emaranhamento de tartarugas e outros organismos nectônicos nestas estruturas.

A **Figura 5.1** ilustra algumas destas relações de causalidade associadas às atividades, aspectos, componentes e impactos dos parques eólicos offshore no meio marinho.

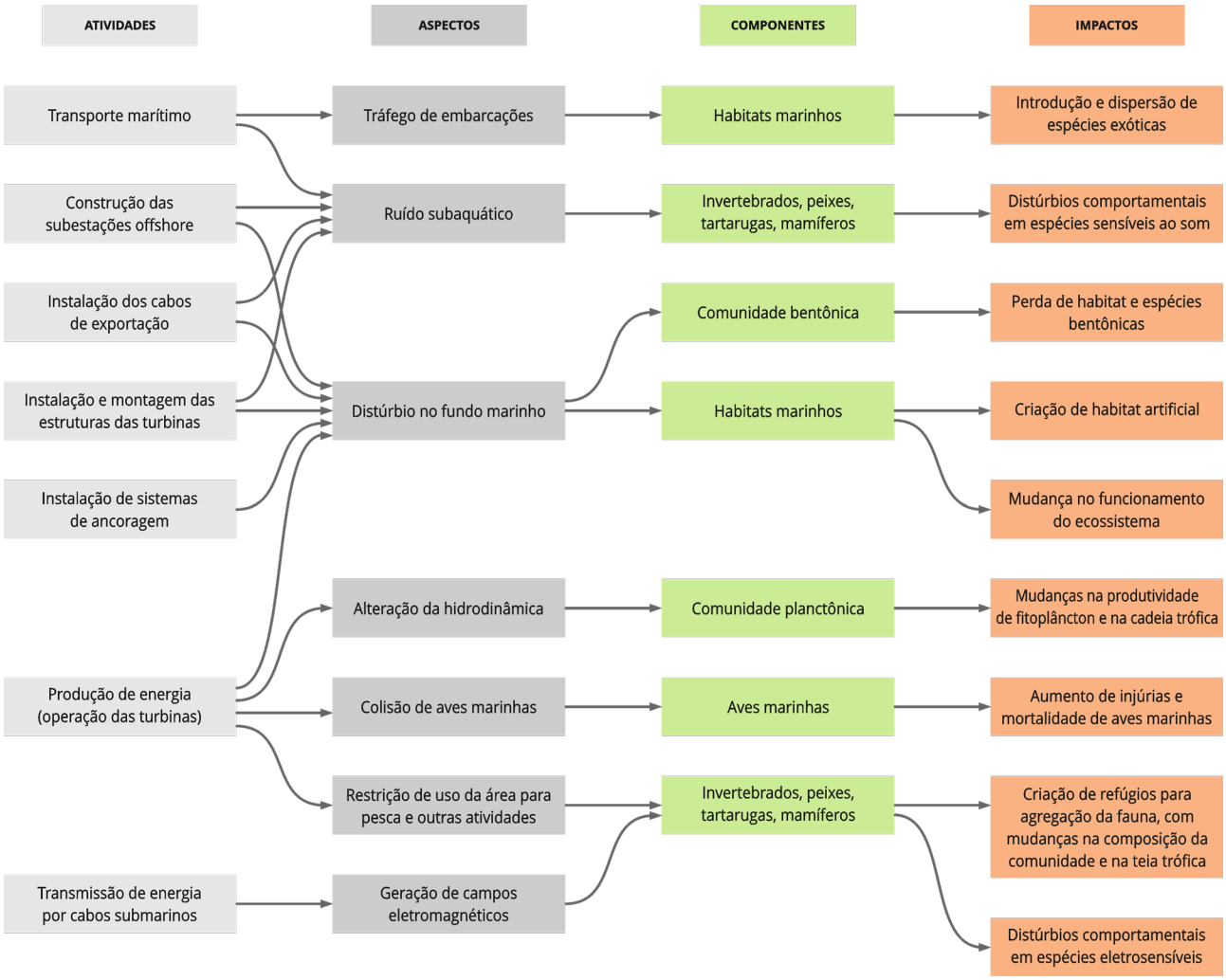


Figura 5.1. Exemplo de cadeia causal destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos ambientais no meio marinho relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore.

5.2.2 Impactos no meio costeiro e terrestre

A instalação e operação de usinas eólicas offshore também podem gerar impactos diretos e indiretos nos habitats costeiros e terrestres, bem como em sua biodiversidade associada. Tais impactos estão especialmente relacionados à fase de instalação da infraestrutura associada, como subestações onshore e linhas de transmissão. Os impactos podem afetar habitats e diversos grupos biológicos, incluindo flora, invertebrados costeiros, mamíferos terrestres, a herpetofauna (répteis e anfíbios), avifauna e quiropterofauna (morcegos).

A supressão da vegetação e a modificação de habitats para a construção de subestações e a instalação de linhas de transmissão resultam em perda direta e fragmentação de componentes da flora. Para a fauna associada, essa perturbação leva à redução e degradação de habitats, além de desencadear impactos indiretos, como alterações na disponibilidade de recursos. A geração de poluentes como resíduos sólidos e efluentes também é esperada, com potenciais impactos nos ecossistemas costeiros, terrestres e na sua biodiversidade associada.

Dentre os principais ecossistemas costeiros presentes no litoral de regiões tropicais, destacam-se as dunas, as restingas, as praias, os costões rochosos, os recifes de coral, os estuários e os manguezais. Na fase de construção, parte desses ambientes está sujeita à supressão de vegetação local para instalação dos cabos de transmissão provenientes das turbinas eólicas offshore e para a instalação de subestação de energia em terra, bem como a perda de habitats bentônicos costeiros pela acomodação dos cabos no leito. Todas as atividades de instalação de estruturas onshore também geram poluição sonora e aumento do tráfego rodoviário local, com riscos de atropelamentos e distúrbios comportamentais para a fauna terrestre.

Na fase de operação, impactos esperados incluem as mudanças de comportamento das espécies costeiras devido aos obstáculos formados pelos cabos e aos campos eletromagnéticos advindos da transmissão por alta tensão. As estruturas artificiais instaladas também podem gerar pontos com maior taxa de erosão ou deposição sedimentar nos ecossistemas costeiros, alterando a granulometria do sedimento, especialmente nas praias e manguezais. O aumento da poluição sonora advinda do funcionamento das turbinas offshore também pode impactar espécies costeiras, como crustáceos estuarinos, a depender da distância do projeto em relação à costa (Pine *et al.*, 2012).

A maioria dos efeitos da instalação e operação das estruturas onshore são semelhantes aos observados em outros projetos e construções na zona costeira, cujos impactos já são relativamente bem documentados. Contudo, efeitos de eólicas offshore em aves costeiras (continentais, limícolas e marinhas ligadas aos ambientes costeiros) e em morcegos se estendem ao longo de sua operação e apresentam particularidades em relação a outros tipos de projetos na zona costeira. Aves costeiras e morcegos frequentemente utilizam áreas marinhas durante migrações sazonais ou deslocamentos diários, incluindo trajetos para forrageamento. A presença e operação de usinas eólicas offshore representam riscos significativos para esses grupos, tanto por mortalidade direta quanto por impactos comportamentais.

Um dos principais riscos é a colisão com as turbinas eólicas, especialmente para espécies que voam em altitudes compatíveis com a altura das pás. Esse impacto é agravado em condições de baixa visibilidade, como neblina ou períodos noturnos, quando muitos morcegos e aves migratórias estão em deslocamento. Além da mortalidade direta, a presença das turbinas pode causar perturbações comportamentais (Furness *et al.*, 2013). A resposta a essa perturbação pode variar entre espécies, mas potencialmente gera o "**efeito barreira**" – servindo como obstáculo que altera rotas de voo e aumenta custos energéticos com deslocamento dos indivíduos afetados para áreas distantes da usina eólica. A depender da intensidade dessa resposta, a consequência é a perda efetiva de área de vida, potencialmente reduzindo a disponibilidade de recursos essenciais para as espécies afetadas.

Em zonas costeiras, para além dos impactos decorrentes da instalação da infraestrutura terrestre das usinas eólicas, há riscos adicionais relacionados às linhas de transmissão. Essas estruturas podem causar colisões fatais para aves, principalmente em trechos próximos a áreas de alimentação ou descanso. Além disso, torres e cabos podem ser utilizados como locais de pouso e abrigo, aumentando o risco de choques elétricos.

Esses fatores reforçam a necessidade de medidas de mitigação que considerem a zona costeira, a vulnerabilidade específica de cada grupo biológico associado, e a conectividade ecológica entre os ambientes terrestre, costeiro e marinho. A Figura 5.2 ilustra algumas destas relações de causalidade associadas às atividades, aspectos, componentes e impactos dos parques eólicos offshore no meio costeiro e terrestre.

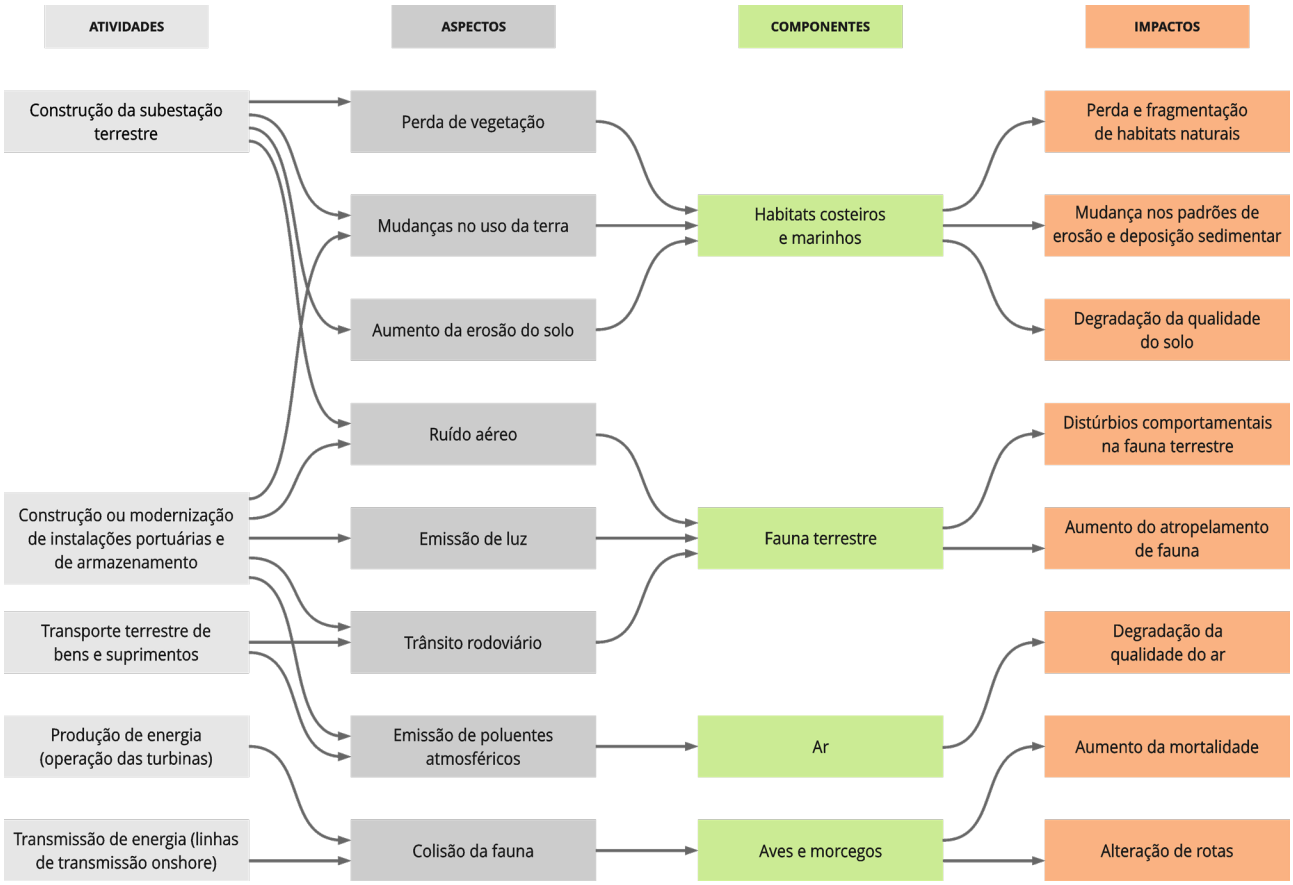


Figura 5.2. Exemplo de cadeia causal destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos ambientais no meio costeiro e terrestre relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore.

5.3 Impactos sociais de projetos eólicos offshore

Os parques eólicos offshore constituem intervenções no ambiente marinho e costeiro, gerando uma gama complexa de impactos diretos e indiretos não apenas sobre os ecossistemas, mas também sobre os componentes econômicos, socioculturais e a infraestrutura das comunidades localizadas na área de influência desses projetos. As atividades de construção e operação geram impactos sociais, como empregos, e podem dinamizar a economia local, mas também induzem sobrecarga dos serviços públicos, devido a atração de pessoas para as comunidades próximas aos projetos, além de possíveis perdas em áreas de pesca e no potencial turístico dessas áreas.

As áreas de pesca, em especial, tendem a ser diretamente afetadas pelas mudanças no ambiente marinho, devido às restrições de uso do espaço marinho, o que pode ocasionar conflitos pelo direito de uso do espaço marinho e intensificar os efeitos sobre a economia local. Esses impactos evidenciam a necessidade de grande atenção aos fatores sociais, historicamente secundarizados em relação aos impactos ambientais.

Considerando componentes de emprego e mercado de trabalho, a necessidade de mobilização da força de trabalho e de demanda por bens e serviços para a implementação de parques eólicos offshore apresenta potencial de maximizar a absorção da mão de obra local e dinamização das economias locais, por meio da geração de empregos diretos, indiretos e induzidos. Estudos anteriores indicam uma faixa de 0,2 a 1,5 empregos por MW instalado durante a fase construtiva, considerando os efeitos multiplicadores na cadeia produtiva local, enquanto a fase de operação, com duração de 20 a 25 anos, mantém aproximadamente 0,15 a 0,2 empregos por MW anualmente (Glasson *et al.*, 2022).

É importante ressaltar que, em relação à demanda por empregos qualificados, pode haver resistência comunitária quando esses postos de trabalho são ocupados por profissionais externos, enquanto a população local assume apenas posições de menor remuneração, gerando um contexto de injustiça distributiva (Jørgensen *et al.*, 2020).

Por outro lado, os benefícios econômicos locais correlacionam-se diretamente com o grau de conteúdo nacional e regional do projeto: análises do Reino Unido demonstram que apenas 30% dos investimentos de capital (CAPEX) permanecem na economia doméstica durante a construção, devido à dependência de importações de turbinas e equipamentos especializados, contrastando com 75% de conteúdo nacional na fase de operação (Glasson *et al.*, 2022). Essa dinâmica evidencia a importância de políticas de desenvolvimento de cadeias produtivas locais para maximização dos multiplicadores econômicos regionais. Entretanto, deve-se observar que tais ações estão além do escopo da AIA de projetos.

A mobilização da força de trabalho também pode gerar impactos negativos ao afetar a demografia e a dinâmica populacional, sobretudo pela atração de pessoas, reproduzindo efeitos típicos de grandes projetos em regiões de baixa densidade populacional. O afluxo temporário de trabalhadores especializados durante a construção pode gerar pressões sobre o mercado imobiliário local, elevação de custos de vida e sobrecarga de infraestruturas e serviços, como saúde, ensino, segurança e emergência, o que já é observado em outros tipos de projetos offshore (como óleo e gás).

Além disso, há estudos que alertam para o risco de disseminação da prostituição, com casos de nascimento de crianças chamadas localmente de "filhos dos ventos", além da disseminação do uso de drogas em projetos eólicos onshore (Brannstrom *et al.*, 2018; Brannstrom *et al.*, 2022; Gorayeb *et al.*, 2018). Este fenômeno, comparável ao "boomtown effect", requer planejamento intersetorial para mitigação de impactos negativos e maximização de positivos, como melhorias portuárias e qualificação profissional da população local (Glasson *et al.*, 2022).

Particularmente os impactos no turismo e na pesca apresentam características específicas que requerem análise cuidadosa. A mudança estética de paisagens costeiras e marinhas durante a operação de turbinas eólicas pode resultar em impacto visual.

Estudos comportamentais revelam que a reação turística varia conforme perfis de valores ambientais individuais, com pessoas ambientalmente orientadas demonstrando maior aceitação ou neutralidade em relação à presença de aerogeradores offshore.

Na literatura, há registro de impactos modestos sobre as decisões de visitação de uma dada localidade, especialmente quando as turbinas são posicionadas além do horizonte visual imediato das praias (Oh *et al.*, 2023; Glasson *et al.*, 2022). Adicionalmente, observa-se o desenvolvimento de nichos de turismo educativo e ecológico centrados na visitação aos parques eólicos, indicando potencial de ressignificação positiva desses projetos no contexto turístico local (Machado; de Andrés, 2023).

Contudo, em ambientes tropicais, essa relação demanda atenção particular, pois nessas regiões, o turismo costeiro costuma estar fortemente associado a atributos paisagísticos e experiências sensoriais vinculadas à naturalidade da paisagem. Nesses contextos, a percepção estética e simbólica da paisagem desempenha um papel central na atratividade turística, e qualquer alteração visual pode impactar negativamente a experiência do visitante e, em alguns casos, o posicionamento de mercado do destino. Além disso, em muitas regiões tropicais, o turismo é uma das principais atividades econômicas locais; isso significa que possíveis alterações na paisagem, mesmo que tecnicamente classificadas como de baixo impacto, podem ter efeitos significativos na renda e estabilidade socioeconômica de comunidades que atuam nesse setor (De Carvalho Filho *et al.*, 2022; Forastiero, 2024).

É importante considerar, ainda, que a sensibilidade à mudança visual pode variar entre diferentes grupos de turistas nacionais e internacionais, sendo influenciada por expectativas culturais, níveis de informação sobre transição energética e familiaridade com tecnologias de geração renovável (Devine-Wright, 2005; Ladenburg, 2010).

Assim, a instalação de turbinas eólicas offshore pode ser percebida como mais intrusiva em comparação a cenários de latitudes mais altas, onde as condições climáticas e estéticas são distintas, e o turismo tem perfil mais diversificado.

Para a economia pesqueira local, em especial para comunidades tradicionais que desenvolvem a pesca artesanal, os impactos manifestam-se de forma mais complexa. Durante a fixação e operação das turbinas, a restrição de áreas para a pesca pode gerar efeitos ecológicos positivos no componente da fauna marinha, contudo, essa mesma restrição impõe limites de acesso que influenciam na economia local, por resultar na perda de territórios pesqueiros, podendo aumentar os conflitos relacionados ao uso do espaço marinho, além de afetar diretamente os meios de subsistência dessas comunidades, impactando a renda local.

Na fase de instalação, verifica-se exclusão temporária de embarcações das áreas de obra. Ainda nessa fase, as atividades de movimentação de embarcações e a instalação de subestações offshore são responsáveis por distúrbios às espécies sensíveis ao som. Na fase de operação, as restrições à navegação e pesca em determinadas áreas configuram perda permanente de espaços pesqueiros, podendo ser parcialmente compensada pelo efeito de recife artificial das fundações, que aumenta a abundância de fauna marinha local (Stelzenmüller *et al*., 2021).

Além disso, a atividade pesqueira pode danificar cabos submarinos (Liao, 2023), o que ressalta a necessidade de estratégias de co-localização, incluindo o desenvolvimento de corredores de pesca, programas de maricultura associados às estruturas dos projetos e mecanismos de compensação financeira às comunidades pesqueiras afetadas.

Os impactos associados ao componente sociocultural, embora menos tangíveis, apresentam relevância fundamental para a sustentabilidade dos projetos. A coesão comunitária pode ser afetada pela polarização de opiniões sobre o projeto, enquanto o engajamento transparente e participativo da população local tende a mitigar impactos psicossociais negativos e reduzir ansiedade relacionada a incertezas sobre o futuro da comunidade (Mabon *et al*., 2017).

O conceito de topofilia - apego emocional ao lugar (Tuan, 1980) - assume particular importância em comunidades costeiras com forte ligação histórica e cultural ao ambiente marinho. Durante a operação das turbinas eólicas, a mudança estética na paisagem marinha pode impactar a identidade local e o sentido de lugar, causando redução na percepção de bem-estar, o que requer estratégias de mitigação que respeitem valores culturais pré-existentes e promovam ressignificação positiva do projeto no contexto comunitário. Neste sentido, a consolidação da "licença social para operar" depende fundamentalmente do manejo adequado desses aspectos intangíveis, incluindo o respeito à cultura local, minimização de intrusões em sítios culturalmente sensíveis e provisão de benefícios sociais amplos que contribuam para o bem-estar coletivo (Boutilier, 2017; Glasson *et al*., 2022).

A análise dos impactos sociais de parques eólicos offshore requer instrumentos metodológicos específicos que contemplem a identificação de grupos afetados, a quantificação de benefícios e prejuízos distributivos, e o monitoramento contínuo de indicadores socioeconômicos e socioculturais. A implementação de estratégias de maximização de benefícios locais, mitigação de impactos negativos e compensação adequada constitui elemento essencial para assegurar que a transição energética offshore ocorra de forma socialmente responsável, contribuindo não apenas para a geração de energia renovável, mas também para o fortalecimento da vitalidade econômica e resiliência social das comunidades afetadas. A negligência dos aspectos sociais pode comprometer a sustentabilidade dos projetos por meio do agravamento de desigualdades e das resistências comunitárias, evidenciando a necessidade de abordagens integradas que considerem simultaneamente as dimensões técnicas, ambientais e sociais desses projetos de grande complexidade.

A Figura 5.3 ilustra algumas destas relações de causalidade associadas às atividades, aspectos, componentes e impactos dos parques eólicos offshore no meio socioeconômico.

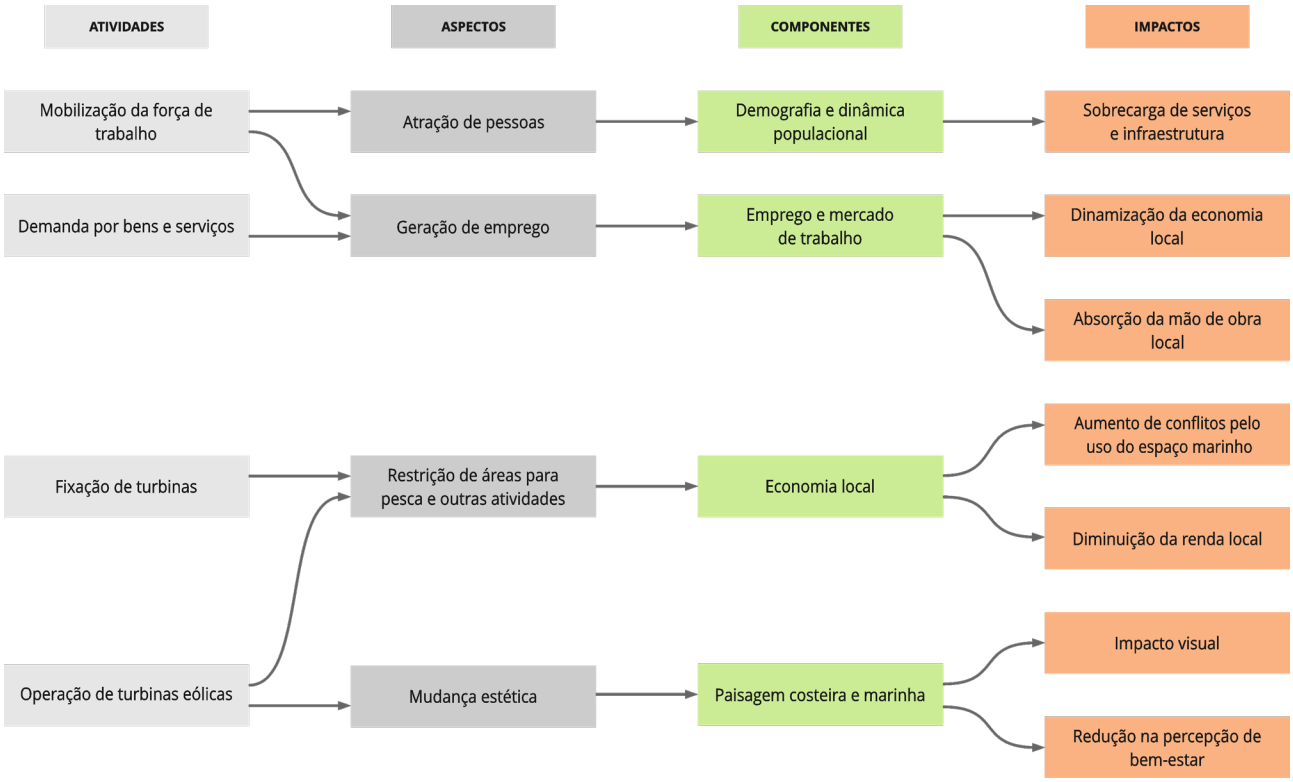


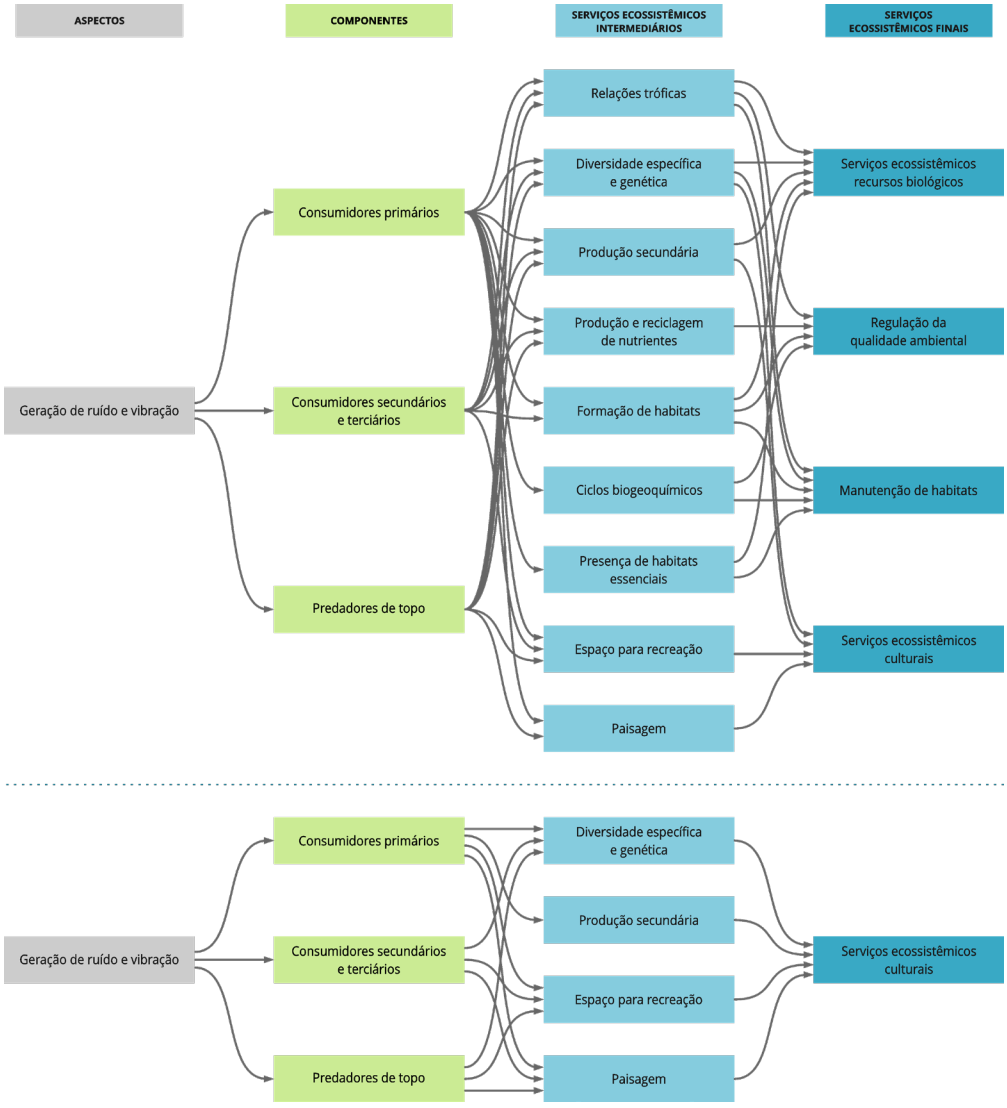
Figura 5.3. Exemplo de cadeia causal parcial destacando as principais atividades, aspectos, componentes e impactos sociais relacionados à instalação e operação de parques eólicos offshore.

No contexto da Gestão de Base Ecossistêmica, a compreensão dos impactos sociais como resultado da casualidade de atividades humanas evidencia a interdependência dos sistemas socioecológicos (Capítulo 2). As ações, interesses e visões de diferentes grupos orientam a gestão dos recursos naturais, mas também podem comprometer a capacidade dos ecossistemas e, consequentemente, o atendimento às necessidades das comunidades em ambientes costeiros. O Box 5.1 discute e ilustra essa relação da causalidade com os serviços ecossistêmicos, a partir da geração de ruído e vibração em atividades de projetos eólicos offshore.

Box 5.1. Relações de causalidade sobre serviços ecossistêmicos

Entender as relações de causalidade entre as atividades relacionadas à projetos de energia eólica offshore e os serviços ecossistêmicos (SE - Box 1.1) é um passo adicional na integração da GBE na AIA. Assim, propostas recentes têm focado em integrar o conceito de SE a elementos da AIA. Em uma das propostas, Baulaz *et al.* (2023) integram as cadeias causais à cascata de serviços ecossistêmicos (Haines-Young, Potschin, 2018) para demonstrar como os impactos a determinados componentes do sistema (compartimentos tróficos), afetam funções (processos ecológicos essenciais) e, consequentemente, os serviços ecossistêmicos. Focada na biodiversidade, a proposta representa uma ferramenta prática para avaliações de impacto ambiental mais integradas, que articulem biodiversidade, funcionamento ecológico e bem-estar humano, com grande potencial para orientar a tomada de decisão.

Abaixo, um exemplo de uma cadeia causal para os SE relacionada à geração de ruídos e vibrações na fase de construção de um parque eólico offshore. Ela parte da (1) identificação dos aspectos, considerando as atividades já exploradas nas cadeias causais ao longo deste capítulo e dos (2) componentes tróficos afetados, demonstrando as (3) interações entre esses componentes e funções ecossistêmicas e, consequentemente, com (4) serviços ecossistêmicos locais. Mesmo focando em somente um aspecto, a rede de interações revela a complexidade que a análise pode integrar à AIA, inclusive considerando-se impactos cumulativos.



Exemplo de cadeia causal parcial destacando as funções (serviços ecossistêmicos intermediários) e serviços ecossistêmicos finais impactados pela geração de ruído e vibração, relacionada a várias atividades da instalação e operação de parques eólicos offshore, descritas nas cadeias anteriores. Na cadeia causal da parte superior, as setas indicam as possíveis interações; na cadeia da parte inferior, as interações são apresentadas de forma mais linear, considerando apenas uma das tipologias de serviços.

Fonte: adaptado de Baulaz *et al.*, 2023.

Referências

Boutilier, R. G. (2017). *A measure of the social license to operate for infrastructure and extractive projects* (SSRN Working Paper No. 3204005). Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/ssrn.3204005

Brannstrom, C., Gorayeb, A., de Souza, W. F., Leite, N. S., Chaves, L. O., Guimarães, R., & Gê, D. R. F. (2018). Geographical perspectives in the transformations of the Brazilian coast by wind energy. *Revista Brasileira de Geografia*, *63*, 3-28. https://rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/article/view/188

Brannstrom, C., Leite, N. S., Lavoie, A., & Gorayeb, A. (2022). What explains the community acceptance of wind energy? Exploring benefits, consultation, and livelihoods in coastal Brazil. *Energy Research & Social Science*, *83*, 102344. https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102344

Brownlie, S., & Treweek, J. (2018). *Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment* (Special Publication Series No. 3). International Association for Impact Assessment.

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*, 3–18. https://doi.org/10.1007/s10750-014-2103-2

Cox, R. C. (2023). *Instrumentos para inserção de eólicas offshore no Brasil - sopa de letrinhas: AAE, AIA e PEM* (Master's dissertation, University of Brasília).

Croll, D. A., Ellis, A. A., Adams, J., Cook, A. S. C. P., Garthe, S., Goodale, M. W., Hall, C. S., Hazen, E., Keitt, B. S., & Kelsey, E. C. (2022). Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation*, *276*, 109795. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S. N., Brzana, R., Boon, A. R., Coolen, J. W., ... & Degraer, S. (2020). Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science*, *77*(3), 1092-1108. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz018

De Carvalho Filho, Á. M., Tavares, J. M., Perinotto, A. R. C., & Coriolano, L. N. M. T. (2022). Determinants of tourist demand in Ceará (1998–2018). RITUR – *Revista Iberoamericana de Turismo*, *12*(2), 165–178. https://doi.org/10.28998/10.28998/RITURritur.V12.N02.A13549pp.165-17813549

Degraer, S., Carey, D. A., Coolen, J. W., Hutchison, Z. L., Kerckhof, F., Rumes, B., & Vanaverbeke, J. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning. *Oceanography*, *33*(4), 48-57. https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.405

Devine-Wright, P. (2004). Beyond NIMBYism: towards an integrated framework for understanding public perceptions of wind energy. *Wind Energy*, *8*(2), 125-139. https://doi.org/10.1002/we.124

Dibo, A.P.A., 2018. *Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos*. [Doctoral dissertation, University of São Paulo].

Fois, V., Lecis, L., & Cocco, D. (2022). Social impact assessment of wind power generation: An innovative method for decision-making processes. *Journal of Physics: Conference Series*, *2385*(1), 012004. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2385/1/012004

Forastiero, M., Gutiérrez, R., Weschenfelder, F., de Almeida, E., & Hernandez, J. C. (2024). Effects of offshore wind farms: environmental and social perspectives from Uruguay. *Sustainability*, *16*(20), 9057. https://doi.org/10.3390/su16209057

Furness, R. W., Wade, H. M., & Masden, E. A. (2013). Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of environmental management*, *119*, 56-66. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.025

Gill, A. B., Degraer, S., Lipsky, A., Mavraki, N., Methratta, E., & Brabant, R. (2020). Setting the context for offshore wind development effects on fish and fisheries. *Oceanography*, *33*(4), 118-127. https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.411

Gorayeb, A., Brannstrom, C., De Andrade Meireles, AJ, & de Sousa Mendes, J. 2018. Wind energy gone wrong: criticizing wind energy planning processes in northeastern Brazil. *Energy Research & Social Sciences*, *40*, 82-88.

Glasson, J., Durning, B., Welch, K., & Olorundami, T. (2022). The local socio-economic impacts of offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, *95*, 106783. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106783

Griffin, R. A., Robinson, G. J., West, A., Gloyne-Phillips, I. T., & Unsworth, R. K. (2016). Assessing fish and motile fauna around offshore windfarms using stereo baited video. *PLOS One*, *11*(3), e0149701. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149701

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. https://cices.eu/

IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2021). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: synthesis and key messages*, https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.06.en

Jørgensen, M. L., Anker, H. T., & Lassen, J. (2020). Distributive fairness and local acceptance of wind farms: The role of compensation schemes. *Energy Policy*, *138*, 111294. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111294

Ladenburg, J. (2010). Attitudes towards offshore wind farms: The role of beach visits on attitude and demographic and attitude relations. *Energy Policy*, *38*(3), 1297-1304. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.005

Laurino, I. R. A., Xavier, L. Y., Iwama, A. Y., Fernandes, M. F., de Souza, L. B., Denadai, M. R., Sánchez, L. E., & Turra, A. (2025). Biodiversity baseline assessment for offshore wind projects: Challenges to implement ecosystem-based management. *Journal for Nature Conservation*, *87*, 126983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126983

Liao, V. T. C. (2023). Marine spatial planning identifies solutions for offshore wind farms at fishery and environment in Taiwan territorial waters. *Energy & Environment*, *36*(3), 1247–1270. https://doi.org/10.1177/0958305X231194720

Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, *57*, 53–60. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013

Mabon, L., Kita, J., & Xue, Z. (2017). Challenges for social impact assessment in coastal regions: A case study of the Tomakomai CCS Demonstration Project. *Marine Policy*, *83*, 243-251. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.06.015

Machado, J. T. M., & de Andrés, M. (2023). Implications of offshore wind energy developments in coastal and maritime tourism and recreation areas: An analytical overview. *Environmental Impact Assessment Review*, *99*, 106999. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106999

Noguès, Q., Baulaz, Y., Clavel, J., Araignous, E., Bourdaud, P., Lasram, F. B. R., ... Niquil, N. (2023). The usefulness of food web models in the ecosystem services framework: Quantifying, mapping, and linking services supply. *Ecosystem Services*, *63*, 101550. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101550

Oh, C. O., Nam, J., & Kim, H. (2023). The impacts of offshore wind farms on coastal tourists' behaviors in South Korea. *Coastal Management*, *51*(1), 24-41. https://doi.org/10.1080/08920753.2023.2148848

Perdicoúlis, A., & Glasson, J. (2009). The causality premise of EIA in practice. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *27*(3), 247-250. https://doi.org/10.3152/146155109X465922

Perdicoulis, A., & Piper, J. (2008). Network and system diagrams revisited: Satisfying CEA requirements for causality analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, *28*(7), 455-468. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.08.004

Perdicoúlis, A., Sánchez, L. E., & Jesus, J. (2014). Registering cumulative effects in DCDs. *Systems Planner*, *28*, 1-3.

Pine, M. K., Jeffs, A. G., & Radford, C. A. (2012). Turbine sound may influence the metamorphosis behaviour of estuarine crab megalopae. *PLOS One*, *7*(12), e51790. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051790

Rosa, J. C. S., & Sánchez, L. E. (2016). Advances and challenges of incorporating ecosystem services into impact assessment. *Journal of environmental management*, *180*, 485-492. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.079

Siqueira-Gay, J., & Sánchez, L. E. (2020). Keep the Amazon niobium in the ground. *Environmental Science & Policy*, *111*, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.012

Stelzenmüller, V., Gimpel, A., Haslob, H., Letschert, J., Berkenhagen, J., & Brüning, S. (2021). Sustainable co-location solutions for offshore wind farms and fisheries need to account for socio-ecological trade-offs. *Science of The Total Environment*, *776*, 145918. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145918

Tuan, Y. (1980). *Topophilia: a study of the perception, attitudes and values of the environment* (L. de Oliveira, Trans.). DIFEL.

Turner, R. K. (2015). Introduction. In R. K. Turner & M. Schaafsma (Eds.), *Coastal zones ecosystem services* (pp. 1–7). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17214-9_1

Vasconcelos, R. M. de. (2019). *Mapeamento de Modelos Decisórios Ambientais Aplicados na Europa para Empreendimentos Eólicos Offshore*. www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/arquivos/arquivos-pdf/2019-ibama-ue-estudo-eolicas-offshore-pdf

Wang, L., Wang, B., Cen, W., Xu, R., Huang, Y., Zhang, X., ... Zhang, Y. (2024). Ecological impacts of the expansion of offshore wind farms on trophic level species of marine food chain. *Journal of Environmental Sciences*, *139*, 226–244. https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.05.002

Wright, A. J., Araújo-Wang, C., Wang, J. Y., Ross, P. S., Tougaard, J., Winkler, R., ... Reeves, R. R. (2020). How "blue" is "green" energy? *Trends in Ecology & Evolution*, *35*(3), 235–244. https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.11.002





RECOMENDAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE



Capítulo 6

DEFINIÇÃO DO ESCOPO DE UM ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Carla Grigoletto Duarte
Fernanda Aparecida Veronez
Ana Paula Alves Dibo
Alexander Turra
Luis Enrique Sánchez

A preparação de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é precedida por uma etapa de planejamento conhecida como definição do escopo – ou seja, do alcance ou da abrangência – do estudo. Nessa etapa são determinadas quais são as informações relevantes que devem ser levantadas e analisadas, assim como as principais perguntas que devem ser respondidas pelo EIA. A cuidadosa definição do escopo é de grande importância para que o EIA tenha foco nas questões relevantes para o processo decisório.

NESTE CAPÍTULO:

1. O que é a definição de escopo na avaliação de impacto de projetos?
2. Engajamento de partes interessadas e a definição do escopo
3. Recomendações para definição do conteúdo técnico mínimo para um Estudo de Impacto Ambiental

6.1 O que é a definição de escopo na avaliação de impacto de projetos?

A etapa de definição do escopo é uma das fases estratégicas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), pois tem como funções: (1) direcionar os estudos para as questões relevantes; (2) estabelecer os limites e o alcance dos estudos a serem realizados; (3) planejar os levantamentos necessários para o diagnóstico ambiental (estudos de base), incluindo pesquisas e coletas de dados; e (4) definir as alternativas do projeto a serem analisadas (Sánchez, 2020). Assim, durante esta etapa, respondem-se questões como: Quais são os principais impactos potenciais a serem considerados? Quais informações são necessárias para caracterizar e dimensionar esses impactos? Há padrões, guias ou procedimentos específicos que devem ser considerados? Quais alternativas tecnológicas e/ou locacionais devem ser consideradas? Quem deve participar do processo de AIA e como deve ser essa participação?

Para responder estas questões, é preciso considerar o princípio da proporcionalidade, que estabelece que os processos e produtos da AIA devem ter o esforço, nível de detalhes, dados e comunicação 'na medida certa': nem menos do que o necessário para tomar uma decisão bem fundamentada e cumprir as exigências legais, nem mais, a ponto de virar um documento longo, caro, pouco compreensível e mais vulnerável a inconsistências (IEMA, 2025). É durante a definição do escopo que se tomam decisões sobre o que é ou deveria ser necessário e suficiente num EIA.

Box 6.1. Proporcionalidade na avaliação de impactos de projetos

Para que seja possível obter resultados mais assertivos em relação à proporcionalidade do processo de AIA, alguns fatores são críticos. O primeiro deles é o nível de organização do planejamento regional, territorial, marinho, ambiental e setorial existente para a área em análise. Quando avaliações estratégicas, planos regionais, zoneamentos, mapas de sensibilidade ambiental, bases públicas de dados e sistemas de monitoramento já identificam áreas críticas, conflitos de uso, componentes ambientais prioritários e lacunas de conhecimento, a definição do escopo de um EIA de projeto pode ser mais direcionado às questões que realmente precisam ser avaliadas para a tomada de decisão. Nesses contextos, há maior possibilidade de evitar diagnósticos excessivamente amplos, repetitivos ou pouco conectados aos impactos potencialmente significativos. Quando esta estrutura de planejamento e gestão não está presente, a experiência mostra que o processo de AIA tende a ficar mais abrangente e/ou mais aprofundado. Isso reforça a importância das recomendações de avaliação do contexto do projeto, conforme **Capítulo 2**.

O segundo fator essencial é a experiência acumulada sobre um determinado setor ou tipo de projeto. À medida que diferentes projetos são avaliados, implantados e monitorados, torna-se mais fácil reconhecer quais impactos tendem a exigir estudos mais aprofundados, quais podem ser adequadamente gerenciados por medidas de mitigação já conhecidas e efetivas, e quais podem ser retirados da avaliação detalhada quando houver justificativa técnica suficiente.

Um estudo de 2025 sobre AIA de projetos de energia eólica offshore no Reino Unido, baseado na análise de 79 casos, reforça esses pontos ao mostrar como a aprendizagem acumulada no setor pode apoiar escopos mais objetivos, relatórios mais claros e avaliações mais consistentes. O estudo também destaca outros elementos necessários para garantir a proporcionalidade sem perda de qualidade técnica, como a padronização do escopo, o uso de linguagem e critérios consistentes, a redução de duplicações, a integração entre avaliação e acompanhamento, e o uso de ferramentas digitais e bases compartilhadas de evidências. É preciso observar, contudo, que a experiência adquirida no Reino Unido não está disponível para a maioria dos ambientes tropicais marinhos.

Referência: OWEKH, The Offshore Wind Evidence Knowledge Hub. (2025). *OWEKH Evidence Review Note: Environmental Impact Assessment*. Disponível em: https://cms.owekh.com/media/Evidence%20Review%20Notes/2025%20OWEKH%20Evidence%20Review%20Note_Environmental%20Impact%20Assessment.pdf

A definição do escopo pode contar com a emissão de Termo de Referência (TR) pelo órgão responsável pela condução da AIA, mas também pode ser derivada de documento proposto pelo empreendedor, com base em diretrizes preestabelecidas (Plano de Trabalho), e validado por uma autoridade responsável pela AIA.

A experiência prática tem demonstrado que, mesmo diante da complexidade dos ambientes costeiro-marinhos, o debate público sobre projetos de grande porte, como os de energia eólica offshore, tende a se concentrar em um conjunto limitado de questões-chave. Tais preocupações frequentemente giram em torno dos impactos sobre a biodiversidade marinha sensível (como recifes de coral, bancos de algas e áreas de reprodução de espécies ameaçadas), a avifauna e a pesca artesanal, que muitas vezes sustenta comunidades tradicionais e vulneráveis.

A definição do escopo deve orientar a elaboração de estudos capazes de organizar a coleta e análise de informações relevantes para a tomada de decisão, reconhecendo riscos, valores locais e prioridades de conservação. Isso significa reconhecer que nem todos os impactos potenciais têm a mesma importância (Capítulo 8) e que os recursos técnicos e institucionais disponíveis devem ser direcionados às questões de maior importância ambiental, social ou econômica.

A definição do escopo do EIA é uma etapa estratégica por definir as questões-chave que devem ser respondidas pelos estudos a serem desenvolvidos e por indicar o grau de detalhamento necessário para adequada compreensão dos impactos esperados.

Nesse sentido, mais do que elencar um longo conjunto de estudos a ser realizado e de indicadores a serem levantados, o escopo deve garantir que evidências apropriadas para responder às questões-chave sejam apresentadas. Em outras palavras, um escopo bem-sucedido deve levar à elaboração de um EIA que forneça respostas quanto à significância dos impactos. O foco deve estar em responder a questões-chave, e não na mera e fragmentada apresentação descritiva dos resultados dos estudos. Para tanto, é fundamental que a proposição dos estudos e a interpretação dos impactos sejam realizadas considerando o nexo causal (Capítulo 5) e os efeitos diretos e indiretos das atividades de um dado projeto, incorporando o entendimento dos componentes e processos do sistema socioecológico e valorizando o papel da ciência na tomada de decisão. Além disso, o escopo deve exigir que as incertezas e lacunas de conhecimento relacionadas às questões-chave sejam adequadamente identificadas e comunicadas.

Quanto mais assertivas e bem delimitadas forem as questões-chave, melhor será a avaliação dos impactos. Essas questões podem estar direcionadas a impactos ambientais (ex.: Qual a redução esperada na abundância de indivíduos na população de uma dada espécie de ave? Qual o incremento e a abrangência do enriquecimento orgânico no sedimento?) e sociais (ex.: Qual a redução na renda da pesca e do setor turístico?). Alternativamente, essas questões podem integrar diferentes impactos e fazer referência à perda de serviços ecossistêmicos (ex.: Quanto aumentará a insegurança alimentar das comunidades pesqueiras? Qual a magnitude e a abrangência espacial e temporal da redução na captura e na estocagem de carbono?). Para tanto, é fundamental considerar os nexos causais e modelar o sistema socioecológico, de modo que modelos quali e quantitativos preditivos (associados às suas incertezas) possam ser implementados. Esse é um aspecto central para a incorporação da GBE (**Capítulo 1**) à AIA.

Reconhecem-se as dificuldades de aplicação de tal abordagem, mas somente mediante testes em escala real poderá haver aprendizagem do conjunto de profissionais de avaliação de impactos - trabalhando em empresas de consultoria, órgãos públicos e proponentes de projetos - para fazer avançar e melhorar a prática de AIA.

EIAs anteriores de projetos do mesmo setor e estudos sobre a área pretendida para receber o projeto são úteis para a definição do escopo, fornecendo informações relevantes sobre os potenciais impactos a serem investigados e as questões-chave a serem respondidas. Outra fonte importante de informações, é o conjunto de políticas públicas e planos socioambientais existentes potencialmente na área afetada, como estratégias de conservação da biodiversidade (como: planos de manejo de áreas protegidas e planos regionais voltados a espécies ameaçadas), planos espaciais marinhos e de gerenciamento costeiro (**Capítulo 2**). Guias técnicos elaborados pela autoridade responsável pelo processo de AIA são uma referência adicional importante para definição do escopo de um EIA (**Box 6.2**).

Box 6.2. A importância dos Guias Técnicos

Mesmo quando os documentos de definição de escopo são detalhados, eles não conseguem esgotar as orientações necessárias para a condução das análises: um EIA envolve múltiplas disciplinas, métodos e decisões técnicas, e muitas exigências dependem de como os estudos são executados e quais parâmetros são considerados. Por isso, guias técnicos elaborados pela autoridade responsável pelo processo de AIA podem ser essenciais para especificar objetivos, métodos e expectativas, reduzindo ambiguidades e aumentando a consistência e a comparabilidade entre estudos.

Um caso de referência internacional (Wood, 2003) é o da Austrália Ocidental. Nesse sistema, a AIA é estruturada com base em fatores ambientais definidos na legislação estadual, e há guias técnicos publicados para cada um dos fatores.

Estes guias apresentam definições, aspectos das interrelações entre fatores, indicam quais perguntas a avaliação precisa responder, como interpretar a significância e especificam informações técnicas que a autoridade considera suficientes. Esses guias estão disponíveis em: www.epa.wa.gov.au/policy-and-guideline-type/environmental-factor-guideline

Em várias jurisdições, as autoridades responsáveis pelo processo de AIA vêm ampliando a produção de orientações técnicas, publicações e normativas que apoiam a definição do escopo e outras etapas da AIA.

Para outros exemplos, ver o caso do Brasil em www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/orientacoes-tecnicas/orientacoes-tecnicas

Indicações de boas práticas para a definição do escopo, compiladas a partir da literatura técnica e científica, são apresentadas no Quadro 6.1 e tratadas nas seções a seguir.

Quadro 6.1. Boas práticas para a definição do escopo de um estudo de impacto ambiental considerando suas principais finalidades (categorias).

Categoria	Boas práticas
Apresentação de informação inicial	1. Resumo dos objetivos do projeto, alternativas e principais características técnicas
	2. Síntese das principais características ambientais
	3. Identificação dos principais requisitos legais aplicáveis e como eles se relacionam com o projeto
	4. Identificação das comunidades afetadas e outras partes interessadas
Determinação do escopo - conteúdo técnico	5. Exame preliminar das alternativas (quantas e/ou quais alternativas serão estudadas)
	6. Identificação abrangente das questões-chave e impactos potenciais
	7. Identificação preliminar da significância dos impactos potenciais
	8. Definição do foco em questões selecionadas e impactos potencialmente significativos
	9. Definição dos limites do estudo (áreas de estudo, limites temporais, componentes do projeto e demais instalações incluídas no estudo)
Envolvimento de partes interessadas	10. Envolvimento das comunidades afetadas e público interessado
	11. Envolvimento de agências governamentais
Gestão do processo	12. Documentação de decisões sobre determinação do escopo
	13. Divulgação de informação para o público e consulta pública
	14. Monitoramento e desenvolvimento do processo de determinação do escopo
	15. Capacitação
	16. Preparação de documentos de orientação

Fonte: traduzido de Borioni *et al.* (2017, p.10).

6.2 Engajamento de partes interessadas e a definição do escopo

A participação pública é essencial para a efetiva incorporação da GBE na AIA (Capítulo 3), pois contribui para a definição do escopo, permitindo integrar diferentes perspectivas e valores ao processo de AIA desde os primeiros momentos. Incluir preocupações e pontos de atenção das comunidades potencialmente afetadas e de outros grupos interessados no escopo dos estudos ambientais amplia a compreensão dos temas que importam para os atores sociais e contribui para identificar potenciais impactos relevantes que poderiam ser negligenciados por uma abordagem exclusivamente técnica.

Ao reconhecer a coexistência de diferentes saberes e racionalidades — científicas e sociais —, a definição do escopo torna-se mais legítima e efetiva, promovendo a articulação entre preocupações técnicas e valores locais, fortalecendo a qualidade e a aceitabilidade dos estudos ambientais. Nesse sentido, é amplamente recomendado que o documento que sintetiza a definição do escopo seja construído a partir da consideração da percepção de partes interessadas, bem como seja disponibilizado para consulta, e incorpore sugestões relevantes. Esse processo pode contribuir para a redução de conflitos e, consequentemente, para um menor tempo até a tomada de decisão (Veronez e Montaño, 2024).

Desse modo, princípios e procedimentos que promovam o engajamento e a participação de diferentes grupos de interesse podem fazer parte das exigências para a elaboração dos estudos ambientais. Exemplos destas estratégias incluem a realização de oficinas participativas, reuniões, audiências públicas ou aplicação de questionários, conforme explorado no Capítulo 3.

A definição do escopo também pode trazer recomendações e requisitos para a apresentação do relatório não técnico, que será submetido à consulta pública realizada como parte da etapa de análise técnica do EIA. Na definição do escopo, podem ser incluídas orientações sobre a linguagem esperada e sobre outros formatos de divulgação das principais informações do EIA. Como exemplo, pode-se orientar a produção de vídeos, a construção de sites interativos, o uso de redes sociais e de tecnologias de simulação com realidade virtual.

6.3 Recomendações para definição do conteúdo técnico mínimo para o Estudo de Impacto Ambiental

Os EIA normalmente contêm quatro partes principais: (1) descrição do projeto e de suas alternativas, (2) diagnóstico da situação atual do ambiente potencialmente afetado, (3) análise dos impactos, (4) medidas necessárias para evitar, reduzir ou compensar os impactos negativos e potencializar os positivos. Naturalmente, os EIAs devem seguir os requisitos legais aplicáveis em cada jurisdição. Este Guia se limita ao conteúdo técnico, que em larga medida independe da legislação.

É importante que sejam apresentadas diretrizes para a Avaliação de Impactos Cumulativos (maiores informações sobre essa avaliação no Capítulo 10). É preciso decidir se impactos cumulativos serão abordados em um capítulo específico do EIA, se serão tratados como parte da análise de todos os impactos, ou se será necessária uma avaliação de impactos de abrangência regional, saindo, neste último caso, do escopo de um EIA.

6.3.1 Descrição do projeto e de suas alternativas

A caracterização de um projeto eólico offshore deve incluir informações como a capacidade instalada, o número de aerogeradores, a área total e a localização. Também é necessário descrever as fases previstas, principais atividades e cronograma de execução. Todas as instalações associadas (Capítulo 4), ainda que não construídas, operadas ou pertencentes ao proponente do parque eólico, devem ser descritas.

Também é importante contextualizar o projeto no âmbito do planejamento setorial e espacial, visando demonstrar sua aderência às diretrizes e aos instrumentos de ordenamento territorial e ambiental. É recomendado verificar a compatibilidade do projeto com planos, zoneamentos e normas, incluindo diretrizes estratégicas, em diferentes níveis de governo, do nacional ao local. É importante que as orientações para a definição do escopo incluam esta análise, pois muitas informações e conexões relevantes podem ser estabelecidas (Capítulo 2), as quais podem ter impacto cumulativo com o projeto em análise (Capítulo 10).

Sobre as alternativas de localização e tecnológicas, podem ser feitas avaliações comparativas, com recomendação ou especificação de critérios técnicos, ambientais e socioeconômicos. Podem ser exploradas, por exemplo, alternativas de altura, tamanho das pás das torres eólicas, e principalmente a distância entre as torres e entre o parque eólico e a costa. Também podem ser explorados traçados para o sistema de transmissão de energia e para a localização das subestações. Podem ainda ser consideradas alternativas de cronograma, visando evitar épocas de reprodução de espécies sensíveis ou importantes cultural ou economicamente para as comunidades tradicionais ou para atividades econômicas locais (ex.: turismo). É considerada boa prática exigir a comparação entre as alternativas de implementação e a não realização do projeto (alternativa zero). Essa abordagem contribui para uma tomada de decisão fundamentada, reforçando a importância da localização, da tecnologia adotada e da compatibilidade com o planejamento existente como elementos centrais da análise ambiental.

6.3.2 Diagnóstico da situação atual do ambiente potencialmente afetado

Sobre a coleta de dados e o diagnóstico, é preciso estabelecer critérios para determinar previamente os impactos potencialmente significativos, a fim de definir quais temas (ou questões-chave) devem ser abordados no EIA e em qual nível de profundidade. Três abordagens complementares têm se mostrado úteis para definir as questões relevantes em um EIA (Sánchez, 2020):

- **Importância de um componente ambiental ou vulnerabilidade das comunidades humanas potencialmente afetadas:** os requisitos legais são critérios fundamentais para selecionar as questões relevantes, pois refletem valores sociais reconhecidos por instrumentos normativos nacionais e tratados internacionais. Entre os temas mais comuns estão a proteção de espécies ameaçadas, ecossistemas sensíveis, como manguezais e recifes de coral, bens culturais e arqueológicos, e restrições ao uso do território terrestre e marinho em áreas protegidas. Convenções internacionais, como a Convenção de Ramsar, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Convenção do Patrimônio Mundial, reforçam esses compromissos.

- **Opinião do público e conhecimento local:** as opiniões, preocupações e conhecimentos das comunidades afetadas devem ser considerados por meio de técnicas apropriadas, como reuniões, questionários ou consultas por escrito, mesmo quando não há exigência legal. Essas contribuições precisam ser interpretadas e incorporadas sistematicamente pela equipe técnica responsável pelo estudo. Além das percepções, o conhecimento local — que inclui saberes sobre o ambiente, os recursos e as dinâmicas temporais — pode enriquecer significativamente a definição do escopo e orientar uma avaliação mais contextualizada e efetiva.

- **Conhecimento anterior, incluindo experiência profissional dos analistas:** documentos de organizações intergovernamentais, não governamentais ou institucionais oferecem diretrizes úteis, como as listas vermelhas da IUCN sobre espécies ameaçadas e as Diretrizes de Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Banco Mundial. O conhecimento científico e iniciativas da sociedade civil frequentemente antecipam temas emergentes, como a importância dos ecossistemas armazenadores de carbono (ex.: turfeiras e manguezais), cuja proteção é relevante para a mitigação das mudanças climáticas. Mudanças climáticas também vêm sendo frequentemente tratadas em estudos tanto para considerar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) geradas pelo projeto quanto para avaliar impactos sobre sumidouros de carbono e a vulnerabilidade do projeto às mudanças climáticas. Além disso, é importante considerar o conhecimento adquirido no processo de aprendizagem, que é natural à AIA (Sánchez; Mitchell, 2017). Nesse sentido, o conhecimento dos analistas, dos consultores e da própria comunidade pode contribuir para a definição do escopo de novos projetos com base em experiências anteriores.

Na etapa de definição do escopo, são tomadas decisões sobre temas e níveis de detalhamento a serem alcançados em um EIA. Na execução, pode-se, contudo, concluir que o conhecimento gerado a partir das coletas de dados, do diagnóstico e da previsão de impacto apresenta incertezas relevantes. Para estes casos, algumas ações são consideradas essenciais desde a definição do escopo (Box 6.3).

Box 6.3. Escopo da Avaliação de Impacto Ambiental em regiões pouco estudadas: como lidar com lacunas de conhecimento e incertezas

- Exigir que os estudos deem transparência quanto a limitações de conhecimento e incertezas sobre as informações apresentadas no EIA, esclarecendo se decorrem das escolhas metodológicas ou de limitações em sua aplicação, e se estão relacionadas à quantidade ou à qualidade das informações disponíveis;
- Para casos em que a ocorrência dos impactos é incerta, é recomendado solicitar estudos de base mais robustos, já demandando avançar na construção de medidas de monitoramento mais abrangentes, seguindo as recomendações da gestão adaptativa (Moretto *et al.*, 2021), que incluem estudos para confirmar, durante a construção e a operação do empreendimento, se os impactos identificados no EIA estão ocorrendo ou não, e se as medidas propostas estão sendo suficientes (ver **Capítulo 11**);
- Quando houver lacunas de conhecimento que representem desafios científicos relevantes, pode-se recomendar que o proponente estabeleça parceria com instituições de pesquisa ou com agências de financiamento de pesquisa científica, buscando propor chamadas de fomento à pesquisa aplicada alinhadas às demandas da AIA em uma região.

Ao avaliar o cumprimento destas recomendações posteriormente nos estudos apresentados para a etapa de análise técnica do EIA, a autoridade de AIA terá mais elementos para tomar decisões sobre a necessidade de solicitar complementações de estudos. Com base no princípio da precaução, incertezas sobre impactos significativos adversos irreversíveis devem ser tratadas com atenção, visando avaliar se as medidas propostas para gestão adaptativa são compatíveis com os impactos residuais previstos, e se estes impactos são ou não aceitáveis.

Uma vez definidos os impactos potencialmente significativos e as questões-chave, o documento de definição do escopo deve indicar, de forma clara, quais componentes ambientais precisam ser caracterizados e avaliados no EIA, bem como o nível esperado de detalhe, recomendações de métodos e de escala espacial e temporal para a análise, e a justificativa para a escolha de métodos.

Pode-se exigir que os critérios de inclusão e exclusão dos impactos a serem abordados no EIA sejam explicitados, bem como que os impactos sejam apresentados claramente conectados às atividades e aos aspectos inerentes ao projeto, em uma cadeia causal (Capítulo 5). Em alguns casos, estão disponíveis orientações específicas sobre quais enunciados de impacto devem ser adotados e sobre o modelo de cadeia causal, como em alguns setores no Brasil (IBAMA, 2026) e na Colômbia (ANLA, 2026), que têm avançado na construção de processos que buscam essa padronização.

6.3.3 Análise dos impactos

O documento de escopo deve orientar quanto à forma como o diagnóstico e a análise de impactos devem ser relacionados, indicando que as informações de base devem ser suficientes para sustentar a previsão e a determinação de significância dos impactos (Duarte; Sánchez, 2020), especialmente dos residuais, e para responder às questões-chave elencadas. Mais detalhes sobre este tema são tratados no Capítulo 8 deste Guia.

6.3.4 Medidas necessárias para evitar, reduzir, compensar os impactos negativos e para potencializar os positivos

Quanto às medidas a serem apresentadas, a definição do escopo pode antecipar expectativas mínimas quanto ao conteúdo. Boas práticas recomendam sempre explicitar como a hierarquia de mitigação será considerada (Capítulo 9). As orientações para a definição do escopo também podem exigir que programas socioambientais específicos sejam adotados, seguindo modelos e predefinições já adotados pelo órgão responsável pela AIA. A lista de medidas e programas deve ser complementada de acordo com os impactos significativos identificados e com as respostas às questões-chave apresentadas no EIA, sempre indicando os parâmetros de avaliação e os fatores considerados no planejamento das medidas.

6.3.5 Conclusão do Estudo de Impacto Ambiental

Recomendações para uma seção de conclusão do EIA são importantes e podem exigir uma síntese clara da análise de viabilidade ambiental do projeto, elaborada à luz do objetivo definido para o estudo. Com base no diagnóstico e no prognóstico, incluindo os impactos cumulativos e os efeitos estimados das medidas de mitigação e compensação propostas, a conclusão deve explicitar os elementos centrais para a tomada de decisão, deixando claro se o objetivo é apenas demonstrar a aceitabilidade dos impactos residuais ou um resultado de impacto positivo. A viabilidade deve ser apresentada como um juízo fundamentado sobre a aceitabilidade dos impactos residuais em relação aos benefícios e às medidas propostas, incluindo incertezas, a serem apreciados pela autoridade responsável pelo processo de AIA, pela comunidade afetada e por outros grupos de interesse, e pelos tomadores de decisão.

Para saber mais

Para mais informação sobre a definição do escopo do EIA, sugerimos consultar Borioni *et al.* (2017), IEMA (2025) e Sánchez (2020).

Referências

ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2023). *Standardization and hierarchization of environmental impacts of projects licensed by ANLA* (J. C. B. Castellanos). https://www.anla.gov.co/images/documentos/protocolos/2024-01-16-anla-est-jerar-imp-amb.pdf

Borioni, R., Gallardo, A. L. C. F., & Sánchez, L. E. (2017). Advancing scoping practice in environmental impact assessment: An examination of the Brazilian federal system. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *35*(3), 200–213. https://doi.org/10.1080/14615517.2016.1271535

Duarte, C. G., & Sánchez, L. E. (2020). Addressing significant impacts coherently in environmental impact statements. *Environmental Impact Assessment Review*, *82*, Article 106373. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106373

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2026). *Publicações*. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/publicacoes/laf-publicacoes

IEMA, Institute of Environmental Management and Assessment. (2025). Delivering proportionality in impact assessment: Thought pieces from UK and international practice. *Impact Assessment Outlook Journal*, *24*, 1–25.

Moretto, E. M., Athayde, S., Doria, C. R. da C., Gallardo, A. L. C. F., Araújo, N. C. de, Duarte, C. G., Branco, E. A., Pulice, S. M. P., & Roquetti, D. R. (2021). Adaptive management in the monitoring stage of the environmental impact assessment. *Estudos Avançados*, *35*(103). https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2021.35103.011

Noble, B. (2020). Transforming IA from the outside in: Capacity and levers for strategic assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *38*(2), 122–125. https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1664811

Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos* (3a ed.). Oficina de Textos.

Sánchez, L. E., & Mitchell, R. (2017). Conceptualizing impact assessment as a learning process. *Environmental Impact Assessment Review*, *62*, 195–204. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.06.001

Sinclair, A. J., Doelle, M., & Gibson, R. B. (2022). Next generation impact assessment: Exploring the key components. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *40*(1), 3–19. https://doi.org/10.1080/14615517.2021.1945891

Veronez, F. A., & Montaño, M. (2024). Comprehensive framework for analysis of EIA effectiveness: Evidence from Espírito Santo State, Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, *108*, Article 107578. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107578

Wood, C. (2003). *Environmental impact assessment: A comparative review* (1st ed.). Routledge.

Capítulo 7

DIAGNÓSTICO E LINHA DE BASE

Ivan Rodrigo Abrão Laurino
Monique Fogaça Fernandes
Lucas Bernardinelli de Souza
Bruno Olian
Misty Azzolini Rizzo
Monique Torres de Queiroz
Alexander Turra

Os impactos de um projeto são avaliados em relação a uma condição de referência, geralmente entendida como uma descrição - ou diagnóstico - das condições atuais dos componentes e processos socioambientais que poderão ser afetados pelas atividades e aspectos relacionados a um projeto. Este capítulo explica o objetivo e a importância do diagnóstico e da construção de uma linha de base – condição de referência para avaliar impactos - bem como os principais componentes a serem abordados e indicadores a serem gerados nessa etapa para posterior identificação, previsão, avaliação, mitigação e monitoramento dos impactos.

NESTE CAPÍTULO:

1 Por que desenvolver um diagnóstico?
2 Como selecionar os componentes e indicadores para o diagnóstico?
3 Como definir a escala espaço-temporal para o diagnóstico?
4 Diagnóstico ambiental marinho
5 Diagnóstico ambiental costeiro e terrestre
6 Diagnóstico social

7.1 Por que desenvolver um diagnóstico?

Um dos objetivos centrais da elaboração de um diagnóstico é caracterizar a área de estudo, aquela que pode ser direta e indiretamente afetada pelo empreendimento, considerando componentes ambientais e sociais vulneráveis aos impactos potenciais de projetos eólicos offshore. Isso inclui entender quais são os ecossistemas, habitats, espécies, comunidades humanas e atividades socioeconômicas e culturais que podem ser afetadas por um novo projeto, fornecendo informações relevantes sobre a sensibilidade destes componentes frente aos impactos esperados. O diagnóstico não se resume a um levantamento descritivo de informações, mas também deve propiciar a compreensão da dinâmica e do funcionamento dos sistemas socioecológicos que poderão ser afetados pelo projeto, conhecimento que amplia a capacidade de identificação e análise dos impactos sob a ótica da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE). Componentes prioritários podem ser identificados e parte deles ser selecionada para o monitoramento antes e durante as fases de instalação e operação do projeto. Desta maneira, o objetivo do diagnóstico também inclui criar uma linha de base (baseline) para estes componentes (Brooks *et al.*, 2018; Laurino *et al.*, 2025).

A **linha de base** é a condição de referência (antes do início da instalação e operação do projeto) de aspectos ambientais e sociais que posteriormente poderão ser utilizados como indicadores de impactos ao longo da etapa de acompanhamento (**Capítulo 11**). Tal condição de referência também é fundamental para o prognóstico, ou seja, a previsão dos impactos, e para a determinação de suas significâncias (**Capítulo 8**). Em outras palavras, a elaboração da linha de base é uma etapa fundamental que alicerça todo o processo de AIA.

Esse papel central demonstra o quão importante é prezar por uma abordagem dirigida no diagnóstico, visando evitar o gasto de recursos com o levantamento de dados que pouco (ou nada) contribuirão para a análise de impacto e posterior acompanhamento (Wilding *et al.*, 2017). Nesse sentido, sob a visão da GBE (**Capítulo 1**), um diagnóstico focado é aquele que considera o levantamento efetivo da condição de referência de componentes e indicadores, estabelecendo relações claras de causa e efeito com o projeto, dedicados a responder às questões-chave que o Estudo de Impacto Ambiental deve endereçar. A partir dessas informações, é possível registrar alterações dos valores mensurados na linha de base durante a etapa de acompanhamento e aferir se a avaliação dos impactos foi precisa e se as medidas mitigadoras foram apropriadas (Laurino *et al.*, 2025).

O diagnóstico não deve ser uma coleção exaustiva de múltiplas informações compartimentadas, mas sim uma caracterização focada em componentes e indicadores que possuam um reconhecido significado dentro da cadeia causal do projeto.

7.2 Como selecionar os componentes e indicadores para o diagnóstico?

Visto que não é prático e nem necessário que todos os parâmetros de todos os componentes ambientais e sociais de um determinado local alvo sejam mensurados no diagnóstico, alguns critérios devem ser seguidos para a seleção de componentes e indicadores prioritários (Stephenson, 2021). Para definir critérios de seleção de componentes, é necessário considerar sua importância ecológica, social ou econômica, bem como aspectos legais, o conhecimento tradicional, a opinião do público e as experiências prévias (**Capítulo 6**).

> **O que são componentes e indicadores?**
> Os componentes de um diagnóstico podem ser diferentes atributos físicos do ambiente, grupos da biota, espécies particulares, habitats, atividades específicas, comunidades pesqueiras ou qualquer outro atributo socioambiental que terá parâmetros mensurados durante a elaboração do diagnóstico e linha de base. Já os chamados indicadores são os parâmetros específicos que serão mensurados e posteriormente monitorados para cada componente, como, por exemplo, a abundância de uma espécie alvo, a extensão de um habitat, ou a frequência de ocorrência de uma atividade cultural na área (Laurino *et al.*, 2025).

Contudo, além de considerar estas questões, a base central para a definição de prioridades do diagnóstico deve ser a cadeia causal de impactos do projeto (**Capítulo 5**), a qual deve ser construída na fase de elaboração do escopo (**Capítulo 6**), antes de começarem o levantamento bibliográfico sobre as informações existentes e os trabalhos de campo para o levantamento de dados primários para o diagnóstico e linha de base. O engajamento de atores locais nessa discussão sobre componentes prioritários e suas percepções sobre a vulnerabilidade destes componentes ao projeto é um passo importante nesse processo (**Capítulos 3** e **6**). A obtenção e análise de dados secundários sobre os múltiplos atributos socioambientais da área de estudo também é necessária para compreender quais são os principais componentes locais e seus papéis dentro da cadeia causal esperada para o projeto. Trabalhos de campo para a obtenção de dados primários sobre os diferentes componentes também são fundamentais, especialmente para aqueles com graves lacunas locais (falta de dados secundários) e/ou alta importância para a previsão dos impactos e compreensão dos processos de causalidade.

A importância da cadeia causal para a definição de prioridades do diagnóstico justifica-se pelo fato de que ela funciona como um modelo conceitual ecossistêmico que reflete o nexo entre as atividades e aspectos (i.e., pressões) do projeto e os diferentes componentes afetados. Essa abordagem aproxima o levantamento de dados à perspectiva da GBE por considerar a complexidade do sistema socioecológico (**Capítulo 1**). A partir dela, é possível identificar quais atributos socioambientais são receptores dos diferentes impactos esperados e, assim, devem ser selecionados ou priorizados como componentes do diagnóstico. Da mesma forma, a cadeia causal auxilia a evidenciar quais parâmetros específicos e mensuráveis de cada componente poderão sofrer alterações frente às diferentes atividades e aspectos do projeto, sinalizando potenciais indicadores para a linha de base e monitoramento. Conexões entre diferentes componentes e parâmetros também podem ser identificadas na cadeia causal, facilitando a seleção de indicadores que reflitam processos causais em cascata (Wang *et al.*, 2024).

Tais indicadores de causalidade baseados em processos, por sua vez, são de alta utilidade para o diagnóstico, pois permitem compreender de forma holística e integrada o fluxo de mudanças dentro do sistema socioecológico no qual o projeto se insere. Após compreendidos os diferentes processos de causa e efeito, as relações entre componentes e o significado socioecológico dos indicadores (aderência às questões-chave), o futuro monitoramento pode ser focado em um ou poucos parâmetros que representem cada processo de forma abrangente. A Figura 7.1 ilustra como o nexo da cadeia causal pode ajudar a identificar tais indicadores em componentes bentônicos, os quais podem ser mensurados no diagnóstico e, futuramente, utilizados para o monitoramento. Essa abordagem de indicadores holísticos é fundamental para aproximar a análise de impactos dos princípios da GBE (Capítulo 1), visto que considera importantes conexões entre múltiplos componentes e fomenta a interdisciplinaridade na avaliação de processos (Laurino *et al.*, 2025).

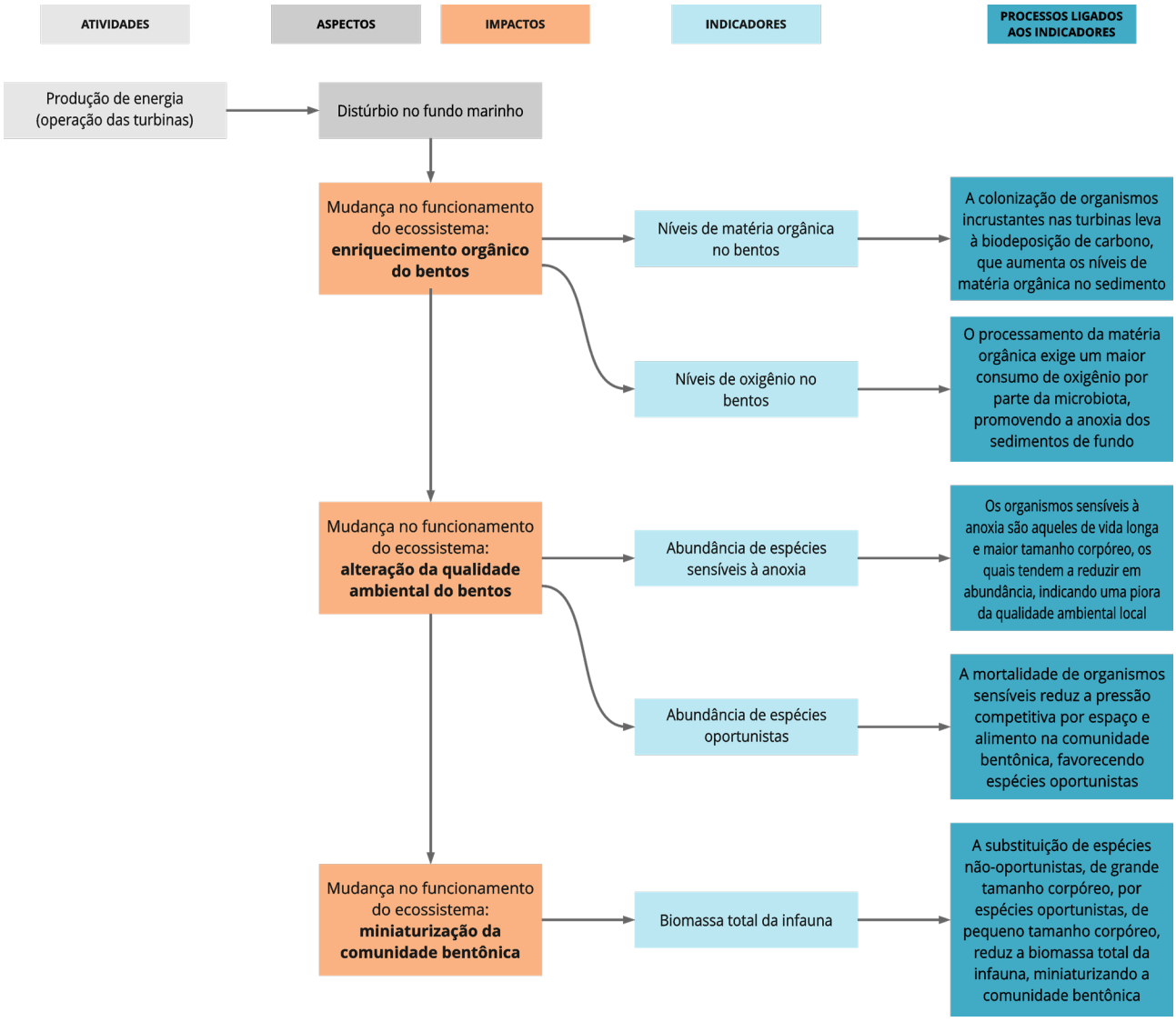


Figura 7.1. Esquema exemplificando como a cadeia causal evidencia os principais indicadores a serem produzidos no diagnóstico, buscando priorizar parâmetros que sejam mais adequados para a compreensão do processo causal. Nesse caso, a figura ilustra o processo de enriquecimento orgânico no ambiente bentônico e alteração da qualidade ambiental local que pode ocorrer no substrato no entorno de turbinas eólicas offshore em operação (ver Lu *et al.*, 2020).

7.3 Como definir a escala espaço-temporal para o diagnóstico?

Simultaneamente à definição de componentes e indicadores prioritários, é necessário que se defina a abrangência da área a ser considerada para o levantamento de dados do diagnóstico (escala espacial). Embora a área de influência direta e indireta do projeto só possa ser definitivamente compreendida após a análise de impacto, é importante que se estabeleça a área de estudo do diagnóstico considerando potenciais limites espaciais que razoavelmente projetem o alcance de influência do futuro parque eólico. Isso depende, a princípio, das características e dimensões do projeto, como sua localização em relação à costa, o número de turbinas e seu modelo (fixas ou flutuantes), a extensão e quantidade de cabos de transmissão e as características das subestações offshore e onshore, dentre outras questões. Contudo, para certos componentes, o levantamento de informações restritas a estas potenciais áreas de influência do projeto pode não trazer uma visão apropriada (representativa) para a linha de base e, consequentemente, para o futuro monitoramento (Stephenson, 2021).

Por exemplo, a presença do empreendimento pode desencadear o "**efeito barreira**" e modificar as rotas de movimentação de organismos como mamíferos, tartarugas, aves e peixes. Tais modificações somente poderão ser compreendidas por inteiro se valores de referência destas rotas completas forem obtidos durante a linha de base, o que muitas vezes necessitará englobar locais consideravelmente mais distantes do projeto.

Assim, entender a escala dos processos socioecológicos nos quais os componentes selecionados estão envolvidos é fundamental para a definição da área de estudo, o que inclui entender a extensão dos habitats selecionados para o diagnóstico, a potencial área de vida dos organismos priorizados e a distribuição das atividades de comunidades tradicionais alvo. Adicionalmente, caracterizar áreas que potencialmente continuarão sob baixa ou nenhuma influência após o início da instalação do projeto também é importante para determinar as áreas de referência (áreas-controle) do monitoramento futuro (ver Capítulo 11 para mais detalhes sobre áreas-controle).

A área de estudo do diagnóstico geralmente é maior do que a área de influência do projeto. É importante que o levantamento de dados seja feito em uma escala espacial adequada a escala dos processos socioecológicos em análise, a qual normalmente extrapola a área de influência do projeto. Lembre-se também que, visando criar referências para o monitoramento, é importante que a área de estudo do diagnóstico inclua áreas sem a influência do projeto, as quais futuramente podem ser utilizadas como áreas-controle (ver **Capítulo 11**).

Além da abrangência espacial, o período de duração das amostragens de linha de base também deve ser apropriadamente definido visando um diagnóstico robusto. Processos socioecológicos não são estáticos, poucos componentes e indicadores podem ser efetivamente caracterizados em coleta única (chamada "amostragem fotográfica"). A maioria dos componentes priorizados necessita de múltiplas observações para que sua dinâmica seja efetivamente caracterizada. Isso é fundamental para que o monitoramento futuro seja capaz de diferenciar as variações atuais dos componentes, incluindo variações naturais e variações causadas por outras pressões já existentes (como as mudanças climáticas - **Box 7.1**), daquelas que serão causadas pela instalação e operação do projeto.

Por exemplo, muitas espécies apresentam variações sazonais naturais de abundância. Se estas forem amostradas unicamente em uma estação do ano e, eventualmente, esta for a estação de baixa abundância, o diagnóstico será formado por valores de linha de base subestimados. Da mesma forma, a dinâmica das espécies pode variar de um ano para outro, especialmente devido a fenômenos como o El Niño. Assim, o ideal é que a escala temporal do diagnóstico englobe mais de um ano de amostragem, com coletas em todas as estações do ano, visando capturar a dinâmica atual dos processos envolvendo os múltiplos componentes (Methratta, 2024). Destaca-se, contudo, que o nível de detalhamento e a abrangência da escala, tanto temporal quanto espacial, devem ser condicionados ao nível de incerteza relevante para a tomada de decisão, evitando atrasos desnecessários no processo decisório.

Caso o diagnóstico esteja sendo feito para uma análise de impactos cumulativos (Capítulo 10), a escala temporal da linha de base deve ser expandida para múltiplos anos visando compreender o histórico de impactos que os componentes avaliados vêm sofrendo ao longo dos anos, antes da chegada do novo parque eólico. Especialmente nesses casos, é fundamental que o diagnóstico apresente uma análise retrospectiva dos componentes, avaliando a dinâmica temporal das suas relações com o meio natural e com as pressões do passado e do presente na área de estudo.

Diferentes componentes apresentam dinâmicas distintas no espaço e no tempo, o que implica a necessidade de escalas diferenciadas para a amostragem de cada um deles. Contudo, múltiplas conexões entre os diferentes componentes existem dentro de um sistema socioecológico, de modo que a variação de um componente pode levar a efeitos em cascata que atinjam outros componentes. Nestes casos, é importante que as escalas espaço-temporais adotadas para os diferentes componentes sejam o mais pareadas possível, visando um diagnóstico integrado (Stephenson, 2021).

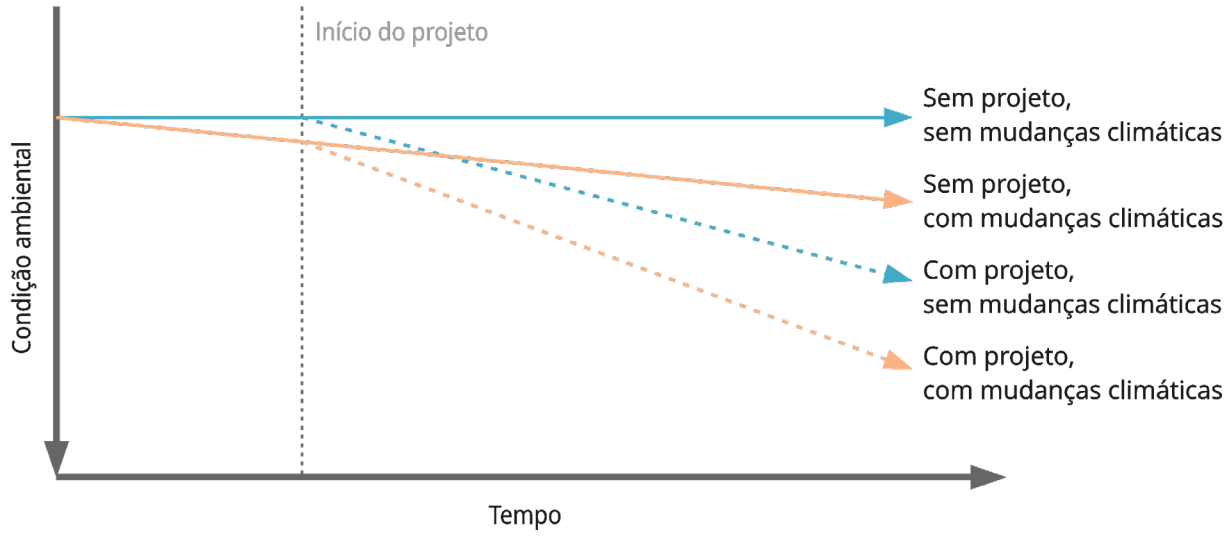
Uma alteração no meio físico, por exemplo, leva a alterações no meio biótico que podem gerar consequências socioeconômicas. Essa cascata de eventos só poderá ser observada se os indicadores físicos, bióticos e socioeconômicos envolvidos forem mensurados nas mesmas escalas, tanto durante o diagnóstico e linha de base, como no prognóstico e acompanhamento. Por exemplo, dificilmente será possível conectar impactos nos peixes a impactos nas atividades pesqueiras se os indicadores destes dois componentes forem medidos em locais distintos e em diferentes períodos. Portanto, o levantamento de informações deve ser o mais integrado possível no espaço e no tempo para que as conexões existentes fiquem claras.

Box 7.1. Mudanças climáticas no diagnóstico - evolução da linha de base

As **mudanças climáticas** são um dos principais fatores de pressão e impactos sobre a biodiversidade e outros componentes dos sistemas ecológicos e sociais (IPBES, 2019; IPCC, 2023). Portanto, para uma avaliação de impactos qualificada é preciso considerar este indutor de mudanças e seus efeitos sobre o ambiente e componentes que também serão afetados pelo projeto (Byer *et al.*, 2018, EU Directive 2014/52/EU; Sparling *et al*; 2017).

Sob a perspectiva da Gestão de Base Ecossistêmica, as mudanças climáticas enfatizam o caráter dinâmico dos sistemas socioecológicos em que os projetos estão inseridos; ou seja, a linha de base não é algo estático e sua evolução em diferentes cenários climáticos deve ser compreendida (Byer *et al.*, 2018; EC, 2013). A linha de base futura representa as tendências ou cenários ambientais sem o projeto e apresenta o comportamento dos componentes sensíveis sobre cenários de mudanças climáticas, sobre os quais, então, irão se acumular os efeitos do projeto (figura) (Byer *et al.*, 2009; Sparling *et al*, 2017, IEMA, 2020; EC, 2013) (**Capítulo 10** - Impactos cumulativos).

Estudos retrospectivos que incorporem mudanças climáticas e outras pressões adicionais são recomendados para melhor compreender a dinâmica dos ecossistemas e apoiar as previsões de impactos cumulativos (Laurino *et al.*, 2025). É importante que a incerteza das projeções e efeitos das mudanças climáticas sejam reconhecidos no processo da AIA, facilitando a gestão adaptativa frente aos desafios de aprimoramentos para a tomada de decisão e adaptação (EC, 2013; Sparling *et al.*, 2017).



Fonte: adaptada de Byer; Lalani; Yeomans, 2009

7.4 Diagnóstico ambiental marinho

A seleção de componentes prioritários para o diagnóstico ambiental marinho leva principalmente em consideração os habitats e grupos biológicos vulneráveis às atividades de instalação e operação das estruturas offshore, como turbinas, cabos de transmissão e subestações.

Dentre os principais componentes importantes para o diagnóstico do ambiente marinho (Figura 7.2), destacam-se a coluna d'água, a comunidade planctônica (plâncton), a comunidade e habitats bentônicos (bentos, incluindo sedimentos e recifes), e a comunidade nectônica (nécton).

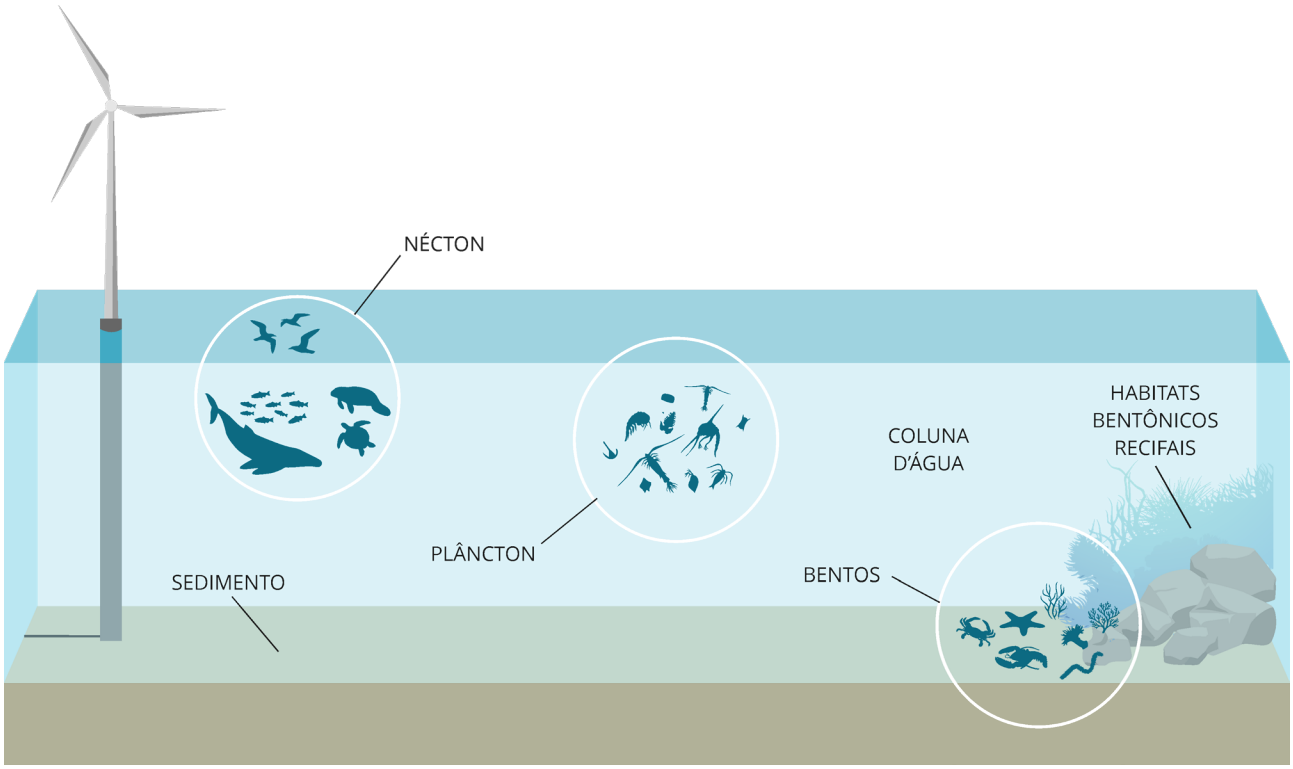


Figura 7.2. Esquema ilustrando os principais componentes do meio marinho e que podem ser afetados pelos parques eólicos offshore.

O Quadro 7.1 traz uma síntese destes componentes e recomendações de indicadores prioritários a serem potencialmente considerados no diagnóstico, os quais serão discutidos nos subtópicos a seguir. O quadro também traz previsões preliminares sobre as possíveis respostas que estes indicadores apresentarão frente aos impactos do projeto, identificados ao longo da elaboração da cadeia causal (Capítulo 5).

Quadro 7.1. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico ambiental marinho, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos dos parques eólicos offshore.

Componentes prioritários	Indicadores prioritários	Previsões preliminares das principais respostas esperadas
Coluna d'água	Níveis de turbidez da água	Tende a aumentar devido a ressuspensão de sedimentos
	Velocidade das correntes de fundo ou tamanho do grão do sedimento de fundo (granulometria)	Pode aumentar ou diminuir, dependendo das alterações hidrodinâmicas na fase de operação
Comunidade planctônica	Biomassa total de fitoplâncton	Tende a diminuir na instalação devido ao aumento da turbidez. Pode aumentar com a ressuspensão de nutrientes e o enriquecimento orgânico, especialmente na operação
	Biomassa total de zooplâncton	Tende a variar como consequências trófica das alterações no fitoplâncton
Habitats bentônicos	Níveis de matéria orgânica no sedimento	Tende a aumentar devido ao enriquecimento orgânico bentônico
	Níveis de oxigênio no fundo marinho	Tende a diminuir devido ao enriquecimento orgânico bentônico
Comunidade bentônica	Riqueza de espécies	Tende a aumentar devido a atração de espécies recifais, mas pode diminuir se a perda de espécies de ambientes sedimentares e a depleção de oxigênio for elevada
	Abundância de oportunistas infaunais	Tende a aumentar com a degradação do leito marinho e o enriquecimento orgânico dos sedimentos (quando ocorre anoxia)
	Abundância de não-oportunistas infaunais	Tende a diminuir com a degradação do leito marinho e o enriquecimento orgânico dos sedimentos (quando ocorre anoxia)
	Biomassa total da infauna	Tende a diminuir com a substituição de espécies não-oportunistas por espécies oportunistas
	Abundância de invertebrados e peixes epibentônicos de substratos inconsolidados (sedimentares)	Tende a diminuir devido a substituição de ambientes sedimentares (inconsolidados) por ambientes recifais artificiais (consolidados)
	Abundância de invertebrados e peixes epibentônicos de substratos consolidados (recifais)	Tende a aumentar devido a substituição de ambientes sedimentares (inconsolidados) por ambientes recifais artificiais (consolidados)
	Proporção entre espécies não-nativas / nativas nos habitats de entorno	Tende a aumentar devido à potencial colonização e dispersão de espécies exóticas nos novos habitats artificiais
Comunidade nectônica	Abundância de peixes, tartarugas, mamíferos e aves marinhas	Tende a aumentar devido ao efeito recife e o efeito refúgio
	Biomassa de peixes	Tende a aumentar devido ao efeito recife e o efeito refúgio
	Riqueza de espécies	Tende a aumentar devido ao efeito recife e o efeito refúgio
	Uso do habitat	Tende a variar (evitamento ou atração) dependendo da espécie
Comunidade nectônica e bentônica	Abundância de espécies sensíveis ao ruído	Tende a diminuir devido ao aumento do ruído subaquático
	Comportamento de espécies sensíveis ao ruído	Tende a variar, com respostas dependentes da espécie
	Comportamento de espécies sensíveis a campos eletromagnéticos	Tende a variar, com respostas dependentes da espécie

7.4.1 Coluna d'água e plâncton

A coluna d'água e a comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) são importantes componentes do diagnóstico ambiental marinho. Alterações na coluna d'água resultantes da ressuspensão de sedimentos durante as atividades de instalação exigem a caracterização de diferentes parâmetros físicos da água, como seus níveis de turbidez, os quais tendem a aumentar. O aumento da turbidez durante a instalação tende a reduzir a penetrabilidade luminosa da coluna d'água, afetando o fitoplâncton e, consequentemente, a produtividade primária local.

Um importante parâmetro a ser caracterizado, que posteriormente servirá como indicador desse impacto, é a biomassa fitoplanctônica local. Entender os valores de referência para esse parâmetro, antes do início da instalação, é fundamental para que, durante o monitoramento, a redução da biomassa fitoplanctônica possa indicar eventos de alta ressuspensão de sedimentos, com impactos na penetrabilidade luminosa e na produção primária local (Wang *et al.*, 2024).

Vale ressaltar que a ressuspensão de sedimentos e consequente aumento da turbidez da água não é um impacto exclusivo da fase de instalação, podendo também ocorrer durante a operação do projeto. A presença física das turbinas em operação muda a hidrodinâmica local, podendo aumentar o fluxo hídrico e de sedimentos na coluna d'água. Desse modo, indicadores de hidrodinâmica, como a velocidade das correntes locais e a granulometria dos sedimentos de fundo devem ser caracterizados no diagnóstico. A granulometria do sedimento, em particular, é um parâmetro que permite evidenciar processos de erosão (aumento do tamanho médio do grão) e deposição (diminuição do tamanho médio do grão) em decorrência das mudanças de hidrodinâmica.

A caracterização da biomassa fitoplanctônica também é um indicador importante para a fase de operação, visto que, além das mudanças hidrodinâmicas, o enriquecimento orgânico bentônico pode afetar a produtividade primária e os níveis de oxigênio local (Daewel *et al.*, 2022). O aumento do fluxo de nutrientes relacionados à ressuspensão dos sedimentos e as comunidades incrustantes nas turbinas também tende a influenciar o fitoplâncton e a produtividade primária.

Considerando que o fitoplâncton é a base da teia trófica marinha, é esperado que os impactos nesses componentes sejam refletidos em níveis tróficos superiores. Deste modo, a biomassa do zooplâncton, principais consumidores primários da coluna d'água, configura-se como mais um indicador importante, capaz de detectar eventuais efeitos em cascata ao longo da teia trófica (Wang *et al.*, 2019).

7.4.2 Organismos e habitats bentônicos

Organismos bentônicos (invertebrados e peixes demersais) e seus habitats estão dentre os principais componentes a serem considerados em projetos de parques eólicos offshore. Um primeiro objetivo do diagnóstico do componente bentônico é mapear os diferentes habitats locais visando identificar aqueles sensíveis à instalação e operação do projeto. Isso inclui habitats como os recifes de corais e os bancos de rodolitos, por exemplo (Figura 7.3). Tal mapeamento pode direcionar decisões sobre a localização do projeto, visando evitar áreas sobrepostas ou próximas a estes habitats. Ademais, o diagnóstico deve capturar condições de referência sobre a composição da comunidade bentônica na área selecionada, elencando indicadores apropriados para evidenciar as mudanças previstas após o início do projeto.

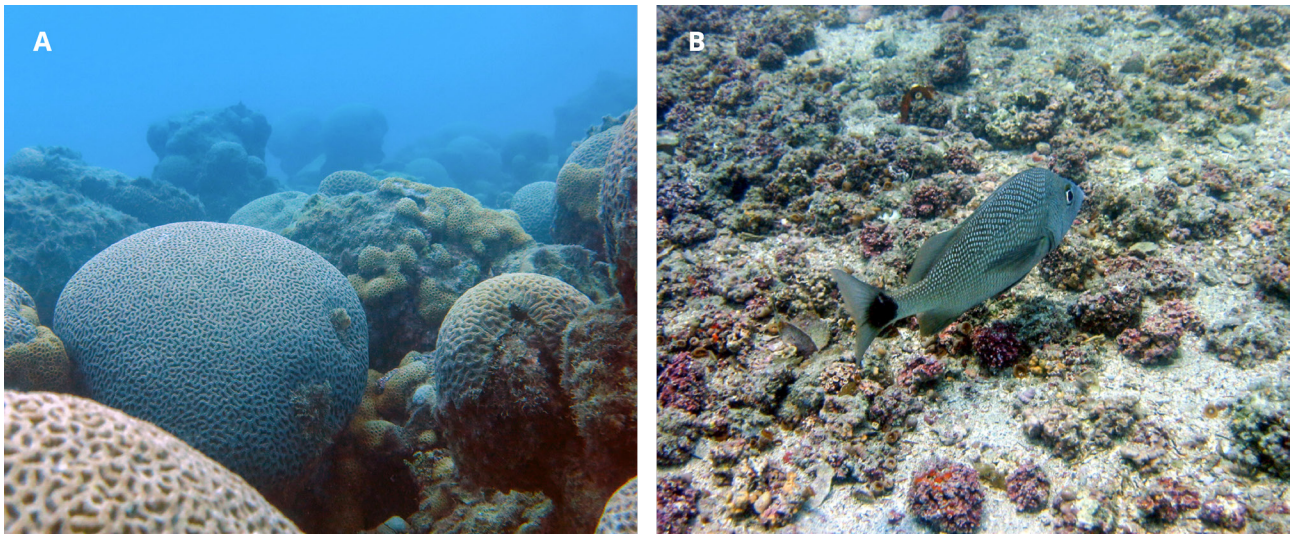


Figura 7.3. Exemplos de habitats bentônicos tropicais, prioritários para o diagnóstico do ambiente marinho em projetos de parques eólicos offshore. A) Recife de coral, com destaque para o coral-cérebro, família Mussidae (fonte: Wikimedia Commons). B) Banco de rodolitos (foto de Rosana Rocha).

Sabe-se que a fase de instalação de usinas eólicas offshore promove perturbações severas no leito marinho, o que causa a destruição de habitats e a mortalidade de organismos. O projeto também insere habitats artificiais no ambiente que perduram ao longo da fase de operação, o que pode modificar significativamente o funcionamento do sistema bentônico.

A colonização de espécies incrustantes nestes habitats artificiais muda o fluxo de carbono e oxigênio local, enriquece organicamente os sedimentos do entorno e atraí organismos de maior mobilidade, como crustáceos e peixes típicos de ambientes recifais (Griffin *et al.*, 2016; Dannheim *et al.*, 2020). Com isso, a comunidade bentônica tende a mudar sua composição, podendo passar a ser dominada por invertebrados infaunais adaptados a maiores teores de matéria orgânica no sedimento e espécies epibentônicas recifais.

Neste contexto, a riqueza local de espécies bentônicas destaca-se como um dos principais indicadores a serem utilizados, pois essa pode apontar se, de modo geral, houve perda ou ganho de biodiversidade bentônica com a chegada do projeto.

A abundância de organismos também pode ser um indicador útil, porém, como alguns organismos tendem a reduzir em abundância enquanto outros tendem a aumentar, a avaliação da abundância total da comunidade pouco informará sobre os impactos sofridos. Em contrapartida, a abundância ponderada por grupos ecológicos relacionados à história de vida e funções das diferentes espécies tende a ser bastante informativa.

Por exemplo, a degradação do leito marinho e o enriquecimento orgânico dos sedimentos, especialmente quando associado à anoxia local, favorecem a substituição de espécies infaunais de vida longa e grande tamanho corpóreo por espécies infaunais oportunistas (organismos pequenos de vida curta). Nesse sentido, caracterizar a abundância total de oportunistas e não-oportunistas durante o diagnóstico é fundamental para futuramente evidenciar essas mudanças no monitoramento.

Adicionalmente, a biomassa total da comunidade também se destaca como um importante indicador, pois ela pode evidenciar um processo de "miniaturização" da comunidade (Lu *et al.*, 2020) devido a essa substituição de organismos grandes (alta biomassa) por pequenos (baixa biomassa).

Da mesma forma, invertebrados e peixes epibentônicos de ambientes sedimentares (substratos inconsolidados) tendem a ser substituídos por espécies recifais (de substratos consolidados). Essa alteração pode ser evidenciada utilizando a abundância destes distintos grupos como indicadores durante a linha de base e, posteriormente, no monitoramento (Griffin *et al.*, 2016). Além disso, espécies não-nativas podem se proliferar devido ao tráfego de embarcações e à criação dos novos habitats, sendo importante que o diagnóstico identifique tais espécies na área e sua relação de proporção com espécies nativas nos habitats naturais do entorno.

Em regiões tropicais, como a costa brasileira, estruturas artificiais vêm se destacando como um determinante vetor de proliferação de diversas espécies não-nativas, incluindo o Coral-Sol (**Box 7.2**) e outros representantes de grupos como os briozoários e as ascídias (Soares *et al.*, 2022; Martinez *et al.*, 2026). Isso demonstra a necessidade crucial de mapear tais espécies nas proximidades de um futuro projeto, visando gerar previsões sobre uma potencial contribuição das estruturas artificiais a serem instaladas para a proliferação de espécies não-nativas em habitats naturais.

A análise conjunta de todos estes indicadores poderá sinalizar a condição de referência da composição das comunidades bentônicas e da qualidade ecológica de seus habitats, principalmente se somados à medição e à previsão de alteração de indicadores físico-químicos, como a granulometria e os níveis de matéria orgânica e oxigênio nos sedimentos. Vale destacar que muitos crustáceos, moluscos e peixes bentônicos são sensíveis à poluição sonora, portanto, a presença e abundância destes grupos (i.e., sensíveis ao ruído) também é um importante indicador a ser caracterizado no diagnóstico em conjunto com à avaliação dos níveis de ruído.

Box 7.2. A proliferação de espécies não-nativas é uma preocupação central em regiões tropicais e subtropicais: o caso do Coral-Sol

Ecossistemas marinhos tropicais usualmente são um ambiente favorável para a proliferação de espécies não-nativas. No Atlântico Sul Ocidental, a invasão por Coral-Sol (gênero *Tubastraea*) vem impactando gravemente recifes naturais da região. A introdução das estruturas dos parques eólicos offshore no meio marinho tende a criar novos habitats artificiais, o que pode intensificar a colonização e proliferação deste coral invasor.

O aumento local do fluxo de embarcações durante a instalação e operação dos parques eólicos também contribuirá para essa problemática, tendo em vista que os navios são os principais vetores de entrada destas espécies invasoras em uma nova área. Como ambientes quentes são propícios para o Coral-Sol, é factível que, especialmente no Brasil, estes invasores estejam dentre os principais colonizadores das porções submersas das turbinas eólicas a serem instaladas.



Tal situação pode ser agravada pelo atual cenário de mudanças climáticas, com o aumento da intensidade de ondas de calor na região. Esses eventos climáticos promovem o branqueamento e mortalidade de corais nativos, facilitando a invasão dos recifes por Coral-Sol. Entender o potencial de colonização e dispersão desta e de outras espécies não-nativas nas áreas previstas para instalação e operação de eólicas offshore é fundamental para evitar que os novos projetos agravem o problema.

Coral-sol (Fonte: Wikimedia Commons).

Variadas técnicas de amostragem do ambiente bentônico podem ser úteis para mensurar tais indicadores, tanto no diagnóstico como no monitoramento. Estas incluem o uso de amostradores de sedimentos de fundo (como dragas), o uso de filmagem do leito marinho, o mergulho autônomo ou mesmo o uso redes de arrasto para a coleta de peixes e invertebrados epibentônicos (ver Capítulo 11 para um maior detalhamento sobre técnicas de amostragem).

7.4.3 Organismos nectônicos

Organismos nectônicos desempenham um papel crucial na provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como a segurança alimentar e a estabilidade econômica de populações humanas, por meio de recursos pesqueiros. Estes também contribuem para a ciclagem de nutrientes, fundamental para a manutenção da saúde dos ecossistemas marinhos e a regulação climática (Hooper *et al.*, 2017).

Adicionalmente, muitas dessas espécies são de grande importância para o turismo de observação, gerando benefícios econômicos e favorecendo a conservação da biodiversidade marinha. Assim, a inclusão de organismos nectônicos como componentes prioritários do diagnóstico de projetos de parques eólicos offshore é imprescindível, não apenas para assegurar a manutenção desses serviços ecossistêmicos, mas também para a conservação a longo prazo. Diferentes atividades das fases de instalação e operação de parques eólicos offshore podem afetar os organismos nectônicos. O chamado efeito recife promovido pelas estruturas artificiais instaladas tende a resultar em um aumento geral da biodiversidade no seu entorno, atraindo uma variedade de organismos nectônicos, como peixes, tartarugas, aves aquáticas e mamíferos marinhos (Figura 7.4). A criação de refúgios devido à exclusão de pesca na região potencializa o efeito recife, mas também aumenta o risco de atropelamento por embarcações de manutenção.



Figura 7.4. Exemplos de organismos nectônicos tropicais, prioritários para o diagnóstico ambiental marinho em projetos de parques eólicos offshore. A) Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*); B) Peixe-boi (*Trichechus manatus*); C) Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*); D) Golfinho-rotador (*Stenella longirostris*); E) Albatroz-de-bico-amarelo-do-atlântico (*Thalassarche chlororhynchos*); F) Atum (gênero *Thunnus*) (Fonte: Wikimedia Commons).

Durante a fase de instalação, o ruído subaquático pode impactar a comunicação e o comportamento de mamíferos marinhos, levando à mudança de área de vida, enquanto os campos eletromagnéticos dos cabos de transmissão podem afetar a orientação de tartarugas, tubarões e raias.

Os sistemas de ancoragem, por sua vez, aumentam o risco de emaranhamento, e algumas aves pelágicas, atraídas pela oferta de alimento, enfrentam risco de colisão com as turbinas. Além disso, outras espécies evitam os parques, deslocando-se para habitats subótimos, o que compromete sua produtividade e sobrevivência.

Diante desses possíveis impactos, é essencial que o diagnóstico ambiental considere estes organismos nectônicos como componentes prioritários e seja orientado por indicadores-chave para monitorar as mudanças decorrentes do projeto. Isso inclui compreender a história de vida das espécies, o uso do habitat, os padrões de comportamento e os níveis de ruído subaquático ao qual estes estão submetidos.

A história de vida das espécies e o entendimento do uso do habitat permitem uma compreensão profunda das fases críticas de desenvolvimento e reprodução, ajudando a identificar alterações que possam comprometer a sobrevivência das espécies.

O ruído subaquático, por sua vez, pode afetar diretamente os comportamentos de alimentação, reprodução, vocalização e migração, prejudicando as interações entre os organismos e o ambiente (Wright *et al.*, 2020).

Para as aves aquáticas, a altura do voo é um indicador crucial, já que pode evidenciar os impactos dos parques eólicos sobre suas rotas migratórias e seus comportamentos (Cleasby *et al.*, 2015). A medição destes indicadores, tanto no diagnóstico como no monitoramento, pode ser feita via observação direta em campo, ou mesmo com o uso de técnicas avançadas que incluem o rastreamento por satélite, o monitoramento acústico e o levantamento de espécies por DNA ambiental (ver **Capítulo 11** para um maior detalhamento sobre técnicas de amostragem).

7.5. Diagnóstico ambiental costeiro e terrestre

A instalação e operação de parques eólicos offshore geram impactos que se estendem para além do ambiente marinho, afetando também ecossistemas costeiros e terrestres. Deste modo, a seleção de componentes prioritários para o diagnóstico também deve incluir componentes relacionados a esses ambientes e sua biodiversidade, considerando principalmente os habitats e grupos biológicos vulneráveis às atividades de instalação e operação das estruturas onshore, como cabos de transmissão e subestações de energia, assim como aos impactos induzidos pelas atividades de construção e pelo aumento da disponibilidade de energia.

Dentre os principais componentes importantes para o diagnóstico ambiental costeiro e terrestre (Figura 7.5), destacam-se os habitats costeiros, a flora costeira, os vertebrados terrestres e os vertebrados voadores.

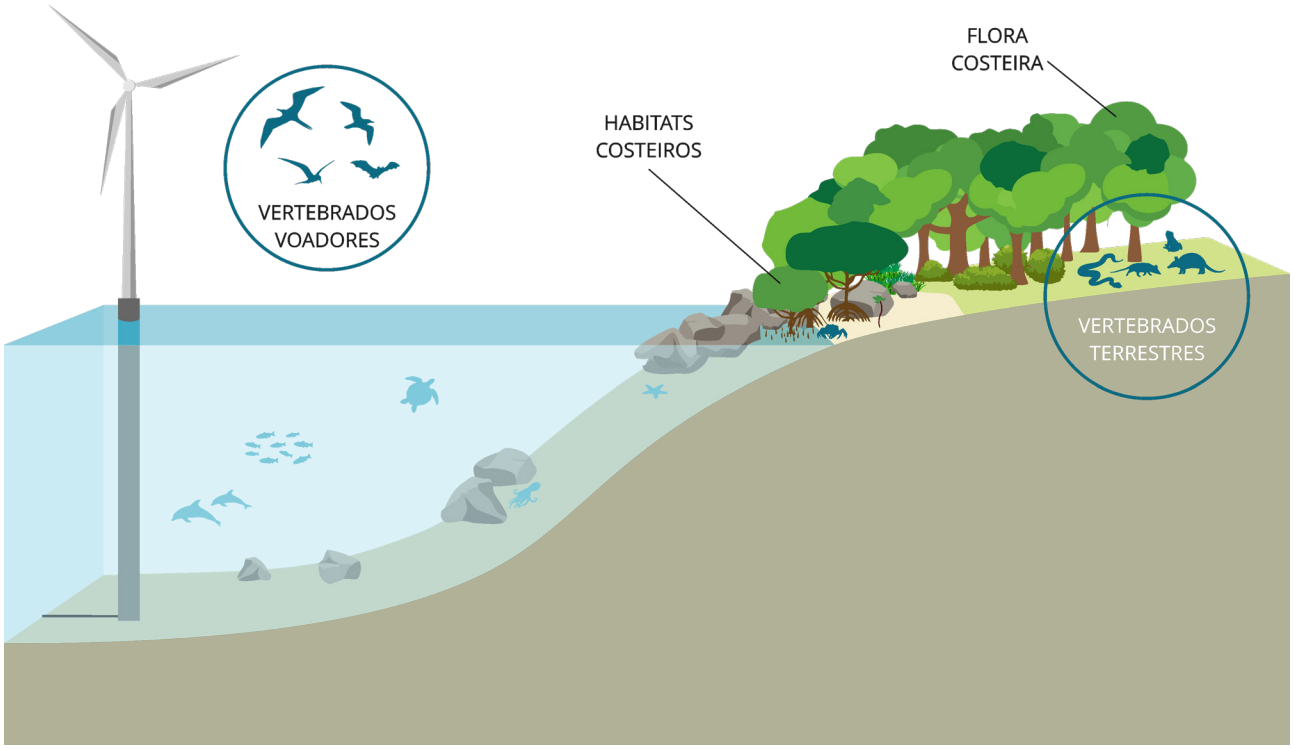


Figura 7.5. Esquema ilustrando os principais componentes que ocorrem no ambiente costeiro e terrestre, os quais podem ser afetados pelos parques eólicos offshore.

O Quadro 7.2 traz uma síntese destes componentes e seus principais indicadores a serem considerados no diagnóstico, os quais serão discutidos nos subtópicos a seguir. O quadro também traz previsões preliminares sobre as possíveis respostas que estes indicadores apresentarão frente aos impactos do projeto, identificados ao longo da elaboração da cadeia causal (Capítulo 5).

Quadro 7.2. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico ambiental costeiro e terrestre, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos dos parques eólicos offshore.

Componentes prioritários	Indicadores prioritários	Previsões preliminares das principais respostas esperadas
Habitats costeiros	Tamanho do grão dos sedimentos em praias arenosas	Tende a aumentar (erosão) ou diminuir (deposição) devido à presença das estruturas onshore
	Declividade do perfil praial	Tende a aumentar (erosão) ou diminuir (deposição) devido à presença das estruturas onshore
	Diversidade das comunidades bentônicas em praias, costões rochosos e manguezais	Tende a reduzir devido a mudança no ecossistema
Flora costeira	Biomassa total	Tende a reduzir localmente devido à supressão de vegetação
	Riqueza de espécies	Tende a reduzir localmente devido à supressão de vegetação
Vertebrados terrestres	Abundância de mamíferos, répteis e anfíbios.	Tende a diminuir devido à perda e fragmentação de habitat
Vertebrados terrestres e voadores	Riqueza de espécies	Tende a diminuir devido à perda e fragmentação de habitat e perturbação associada à operação
	Uso do habitat	Tendem a se deslocar para habitats menos perturbados, ainda que subótimos. Algumas espécies voadoras podem ser atraídas pelas estruturas das turbinas
Vertebrados voadores	Abundância de aves e morcegos	Tende a diminuir devido à perda, fragmentação de habitat e perturbação associada à operação
	Rotas de voo de aves e morcegos	Tendem a se alterar para evitar as linhas de transmissão e turbinas (para espécies que utilizam o ambiente marinho)
	Altura do voo de aves e morcegos	Potencialmente alterada para evitar turbinas e linhas de transmissão. Espécies que não responderem dessa forma e voam em altura compatível com turbinas e linhas de transmissão estão sujeitas a risco de colisão
	Taxa de Mortalidade	Tende a aumentar devido ao risco de colisão fatal com estruturas
	Sucesso reprodutivo	Tende a reduzir devido aos custos energéticos aumentados ao evitar as estruturas e devido à perturbação gerada

7.5.1 Habitats e biodiversidade costeira

Algumas regiões tropicais apresentam ecossistemas e habitats costeiros de alta sensibilidade a alterações antrópicas, como as praias arenosas, as dunas, as restingas, os costões rochosos, os estuários, manguezais e as florestas costeiras. Qualquer alteração local, mesmo que mínima, pode gerar um desequilíbrio a estes ambientes e às espécies que os habitam, mudando a dinâmica local e como a fauna se relaciona com o ambiente.

A exemplo disso, os manguezais cumprem uma função extremamente importante na zona costeira, servindo de berçário para diversas espécies marinhas, fonte de matéria orgânica e sumidouro de carbono, sendo de suma importância avaliar e acompanhar os possíveis impactos causados nesses ecossistemas. Deste modo, o mapeamento de habitats costeiros é uma etapa fundamental do diagnóstico, visando evitar que as subestações e linhas de transmissão onshore sejam instaladas sobre estes ambientes, especialmente quando apresentam bom estado de conservação.

Embora uma boa seleção de localidade para a instalação de estruturas onshore possa evitar impactos mais severos ao ambiente costeiro, a influência do projeto em habitats próximos ainda é uma possibilidade. Assim, o diagnóstico ambiental dessas instalações deve considerar um conjunto de indicadores que sejam sensíveis a esses impactos. Isso quer dizer que não é necessário diagnosticar toda a biodiversidade costeira de forma extensa, mas sim focar nos componentes com maior chance de serem impactados, usando indicadores-chave que realmente ajudem a medir esses efeitos. Dessa forma, o processo de avaliação de impacto ambiental é otimizado, com maior capacidade de detectar respostas da biodiversidade em relação ao projeto.

Em praias arenosas, por exemplo, a presença de novas estruturas fixas na costa pode desencadear uma alteração da deriva litorânea, gerando pontos com erosão ou deposição acentuadas, diferentes do que ocorre no ambiente sem intervenções. Isso tende a alterar a morfodinâmica das praias próximas ao projeto, de modo que o diagnóstico deve incluir indicadores como a granulometria do sedimento e a declividade e a largura do perfil praial, a fim de obter valores de referência para futuro monitoramento.

O diagnóstico da comunidade bentônica das praias, costões rochosos, recifes e manguezais também é recomendável, especialmente em termos de diversidade de espécies. A diversidade destes organismos é um reconhecido indicador de alterações físicas na dinâmica costeira, podendo apontar eventuais impactos do projeto durante os programas de monitoramento.

7.5.2 Habitats e biodiversidade terrestre

Nos casos em que é inevitável ocupar áreas vegetadas durante a construção das linhas de transmissão e das subestações onshore, a supressão de vegetação é necessária, causando a fragmentação de habitats, a perda de diversidade florística local e, consequentemente, impactos à fauna terrestre associada. Dessa forma, nas áreas de entorno destas estruturas associadas ao projeto, é essencial levantar informações sobre a composição florística e faunística, incluindo a mastofauna, herpetofauna, avifauna e quiropterofauna.

Dados sobre a história de vida das espécies e o uso do habitat, especialmente em relação aos padrões de comportamento, forrageamento, reprodução e mortalidade, permitem compreender as fases críticas do desenvolvimento e da reprodução, auxiliando na identificação de alterações que possam comprometer a sobrevivência dos indivíduos e a manutenção das populações.

Um componente especialmente importante do meio costeiro e terrestre são os vertebrados voadores, que incluem as aves (continentais, limícolas e marinhas ligadas ao ambiente costeiro, das quais muitas são migratórias), e os morcegos. Estes animais estão sujeitos a efeitos diretos durante a operação do projeto, podendo colidir fatalmente com as linhas de transmissão e turbinas eólicas, especialmente aquelas espécies que utilizam o ambiente marinho para forrageamento, deslocamento diário ou durante períodos de migração. Para espécies sensíveis à perturbação causada pelo parque eólico (como ruído, iluminação e poluição visual), o deslocamento para habitats subótimos pode comprometer, ao longo do tempo, seu sucesso reprodutivo e a sobrevivência.

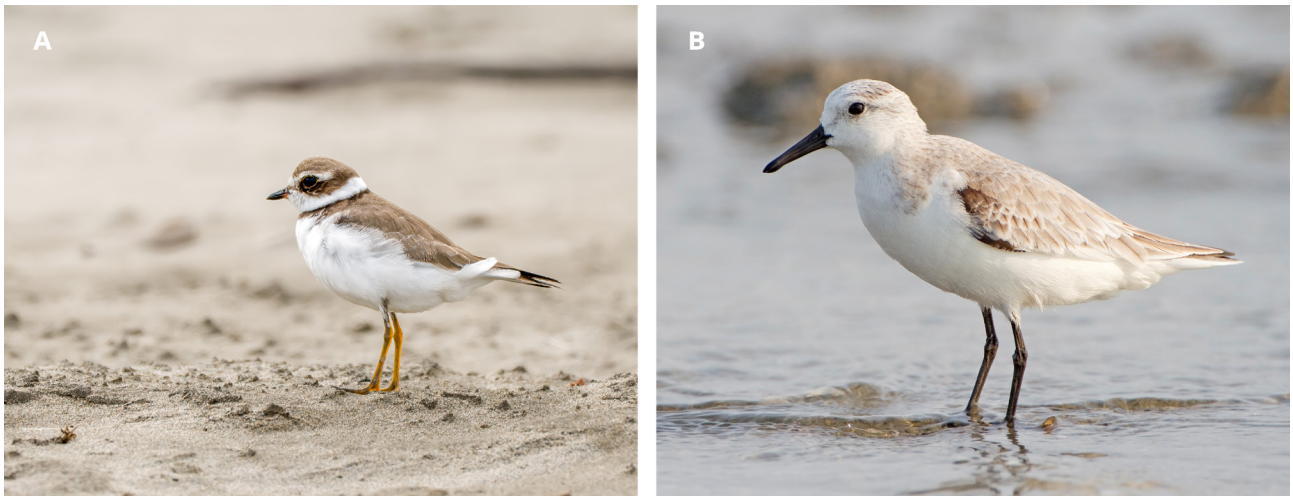


Figura 7.6. Exemplos de aves limícolas que utilizam ambientes tropicais como corredor migratório, prioritárias para o diagnóstico ambiental costeiro e terrestre em projetos de parques eólicos offshore. Estas utilizam pontos de parada na costa para descanso e alimentação. A) Batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*); B) Maçarico-branco (*Calidris alba*) (Fonte: Wikimedia Commons).

Assim, para organismos voadores, é necessário obter informações sobre padrões de voo e deslocamento, incluindo locais de forrageamento, descanso e reprodução, além de rotas migratórias e altura do voo. Esses dados são fundamentais para avaliar o risco de colisão ao qual morcegos e aves costeiras estão sujeitos durante a operação do projeto. Além disso, o uso do habitat e as rotas de voo são parâmetros-chave para detectar impactos como o efeito barreira, deslocamento e perda efetiva de habitat.

A integração desses dados com informações sobre a história de vida das espécies permite não apenas avaliar impactos diretos, como a perda de habitat, mas também prever efeitos indiretos em nível populacional, incluindo alterações na taxa de sobrevivência e no sucesso reprodutivo. Esses prejuízos ressaltam a necessidade de incluir o ambiente costeiro e terrestre no diagnóstico de projetos de parques eólicos offshore.

A sazonalidade importa! Os períodos migratórios de aves marinhas e costeiras devem ser considerados na escala temporal do diagnóstico. Esses períodos influenciam não apenas a presença das espécies, mas também seus deslocamentos, rotas de voo, áreas de alimentação e padrões de descanso. A coleta de dados em diferentes épocas do ano é essencial para capturar a variabilidade sazonal e evitar subestimação de riscos para espécies migratórias.

7.6 Diagnóstico social

A instalação e operação de parques eólicos offshore não impactam apenas o ambiente natural, mas também podem gerar impactos significativos sobre os usos e dinâmicas sociais e econômicas da zona costeira. Por isso, a seleção de componentes prioritários para o diagnóstico social deve abranger atividades e patrimônios que são sensíveis às mudanças trazidas pela implantação desses projetos. No contexto costeiro, destacam-se como componentes relevantes a pesca, a recreação e o turismo, o patrimônio cultural incluindo as comunidades tradicionais e seus modos de vida, a economia e a infraestrutura necessária para as atividades econômicas e sociais locais (Figura 7.7). O Quadro 7.3 apresenta uma síntese destes componentes e seus principais indicadores a serem considerados no diagnóstico, que serão detalhados nos subtópicos a seguir. O quadro também traz previsões preliminares sobre as possíveis respostas que estes indicadores apresentarão frente aos impactos do projeto, identificados ao longo da elaboração da cadeia causal (Capítulo 5).

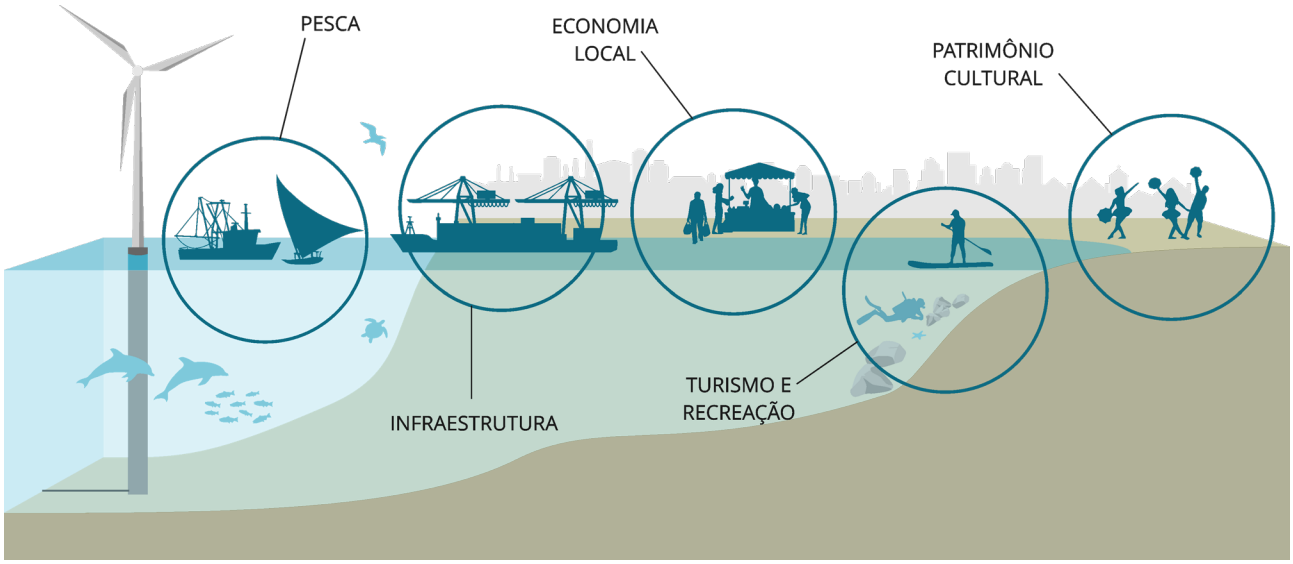


Figura 7.7. Esquema ilustrando os principais componentes sociais que podem ser afetados pelos parques eólicos offshore.

A participação social e o engajamento significativo devem ser considerados desde as etapas iniciais da avaliação de impactos, inclusive no planejamento e definição dos componentes avaliados. Para orientações detalhadas, consulte o Capítulo 3.

Quadro 7.3. Síntese dos principais componentes e indicadores a serem considerados para o diagnóstico social, destacando as possíveis respostas esperadas (previsões preliminares) para cada indicador frente aos impactos esperados dos parques eólicos offshore.

Componentes prioritários	Indicadores prioritários	Previsões preliminares das principais respostas esperadas
Atividade Pesqueira	Áreas e rotas de pesca	Tendência de restrição de acesso a zonas tradicionais; possível necessidade de redirecionamento da atividade
	Esforço pesqueiro (nº de embarcações, dias no mar, petrechos)	Pode haver necessidade de ajuste nas práticas pesqueiras; mudanças prováveis na pressão sobre os estoques
	Composição, abundância e biomassa (kg) das espécies capturadas	Aumento esperado na presença de espécies-alvo em áreas adjacentes ao parque
Turismo e Recreação	Uso recreativo da costa e do mar (fluxo turístico)	Pode haver mudanças na atratividade visual o que pode afetar a experiência de recreação, positiva ou negativamente
	Receitas do setor turístico	Pode haver aumento da visitação por novos públicos atraídos pelas mudanças, ou redução do fluxo e da renda local associada, com impactos em serviços correlatos
	Percepção pública e oportunidades	Possibilidade de criação de novas atividades, como turismo embarcado para visitação dos parques
Infraestrutura	Capacidade da infraestrutura portuária	Risco de sobrecarga nos portos com o aumento do tráfego e das operações; pode ser necessária expansão ou adaptação das instalações
	Capacidade da infraestrutura elétrica	Tendência de aumento na demanda por reforço da rede de transmissão e subestações para integração da energia gerada
	Capacidade da infraestrutura pública local	Crescimento provável da demanda por serviços públicos pode provocar sobrecarga e redução da qualidade do atendimento
Economia local	Empregos diretos e indiretos; distribuição de benefícios; investimentos locais	A criação de empregos tende a ocorrer de forma temporária; os benefícios econômicos podem ser desigualmente distribuídos
Cultura e Patrimônio	Locais sagrados, sítios históricos e áreas de valor simbólico	Risco de descaracterização de paisagens culturais; interrupção do vínculo espiritual e identitário com o território
	Práticas culturais associadas ao mar (festividades, ofícios tradicionais, oralidade)	Mudanças no acesso e no uso da área podem afetar a continuidade de práticas culturais
Posse da terra e Direitos de Propriedade	Padrões de ocupação residencial na faixa costeira	Pressão sobre comunidades locais, com possíveis conflitos fundiários e alterações no uso do solo costeiro
Todos	Áreas restritas; liberdade de circulação para usos diversos	A definição de zonas de uso pode restringir o acesso de determinados grupos, favorecendo alguns usos em detrimento de outros

7.6.1 Atividades socioeconômicas

A instalação de parques eólicos offshore, ainda que planejada para ocorrer a milhas da costa, pode gerar impactos significativos sobre as atividades socioeconômicas no ambiente costeiro. Modificações na paisagem marítima, restrições de acesso ao mar e a instalação de cabos submarinos são fatores que podem impactar diretamente setores produtivos e as atividades socioculturais da região.

O setor pesqueiro, abrangendo pesca e aquicultura, é vital para a economia e a segurança alimentar, especialmente em comunidades tradicionais e de pequena escala. No diagnóstico social de parques eólicos offshore, é essencial coletar dados detalhados sobre as áreas e rotas de pesca, espécies capturadas e esforço pesqueiro na zona de influência do projeto. Integrar essas informações com o diagnóstico ambiental permite entender a conectividade ecológica entre organismos e territórios. Além disso, é importante mapear as rotas de acesso às áreas de pesca fora da área do projeto, pois zonas de exclusão podem restringir ou inviabilizar esses trajetos, gerando preocupações no setor pesqueiro (Szostek *et al.*, 2025).

A instalação de estruturas no mar pode alterar significativamente a paisagem, comprometendo a estética do local e descaracterizando as expectativas dos visitantes, o que pode resultar em desmotivação turística, queda no número de visitas e perdas econômicas para a região (Voltaire *et al.*, 2017). Nesse contexto, é essencial avaliar o fluxo de visitantes, os períodos de maior movimentação, a receita gerada pelo setor e as principais atrações que sustentam a dinâmica turística local. Além disso, devem ser considerados indicadores como a atratividade visual da paisagem, a disponibilidade de áreas para recreação e a segurança marítima, já que restrições de acesso ou mudanças no uso do espaço marinho podem impactar diretamente a atratividade e a competitividade como destino turístico.

Para saber mais

Uma revisão de artigos publicados entre 2015 e 2019 indica que os impactos da energia eólica offshore sobre o turismo e a recreação são predominantemente negativos, sobretudo devido à alteração da paisagem (Machado; de Andres, 2023). No entanto, percepções positivas também foram registradas, dependendo de fatores socioculturais, como o grau de informação da população, os benefícios locais percebidos e o simbolismo atribuído à transição energética. Em contextos onde elementos de participação e engajamento público estão presentes, observou-se uma redução nas taxas de oposição aos empreendimentos. Para entender mais sobre participação e engajamento social, ver Capítulo 3.

A presença e as condições dos portos da região influenciam diretamente a logística de instalação, operação e manutenção das estruturas offshore. É importante compreender as características físicas do porto (ex.: profundidade, capacidade de carga, comprimento de cais), conectividade do porto (ex.: distância dos parques e fornecedores, heliportos e redes rodoviárias) e layout (ex.: potencial de expansão, áreas disponíveis para uso) (Akbari *et al.*, 2017). Quando tais critérios não estão disponíveis, há necessidade de obras de adaptação ou construção de novas instalações, o que pode gerar impactos significativos na dinâmica costeira e nos usos do solo. Assim, os impactos dos parques eólicos devem considerar uma análise regional mais abrangente de infraestrutura e de fornecedores que podem amplificar os impactos ambientais e sociais.

Além da infraestrutura portuária, a capacidade da rede elétrica local para receber e distribuir a energia gerada pelos parques eólicos é fundamental, demandando frequentemente reforços em subestações e linhas de transmissão, o que pode causar impactos urbanos temporários ou permanentes. A ocupação do solo costeiro também deve ser monitorada, pois as operações podem pressionar áreas residenciais, industriais e ambientais, exigindo planejamento integrado para garantir a qualidade de vida. Embora a implantação de parques eólicos offshore possa gerar empregos diretos e indiretos e impulsionar o desenvolvimento econômico regional, ela pode sobrecarregar serviços públicos (como transporte, saúde, saneamento e segurança) e provocar valorização imobiliária especulativa, aumentando o risco de gentrificação e afetando a acessibilidade das comunidades locais.

7.6.2 Atividades socioculturais

A zona costeira abriga um conjunto diverso de referências culturais, afetivas e simbólicas construídas ao longo de gerações por comunidades que mantêm relações profundas com o mar e com o território. A chegada de grandes projetos, como os parques eólicos offshore, pode tensionar esses vínculos, reconfigurando paisagens carregadas de significados e afetando práticas cotidianas, rituais e formas de pertencimento. Nesse contexto, torna-se fundamental reconhecer e compreender os elementos socioculturais que estruturam a vida nas regiões costeiras, especialmente diante de intervenções que transformam o uso do espaço e a dinâmica dos territórios tradicionais.

Dentre esses elementos, destacam-se os serviços ecossistêmicos culturais, como os valores espirituais, identitários, recreativos e estéticos associados ao mar e à zona costeira, que, embora difíceis de mensurar devido ao seu caráter intangível, são essenciais para os modos de vida das populações locais e para sua percepção de bem-estar (Hooper *et al.*, 2017). Apesar de a oposição pública a grandes projetos ser mais frequente em parques eólicos onshore, em razão da proximidade com residências e dos conflitos fundiários, para muitas comunidades costeiras o espaço marinho representa uma extensão legítima de seu território (Devine-Wright; Howes, 2010). O apego ao local, que se estende ao ambiente marinho, envolve dimensões de memória, sustento e identidade.

É importante destacar, no entanto, que a oposição não é uma resposta universal. A receptividade a projetos offshore pode variar significativamente de acordo com o perfil sociocultural da população, o grau de envolvimento comunitário no processo decisório e a forma como o projeto é apresentado ao território.

Em alguns contextos, especialmente na Europa, observa-se uma aceitação mais ampla da presença dos parques eólicos offshore, associada ao apoio público às energias renováveis e à percepção positiva dos benefícios ambientais e econômicos envolvidos (Cronin *et al.*, 2021).

Nesse sentido, é fundamental identificar locais sagrados, sítios históricos, paisagens culturais e áreas de valor simbólico, que podem ser descaracterizados com a alteração da paisagem marítima e costeira e a instalação de novas infraestruturas (**Figura 7.8**). Tais mudanças podem romper vínculos espirituais e afetivos com o território, comprometendo a continuidade de práticas tradicionais.Também devem ser mapeadas as práticas culturais associadas ao mar, como festividades religiosas, ofícios tradicionais, saberes orais e sistemas simbólicos, que podem ser enfraquecidas ou reinterpretadas diante de novos arranjos espaciais e restrições de acesso, resultando em perda de referências culturais e invisibilização de saberes locais.



Figura 7.8. Exemplos de atividades sociais, econômicas e culturais relevantes para o diagnóstico social em projetos eólicos offshore. A) Atividade industrial e portuária; B) Práticas culturais e religiosas no ambiente costeiro; C) Atividades esportivas e recreativas, como o surfe; D) Pesca artesanal e atuação de populações tradicionais (Fonte: Pexels).

Referências

Akbari, N., Irawan, C. A., Jones, D. F., & Menachof, D. (2017). A multi-criteria port suitability assessment for developments in the offshore wind industry. *Renewable Energy*, *102*, 118-133. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.035

Brooks, A. J., Whitehead, P. A. & Lambkin, D. O. (2018). *Guidance on Best Practice for Marine and Coastal Physical Processes Baseline Survey and Monitoring Requirements to inform EIA of Major Development Projects* (NRW Report No: 243). Natural Resources Wales. https://cdn.cyfoethnaturiol.cymru/689057/guidance-on-best-practice-for-marine-and-coastal-physical-processes-baseline-survey-and-monitoring-requirements-to-inform-eia-of-major-developement-projects.pdf

Byer, P., Cestti, R., Croal, P., Fisher, W., Hazell, S., Kolhoff, A. & Kørnøv, L. (2018). *Climate Change in Impact Assessment International Best Practice Principles*. Special Publication Series (Number 8). International Association for Impact Assessment: Fargo USA. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-Climate-Change.pdf

Byer, P. H., Lalani, M. J. & Yeomans, J. S. (2009). Addressing and communicating climate change and its uncertainties in project environmental impact assessments. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, *11*, 29-50. https://doi.org/10.1142/S1464333209003245

EC - European Commission. (2013). *Guidance on integrating climate change and biodiversity into environmental impact assessment*. European Commission: Brussels, Belgium. https://nsip-documents.planninginspectorate.gov.uk/published-documents/TR010034-000818-APP-C-2013-Integrating-Biod-CC-EIA-Guidance-7361-4.pdf

Cleasby, I. R., Wakefield, E. D., Bearhop, S., Bodey, T. W., Votier, S. C. & Hamer, K. C. (2015). Three-dimensional tracking of a wide-ranging marine predator: flight heights and vulnerability to offshore wind farms. *Journal Of Applied Ecology*, *52*(6), 1474-1482. http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12529

Cronin, Y., Cummins, V., & Wolsztynski, E. (2021). Public perception of offshore wind farms in Ireland. *Marine Policy*, *134*, 104814. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104814

Daewel, U., Akhtar, N., Christiansen, N., & Schrum, C. (2022). Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Communications Earth & Environment*, *3*, 292. https://doi.org/10.1038/s43247-022-00625-0

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S. N., Brzana, R., Boon, A. R., Coolen, J. W., ... & Degraer, S. (2020). Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science*, *77*(3), 1092-1108. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz018

Devine-Wright, P., & Howes, Y. (2010). Disruption to place attachment and the protection of restorative environments: A wind energy case study. *Journal of Environmental Psychology*, *30*(3), 271-280. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.01.008

Griffin, R. A., Robinson, G. J., West, A., Gloyne-Phillips, I. T., & Unsworth, R. K. (2016). Assessing fish and motile fauna around offshore windfarms using stereo baited video. *PLoS One*, *11*(3), e0149701. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149701

Hooper, T., Beaumont, N., & Hattam, C. (2017). The implications of energy systems for ecosystem services: a detailed case study of offshore wind. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *70*, 230-241. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.248

IEMA (2020). *Environmental Impact Assessment Guidance to: Climate Change Resilience and Adaptation*. https://www.isepglobal.org/media/mabhqino/iema-eia-climate-change-resilience-june-2020.pdf

IPBES (2019). *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S., Ngo, H. T. (Eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. https://doi.org/10.5281/zenodo.6417333

IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.)]. Geneva, Switzerland. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Laurino, I. R. A., Xavier, L. Y., Iwama, A. Y., Fernandes, M. F., de Souza, L. B., Denadai, M. R., Sánchez, L. E., & Turra, A. (2025). Biodiversity baseline assessment for offshore wind projects: Challenges to implement Ecosystem-Based Management. *Journal for Nature Conservation*, *87*, 126983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126983

Lu, Z., Zhan, X., Guo, Y., & Ma, L. (2020). Small-scale effects of offshore wind-turbine foundations on macrobenthic assemblages in Pinghai Bay, China. *Journal of Coastal Research*, *36*(1), 139-147. https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-19-00051.1

Martinez, A. S., Rocha, R. M., Christofoletti, R. A., Vieira, L. M., Pinheiro, U. S., Haddad, M. A., ... & Sparrow, A. (2026). Ecological role of artificial structures on marine and estuarine biota in Brazil: Current knowledge and implications for management. *Regional Studies in Marine Science*, 104803. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2026.104803

Methratta, E. T. (2025). Ecological indicators to monitor offshore wind interactions with fisheries resources. *ICES Journal of Marine Science*, *82*(3), fsae017. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsae017

Soares, M. O., de Lima Xavier, F. R., Dias, N. M., da Silva, M. Q. M., de Lima, J. P., Barroso, C. X., ... & Bandeira, Ê. V. P. (2022). Alien hotspot: Benthic marine species introduced in the Brazilian semiarid coast. *Marine Pollution Bulletin*, *174*, 113250. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113250

Sparling, E., Byer, P., Cobb, P., & Auld, H. (2017). *Best Practices for Consideration of the Effects of Climate Change in Project-Level Environmental Assessments*. Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources (OCCIAR) and Risk Sciences International (RSI). https://climateriskinstitute.ca/wp-content/uploads/2019/09/BestPracticesForConsiderationOfEffectsOfClimateChangeInProjectEAs2017.pdf

Stephenson, P. J. A. (2021). *Review of Biodiversity Data Needs and Monitoring Protocols for the Offshore Wind Energy Sector in the Baltic Sea and North Sea*. Report for the Renewables Grid Initiative, Berlin, Germany. https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Stephenson_2021.pdf

Szostek, C. L., Watson, S. C. L., Trifonova, N., Beaumont, N. J., & Scott, B. E. (2025). Spatial conflict in offshore wind farms: Challenges and solutions for the commercial fishing industry. *Energy Policy*, *200*, 114555. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114555

Voltaire, L., Loureiro, M. L., Knudsen, C., & Nunes, P. A. (2017). The impact of offshore wind farms on beach recreation demand: Policy intake from an economic study on the Catalan coast. *Marine Policy*, *81*, 116-123. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.019

Wang, J., Zou, X., Yu, W., Zhang, D., & Wang, T. (2019). Effects of established offshore wind farms on energy flow of coastal ecosystems: A case study of the Rudong offshore wind farms in China. Oce*an & Coastal Management*, *171*, 111-118. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.01.016

Wang L., Wang B., Cen W., Xu, R., Huang Y., Zhang X., ... & Zhang, Y. (2024). Ecological impacts of the expansion of offshore wind farms on trophic level species of marine food chain. *Journal of Environmental Sciences*, *139*, 226-244. https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.05.002

Wilding, T. A., Gill, A. B., Boon, A., Sheehan, E., Dauvin, J. C., Pezy, J. P., ... & De Mesel, I. (2017). Turning off the DRIP ('Data-rich, information-poor')–rationalising monitoring with a focus on marine renewable energy developments and the benthos. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *74*, 848-859. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.013

Wright, A. J., Araújo-Wang, C., Wang, J. Y., Ross, P. S., Tougaard, J., Winkler, R., ... & Reeves, R. R. (2020). How 'blue' is 'green' energy?. *Trends in ecology & evolution*, *35*(3), 235-244. https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.11.002



Capítulo 8

DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA DE IMPACTOS

Fernanda Aparecida Veronez
Ana Paula Alves Dibo
Juliana Siqueira-Gay
Carla Grigoletto Duarte
Luis Enrique Sánchez

Empreendimentos de energia eólica offshore geram múltiplos impactos, tanto adversos quanto positivos. Entretanto, nem todos são importantes para a tomada de decisão. Discernir os impactos significativos dos demais é uma das principais funções da avaliação de impactos de projetos. Este capítulo tem o objetivo de apresentar os conceitos básicos da determinação da significância dos impactos e a sua relação com as etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Também são apresentados exemplos práticos que ilustram como essa determinação pode ser realizada.

NESTE CAPÍTULO:

1 O que é um impacto significativo?
2. Para que serve a determinação da significância de impactos?
3. Quais os elementos essenciais para determinar a significância de impactos?
4. Como comunicar adequadamente a significância dos impactos?

8.1 O que é um impacto significativo?

Avaliar um impacto é interpretar a sua "importância", aqui chamada de significância. No contexto da AIA de projetos, o adjetivo "significativo" indica um impacto relevante a ser considerado na tomada de decisão. Essa determinação se relaciona diretamente ao limite de aceitabilidade do impacto e à necessidade de medidas para evitar, mitigar ou compensar impactos (Capítulo 9). Determinar se um impacto é significativo é uma das decisões mais importantes do processo de AIA.

A determinação da significância do impacto pode ser chamada de determinação da importância ou da relevância do impacto. Apesar de sinônimos, neste capítulo utilizamos o termo "significância do impacto", deixando o termo "importância" apenas como um atributo ou característica de um componente ambiental.

A determinação da significância representa o potencial impacto que um projeto pode causar em um determinado contexto e depende, conceitualmente, de duas variáveis: (i) a magnitude do impacto e (ii) a sensibilidade, valor e/ou vulnerabilidade do componente (Figura 8.1). A magnitude depende das características do projeto (em todas as suas etapas, desde o planejamento, instalação e operação até a possível desativação), incluindo as infraestruturas de apoio, e, em geral, é mais fácil de determinar. A segunda variável depende da capacidade de suporte do meio, de sua vulnerabilidade e de seu valor (ou importância) ambiental e social. Ambas as variáveis (características do projeto e do meio) têm uma relação direta com o potencial de causar impactos significativos. Quanto maiores as pressões impostas pelo projeto, maior o potencial de impacto significativo. Da mesma forma, quanto mais sensível (menos resiliente ou mais vulnerável) é o componente ambiental, maior a possibilidade de impacto significativo. Tais características são detalhadas na Seção 8.3.

> **Impacto Significativo**
> É uma consequência relevante de uma ação, levando em consideração seu contexto ambiental e social. Determinar se uma ação causará um impacto significativo depende da magnitude desse impacto e da sensibilidade do componente ambiental ou social afetado.

Não confunda a importância do impacto com a importância do componente ambiental!

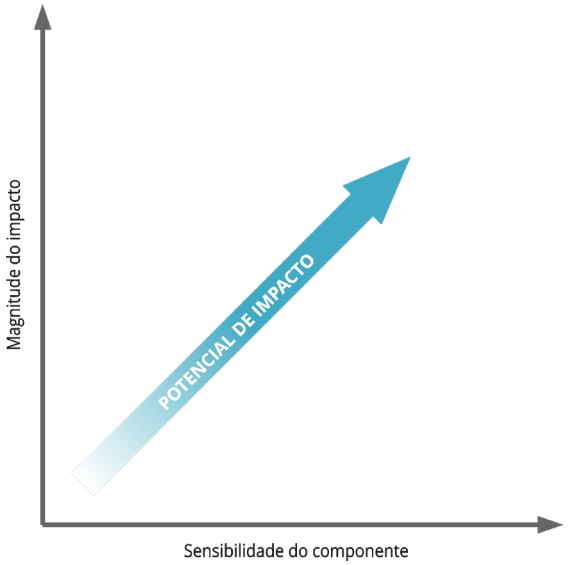


Figura 8.1. O potencial de impacto depende diretamente da magnitude do impacto e da sensibilidade do componente ambiental. (Fonte: baseado em Sánchez, 2020, p. 91).

8.2 Para que serve a determinação da significância de impactos?

Determinar se um impacto é significativo ou não depende do estabelecimento de uma referência de "aceitabilidade", como ilustrado na Figura 8.2.

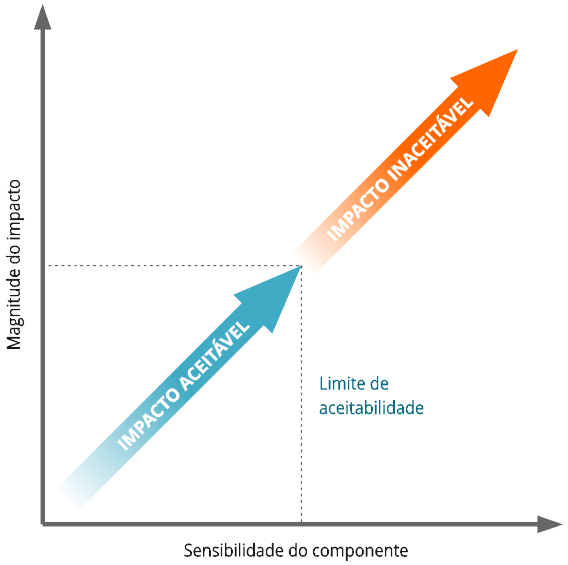


Figura 8.2. Ilustração conceitual do limite de aceitabilidade de um impacto no contexto da Avaliação de Impacto Ambiental. (Fonte: baseado em Ehrlich e Ross, 2015, p. 93).

O fato de um impacto não ser considerado significativo não significa que esse impacto não exista, mas que ele não foi considerado relevante para a tomada de decisão no contexto da AIA!

A determinação da significância é a parte central de todo o processo de AIA, iniciando na etapa de triagem e seguindo até o acompanhamento (Figura 8.3).



Figura 8.3. Relação entre a determinação da significância e as diferentes etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental (Fonte: baseado em Noble, 2020, p. 148).

Todo o processo de AIA deve ser focado nos impactos que são significativos para a tomada de decisão!

Na etapa de triagem, a identificação da possibilidade de causar impactos significativos é determinante para decidir sobre a necessidade de estudos aprofundados, como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), para avaliar os impactos do projeto. Na etapa de definição de escopo (Capítulo 6), os prováveis impactos significativos norteiam o planejamento do EIA e a definição do termo de referência, determinando quais informações são necessárias para avaliar a aceitabilidade do projeto. As informações do diagnóstico e da linha de base (Capítulo 7), que fazem parte da elaboração do EIA, sustentam a etapa de análise de impactos, na qual a determinação da significância confirmará (ou não) os impactos esperados.

> **Objetivo da determinação da significância**
> A determinação da significância orienta todas as etapas do processo de AIA, desde a triagem até o acompanhamento e está relacionada com a definição de aceitabilidade do projeto.

8.3 Quais são os elementos essenciais para determinar a significância de impactos?

A determinação da significância pode utilizar uma variedade de terminologias e categorias, mas sempre resgatando o conceito de impacto significativo (Figura 8.1) e a necessidade de caracterizar duas variáveis, uma variável que indique as pressões impostas pelo projeto (magnitude) e outra que indique a sensibilidade do meio (considerando capacidade de suporte, vulnerabilidade, valores ambientais e sociais, aspectos legais, dentre outros), conforme ilustrado na Figura 8.4.

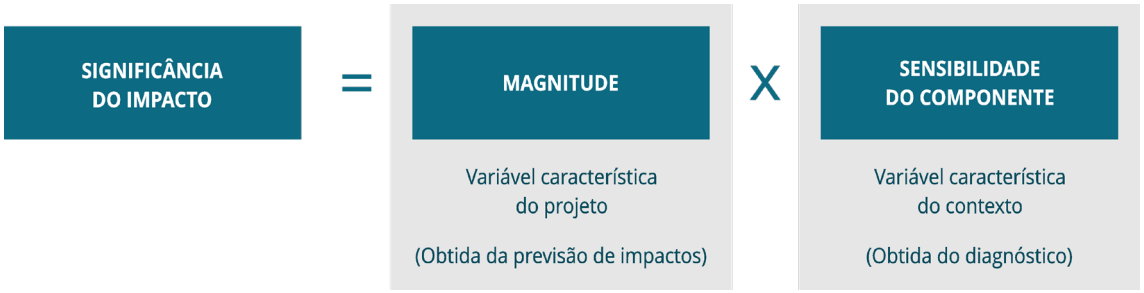


Figura 8.4. Variáveis utilizadas para a determinação da significância do impacto ambiental (Fonte: baseado em Sánchez, 2020, p. 249).

Essas duas variáveis são relacionadas, respectivamente, com a previsão dos impactos (magnitude) e com o diagnóstico socioambiental (sensibilidade). A previsão de impactos tem como objetivo estimar os potenciais impactos de um projeto sobre o meio ambiente. É nessa etapa que se realizam a análise da cadeia causal (Capítulo 5) das ações do projeto e a determinação de quanto cada ação pode impactar cada componente ambiental diagnosticado.

A previsão inicia-se com a identificação dos impactos, confirmando (ou não) os previstos na etapa de definição do escopo. A seguir, os impactos são caracterizados para melhor entendimento adotando diferentes critérios, como sua natureza (positivo, negativo), duração (curta, média, cíclica, por exemplo), se é causado direta ou indiretamente pela ação, se é reversível ou irreversível, real ou potencial, e se ele iniciará de forma imediata ou a médio ou mesmo a longo prazo. Essas características ajudam a entender o comportamento esperado dos impactos.

Há uma variedade de métodos de previsão de impactos, cada um relacionado às peculiaridades do contexto, por exemplo, à existência ou não de bases de referência e de banco de dados prévios. Os métodos podem utilizar abordagens qualitativas e quantitativas, como modelagem computacional, simulação, comparação, extrapolação e opiniões de especialistas. A escolha do método está associada à característica da ação e do aspecto ambiental relacionado.

Seja qual for a abordagem ou método escolhido, é importante que o EIA informe claramente as incertezas em cada avaliação. Essa etapa determina a área de influência dos impactos e dá suporte a determinação das classes de magnitude, utilizadas para determinar a significância do impacto. Um exemplo é apresentado no **Box 8.3**.

Já os estudos de base e seu diagnóstico, que descrevem os componentes ambientais potencialmente afetados pelo projeto (**Capítulo 7**), devem fundamentar a definição da sensibilidade e valor do componente afetado. O diagnóstico é realizado em uma área específica (área de estudo) e pode envolver vários métodos (dependendo do componente estudado), como análise de imagens de satélite, medições de campo, entrevistas, pesquisas históricas e modelagens ambientais. Essa etapa dá suporte à definição das classes de sensibilidade do componente que serão utilizadas para determinar a significância do impacto (ver exemplo no **Box 8.4**).

A determinação de significância depende de duas etapas do processo de AIA: diagnóstico e previsão dos impactos!

Resgatando a relação entre a determinação da significância e as etapas do processo de AIA (**Figura 8.3**), a etapa de Análise de Impactos se inicia na identificação dos impactos e determina quais impactos são significativos (Sánchez, 2020). Essa determinação pode ser dividida em seis passos (**Figura 8.5**).

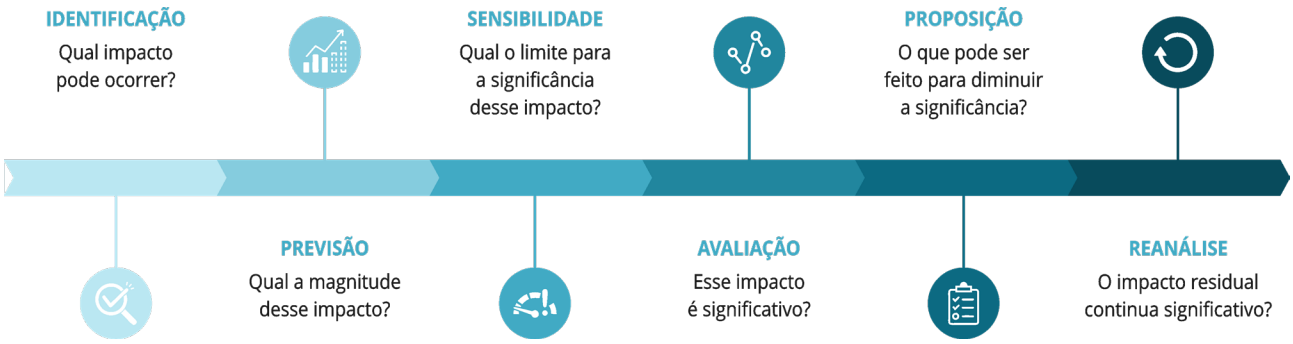


Figura 8.5. Passos da análise de impactos e determinação da significância.

Os dois primeiros passos são a identificação e a previsão dos impactos, que confirmam (ou não) os impactos esperados na etapa de definição do escopo e que indicam as consequências esperadas. A seguir, é definido o limiar de significância para cada componente: ou seja, dada a sensibilidade do componente, a partir de quando esse impacto passa a ser significativo? Essa definição deve ser baseada nas informações provenientes do diagnóstico (Capítulo 7) e considerar aspectos normativos do contexto, valores sociais bem como documentos estratégicos de planejamento (Capítulo 2). Nos casos em que não há limites normativos, a agência ambiental pode definir limites de significância dos impactos.

O limiar que orienta se um dado impacto é significativo não é definido apenas pela "significância ambiental", mas também deve considerar os valores sociais atribuídos ao componente e o planejamento territorial daquele contexto (Capítulo 2). Portanto, a definição de aceitabilidade inicia-se preferencialmente antes do processo de AIA de projetos (pode ser baseada em documentos estratégicos) e prolonga-se por todas as suas etapas, seja como resultado dos "estudos ambientais" ou como "valores sociais" identificados junto às partes interessadas nas diversas etapas do processo de AIA (Capítulo 3).

A partir das informações de previsão e de sensibilidade do componente, é determinada a significância dos impactos previstos, ou seja, é definido de qual lado do limiar de aceitabilidade o impacto se encontra: aceitável ou não aceitável (Figura 8.2). Essa decisão é, então, respaldada pelas informações do diagnóstico (definição da sensibilidade do componente) e da previsão de impactos (previsão do comportamento futuro dos resultados das ações, incluindo a cumulatividade de seus efeitos).

A significância de um impacto é definida com base na relação entre as informações provenientes da previsão de impactos (magnitude do impacto) e do diagnóstico (sensibilidade do meio) e tem como referência um limiar de aceitabilidade de cada componente avaliado.

Se houver impactos inaceitáveis, o próximo passo é avaliar soluções para torná-lo aceitável, como mudanças de projeto ou medidas de mitigação. A proposição de ajustes pode ser guiada pela pergunta: "*Mudanças no projeto e/ou o estabelecimento de medidas de mitigação podem tornar o impacto aceitável?*" A significância do impacto pode ser reduzida por modificações em uma ou ambas as variáveis dos eixos da **Figura 8.2**. No eixo vertical, pode-se reduzir a magnitude do impacto, por exemplo, modificando alguma alternativa tecnológica do projeto que o evite ou propondo medidas de mitigação (**Capítulo 9**). No eixo horizontal pode-se alterar a localização ou o layout do projeto, por exemplo, de um ambiente mais sensível para um ambiente menos sensível. Em um parque eólico offshore, um exemplo seria realocar instalações (como cabeamento) que afetem o fundo marinho sensível (como um banco de rodolitos) para um local menos sensível (como um fundo arenoso).

A **Figura 8.6** ilustra um exemplo conceitual de um impacto negativo localizado no ponto "A" (condição inaceitável), que pode ser mitigado por meio de medidas para evitar, diminuir e/ou compensar seus efeitos, de modo que ele passe a ser localizado no ponto "B" (condição aceitável). Nota-se uma relação entre os impactos significativos e as medidas de mitigação propostas, tema apresentado no **Capítulo 9**.

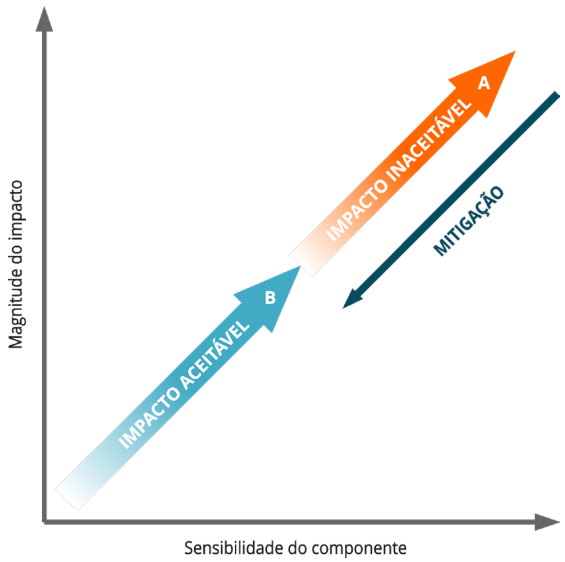


Figura 8.6. Relação entre as medidas de mitigação e a aceitabilidade do impacto (Fonte: baseado em Ehrlich e Ross, 2015, p. 93).

A **Figura 8.7** ilustra esse exemplo, incluindo a relação entre a significância e a aceitabilidade do impacto. É importante destacar que as medidas de mitigação são propostas considerando que poderão ser eficazes, o que pode ser demonstrado, por exemplo, por seu emprego bem-sucedido em outro projeto. Dessa forma, mesmo que um impacto significativo seja considerado aceitável, continua sendo significativo para fins de acompanhamento. É o monitoramento que vai verificar se o impacto ocorrerá conforme o esperado, levando a possíveis ajustes nas medidas, se necessário. O acompanhamento também é fundamental para o processo de aprendizagem quanto à efetividade das medidas e à determinação da significância dos impactos previstos (**Capítulo 11**). O **Box 8.1** apresenta um exemplo prático em que um impacto significativo passa a ser considerado aceitável com a aplicação de medidas de mitigação.

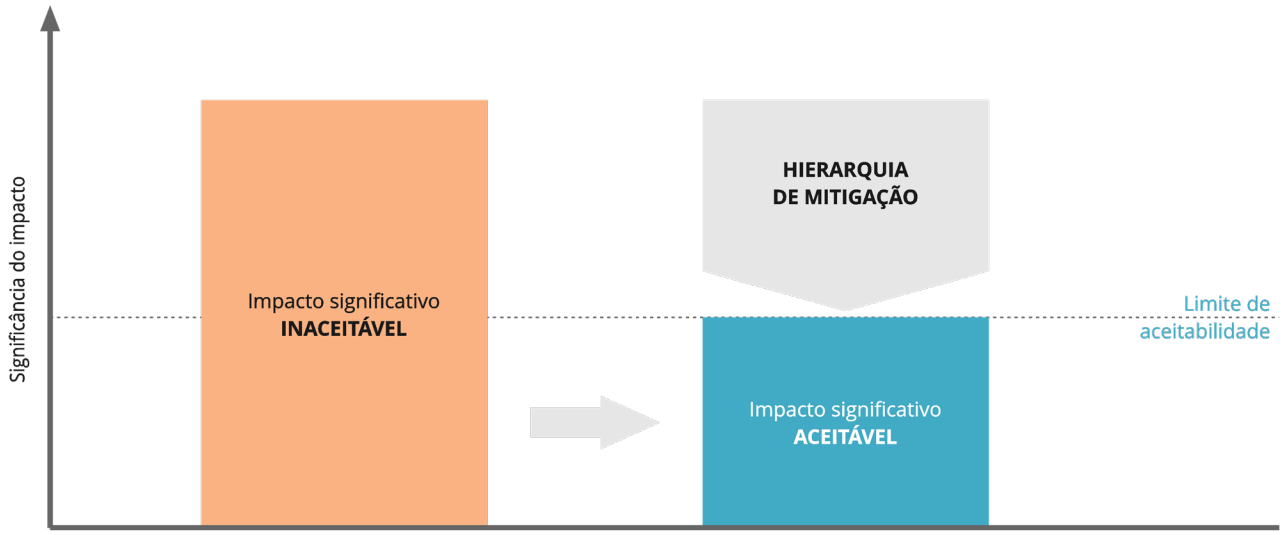


Figura 8.7. Relação entre impacto significativo, impactos inaceitáveis e aceitáveis (Fonte: baseado em Government of Western Australia, 2014).

Box 8.1. Exemplo prático: significância do impacto de perda auditiva em mamíferos marinhos

O Morecambe Offshore Windfarm Generation Assets é um projeto de geração de energia eólica offshore planejado para ser instalado na costa oeste da Inglaterra, no Mar da Irlanda Oriental, a aproximadamente 30 km da costa de Lancashire, com capacidade nominal de 480 MW (Royal HaskoningDHV, 2024b).

O impacto da perda auditiva decorrente do ruído subaquático gerado durante a cravação de estacas foi considerado significativo para mamíferos marinhos (toninha, baleia-anã, foca-cinzenta e foca-do-porto). A partir de então, foram propostas medidas de mitigação e o estudo concluiu que os impactos residuais para esses mamíferos passariam a ser aceitáveis, desde que as medidas fossem aplicadas de maneira eficaz.

Medidas propostas:

- Definição de cronograma de cravação de estacas (nenhuma cravação de estacas simultânea).
- Início suave e aumento gradual da cravação (permitindo que espécies móveis se afastem da área antes que a energia máxima do martelo - associada ao maior ruído - seja atingida).

É importante destacar que, apesar de ser considerado aceitável, é fundamental que esse impacto seja acompanhado. Esse acompanhamento (Capítulo 11) se refere não somente à garantia da execução das medidas propostas (implementar o cronograma de cravação e o início suave da cravação), mas também em relação à verificação da eficácia das medidas propostas (Capítulo 9).

Sempre que possível, a determinação de significância deve ser apoiada em uma abordagem combinada, considerando uma análise técnica (com a definição de critérios específicos para o contexto e o componente avaliado), argumentativa (com uma justificativa lógica e coerente) e colaborativa (envolvendo as comunidades afetadas desde o início das etapas da AIA, inclusive na determinação da significância) (Lawrence, 2007c). Essa combinação de abordagens garante transparência, replicabilidade e representatividade ao processo (Capítulo 3).

A abordagem combinada tem o grande desafio de considerar a perspectiva das comunidades afetadas na determinação de significância!

8.3.1 Matriz de Significância

O Quadro 8.1 apresenta um exemplo teórico de matriz de significância. Essa declaração é relacionada à aceitabilidade do impacto, já discutida anteriormente, e por isso essa composição genérica de matriz deve ser adaptada à realidade de cada componente avaliado. Não há limites claramente definidos entre as categorias, e isso deve ser declarado para cada variável e para cada componente avaliado. Por exemplo, a escolha da categoria amarela foi feita para representar impactos que podem ser significativos, mas aceitáveis com mitigação adequada.

A matriz é uma ferramenta para auxiliar no julgamento da significância e sua definição depende fundamentalmente dos atributos utilizados para descrever as duas variáveis (magnitude do impacto e sensibilidade do componente). Nessa configuração, tanto a magnitude e a sensibilidade quanto a significância do impacto são divididas em três classes. Esses atributos vão permitir responder perguntas como: "Padrões ambientais serão atendidos? "Haverá comprometimento de componentes ambientais?" Qual a importância socioambiental desses componentes?".

Quadro 8.1. Exemplo de matriz de significância.

Matriz de significância				
Magnitude	Alta	Limiar de significância	Impacto significativo	Impacto significativo
	Média	Impacto não significativo	Limiar de significância	Impacto significativo
	Pequena	Impacto não significativo	Impacto não significativo	Limiar de significância
		Pequena	Média	Alta
		Sensibilidade		

O Box 8.2 apresenta um exemplo em que a significância é dividida em quatro classes. Nesse exemplo, os impactos maiores ou moderados são considerados significativos para a AIA, enquanto impactos menores ou desprezíveis são considerados não significativos. Independentemente do tipo de matriz escolhida, é fundamental que a avaliação indique claramente o que considera como significativo para cada componente avaliado.

Box 8.2. Exemplo prático: matriz de significância

O quadro a seguir é a Matriz de Significância dos impactos de um projeto de parque eólico offshore sobre a Pesca Comercial. Este fragmento faz parte do EIA do Dogger Bank South Offshore Wind Farms (Royal HaskoningDHV, 2024a), projetado para ser instalado na região de Dogger Bank, no Mar do Norte (Reino Unido). Além de apresentar a relação entre a magnitude da ação e a sensibilidade do componente, a matriz é acompanhada de uma definição do que significa cada categoria de impacto (uma definição específica para o componente e o contexto analisado). De acordo com o método proposto no EIA, os impactos avaliados como "maior" e "moderada" são considerados significativos para a AIA. Essas definições gerais devem ser adaptadas ao contexto de avaliação do impacto de cada componente ambiental.

		Magnitude adversa				Magnitude benéfica			
		Alta	Média	Pequena	Muito baixa	Muito baixa	Pequena	Média	Alta
Sensibilidade	Alta	Maior	Maior	Moderada	Menor	Menor	Moderada	Maior	Maior
	Média	Maior	Moderada	Menor	Menor	Menor	Menor	Moderada	Maior
	Pequena	Moderada	Menor	Menor	Desprezível	Desprezível	Menor	Menor	Moderada
	Muito baixa	Menor	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Menor

Significância	Definição
Maior	Significativo em termos de AIA. Mudança muito grande ou grande na condição do componente, seja adversa ou benéfica, que provavelmente será uma consideração importante em nível regional ou distrital, pois contribui para o alcance de objetivos nacionais, regionais ou locais, ou pode resultar na superação de limites estabelecidos em lei e/ou no descumprimento da legislação.
Moderada	Significativo em termos de AIA. Mudança intermediária na condição do componente, que provavelmente será uma consideração importante em nível local.
Menor	Não significativo em termos de AIA. Mudança pequena na condição do componente, que pode ser levantada como uma questão local, mas é improvável que seja importante no processo de tomada de decisão.
Desprezível	Não significativo em termos de AIA. Nenhuma mudança discernível na condição do componente.
Sem impacto	Sem impacto e, portanto, nenhuma mudança na condição do componente.

Fonte: Royal HaskoningDHV (2024a).

8.3.2 Magnitude

A magnitude refere-se ao grau da mudança que ocorre em um componente ambiental em relação a uma condição de referência. Essa referência pode ser a condição do componente anterior ao projeto ou a condição segundo padrões e diretrizes normativas. Utilizar atributos e métodos de previsão adequados a cada componente é fundamental para diminuir as incertezas dessa previsão.

Independente da forma dos atributos, sejam as descrições quantitativas ou qualitativas, é fundamental apresentar definições claras dos termos que delimitam as classes de magnitude e os parâmetros utilizados para interpretar cada nível. A definição desses termos pode variar conforme o componente e deve ser suficientemente clara para permitir que outros avaliadores cheguem a uma descrição similar da magnitude para o mesmo componente e contexto. Um exemplo é apresentado no Box 8.3.

Box 8.3. Exemplo prático: descrição da magnitude

O quadro a seguir é parte do EIA do Outer Dowsing Offshore Wind (SLR Consulting, 2024). Esse projeto refere-se a um parque eólico offshore projetado para ser implantado no mar do Reino Unido, na região do Mar do Norte, a oeste da costa de Lincolnshire. O quadro apresenta a descrição dos parâmetros utilizados para avaliar a magnitude dos impactos na qualidade da água marinha. Percebe-se que as classes de magnitude são descritas e justificadas para o componente avaliado (qualidade da água) e fazendo referência às condições da linha de base.

Magnitude	Definição
Maior	Mudança em larga escala nas características-chave do estado da qualidade da água do corpo hídrico receptor. O estado da qualidade da água é degradado a ponto de ocorrer uma alteração permanente ou de longo prazo. Incapacidade de atender aos padrões de qualidade ambiental como resultado das atividades propostas.
Moderada	Mudança em escala intermediária nas características-chave do estado da qualidade da água do corpo hídrico receptor. É provável que o estado da qualidade da água leve um tempo considerável (por exemplo, uma alteração na classificação média anual de turbidez (Tyler-Walters *et al.*, 2018) para retornar às condições de referência. A capacidade de atender aos padrões de qualidade ambiental torna-se comprometida.
Menor	Mudanças perceptíveis, mas não consideradas substanciais, no estado da qualidade da água do corpo hídrico receptor. É pouco provável que a atividade altere o estado local a ponto de provocar mudanças consideráveis nas características da qualidade da água e/ou comprometer o atendimento aos padrões de qualidade ambiental.
Desprezível	Embora possa haver algum impacto sobre o estado da qualidade da água, prevê-se que as atividades ocorram por um curto período. Qualquer alteração no estado da qualidade da água será rapidamente revertida após a cessação das atividades.

Fonte: SLR Consulting (2024).

Não confunda atributos utilizados para descrever os impactos com critérios utilizados para determinar a significância! Alguns atributos utilizados para descrever os impactos não são bons atributos para determinar sua significância pois podem gerar uma análise equivocada. Por exemplo, um impacto indireto pode ser mais significativo que o impacto direto.

8.3.3 Sensibilidade

A determinação da sensibilidade de um componente é fundamental para definir se um impacto é significativo ou não. Para essa determinação, podem ser utilizados, por exemplo, documentos normativos, como uma lista de espécies ameaçadas. Também podem ser consideradas outras características, como os serviços ecossistêmicos relacionados ao componente (Capítulos 1 e 5), que informam sobre sua importância para os beneficiários desses serviços. No entanto, para muitos componentes, essa determinação é um grande desafio.

Além disso, o "valor" do componente afetado, especialmente o valor social atribuído a ele, é carregado de subjetividade, o que torna fundamental a participação dos diversos atores nesse processo, especialmente os afetados pela ação. É importante considerar que o aspecto plural da AIA, em que há diversos atores que participam do processo, dificulta ainda mais a definição desse valor. Esses diversos atores podem ter visões diferentes tanto quanto ao valor do componente afetado quanto à aceitabilidade do impacto. Essas visões diferentes são influenciadas pelo papel desses atores no processo de AIA. Por exemplo, a perspectiva de um analista do órgão responsável pela AIA é diferente das perspectivas dos consultores ambientais e da comunidade impactada. Ainda, a própria comunidade pode ter indivíduos com visões diferentes, igualmente importantes, que atribuem valores distintos a um determinado componente.

Diante dessa dificuldade, recomenda-se que a definição dos atributos e escalas de valores utilizados na determinação da sensibilidade seja discutida pelos atores em processos participativos (Capítulo 3). Além disso, é importante que esse processo de definição dos atributos seja claramente declarado nos estudos ambientais e nas audiências públicas. O Box 8.4 apresenta um exemplo.

Box 8.4. Exemplo prático: descrição da sensibilidade

O Five Estuaries Offshore Wind Farm é uma proposta de extensão de um parque eólico já existente (Galloper Offshore Wind Farm), localizado no Mar do Norte, ao largo da costa de Suffolk, Inglaterra (GoBe Consultants, 2024). O projeto prevê a instalação de até 79 turbinas eólicas. O quadro a seguir apresenta as definições dos diferentes níveis de sensibilidade de avifauna. Nota-se que as classes de sensibilidade são definidas e amparadas pelo diagnóstico.

Sensibilidade	Definição
Maior	O componente ornitológico (espécies de aves) apresenta tolerância muito limitada a um impacto potencial e/ou capacidade de recuperação muito reduzida, por exemplo, sendo fortemente deslocado por fontes de perturbação como ruído, luz, movimentação de embarcações e presença humana.
Moderada	O componente ornitológico (espécies de aves) apresenta tolerância limitada a um impacto potencial e/ou capacidade de recuperação reduzida, por exemplo, sendo moderadamente deslocado por fontes de perturbação como ruído, luz, movimentação de embarcações e presença humana.
Menor	O componente ornitológico (espécies de aves) apresenta alguma tolerância a um impacto potencial e/ou capacidade de recuperação, por exemplo, sendo parcialmente deslocado por fontes de perturbação como ruído, luz, movimentação de embarcações e presença humana.
Desprezível	O componente ornitológico (espécies de aves) é, em geral, tolerante a um impacto potencial e apresenta alta capacidade de recuperação, por exemplo, não sendo deslocado por fontes de perturbação como ruído, luz, movimentação de embarcações e presença humana.

Fonte: Gobe Consultants (2024).

Assim, a determinação da significância de um impacto depende dos parâmetros e das definições utilizados para analisar a magnitude da ação e a sensibilidade do componente afetado. Cabe à equipe de especialistas responsáveis pela elaboração dos estudos definir o que é pertinente à cada contexto estudado. O Box 8.5 apresenta um exemplo do que foi considerado para a determinação da significância de impacto na paisagem.

Box 8.5. Exemplo prático: determinação da significância de impactos visuais

O exemplo a seguir apresenta como a significância dos impactos na paisagem e no ambiente visual foi determinada no EIA do projeto Development of an Offshore Wind Farm in Hong Kong (Environmental Resources Management, 2010), proposto para instalação em águas ao sudoeste da Ilha de Lamma.

O projeto consiste em um conjunto de aerogeradores offshore, cabos submarinos e infraestrutura associada, com turbinas previstas entre aproximadamente 125 m e 136 m de altura, o que representa um elemento dominante na paisagem marítima e costeira. Para a determinação da significância dos impactos visuais, foram combinadas a sensibilidade dos receptores visuais sensíveis e a magnitude da mudança da paisagem.

Sensibilidade: Foram identificados os principais receptores visuais sensíveis, incluindo praias, trilhas, áreas urbanas e pontos panorâmicos. A sensibilidade de cada local foi classificada como Baixa, Média ou Alta, inferida por especialistas a partir de quatro critérios:

- **Valor e qualidade das vistas:** Áreas com vistas puramente naturais e de alta qualidade cênica foram consideradas mais sensíveis.
- **Tipo e número de pessoas:** Locais com grande concentração de moradores ou turistas recebem maior peso em comparação a locais de passagem.
- **Duração e frequência da vista:** O tempo de exposição contínua ao empreendimento (por exemplo, a exposição a partir de áreas residenciais foi considerada de duração alta).
- **Grau de visibilidade:** O quanto a vista direta para as turbinas está desimpedida.

Magnitude: A magnitude mensurou a severidade da alteração física na paisagem, sendo categorizada como Desprezível, Menor, Moderada ou Maior. Com base em análises de visibilidade e simulações visuais, ela foi estimada considerando:

- **Compatibilidade:** O quanto o projeto se integra ou destoa do ambiente ao redor.
- **Escala e Distância:** A altura das turbinas, a extensão do parque e a proximidade do observador.
- **Reversibilidade e Bloqueio:** O potencial de bloqueio de vistas importantes e se a mudança é reversível no longo prazo.

Significância: A significância do impacto (Significativo, Moderado, Leve ou Insignificante) foi determinada pelo resultado direto da matriz de combinação entre a magnitude da alteração visual e a sensibilidade dos receptores. Os julgamentos foram feitos por especialistas, fundamentados no uso que a comunidade faz do espaço e em como ela se relaciona com a paisagem.

		Sensibilidade à mudança		
		Baixa	Média	Alta
Magnitude da Mudança Causada pelo Projeto	Maior	Impacto moderado	Impacto moderado/ significativo	Impacto significativo
	Moderada	Impacto leve/moderado	Impacto moderado	Impacto moderado/ significativo
	Menor	Impacto leve	Impacto leve/moderado	Impacto moderado
	Desprezível	Impacto insignificante	Impacto leve	Impacto leve/moderado

Fonte: Environmental Resources Management (2010).

É importante destacar que o conteúdo apresentado neste capítulo se refere à determinação da significância dos impactos considerando uma cadeia causal linear (atividade - aspecto - impacto, como apresentado no Capítulo 5), sem considerar impactos cumulativos. Assim, um impacto pode ser considerado não significativo quando analisado isoladamente, mas ser significativo para um determinado componente numa região em que este componente já esteja sofrendo pressões e impactos de outras fontes. A análise de impactos cumulativos é tratada no Capítulo 10.

8.4 Como comunicar adequadamente a significância dos impactos?

A preocupação em comunicar claramente a determinação da significância está relacionada aos princípios fundamentais da AIA (IAIA; IEA, 1999). O EIA constitui uma parte significativa da informação que o processo de AIA leva à tomada de decisão. Dessa forma, é importante que as informações sejam apresentadas com uma abordagem dirigida, focada no que é importante (**Capítulo 6**). Nesse sentido, deve haver coerência entre as informações apresentadas no EIA, com foco nos impactos significativos como eixo principal.

O termo "impacto significativo" é carregado de subjetividade e não poderia ser diferente, já que depende dos valores (importância) atribuídos para os componentes ambientais de cada contexto. No entanto, essa subjetividade não deve ser confundida com arbitrariedade (Ehrlich; Ross, 2015), ou seja, o julgamento da significância deve levar em conta as informações dos estudos de base, descritas no diagnóstico e na previsão de impactos, utilizando, sempre que possível, uma abordagem combinada (Lawrence, 2007c). Além disso, todos os pressupostos e critérios utilizados devem ser justificados.

A indicação clara das informações (atributos, métodos, critérios, escalas, pressupostos, justificativas, resultados e incertezas) confere transparência na definição do que é significativo. Utilizar uma abordagem que justifique essas informações confere reprodutividade à avaliação e a inclusão de valores sociais confere representatividade à determinação de significância e ao processo de AIA como um todo.

> O EIA deve comunicar claramente quais são os impactos significativos do projeto, o que foi considerado para a determinação da significância e quais as incertezas envolvidas. Essa comunicação deve ser suficiente para garantir transparência, reprodutividade e representatividade ao processo.

Apesar da importância da determinação da significância dos impactos, essa informação é considerada uma deficiência em estudos ambientais em todo o mundo. Há décadas, pesquisas têm avaliado a prática apresentada em EIAs e identificado deficiências importantes. As evidências indicam desde a completa ausência da determinação de significância e a confusão entre a magnitude e a significância do impacto, até lacunas, como a ausência de consideração da sensibilidade e do valor ambiental e social do componente impactado (Anifowose *et al.*, 2016; Badr *et al.*, 2011; Barker; Jones, 2013). No contexto brasileiro, essas deficiências foram identificadas recentemente por Orique e Veronez (2024), Demori e Montaño (2024) e Veronez e Montaño (2024). Ao analisar 11 EIAs de parques eólicos offshore da Inglaterra, Escócia, Estados Unidos e Brasil, Veronez *et. al* (2026) identificaram uma falta consistente de clareza sobre para quem os impactos são considerados significativos.

Para saber mais

Para mais informação sobre a determinação da significância, sugerimos consultar Duarte e Sánchez (2020), Ehrlich e Ross (2015), Jones e Morrison-Saunders (2016), Lawrence (2007a, 2007b, 2007c), Noble (2020) e Sánchez (2020).

Referências

Anifowose, B., Lawler, D. M., van der Horst, D., & Chapman, L. (2016). A systematic quality assessment of environmental impact statements in the oil and gas industry. *Science of The Total Environment*, *572*, 570–585. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.083

Badr, E.-S. A., Zahran, A. A., & Cashmore, M. (2011). Benchmarking performance: environmental impact statements in Egypt. *Environmental Impact Assessment Review*, *31*(3), 279–285. http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2010.10.004

Barker, A., & Jones, C. (2013). A critique of the performance of EIA within the offshore oil and gas sector. *Environmental Impact Assessment Review*, *43*, 31–39. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.05.001

Demori, V. A., & Montaño, M. (2024). Opportunities to improve the quality of environmental reports and the effectiveness of environmental impact assessment: A Case of Electric Power Transmission Systems in Brazil. *Journal of Environmental Protection*, *15*(02), 124–140. https://doi.org/10.4236/jep.2024.152009

Duarte, C. G., & Sánchez, L. E. (2020). Addressing significant impacts coherently in environmental impact statements. *Environmental Impact Assessment Review*, *82*, 106373. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106373

Ehrlich, A., & Ross, W. (2015). The significance spectrum and EIA significance determinations. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *33*(2), 87–97. https://doi.org/10.1080/14615517.2014.981023

Environmental Resources Management. (2010). *Development of an offshore wind farm in Hong Kong: Final environmental impact assessment*.

GoBe Consultants Ltd. (2024). *Five Estuaries Offshore Wind Farm environmental statement*.

Government of Western Australia. (2014). *WA environmental offsets guidelines*. Government of Western Australia. https://www.epa.wa.gov.au/sites/default/files/Policies_and_Guidance/WA%20Environmental%20Offsets%20Guideline%20August%202014.pdf

International Association for Impact Assessment & IEA, Institute of Environmental Assessment. (1999). *Principles of environmental impact assessment best practice*. Fargo, ND, USA: IAIA - IEA. Retrieved from http://www.iaia.org/publications-resources/downloadable-publications.aspx

Jones, M., & Morrison-Saunders, A. (2016). Making sense of significance in environmental impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *34*(1), 87–93. https://doi.org/10.1080/14615517.2015.1125643

Lawrence, D. P. (2007a). Impact significance determination—Back to basics. *Environmental Impact Assessment Review*, *27*(8), 755–769. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.02.011

Lawrence, D. P. (2007b). Impact significance determination—Pushing the boundaries. *Environmental Impact Assessment Review*, *27*(8), 770–788. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.02.010

Lawrence, D. P. (2007c). Impact significance determination—Designing an approach. *Environmental Impact Assessment Review*, *27*(8), 730–754. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.02.012

Noble, B. F. (2020). *Introduction to Environmental Assessment: A Guide to Principles and Practice* (4th ed.). Oxford University Press.

Orique, S. R., & Veronez, F. A. (2024). Avaliação da qualidade dos estudos de impacto ambiental de projetos de linhas de transmissão submetidos ao Licenciamento Ambiental Federal (2018-2022). *Revista GeoAmbiente On-Line*, 94–113.

Royal HaskoningDHV. (2024a). *Dogger Bank South Offshore Wind Farms environmental statement*.

Royal HaskoningDHV. (2024b). *Morecambe Offshore Windfarm: Generation Assets environmental statement*.

Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos* (3a ed.). São Paulo: Oficina de Textos.

SLR Consulting. (2024). *Outer Dowsing Offshore Wind environmental statement*.

Veronez, F. A., & Montaño, M. (2024). Comprehensive framework for analysis of EIA effectiveness: Evidence from Espírito Santo State, Brazil. Environmental *Impact Assessment Review*, *108*, 107578. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107578

Veronez, F. A, Dibo, A. P. A., Siqueira-Gay, J., Duarte, C. G., Turra, A., & Sánchez, L. E. (2026). Impacts of offshore wind farms: significant for whom? *Impact Assessment and Project Appraisal*, *44*(1), 39–50. https://doi.org/10.1080/14615517.2026.2621472

Capítulo 9

MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Alessandra Peil
Carla Grigoletto Duarte
Luis Enrique Sánchez

A gestão dos impactos ambientais em projetos de desenvolvimento exige não apenas a análise precisa dos efeitos adversos, mas também a aplicação sistemática de estratégias que previnam, reduzam ou neutralizem esses impactos. Nesse contexto, as medidas de mitigação constituem um pilar fundamental da Avaliação de Impacto Ambiental, orientadas pela hierarquia que prioriza evitar impactos adversos, seguida de medidas para minimizar, restaurar e, apenas como última instância, compensar os impactos adversos residuais. Este capítulo apresenta os fundamentos conceituais e operacionais das medidas mitigadoras, com destaque para sua aplicação no setor de energia eólica offshore, mostrando como essas medidas podem ser planejadas, selecionadas e implementadas de forma efetiva, assegurando não apenas conformidade legal, mas também benefícios concretos à biodiversidade, aos serviços ecossistêmicos e às comunidades afetadas. Ao longo do capítulo, exemplos práticos, evidências científicas e diretrizes internacionais são utilizados para ilustrar as melhores práticas na mitigação de impactos em ambientes marinhos.

NESTE CAPÍTULO:

1 O que são medidas de mitigação?
2 Escolhendo as melhores medidas com a hierarquia de mitigação
3 Medidas de mitigação para a biodiversidade marinha em projetos de energia eólica offshore
4 Acompanhamento e eficácia das medidas de compensação para a biodiversidade

9.1 O que são medidas de mitigação?

Medidas de mitigação são ações para evitar, minimizar, corrigir ou compensar impactos ambientais negativos causados por um projeto. Elas são parte fundamental da gestão ambiental de um empreendimento e têm relação direta com a aceitabilidade de impactos significativos ao internalizar (no âmbito do proponente) os custos associados aos impactos ambientais e sociais previstos, cujas consequências não podem ser transferidas para ou compartilhadas com a sociedade.

As medidas mitigadoras são uma forma de implementação do Princípio do Poluidor Pagador, importante no direito ambiental internacional e incorporado à legislação de vários países.

Os resultados da etapa de análise dos impactos socioambientais são essenciais para a definição de estratégias efetivas de mitigação. Os impactos podem se manifestar de forma direta (ex.: com a perda de habitats devido à construção de infraestrutura), ou indireta, (ex.: por meio da alteração de habitats bentônicos e da fragmentação de áreas de uso de espécies marinhas, afetando a conectividade).

Além disso, os impactos cumulativos, decorrentes da sobreposição dos efeitos de múltiplas atividades humanas em uma mesma área, também devem ter propostas de mitigação compatíveis com a qualidade ambiental esperada de componentes afetados. É a partir da avaliação detalhada desses fatores que se torna possível priorizar medidas que evitem perdas irreversíveis de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos providos, bem como impactos sobre a qualidade ambiental e o bem-estar das populações afetadas.

A determinação da significância dos impactos ambientais e sociais também orienta a aplicação da hierarquia de mitigação, garantindo que impactos significativos sejam identificados e dimensionados adequadamente para que sejam evitados sempre que possível, e que medidas de minimização e compensação sejam implementadas de forma estratégica, proporcional e efetiva para reduzir impactos ambientais e sociais adversos. Se os impactos não forem caracterizados de forma adequada, a aplicação da hierarquia de mitigação pode não cumprir seu papel de internalizar as externalidades do projeto. Impactos subestimados podem levar à proposição de medidas de mitigação insuficientes, ao passo que impactos superestimados podem inflar essas medidas e gerar custos desnecessários aos empreendimentos.

Conforme ilustrado na Figura 8.7 (Capítulo 8), um impacto significativo pode se tornar aceitável mediante a aplicação de hierarquia de mitigação. A decisão de aceitabilidade é tomada levando em consideração a eficácia esperada de cada medida proposta. Em outras palavras, a aplicação de medidas mitigadoras contribui com a construção da viabilidade socioambiental do projeto. A etapa de acompanhamento (Capítulo 11) é essencial para verificar se o resultado da aplicação das medidas corresponde ao esperado, indicando ajustes quando necessário.

9.2 Escolhendo as melhores medidas com a hierarquia de mitigação

A hierarquia de mitigação organiza as medidas mitigadoras em uma sequência lógica, priorizando, sempre que possível, evitar que os impactos ocorram. Em seguida são propostas medidas de minimização, correção ou restauração e, por fim, compensação.

> **Hierarquia de mitigação**
> A hierarquia de mitigação é um processo sequencial de evitar, minimizar, restaurar e compensar impactos ambientais, com o objetivo de alcançar a neutralidade líquida (CSBI, 2015; IFC, 2012).

Como ilustrado na Figura 9.1, um mesmo impacto pode ser gerenciado por meio de uma ou mais dessas medidas combinadas. Inicialmente, devem ser estudadas alterações no projeto e em suas atividades de modo a evitar os impactos identificados. Na sequência, devem ser adotadas medidas para minimização de impactos que não puderam ser evitados, para só então avançar na proposição de medidas de correção ou restauração. Sempre que viável, as medidas de restauração devem ser aplicadas antes da compensação.

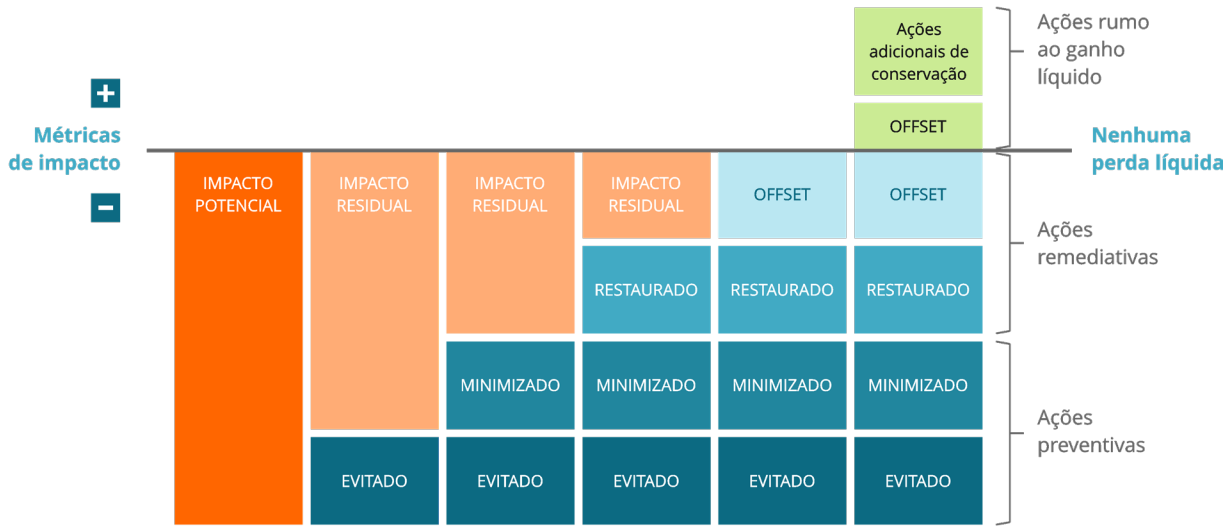


Figura 9.1. Diagrama esquemático mostrando a aplicação da hierarquia de mitigação para impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos (Fonte: adaptado de BBOP, 2013 e CSBI, 2015).

Evitar

A prevenção é a estratégia mais efetiva dentro da hierarquia de mitigação, pois busca evitar, eliminar os impactos antes mesmo que ocorram. Em estudos realizados no Reino Unido, pesquisadores demonstraram que o redesenho do projeto de parques eólicos offshore pode reduzir significativamente a sobreposição com rotas migratórias de aves marinhas, minimizando o risco de colisão e deslocamento de espécies sensíveis. O uso de modelagens espaciais e análises de sensibilidade da avifauna permitiu identificar zonas de exclusão que orientam o posicionamento dos aerogeradores em áreas de menor relevância ecológica. Essa abordagem preventiva reforça a necessidade de integrar dados ecológicos desde a fase inicial de planejamento, evitando comprometer ecossistemas críticos e reduzindo a necessidade de medidas compensatórias posteriores (Furness *et al.*, 2013).

Minimizar

Quando evitar completamente os impactos não é possível, a minimização torna-se uma etapa essencial para reduzir a intensidade, a duração e a extensão dos efeitos sobre o meio ambiente. Por exemplo, a utilização de cortinas de bolhas durante a cravação de estacas subaquáticas é considerada efetiva na atenuação do ruído, protegendo mamíferos marinhos sensíveis, como os botos. Durante a construção do parque eólico offshore Borkum West II, no Mar do Norte, a implementação de uma cortina de bolhas resultou em grande redução na propagação do ruído, diminuindo em até 90% a área de impacto acústico sobre os botos. Essa abordagem destaca a importância de mitigar impactos desde o planejamento de projetos offshore.

Restaurar

A restauração de ambientes marinhos é possível, mas geralmente apresenta elevada incerteza e raramente recompõem integralmente a estrutura e as funções ecológicas originais do ecossistema afetado. No contexto de parques eólicos offshore, evidências crescentes mostram que as estruturas submersas associadas aos aerogeradores – como fundações e sistemas de proteção contra erosão, podem funcionar como recifes artificiais, favorecendo a colonização por organismos bentônicos e promovendo o aumento da diversidade e biomassa marinha (**Capítulos 5** e **7**).

Um estudo de revisão conduzido por Langhamer (2012) destaca esse potencial ecológico positivo, inclusive para espécies de interesse comercial, como lagostas, caranguejos e peixes recifais. No entanto, esses efeitos não equivalem necessariamente à restauração integral do ecossistema afetado. Assim, embora a restauração de ambientes marinhos deva ser considerada como parte da hierarquia de mitigação, sua aplicação deve ser tratada com cautela, reconhecendo seus limites ecológicos e evitando que ela seja interpretada como substituta das medidas de prevenção e minimização.

Compensar

Quando impactos residuais persistem após a adoção de medidas de prevenção, minimização e restauração, as compensações devem ser implementadas com o objetivo de alcançar a neutralidade ou o ganho líquido de biodiversidade. No contexto dos impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos, quando as medidas de compensação ecológica levam a resultados em que se considera não haver nenhuma perda líquida, esse tipo de compensação é considerado um *offset* (Pope *et al.*, 2021). Para impactos sociais, o termo compensação é adotado independentemente de haver ou não equivalência entre perdas e ganhos.

Na Europa, a compensação em projetos eólicos offshore tem incluído ações para a criação de habitats, apoio a áreas protegidas e restauração de ecossistemas marinhos em regiões distintas das diretamente impactadas. Adicionalmente, ações que levem à redução das comorbidades ambientais, ou seja, melhora da saúde ambiental e aumento da resiliência do sistema socioecológico, como a implementação de políticas públicas para o planejamento territorial (ex.: Planos Diretores, Planos de Bacias Hidrográficas, Planos de Manejo de Áreas Protegidas e Planos de Gerenciamento Costeiro) e o combate a fontes de poluição (ex.: Planos de Saneamento e de Resíduos Sólidos), são estratégicas para compensar impactos cumulativos no ambiente costeiro e marinho.

No entanto, vários estudos alertam para a necessidade de garantir critérios como adicionalidade, equivalência ecológica e permanência, além da transparência na governança e monitoramento contínuo, uma vez que as medidas de compensação frequentemente envolvem compromissos de longo prazo e alto grau de complexidade ecológicas (Vaissière *et al.*, 2022).

FAÇA ISSO:

- Considere os impactos cumulativos ao definir as medidas.
- Tenha rastreabilidade dos impactos até a aplicação da hierarquia de mitigação.
- Aplique monitoramento sobre as ações de compensação com métricas que possibilitem o acompanhamento por resultados mensuráveis de conservação.

NÃO FAÇA ISSO:

- Não pule etapas da hierarquia. Compensar não substitui evitar ou minimizar.
- Não trate compensações como solução genérica sem diagnóstico técnico (linha de base).
- Compensação financeira não substitui compensação para biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

O Quadro 9.1 apresenta uma visão resumida das quatro etapas da hierarquia de mitigação – evitar, minimizar, restaurar e compensar – com seus respectivos objetivos, exemplos práticos aplicáveis a projetos eólicos offshore e os fatores críticos para sua efetiva implementação.

Quadro 9.1 Objetivo principal, exemplos práticos e para o setor eólico offshore e fatores críticos de sucesso das medidas mitigadoras aplicadas entre diferentes níveis da hierarquia de mitigação.

Níveis de hierarquia de mitigação	Objetivo principal	Exemplos práticos	Fatores críticos de sucesso
Evitar	Prevenir/Eliminar a ocorrência de um impacto.	(1) Redesenho/ microposicionamento do layout para evitar rotas migratórias/ áreas sensíveis de aves marinhas (Furness *et al.*, 2013). (2) Aplicar medidas de prevenção desde o início do planejamento (antes de decisões de sítio/ design), ampliando oportunidades de evitar áreas sensíveis (CSBI, 2015).	Planejamento e análise de alternativas; zoneamento/ triagem ambiental e disponibilidade de mapas/dados.
Minimizar	Reduzir a magnitude do impacto ou modificar o projeto de forma a afetar ambientes menos sensíveis.	(1) Cortinas de bolhas na cravação de estacas para reduzir ruído subaquático e perda temporária de habitat para mamíferos marinhos (Dähne *et al.*, 2017). (2) Métodos de instalação mais silenciosos do que técnicas tradicionais de cravação . (3) Monitoramento e ajuste operacional em tempo real para reduzir colisões.	Tecnologia apropriada; boas práticas construtivas; cronogramas compatíveis com ciclos ecológicos; integração com monitoramento e ajustes adaptativos.
Restaurar	Recuperar áreas diretamente afetadas.	(1) Estruturas/fundações e proteção contra erosão funcionando como "recifes artificiais", favorecendo a colonização bentônica e aumento de diversidade/biomassa (Langhamer, 2012). (2) Uso de recifes artificiais biodegradáveis e estruturas para promover biodiversidade (ver casos Tree Reefs; Oyster Hubs; EcoWende).	Metas claras e mensuráveis; linha de base/ indicadores; seleção de áreas com potencial; acompanhamento e correção de rota (monitoramento e manejo adaptativo).
Compensar	Compensar impactos residuais inevitáveis.	(1) Apoio a áreas protegidas novas/expandidas ou fortalecimento de gestão (quando houver adicionalidade) (World Bank Group, 2016). (2) Restauração/ recuperação de habitats (ex., manguezais/fundos marinhos) como atividade de offset (World Bank Group, 2016). (3) Criação de habitats alternativos, apoio a áreas protegidas e restauração, com ênfase em critérios como adicionalidade/equivalência/permanência (Vaissière *et al.*, 2022).	Adicionalidade (ganhos além do que ocorreria sem o offset) (World Bank Group, 2016). Equivalência (like-for-like; e, em casos específicos, trading-up) (World Bank Group, 2016). Permanência com mecanismos legais e financiamento de longo prazo (CSBI, 2015). Governança transparente, monitoramento e participação social (World Bank Group, 2016; CSBI, 2015).

O Quadro 9.2 apresenta um menu sintético de medidas de mitigação para impactos típicos de projetos eólicos offshore, vinculando cada impacto às opções disponíveis em cada etapa da hierarquia de mitigação. Os impactos adotam código e enunciado conforme Quadro 5.2.

Quadro 9.2. Menu sintético de medidas de mitigação para impactos típicos de projetos eólicos offshore.

Impacto potencial	Evitar	Minimizar	Restaurar	Compensar
I08 Perda de habitats e de espécimes bentônicos	Evitar habitats sensíveis no layout e no traçado de cabos (Laurino *et al.*, 2025).	Reduzir área afetada; usar HDD e técnicas menos invasivas (NEC, 2024; NYSERDA, 2021; USACE, 2014).	Reabilitar áreas perturbadas; favorecer recolonização bentônica (Langhamer, 2012; Dodds *et al.*, 2022).	Restaurar/proteger habitats equivalentes, com adicionalidade e equivalência (World Bank Group, 2016; Pope *et al.*, 2021).
I06 Deterioração da qualidade da água	Evitar traçados e métodos de maior revolvimento do fundo.	Controlar plumas; escalonar obras; usar HDD (NEC, 2024; NYSERDA, 2021; USACE, 2014).	Recuperação local quando viável.	Apenas para perdas residuais relevantes.
I04 Distúrbios comportamentais em espécies marinhas sensíveis ao ruído	Evitar áreas/períodos sensíveis; escolher métodos menos ruidosos.	Cortinas de bolhas, janelas ambientais, zonas de exclusão e monitoramento (Dähne *et al.*, 2017; JNCC, 2025; Marine Scotland, 2019).	Em geral, não se aplica diretamente.	Apenas em casos excepcionais de impacto residual significativo.
I13 Ferimentos e mortes de aves e morcegos	Redesenhar layout para evitar rotas migratórias e áreas sensíveis (Furness; Wade; Masden, 2013; Croll *et al.*, 2022)	Ajustes operacionais e monitoramento em tempo real (Breuer, 2025).	Não costuma se aplicar.	Medidas voltadas à conservação de habitats/populações afetadas.
I18 Mudanças em padrões de uso de habitats de espécies de alta mobilidade (aves, mamíferos marinhos, quelônios e peixes)	Evitar áreas de alimentação, reprodução e deslocamento.	Gestão de tráfego, limites de velocidade, observadores e detecção de fauna (JNCC, 2025; Marine Scotland, 2019).	Possível apenas em alguns contextos.	Ações de conservação em áreas críticas, com vínculo ecológico.
I20 Mudanças na composição da biodiversidade (efeito recife)	Evitar implantação onde a introdução de substrato duro seja indesejável.	Escolher materiais/configurações mais adequados (Dodds *et al.*, 2022).	Usar estruturas para favorecer colonização local, sem confundir com restauração plena (Langhamer, 2012; Martinez *et al.*, 2026).	Pode integrar estratégias mais amplas, quando justificado.
I01 Introdução e dispersão de espécies exóticas	Evitar vetores e incorporar biossegurança.	Limpeza de cascos/equipamentos e monitoramento precoce (Soares *et al.*, 2022).	Controle ou remoção precoce, se viável.	Não costuma ser a primeira resposta.
I14 Aumento de conflitos relacionados ao uso do espaço marinho	Compatibilizar com Planejamento Espacial Marinho e áreas de uso pesqueiro (Liao, 2023).	Ajustar áreas operacionais; construir arranjos de coexistência (Methratta, 2025; Szostek *et al.*, 2025; Stelzenmüller *et al.*, 2021).	Não costuma se aplicar diretamente.	Compensações econômicas e apoio a meios de vida, conforme o contexto (Jørgensen *et al.*, 2020; Glasson *et al.*, 2022).
I12 Impacto visual	Selecionar localização/distância da costa para reduzir intrusão visual.	Ajustar layout e comunicação com usuários do território (Machado; de Andrés, 2023; Oh; Nam; Kim, 2023).	Não costuma se aplicar.	Podem ser necessárias compensações sociais/territoriais.

O quadro deve ser lido como instrumento orientador para seleção de medidas compatíveis com a natureza do impacto, o contexto ecológico e social e a fase do ciclo de vida do projeto, e não como lista exaustiva ou receita fixa. Convém destacar que as medidas mitigadoras devem priorizar os impactos significativos. Impactos com menor significância podem ser gerenciados por meio de medidas padronizadas de controle.

Para que a mitigação dos impactos seja efetiva, a hierarquia de mitigação deve ser aplicada de forma iterativa e adaptativa ao longo de todo o ciclo do projeto, desde a escolha do local até a desativação. É preciso, ainda, que haja monitoramento sistemático para garantir implementação adequada e subsídios para avaliar, ao longo do tempo, se o conjunto de medidas planejadas estão de fato contribuindo para manter os impactos nos níveis considerados aceitáveis no processo decisório. O monitoramento deve ser baseado em indicadores claros, verificáveis e sensíveis à dinâmica ambiental do local (**Capítulo 7**), permitindo ajustes adaptativos sempre que os resultados esperados não forem atingidos (**Capítulo 11**). Esse processo garante não apenas a conformidade com os objetivos da AIA, mas também a legitimidade das decisões tomadas perante a sociedade e os órgãos reguladores (BBOP, 2013; CSBI, 2015; Duarte *et al.*, 2027).

É essencial que as medidas propostas sejam avaliadas quanto à sua viabilidade técnica, ambiental e legal, explicitando a efetividade e a incerteza esperadas para que tenham sucesso em alcançar os resultados esperados. Essa avaliação é parte importante do processo decisório na AIA, pois está diretamente associada à decisão sobre a aceitabilidade dos impactos residuais e dos trade-offs do projeto como um todo.

Embora as oportunidades de prevenção e minimização sejam mais frequentes nas fases iniciais, medidas de restauração e compensação tendem a ocorrer mais tarde e podem se estender ao longo da operação, exigindo revisões periódicas e correções de rota quando necessário:

Planejamento: identificar áreas sensíveis (ecológicas e sociais), realizar triagem/zoneamento e considerar alternativas de localização, layout e cronograma que evitem impactos desde o pré-planejamento. A tomada de decisão deve ser iterativa, reavaliando alternativas sempre que houver risco de impactos não mitigáveis ou de custos/risco excessivos nas etapas posteriores da hierarquia.

Construção: implementar as medidas definidas na etapa de avaliação dos impactos e operacionalizar a minimização, com controle rigoroso das pressões geradas na obra. Isso inclui, por exemplo:

- Janelas ambientais (ex.: evitar períodos críticos de reprodução/ migração);
- Gestão de tráfego marítimo (rotas, limites de velocidade, zonas de exclusão e protocolos de avistamento/alerta);
- Redução de ruído e vibração (boas práticas e tecnologias de mitigação durante instalação);
- Controle da dispersão de sedimentos/turbidez (métodos e monitoramento em tempo real quando aplicável);
- Registro de não conformidades e resposta adaptativa, ajustando procedimentos quando o desempenho ambiental estiver abaixo do esperado.

Na construção, a hierarquia funciona como estrutura de gestão adaptativa, pois os resultados do monitoramento devem retroalimentar as decisões, ajustando método, cronograma, rota e intensidade de atividade, para manter os impactos dentro de limites aceitáveis.

Operação: implementar e monitorar continuamente a efetividade das ações propostas (ex., ajustes operacionais, detecção/monitoramento de fauna, manutenção de áreas de relevância ecológica e protocolos de resposta), com revisão periódica e manejo adaptativo quando necessário.

Desativação: planejar o encerramento desde cedo e garantir que restaurações e/ou compensações assumidas sejam efetivas e sustentáveis no longo prazo, com metas, indicadores e responsabilidades definidas, mantendo manejo adaptativo e mecanismos de correção quando resultados não forem atingidos.

Frequentemente, as medidas são organizadas em planos de gestão ambiental (ou socioambiental). Os planos e suas respectivas medidas devem ser descritos no próprio EIA e são geralmente detalhados em documentos posteriores, como planos de gestão ambiental. Os planos devem incluir detalhamentos técnicos sobre a implementação das medidas, incluindo objetivos, responsabilidades, cronograma, orçamento, resultados esperados, indicadores de avaliação de resultados e diretrizes para coleta e interpretação, bem como previsão de avaliações de desempenho (Sánchez, 2020).

Box 9.1. Buscando referências para proposição de medidas de mitigação

A definição de medidas de mitigação para projetos de energia eólica offshore em ambientes tropicais deve atravessar, nos próximos anos, um período inicial de experimentação e aprendizagem, uma vez que esses empreendimentos ainda são relativamente raros nesses contextos e as evidências sobre efetividade de medidas são limitadas.

Nesse cenário, selecionar medidas potencialmente eficazes exige combinar cautela e pragmatismo: é recomendável aproveitar experiências acumuladas em outros setores offshore (por exemplo, petróleo e gás, cabos e dutos, dragagens e navegação), onde já existe histórico de gestão de impactos, monitoramento e respostas adaptativas, e também examinar práticas consolidadas em regiões não tropicais, identificando quais podem ser transferidas com consistência e quais precisam ser ajustadas às particularidades ecológicas, sociais e institucionais dos trópicos.

Ao mesmo tempo, o conhecimento técnico-científico local também deve ser valorizado na busca pelas melhores soluções em cada contexto, bem como o conhecimento tradicional, que pode ser determinante para compreender o potencial de efetividade das medidas em algumas situações.

9.3 Medidas de mitigação para a biodiversidade marinha em projetos de energia eólica offshore

Na fase de instalação, alguns dos principais impactos decorrem do lançamento e enterramento de cabos submarinos (Atividade OF06, Quadro 5.1). A escavação do fundo marinho e o enterramento dos cabos em áreas recifais podem provocar alterações nas comunidades de algas calcárias e corais, além da perda de organismos bentônicos, afetando a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas marinhos. Para mitigar esses efeitos, as medidas usualmente recomendadas incluem evitar períodos críticos para a fauna marinha, como fases de reprodução ou migração, e evitar a instalação em habitats sensíveis ou protegidos. A identificação desses períodos e áreas depende das informações obtidas nos estudos de linha de base ambiental, desenvolvidos durante a etapa de diagnóstico (Capítulo 7).

Outras medidas incluem a relocação de organismos sensíveis antes do início das atividades e a adoção de técnicas de instalação menos invasivas. Entre essas técnicas destaca-se a instalação de cabos sem abertura de trincheiras (*trenchless*) por perfuração direcional horizontal (*Horizontal Directional Drilling* – HDD), especialmente em trechos de transição entre ambientes terrestre e marinho (*landfall*) ou em áreas ambientalmente sensíveis (Figura 4.4). Essa técnica reduz a necessidade de abertura de valas e a perturbação direta do fundo marinho, minimizando a ressuspensão de sedimentos e o aumento da turbidez (NEC, 2025; NYFTWG, 2021). A técnica foi aplicada, por exemplo, no projeto Block Island Wind Farm (EUA), cuja avaliação ambiental descreve o uso de perfuração direcional de longa distância para a instalação do trecho de aterrissagem do cabo (USACE, 2014).

Ainda durante a fase de instalação, a intensa movimentação de embarcações de apoio (Atividade OF03, Quadro 5.1) pode atrair espécies da fauna pelágica e aumentar o risco de mortalidade de mamíferos marinhos, peixes e tartarugas, principalmente devido a colisões. Para reduzir esse risco, são recomendadas medidas como evitar áreas ambientalmente sensíveis — ainda que isso resulte em rotas mais longas — e estabelecer limites de velocidade para embarcações como parte de um Plano de Gestão de Tráfego Marítimo. Além disso, pode-se adotar sistemas de detecção e monitoramento da fauna marinha, como sonares e câmeras subaquáticas, capazes de alertar sobre a presença de animais nas áreas de operação.

Outra medida utilizada em alguns projetos consiste na instalação de dispositivos de dissuasão acústica, como *pingers* ou *seal scarers*, que emitem sinais sonoros aversivos com o objetivo de reduzir temporariamente a probabilidade de aproximação de mamíferos marinhos durante atividades de maior risco. Estratégias desse tipo foram adotadas, por exemplo, na Escócia, no Beatrice Offshore Wind Farm e no Moray East Wind Farm, (Marine Scotland, 2019).

Os dispositivos de dissuasão acústica devem ser utilizados com cautela, de forma direcionada e temporária, para evitar deslocamentos excessivos ou efeitos colaterais sobre a fauna, sendo recomendável que sua aplicação seja acompanhada de avaliação de efetividade (JNCC, 2025).

Durante a fase de operação, embora os impactos possam ser menos intensos do que na fase de construção, ainda persistem preocupações relevantes. Entre elas destacam-se as alterações na paisagem e no uso do espaço marinho, possíveis modificações nas rotas migratórias de aves, mamíferos marinhos, tartarugas e peixes, além de distúrbios sonoros e eletromagnéticos associados à transmissão contínua de energia (Quadro 5.2). Para mitigar esses efeitos, são necessárias medidas voltadas à redução da interferência visual e física das turbinas eólicas, especialmente em áreas com potencial turístico consolidado ou em rotas migratórias de espécies sensíveis.

Entre essas estratégias, destacam-se soluções de design que favoreçam a visualização das turbinas pelas espécies, incluindo a escolha adequada de cores, formatos e sinalizações específicas. Também é importante manter corredores ecológicos que permitam a migração segura das espécies. Adicionalmente, a implementação de sistemas capazes de detectar a presença de espécies migratórias nas proximidades das turbinas, com ajuste automático do funcionamento dos equipamentos, é apontada como uma medida efetiva para reduzir o risco de colisões e minimizar os impactos sobre a fauna em trânsito (IUCN, 2021; IPIECA, 2022), medida também adotada em parques eólicos terrestres.

Essas medidas visam principalmente evitar e minimizar os impactos previstos, conforme a hierarquia de mitigação. Sua implementação deve estar integrada a programas específicos de monitoramento ambiental, permitindo o acompanhamento contínuo e a adaptação das estratégias, conforme necessário (Capítulo 11). Quando impactos residuais significativos persistirem após a aplicação dessas medidas, pode ser considerada a adoção de medidas compensatórias, como última etapa da hierarquia de mitigação.

Casos que envolverem metas de alcançar impactos positivos para a biodiversidade (descritos internacionalmente como *nature positive* ou *net gain*), devem definir uma estratégia robusta de caracterização das condições ambientais atuais (Capítulo 7) e dos ganhos a serem alcançados. O Box 9.2 apresenta um caso que envolve medidas desta natureza.

Box 9.2. Busca por inovação e impactos positivos na biodiversidade

Um parque eólico offshore na Holanda, EcoWende, tem sido apresentado como um projeto que testa soluções para elevar o padrão ambiental de empreendimentos eólicos no mar, combinando medidas de mitigação com iniciativas voltadas à promoção de biodiversidade. Localizado a 53 km da costa, o projeto de 760 MW pretende suprir aproximadamente 3% da demanda de eletricidade dos Países Baixos.

Inovações ecológicas incluem o uso de recifes artificiais biodegradáveis (Tree Reefs) e estruturas chamadas *Oyster Hubs* para promover a biodiversidade marinha, além da adoção de proteções ecológicas contra erosão do leito marinho, minimizando a perturbação sobre dos sedimentos.

No tema do ruído subaquático durante a instalação de fundações, o EcoWende relata a avaliação e a aplicação de alternativas para reduzir a dependência de técnicas tradicionais de cravação por impacto (*impact pile-driving*). No entanto, o próprio material do projeto reconhece que pode ser necessário finalizar a instalação de monopilares com cravação tradicional caso técnicas inovadoras não atinjam a profundidade requerida. Nesse cenário, são mencionadas medidas de mitigação do ruído associadas à cravação tradicional, incluindo o uso de barreiras/"telas" de bolhas (*bubble screens*) e amortecedores no martelo (*dampers on the hammer*), entre outras soluções.

O projeto também descreve testes de sistemas de monitoramento para rastrear atividade de aves e morcegos e subsidiar ajustes operacionais voltados à redução de risco de colisões, bem como iniciativas para disponibilização de dados ecológicos e incentivar transparência e pesquisa aplicada.

Além disso, há uma colaboração com a HUB Ocean para tornar os dados ecológicos publicamente acessíveis, promovendo transparência e apoiando novas pesquisas, o que eleva o sistema de monitoramento à capacidade de manejo adaptativo.

Em síntese, o caso ilustra como projetos podem combinar: (i) medidas clássicas da hierarquia de mitigação (evitar– minimizar– restaurar– compensar) com (ii) iniciativas de inovação que buscam ir além da mitigação de impactos adversos e potencializar impactos positivos, almejando ganhos líquidos para a biodiversidade.

Com o primeiro monopilar instalado em dezembro de 2025 e previsão de início da operação para o fim de 2026, a experiência até aqui evidencia que parte dessas ambições depende de viabilidade técnica e das condições definidas para aprovação do empreendimento, reforçando a importância de explicitar limitações, incertezas, critérios de aplicação e monitoramento de efetividade.

Mais informações em: https://ecowende.nl/en/our-innovations/

9.4 Eficácia das medidas de compensação para a biodiversidade

A eficácia das medidas de compensação depende diretamente de mecanismos robustos de acompanhamento e avaliação ao longo do tempo, tratados no Capítulo 11. As compensações de biodiversidade têm algumas especificidades, devido à própria complexidade dos ecossistemas e não devem ser vistas como soluções pontuais ou meramente formais, mas como compromissos de longo prazo com metas de conservação mensuráveis e verificáveis.

É importante destacar a necessidade de mensuração e verificação como essenciais para garantir sua credibilidade e obter resultados demonstráveis. Caso contrário, o compromisso de compensação torna-se meramente formal. E fundamental definir indicadores ecológicos claros, estabelecer linhas de base confiáveis e implementar planos de monitoramento contínuo, preferencialmente com auditorias independentes e participação e engajamento social.

Além disso, recomenda-se prever medidas corretivas caso os objetivos não sejam atingidos, assegurando que o princípio de "nenhuma perda líquida" (*no net loss*) seja respeitado. A ausência de avaliação adequada pode comprometer a legitimidade das ações compensatórias e, em última instância, a integridade do processo de AIA.

A efetividade das ações compensatórias está diretamente relacionada à sua capacidade de gerar resultados ambientais equivalentes ou superiores aos impactos residuais que buscam compensar. Para isso, é essencial que essas ações sejam concebidas com base em diagnósticos ecológicos sólidos e implementadas em áreas que apresentem viabilidade de recuperação e relevância para a conservação.

Compensações efetivas vão além da simples criação de novas áreas protegidas ou da recuperação superficial de habitats, elas exigem metas claras, mecanismos de governança definidos, garantias financeiras para sua manutenção a longo prazo e transparência nos resultados alcançados. Avaliações independentes e periódicas, combinadas com envolvimento de comunidades locais e instituições científicas, são fundamentais para validar a efetividade das intervenções e promover ajustes adaptativos quando necessário. Dessa forma, assegura-se que as compensações cumpram seu papel como última etapa da hierarquia, contribuindo de forma concreta para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos afetados.

A implementação de medidas de compensação exige alto rigor técnico e compromisso institucional. A negligência na fase de implementação ou o uso de compensações genéricas e descontextualizadas pode não apenas comprometer os resultados ambientais pretendidos, como também minar a confiança pública no processo de AIA. Assim, é fundamental que o órgão responsável pela AIA, empreendedores e consultorias compartilhem a responsabilidade de garantir que as compensações sejam efetivas, integradas a políticas públicas e alinhadas com metas nacionais e globais de conservação da biodiversidade.

Box 9.3. Eólicas offshore como parte de uma estratégia regional de regeneração

No contexto do desenvolvimento da energia eólica offshore, a Coreia do Sul representa um exemplo emergente de como projetos de energia renovável em larga escala podem contribuir para objetivos mais amplos de regeneração costeira, quando devidamente integrados ao planejamento regional e às estratégias de engajamento de partes interessadas. Na Província de Jeonnam, o governo planeja instalar 8,2 GW de capacidade eólica offshore enquanto avança em três pilares da regeneração: revitalização econômica, engajamento comunitário e restauração ambiental.

A revitalização econômica se concentra na criação de oportunidades de emprego locais e na dinamização das economias costeiras por meio de novas cadeias de suprimento e setores da economia azul. O engajamento comunitário é promovido por meio de processos de planejamento participativo e mecanismos de repartição de benefícios, com o objetivo de aumentar a aceitação social e a confiança. A restauração ambiental inclui o potencial de regeneração de ecossistemas e de fortalecimento da biodiversidade marinha, especialmente quando combinada com o planejamento espacial marinho e soluções baseadas na natureza. Esses componentes estão alinhados com a hierarquia de mitigação, ao sugerirem que projetos de energia eólica offshore, se concebidos com foco na regeneração, podem gerar resultados líquidos positivos. O caso sul-coreano reforça a importância da integração precoce de estratégias regenerativas no ciclo do projeto, garantindo que as ações de mitigação não sejam apenas preventivas, mas também voltadas à melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida em uma região.

Mais informações: GWEC, Global Wind Energy Council. (2024). *How offshore wind development can support coastal regeneration: Global overview and best practices for South Korea*. Brussels: GWEC, 2024. Disponível em: https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/how-offshore-wind-development-can-support-coastal-regeneration-global-overview-and-best-practices-for-south-korea

Referências

BBOP. (2013). *To no net loss and beyond: An overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP)*. Forest Trends. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/bbop-overview-document_2012_v11_april-22_2013_web-pdf.pdf

Croll, D. A., Ellis, A. A., Adams, J., Cook, A. S. C. P., Garthe, S., Goodale, M. W., Hall, C. S., Hazen, E., Keitt, B. S., Kelsey, E. C., Leirness, J. B., Lyons, D. E., McKown, M. W., Potiek, A., Searle, K. R., Soudijn, F. H., Rockwood, R. C., Tershy, B. R., Tinker, M., ... Zilliacus, K. (2022). Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation*, *276*, Article 109795. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795

CSBI. (2015). *A cross-sector guide for implementing the mitigation hierarchy*. The Biodiversity Consultancy.

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, A., & Nabe-Nielsen, J. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. *Marine Ecology Progress Series*, *580*, 221–237. https://doi.org/10.3354/meps12257

Dodds, K. C., Schaefer, N., Bishop, M. J., Nakagawa, S., Brooks, P. R., Knights, A. M., & Strain, E. M. A. (2022). Material type influences the abundance but not richness of colonising organisms on marine structures. *Journal of Environmental Management*, *307*, Article 114549. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114549

Duarte, C. G., Dibo, A. P. A., Veronez, F. A., Sánchez, L. E., & Morrison-Saunders, A. (2027). Project-level environmental impact assessment effectiveness: Examining indicators from competent authorities' accountability reports. *Environmental Impact Assessment Review*, *122* (February 2026). https://doi.org/10.1016/j.eiar.2026.108612

Furness, R. W., Wade, H. M., & Masden, E. A. (2013). Assessing vulnerability of seabird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management*, *119*, 56–66.

Glasson, J., Durning, B., Welch, K., & Olorundami, T. (2022). The local socio-economic impacts of offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, *95*, Article 106783. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106783

IPIECA. (2022). *Managing biodiversity and ecosystem services across the energy transition: Mainstreaming the mitigation hierarchy*. Ipieca. https://www.ipieca.org/resources/managing-biodiversity-and-ecosystem-services-across-the-energy-transition-mainstreaming-the-mitigation-hierarchy

IUCN. (2021). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: Guidelines for project developers*. IUCN; The Biodiversity Consultancy. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-004-En.pdf

JNCC. (2025). *Evidence base for application of Acoustic Deterrent Devices (ADDs) as marine mammal mitigation* (Version 5). Joint Nature Conservation Committee. https://data.jncc.gov.uk/data/e2d08d7a-998b-4814-a0ae-4edf5d887a02/jncc-report-615-v5.pdf

Jørgensen, M. L., Anker, H. T., & Lassen, J. (2020). Distributive fairness and local acceptance of wind turbines: The role of compensation schemes. *Energy Policy*, *138*, Article 111294. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111294

Langhamer, O. (2012). Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: State of the art. *The Scientific World Journal*, 2012, Article 386713. https://doi.org/10.1100/2012/386713

Laurino, I. R. A., Xavier, L. Y., Iwama, A. Y., Fernandes, M. F., Souza, L. B. de, Denadai, M. R., Sánchez, L. E., & Turra, A. (2025). Biodiversity baseline assessment for offshore wind projects: Challenges to implement ecosystem-based management. *Journal for Nature Conservation*, *87*, Article 126983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126983

Liao, V. T. C. (2025). Marine spatial planning identifies solutions for offshore wind farms at fishery and environment in Taiwan territorial waters. *Energy & Environment*, *36*(3), 1247–1270. https://doi.org/10.1177/0958305X231199817

Machado, J. T. M., & De Andrés, M. (2023). Implications of offshore wind energy developments in coastal and maritime tourism and recreation areas: An analytical overview. *Environmental Impact Assessment Review*, *99*, Article 106999. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106999

Marine Scotland. (2019). *Outline Marine Mammal Mitigation Protocol*. Marine Scotland. https://marine.gov.scot/sites/default/files/outline_marine_mammal_mitigation_protocol.pdf

Martinez, A. S., Rocha, R. M., Christofoletti, R. A., Vieira, L. M., Pinheiro, U. S., Haddad, M. A., Pinheiro, I. E. G., Pellizzari, F. M., Haraguchi, L., & Pardal, A. (2026). Ecological role of artificial structures on marine and estuarine biota in Brazil: Current knowledge and implications for management. *Regional Studies in Marine Science*, *95*, Article 104803. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2026.104803

Methratta, E. T. (2025). Ecological indicators to monitor offshore wind interactions with fisheries resources. *ICES Journal of Marine Science*, *82*(3), Article fsae017. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsae017

NEC Corporation. (2024). Offshore wind power cable landfall installation to minimize environmental impact. *NEC Technical Journal*. https://www.nec.com/en/global/techrep/journal/g24/n01/240120.html

NYSERDA. (2021). *Offshore Wind Submarine Cabling Overview. New York State Energy Research and Development Authority*. https://www.nyftwg.com/wp-content/uploads/2021/05/Offshore-Wind-Submarine-Cable-Report.pdf

Oh, C. O., Nam, J., & Kim, H. (2023). The impacts of offshore wind farms on coastal tourists' behaviors in South Korea. *Coastal Management*, *51*(1), 24–41. https://doi.org/10.1080/08920753.2023.2148848

Pope, J., Morrison-Saunders, A., Bond, A., & Retief, F. (2021). When is an offset not an offset? A framework of necessary conditions for biodiversity offsets. *Environmental Management*, *67*(2), 424–435. https://doi.org/10.1007/s00267-020-01415-0

Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos* (3a ed.). Oficina de Textos.

Soares, M. O., Xavier, F. R. de L., Dias, N. M., Silva, M. Q. da, Lima, J. P. de, Barroso, C. X., Vieira, L. M., Paiva, S. V., Matthews-Cascon, H., Bezerra, L. E. A., Oliveira-Filho, R. R. de, Salani, S., & Bandeira, E. V. P. (2022). Alien hotspot: Benthic marine species introduced in the Brazilian semiarid coast. *Marine Pollution Bulletin*, *174*, Article 113250. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113250

Stelzenmüller, V., Gimpel, A., Haslob, H., Letschert, J., Berkenhagen, J., & Brüning, S. (2021). Sustainable co-location solutions for offshore wind farms and fisheries need to account for socio-ecological trade-offs. *Science of the Total Environment*, *776*, Article 145918. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145918

Szostek, C. L., Watson, S. C. L., Trifonova, N., Beaumont, N. J., & Scott, B. E. (2025). Spatial conflict in offshore wind farms: Challenges and solutions for the commercial fishing industry. *Energy Policy*, *200*, Article 114555. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114555

U.S. Army Corps of Engineers. (2014). *Deepwater Wind Block Island Wind Farm and Transmission System: Environmental Assessment and Statement of Findings*. USACE. https://www.nae.usace.army.mil/portals/74/docs/topics/deepwaterwind/ea17sep2014.pdf

Vaissière, A.-C., Levrel, H., & Pioch, S. (2014). Biodiversity offsets for offshore wind farm projects: The current situation in Europe. *Marine Policy*, *48*, 172–183. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X14000955

World Bank Group. (2016). *Biodiversity Offsets: A User Guide*. World Bank Group. https://documents1.worldbank.org/curated/en/344901481176051661/pdf/110820-WP-BiodiversityOffsetsUserGuideFinalWebRevised-PUBLIC.pdf

Capítulo 10

IMPACTOS CUMULATIVOS

Ana Paula Alves Dibo
Carla Grigoletto Duarte
Fernanda Aparecida Veronez
Juliana Siqueira-Gay
Misty Azzolini Rizzo
Luis Enrique Sánchez

Quando vários empreendimentos são construídos e operam na mesma área, seus impactos podem se somar ou se combinar, resultando, respectivamente, em impactos cumulativos aditivos ou sinérgicos. Se esses impactos forem desconsiderados na avaliação e nas tomadas de decisão sobre um novo projeto, sua aceitação pode ser dificultada. A avaliação de impactos cumulativos integrada à avaliação de impactos de projetos analisa a contribuição incremental desse projeto para a alteração da condição de determinados componentes ambientais e sociais, considerando os impactos já observados e aqueles que poderão ocorrer no futuro provenientes de outras atividades. Este capítulo mostra os fundamentos e traz orientações práticas para a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) como parte de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

NESTE CAPÍTULO:

1 O que são impactos cumulativos?
2 Qual a importância de se avaliar impactos cumulativos na Avaliação de Impacto Ambiental de projetos?
3 Como avaliar os impactos cumulativos em nível de projeto?

10.1 O que são impactos cumulativos?

Impactos cumulativos são mudanças da condição ou estado de componentes do ambiente como resultado da soma ou da interação de impactos de ações do passado, do presente e de ações razoavelmente previsíveis no futuro, em conjunto com um projeto em análise.

> **Exemplo de impacto cumulativo:**
> A instalação de fundações de turbinas eólicas offshore altera os habitats do leito marinho em razão da introdução de estruturas artificiais, resultando, entre outros impactos, na perda de habitat bentônico. Quando múltiplos empreendimentos eólicos offshore são implantados em uma mesma região, os impactos individuais se acumulam, ampliando a magnitude da perda de habitat.

O entendimento da definição de impactos cumulativos é importante, pois esta norteará a base da análise que será realizada. Sendo assim, é importante "adotar uma definição operacional antes de iniciar um estudo sobre AIC" (Sánchez, 2023, p. 17) que aborde seus elementos fundamentais.

A AIC tem como foco determinados componentes do ambiente (Figura 10.1), selecionados de acordo com sua importância no meio e/ou considerados de maior preocupação sob pontos de vista científicos ou socioculturais. Dependendo do contexto, os componentes podem ser subdivididos em subcomponentes (Quadro 10.1).

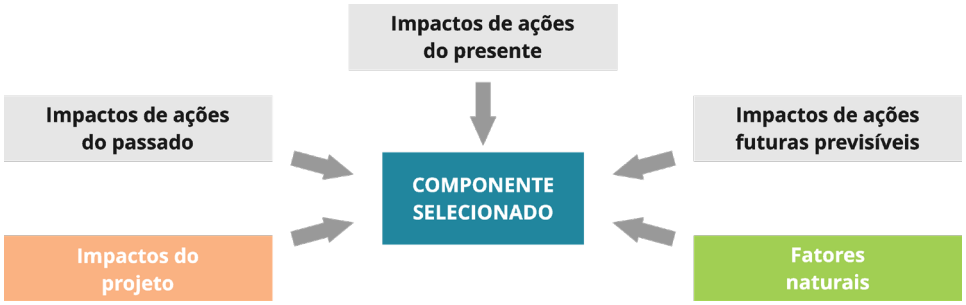


Figura 10.1. Foco da Avaliação de Impactos Cumulativos.

Quadro 10.1. Exemplos de componentes ambientais e sociais, subcomponentes e impactos cumulativos.

Componentes ambientais e sociais	Subcomponentes	Exemplo de impacto cumulativo
Aves	Aves pelágicas	Perda de habitat
Mamíferos marinhos	Cetáceos	Alteração comportamental
Patrimônio cultural	Patrimônio histórico	Deterioração de bens culturais
Formações vegetais naturais	Formações florestais	Perda de vegetação nativa

Para avaliar impactos cumulativos, é essencial considerar os impactos decorrentes de múltiplas atividades em uma dada região: impactos remanescentes de atividades realizadas no passado, impactos de atividades que ocorrem no presente e impactos de atividades que podem ser realizadas no futuro.

Os impactos cumulativos podem resultar da soma de impactos semelhantes ou da interação sinérgica entre diferentes impactos.

Há dois tipos principais de impactos cumulativos (Figura 10.2). Os impactos cumulativos aditivos são impactos de mesma natureza, provenientes de várias atividades, que se somam, resultando em um impacto de maior magnitude. Já os impactos cumulativos sinérgicos decorrem da interação de impactos de natureza diferente provenientes de várias atividades, resultando em outro impacto de natureza diferente.

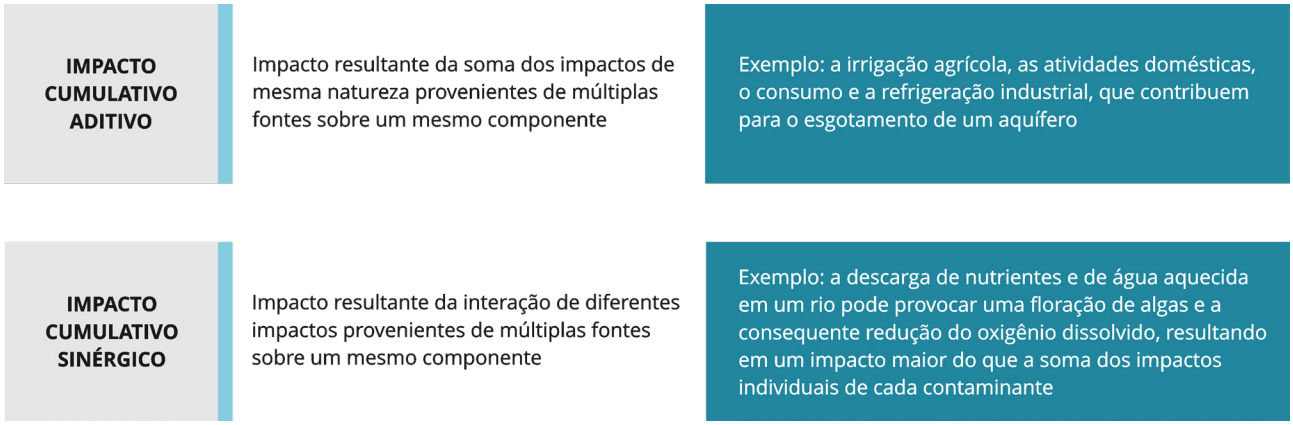


Figura 10.2. Principais tipos de impactos cumulativos.

Nesse contexto, a AIC é um processo sistemático que visa compreender como determinados componentes ambientais e sociais são afetados por diversas atividades. A AIC é uma avaliação que pode ser realizada no contexto de diversos instrumentos de avaliação de impacto (Capítulo 2), como avaliações regionais, estratégicas e também avaliações de impacto de vários ou apenas um projeto. Avaliar impactos cumulativos como parte de um EIA é obrigatório em diversos países.

Para saber mais

Olagunju *et al.* (2021) apresentam um levantamento dos requerimentos e práticas de AIC em oito países (Austrália, Brasil, Canadá, Gana, México, Nova Zelândia, Nigéria e Reino Unido).

10.2 Qual a importância de se avaliar impactos cumulativos na Avaliação de Impacto Ambiental de projetos?

A AIC é necessária quando há preocupação de que um projeto possa gerar impactos cumulativos em determinados componentes ambientais e sociais. Em regiões com grande concentração de projetos, a compreensão da pressão adicional de cada novo projeto sobre os componentes - que já são impactados por essas atividades - é fundamental para a definição do que é aceitável (Gunn; Noble, 2012).

A AIC em nível de projeto é uma fonte vital de informação para os processos de tomada de decisão de projetos a serem implementados, e vem sendo empregada em projetos eólicos offshore (Willsteed *et al.*, 2018), pois permite que os tomadores de decisão e as partes interessadas compreendam se os impactos do novo projeto, em conjunto com os impactos de outras atividades, poderão ultrapassar limites aceitáveis que possam comprometer a sustentabilidade dos componentes. Em caso positivo, é preciso definir quais medidas de mitigação devem ser adotadas pelo empreendedor e quais deveriam ser adotadas por outros agentes privados e públicos, num arranjo de responsabilizações que extrapola o que geralmente é tratado na AIA de projetos, que tem foco apenas nas obrigações de um único empreendedor.

Assim, mesmo onde a AIC não é obrigatória, ela pode ser adotada voluntariamente sempre que componentes em uma área afetada precisem de avaliações mais amplas para garantir manutenção de níveis mínimos de qualidade socioambiental que a AIA de projetos usualmente não captura.

Em resumo, a AIC, como parte de um EIA, contribui para o entendimento das consequências do projeto em um contexto mais amplo, que não isolado de outras atividades, que contribuem para mudanças nas condições dos componentes de interesse. É uma ferramenta que auxilia os proponentes de projetos, os tomadores de decisão e o público na inserção de um projeto em um contexto temporal e espacial mais amplo, de modo a compreender se uma nova perturbação compromete a sustentabilidade dos componentes.

Benefícios da AIC em nível de projeto:

- Identifica antecipadamente os riscos, reconhecendo os componentes vulneráveis a impactos cumulativos, possibilitando a adoção de medidas efetivas de mitigação e monitoramento; também reduz o risco da adoção de condicionantes adicionais de mitigação em estágios avançados do projeto.
- Permite a avaliação da contribuição do projeto em um cenário mais amplo de outras pressões, facilitando a avaliação e comunicação da responsabilidade do projeto.
- Orienta a colaboração efetiva entre outros proponentes e grupos de interesse para a implementação coletiva de medidas de mitigação e monitoramento em escalas adequadas.

10.3 Como avaliar os impactos cumulativos em nível de projeto?

As abordagens metodológicas para a AIC têm bases comuns, e neste guia seguimos principalmente as recomendações de IFC (2013), Noble (2020), Sánchez (2023) e RenewableUK (2013) para apresentar cinco etapas fundamentais para a construção concomitante da AIC à elaboração do EIA. A Figura 10.3 apresenta uma síntese das etapas, com o detalhamento a seguir. Essa proposta é adequada quando não há predefinição dos componentes e dos impactos cumulativos a serem investigados na etapa de definição do escopo da AIA (Capítulo 6).

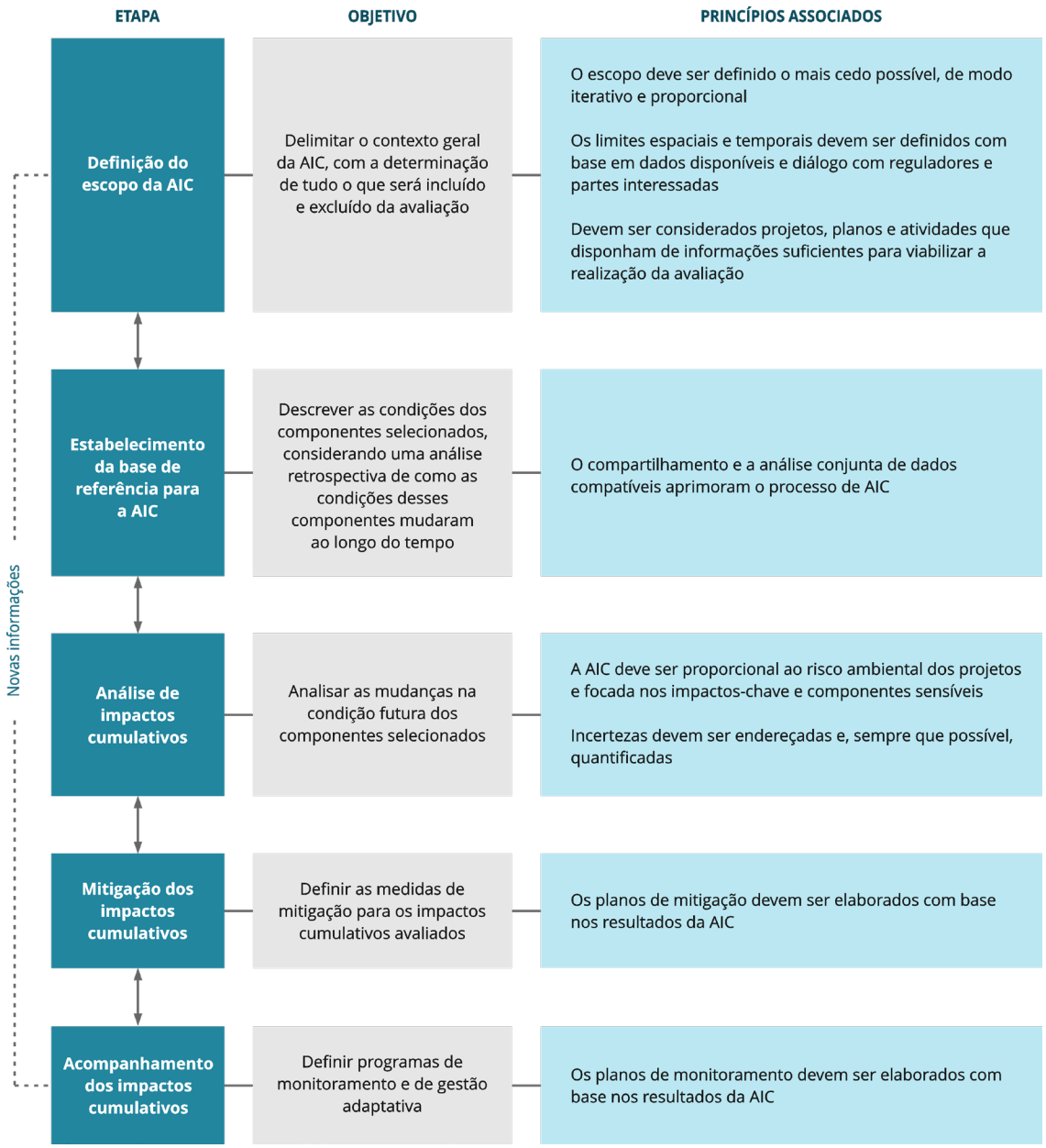


Figura 10.3. Etapas, objetivos e princípios associados à Avaliação de Impactos Cumulativos (Fonte: baseado em Sánchez, 2023 e RenewableUK, 2013).

É importante destacar que essas etapas podem ser realizadas de forma iterativa, ou seja, revistas para o refinamento das análises, conforme novas informações são analisadas em diferentes cenários.

Diferentemente da AIA de projetos, que parte das atividades de um projeto para analisar seus impactos, a AIC foca na compreensão de como os componentes selecionados são afetados pelos impactos totais de múltiplas atividades em uma dada localidade.

10.3.1 Etapa 1: Definição do escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos

A definição do escopo tem por objetivo delinear a abrangência do estudo, a qual envolve as seguintes tarefas:

1. Identificação e seleção dos componentes ambientais e sociais que serão o foco da avaliação;
2. Identificação e seleção de outras atividades, projetos e indutores de mudanças que afetam os componentes selecionados;
3. Delimitação dos limites temporais da avaliação; e
4. Delimitação dos limites espaciais da avaliação.

Seleção dos Componentes

A seleção dos componentes é uma das tarefas mais relevantes do processo de AIC. Em virtude de sua complexidade, esta deve ser focada em um número limitado de componentes, permitindo uma análise mais aprofundada e viável. Porém, não há uma regra para definir tal número.

A definição dos componentes pode variar quanto à abrangência, podendo considerar categorias amplas ou concentrar-se em elementos específicos, como determinadas espécies. Quando componentes amplos são selecionados, é possível – e, em alguns casos, desejável – associar subcomponentes que permitam uma avaliação mais direcionada dos potenciais impactos cumulativos (ver exemplos no Quadro 10.1).

> Os componentes podem ser definidos em diferentes níveis de especificidade, desde categorias amplas (ex.: vegetação terrestre) até espécies específicas de importância ecológica, social ou por sua vulnerabilidade. Espécies indicadoras podem ser utilizadas para representar o estado do meio ambiente e prever impactos em outras espécies ou grupos. Essa abordagem é válida, mas requer cautela: diferentes espécies e métricas (como densidade populacional, taxas de natalidade/mortalidade ou adequação de habitat) respondem de maneira distinta aos impactos ambientais (CEAA, 2015).

A seleção dos componentes deve ser orientada por critérios claramente explicitados, acompanhada da devida justificativa para cada escolha. A disponibilidade e a qualidade das informações existentes constituem fatores relevantes a serem considerados nesse processo.

Como ponto de partida, pode-se iniciar a escolha dos componentes a partir da listagem dos impactos mais importantes do projeto de interesse (Capítulo 5), relacionando-os aos componentes afetados por cada um, e então refinar a seleção adotando critérios, como: i) interesses regulatórios; ii) o potencial de interação com outros projetos; iii) valor para a conservação da biodiversidade, social ou recreativo, econômico e cultural, para uso por povos indígenas e de interesse científico (Gunn; Noble, 2012).

A prática de considerar somente os componentes para os quais foram previstos impactos significativos do projeto é criticada por diversos autores, visto que componentes afetados por impactos considerados não significativos por um projeto ainda podem ser significativamente afetados quando considerados os impactos de outras atividades, planos ou projetos. Ou seja, mesmo que um impacto não seja significativo isoladamente, ele pode contribuir para impactos cumulativos significativos. O Box 10.1 apresenta um exemplo de abordagem aplicada que considerou todos os impactos residuais do projeto com alguma alteração no ambiente, a fim de avaliar seu potencial de contribuição para impactos cumulativos.

Cabe também ressaltar a importância da participação e do engajamento público (ver Capítulo 3) em todas as etapas da AIC, especialmente na definição dos componentes que serão o foco da avaliação. O Box 10.2 apresenta um método aplicado à seleção de componentes, com a colaboração de uma comunidade indígena.

Box 10.1. Exemplo de critérios utilizados para a inclusão de impactos na Avaliação de Impactos Cumulativos

O EIA do parque eólico Morecambe Offshore Wind, localizado na parte oriental do Mar da Irlanda, com capacidade de 480 MW, considerou todos os impactos residuais do projeto com alguma alteração no ambiente, para avaliar o potencial de impacto cumulativo. Em seguida, foi avaliada a contribuição de outros projetos e atividades localizados nas áreas de população de referência dos mamíferos marinhos, a fim de verificar a contribuição destes para os impactos cumulativos. Abaixo apresenta-se um extrato das justificativas apresentadas para a inclusão - ou não - dos impactos na AIC sobre o componente mamíferos marinhos.

Impacto	Efeito residual do projeto isolado	Potencial para efeito cumulativo?	Justificativa
Fase de construção			
Impacto 1: Perturbação direta e deslocamento	Adverso de baixa magnitude	Sim	A probabilidade de ocorrência de impacto cumulativo é baixa, pois a contribuição do Projeto seria pequena e dependente da coincidência temporal e espacial de eventos de perturbação/deslocamento decorrentes de outros planos ou projetos. No entanto, potenciais efeitos cumulativos com os ativos de transmissão dos parques eólicos Morecambe e Morgan (OWFs Transmission Assets) representam uma via de interação, dada a proximidade com a área do parque eólico.
Impacto 2: Impactos indiretos sobre habitats e espécies presa	Adverso de baixa magnitude	Não	A probabilidade de ocorrência de impacto cumulativo é baixa, pois a contribuição do Projeto seria pequena e dependente da coincidência temporal e espacial de eventos de perturbação/deslocamento decorrentes de outros planos ou projetos. Embora existam outros projetos na proximidade e em escalas temporais semelhantes, não foram identificados efeitos cumulativos significativos sobre habitats e espécies presa; portanto, não se espera ocorrência de efeitos significativos sobre os receptores ornitológicos.
Fase de operação e manutenção			
Impacto 1: Perturbação direta e deslocamento	Adverso de baixa magnitude	Sim	Há probabilidade suficiente de ocorrência de impacto cumulativo para justificar a realização de uma avaliação cumulativa detalhada e quantitativa.
Impacto 2: Risco de colisão	Sem alteração a adverso de baixa magnitude	Sim	Há probabilidade suficiente de ocorrência de impacto cumulativo para justificar a realização de uma avaliação cumulativa detalhada e quantitativa.
Impacto 3: Combinação de risco de colisão e deslocamento	Adverso de baixa magnitude	Sim	Há probabilidade suficiente de ocorrência de impacto cumulativo para justificar a realização de uma avaliação cumulativa detalhada e quantitativa.

Fonte: Royal Haskoning DHV (2024a).

Box 10.2. Método para a seleção dos componentes envolvendo uma comunidade indígena

Um método para a seleção de componentes foi elaborado envolvendo a colaboração com a comunidade indígena da Nação Metlakatla (Canadá), como parte de um programa de avaliação e gestão dos impactos cumulativos no território tradicional da comunidade. O método consiste em seis etapas:

- **Etapa 1:** Definição abrangente do escopo, com a identificação de componentes por meio da análise de diversos documentos de políticas e planejamento da comunidade e do território.
- **Etapa 2:** Identificação e aplicação de critérios de seleção para os componentes e indicadores, sendo estes: importância tradicional ou outra significância, sensibilidade ao contexto do desenvolvimento, indicadores responsivos, mensuráveis e práticos, representatividade de habitats-chave, papel-chave no ecossistema, e espécies ameaçadas.
- **Etapa 3:** Engajamento com gestores e líderes da Metlakatla, colaboradores de pesquisa e especialistas para a seleção dos componentes prioritários, com a realização de um workshop.
- **Etapa 4:** Identificação de critérios para a seleção de componentes potenciais para o projeto-piloto, sendo estes nível de prioridade, competência, capacidade de influenciar mudanças e capacidade e recursos para implementação de monitoramento.
- **Etapa 5:** Seleção dos componentes para o projeto piloto, com a condução de um segundo workshop.
- **Etapa 6:** Plano de implementação para avançar sobre os outros componentes prioritários no programa.

Fonte: Kwon *et al.* (2024).

Seleção das atividades, projetos e indutores de mudanças

Esta tarefa tem como objetivo identificar outras ações que possam atuar como fontes de impactos cumulativos. Para isso, é essencial considerar atividades passadas — cujos impactos ainda podem persistir —, bem como atividades atuais e futuras que influenciem e/ou possam influenciar as condições dos componentes ambientais e sociais selecionados.

No contexto da implantação e expansão de eólicas offshore, é importante considerar a contribuição cumulativa de diversos parques eólicos, bem como de outras atividades, como pesca, navegação, atividades de exploração e produção de petróleo e gás, contribuindo para a Gestão de Base Ecossistêmica do ambiente costeiro-marinho (Capítulo 1). Para a identificação de ações futuras, diversas fontes públicas de informação podem ser consideradas. Um ponto importante é que órgãos governamentais desempenham papel fundamental na indicação e validação das atividades a serem consideradas no escopo da AIC (Dibo *et al.*, 2018).

Fontes de informação de outras ações no espaço costeiro-marinho:

- Projetos submetidos à AIA (nacional e estadual);
- Planos de Ordenamento Espacial Marinho;
- Planos de Ordenamento Costeiro;
- Planos de Manejo de Unidades de Conservação;
- Planos e Programas setoriais (como de energia, turismo, mineração, transporte) (ver Capítulos 2 e 6).

Também é recomendada a consideração de atividades que possam ser induzidas pelo próprio projeto em análise, ou seja, que ocorram se o projeto em avaliação for aprovado. Por exemplo, a instalação de um parque eólico offshore pode estimular a expansão da infraestrutura portuária local. Quando há evidências de que projetos semelhantes resultam em desdobramentos associados, essas atividades são consideradas razoavelmente previsíveis. Nesses casos, a análise de cenários é uma ferramenta amplamente utilizada para identificar ações hipotéticas — discutidas com base conceitual ou especulativa, conforme as informações disponíveis. O objetivo não é prever o cenário mais provável, mas antecipar possíveis consequências sob diferentes condições futuras, contribuindo para uma gestão mais efetiva dos impactos cumulativos.

A identificação de outros projetos não deve se restringir aos do mesmo tipo. A AIC de projetos de eólica offshore pode considerar não apenas outros projetos eólicos offshore, mas também quaisquer outros projetos ou atividades que ocorram nas delimitações espaciais definidas.

Um exemplo de procedimento para a seleção das atividades adotado no Reino Unido envolve: i) a definição de uma lista longa de outras atividades existentes ou aprovadas; e ii) a definição de uma lista curta de outros projetos (UK Planning Inspectorate, 2025). Um exemplo de aplicação dessas duas etapas é apresentado no **Box 10.3**.

Box 10.3. Procedimento para a seleção de outras ações a serem consideradas na Avaliação de Impactos Cumulativos

O EIA do projeto Dogger Bank South Offshore Wind Farm localizados no Mar do Norte, considerou as atividades localizadas nas zonas de influência de cada componente ambiental considerado para a AIC, tendo como base as seguintes fontes de informação para o estabelecimento da longa lista de outras ações no ambiente offshore: dados geográficos, dados hidrográficos, consulta ao site da autoridade responsável pela AIA de grandes projetos de interesse nacional (Planning Inspectorate), site do regulador do setor de petróleo e gás (OPRED), e sites individuais de projetos. A classificação das ações considerou uma escala de cinco níveis, que refletem o nível de incerteza quanto à implementação das ações, e de modo consequente, do potencial surgimento de impactos cumulativos com os impactos do projeto em questão. A escala segue as orientações do Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) do Reino Unido, conforme apresentado abaixo.

Níveis	Estágio de desenvolvimento
Nível 1	Empreendimentos construídos e em operação devem ser incluídos na avaliação cumulativa quando não tiverem sido contemplados no levantamento de caracterização ambiental, ou seja, quando não estavam operacionais no momento da realização dos levantamentos de linha de base e/ou quando eventuais impactos residuais não tiverem sido incorporados e, portanto, não estejam refletidos nas estimativas das condições de "linha de base", como a distribuição de fundo ("background") ou taxas de mortalidade de aves.
Nível 2	Nível 1 + empreendimentos em construção.
Nível 3	Nível 2 + empreendimentos que já foram licenciados/aprovados (mas cuja construção ainda não foi iniciada).
Nível 4	Nível 3 + empreendimentos com solicitação de licença submetida ao órgão regulador competente, ainda em fase de análise (sem decisão).
Nível 5	Nível 4 + empreendimentos que já elaboraram um PEIR (Preliminary Environmental Information Report) e possuem dados de caracterização disponíveis em domínio público.
Nível 6	Nível 5 + empreendimentos para os quais o órgão regulador espera a submissão de pedido de licenciamento para análise (por exemplo, projetos listados no programa da Planning Inspectorate).
Nível 7	Nível 6 + empreendimentos identificados em planos ou programas estratégicos relevantes.

Na sequência, os seguintes critérios foram adotados para definição de uma lista curta de ações a serem consideradas na AIC:

Empreendimentos incluídos	Empreendimentos excluídos
• O empreendimento é considerado parte do ambiente de linha de base, mas apresenta efeitos em curso; • Existe potencial para a ocorrência de uma via de impacto–receptor; • Existe potencial para interação espacial de efeitos; e/ou • Existe potencial para interação temporal de efeitos.	• O empreendimento já está incorporado ao ambiente de linha de base (portanto, não é considerado na AIC); • Baixa confiabilidade dos dados (não sendo possível realizar uma avaliação significativa); • Não existe via potencial de impacto–receptor; • Não há potencial para interação espacial de efeitos; e/ou • Não há potencial para interação temporal de efeitos.

Fonte: Royal Haskoning DHV (2024b).

Destaca-se ainda a necessidade de considerar outros indutores de mudanças ambientais que podem interagir com os impactos dos projetos, como secas e inundações, variações de temperatura ou ainda flutuações no número de predadores que podem afetar as condições de componentes biológicos. Com destaque, as mudanças climáticas podem impactar significativamente diversos componentes (**Box 10.4**). Outro exemplo de indutor de mudança diz respeito às espécies invasoras, como o Coral-Sol (**Box 7.1**, **Capítulo 7**).

Box 10.4. Mudanças climáticas e impactos cumulativos

As mudanças climáticas já são reconhecidas como um grande indutor de mudanças no ambiente (Ferguson *et al.*, 2025; IPBES, 2021; Laurino *et al.*, 2025). Nesta perspectiva, na AIC é importante considerar a influência dos impactos decorrentes das mudanças climáticas, a partir da prospecção de cenários climáticos (Byer *et al.*, 2018; Brownlie; Treweek, 2018). Em um exemplo apresentado por Nogues *et al.* (2021), os efeitos combinados de projetos de energias renováveis marinhas e mudanças climáticas sobre propriedades ecossistêmicas foram avaliados por meio de Análise de Redes Ecológicas. Nesta análise, as variáveis climáticas são integradas diretamente a parâmetros ecológicos fundamentais, modificando condições de base, como fluxos de energia e estrutura trófica, influenciando a forma como outras pressões interagem com o ecossistema. O estudo reforça que a AIC deve incorporar cenários climáticos como condição estruturante da análise, reconhecendo seu papel na definição da sensibilidade e na resposta dos componentes avaliados.

Delimitação dos limites temporais

A perspectiva histórica e futura das condições dos componentes deve ser considerada na compreensão dos impactos cumulativos. Sendo assim, deve-se definir limites tanto no passado quanto no futuro para a avaliação, para cada componente selecionado, com a apresentação clara de suas respectivas justificativas. É importante que esta definição seja realizada em conjunto com os reguladores e as partes interessadas, no âmbito da definição do escopo do EIA (Capítulo 6).

Em relação ao horizonte temporal no passado, uma questão importante — e, muitas vezes, limitante — diz respeito à disponibilidade de dados e informações suficientes para a descrição das tendências históricas dos componentes. Deve-se considerar um histórico que contemple as condições dos componentes antes de perturbações relevantes — ou, ao menos, um estado menos perturbado. A definição de marcos temporais específicos, como a implantação de um grande projeto ou mudança significativa no uso do território, é útil para a caracterização da trajetória das condições dos componentes (Sánchez, 2023), foco da Etapa 2 da AIC.

Apenas a análise das condições atuais dos componentes não é suficiente para compreender a trajetória de suas alterações ao longo do tempo.

Há também a necessidade de definir limites temporais futuros, considerando um horizonte de longo prazo, que, idealmente, deve ir além do ciclo de vida do projeto avaliado. Os impactos de um parque eólico, mesmo após o término de sua operação, podem persistir por ciclos de reprodução de espécies afetadas pelo projeto, visto que possíveis defasagens temporais nos impactos causados pelos projetos podem prolongar sua persistência. Como exemplo, há os ciclos de reprodução de águias reais (Masden *et al.*, 2010), que não ingressam na população reprodutiva até os 4 ou 5 anos de idade. Nesse caso, impactos que afetem filhotes ou jovens imaturos podem permanecer não detectados por vários anos, até que esses indivíduos atinjam a maturidade e, assim, influenciem negativamente a taxa de renovação populacional.

Delimitação dos limites espaciais

A delimitação espacial na AIC difere da área definida para a avaliação dos impactos de um projeto, sendo usualmente maior. Esta também deve ser definida para cada componente selecionado. Apesar de não existir uma regra geral, um ponto importante é que esses limites reflitam a distribuição ou padrão espacial dos componentes selecionados. Ao mesmo tempo, esses limites devem ser ecologicamente relevantes, mas não tão abrangentes a ponto de dificultar as análises (Bennun *et al.*, 2024).

Abordagens indicadas por CEAA (2015) para a definição dos limites espaciais:

- **Abordagem centrada no componente de interesse:** em que os limites espaciais são determinados para cada componente e considera a extensão geográfica e área de influência do projeto que está sendo avaliado.
- **Abordagem centrada no ecossistema:** em que os limites dependem da compreensão das características de um ecossistema como topografia, clima, solo. Esta abordagem é geralmente empregada em avaliações de caráter regional pela maior abrangência.
- **Abordagem centrada em limites administrativos, políticos ou outros:** em que os limites são definidos por critérios sociais e institucionais. São usualmente empregados para componentes socioeconômicos e culturais.

Assim como nas demais tarefas, a inclusão de partes interessadas (Capítulo 3) na definição dos limites espaciais também é altamente recomendável. Um exemplo de definição de limites espaciais é apresentado no Box 10.5.

Box 10.5. Zonas de influência definidas para a Avaliação de Impactos Cumulativos do projeto Ossian Offshore Wind Farm (UK)

Na AIC do EIA do parque eólico Ossian Offshore Wind Farm, localizado na costa leste da Escócia, para cada um dos componentes considerados na AIA do projeto, foram definidas zonas de influência cumulativa. Essas zonas têm como base as escalas espaciais dos potenciais impactos, bem como a dinâmica dos componentes ambientais. Com a definição dessas áreas, foram identificados todos os projetos, planos e atividades com potencial de interação com o projeto Ossian. Algumas das zonas de influência definidas são apresentadas abaixo:

Componente ambiental	Definição da zonas de influência cumulativa
Peixes e invertebrados bentônicos	A área de estudo da AIC para peixes e invertebrados foi definida como duas excursões de maré a partir da área de estudo de ecologia de peixes e invertebrados do arranjo do empreendimento. Para fins de triagem na AIC, quaisquer planos ou projetos localizados fora de uma zona de influência de 20 km foram excluídos da lista ampliada para todos os efeitos cumulativos, exceto ruído subaquático. Para a avaliação de ruído subaquático, foi considerada uma zona de influência ampliada de 100 km.
Mamíferos marinhos	A área de estudo da AIC para mamíferos marinhos foi definida com base na área de estudo regional desse grupo, considerando o alcance da conectividade potencial em função da mobilidade das espécies. Para fins de triagem na AIC, planos ou projetos localizados fora de uma zona de influência de aproximadamente 739 km — correspondente à maior distância da área regional considerada — foram excluídos da lista ampliada.
Aves marinhas	A área de estudo da AIC para aves marinhas (ambientes offshore e entremarés) foi definida com base no alcance máximo de forrageamento do atobá (gannet), acrescido de um desvio padrão, conforme Woodward (2019). Considerando que empreendimentos de energia, especialmente parques eólicos offshore, podem afetar diretamente a migração e o forrageamento de aves marinhas, esse critério foi utilizado para estabelecer a distância máxima de inclusão de projetos na análise cumulativa. Para fins de triagem na AIC, planos ou projetos localizados fora de uma zona de influência de 1.400 km foram excluídos da lista ampliada.

Fonte: RPS (2024).

10.3.2 Etapa 2: Estabelecimento da base de referência para a Avaliação de Impactos Cumulativos

O estabelecimento da base de referência para AIC tem como foco a elaboração de um diagnóstico analítico dos componentes selecionados, considerando as escalas temporais e espaciais definidas. Esse diagnóstico deve: i) descrever a trajetória das condições históricas dos componentes até as condições atuais; ii) caracterizar as fontes de mudança dessas condições; e iii) projetar tendências futuras dessas condições, na ausência do projeto que está sendo analisado (Sánchez, 2023).

O ponto fundamental do diagnóstico analítico é a análise retrospectiva das condições dos componentes, para compreender as mudanças ocorridas ao longo do tempo que levaram ao estado atual dos componentes. Esse diagnóstico deve subsidiar a análise dos impactos cumulativos.

Para isso, é essencial definir indicadores de mudança que permitam medir as perturbações e identificar as áreas de maior preocupação, nas quais os limites já foram ultrapassados ou estão próximos disso.

Como exemplo, dados e informações sobre áreas florestais suprimidas ao longo do tempo podem dar suporte à análise da trajetória de recuperação dessas áreas, permitindo avaliar se a condição atual representa um novo estado de equilíbrio ou corresponde a algum estágio de recuperação (IFC, 2013).

Além do mais, a disponibilidade de informações e recursos é fundamental nesse processo. De modo geral, os proponentes de um projeto devem utilizar as informações já existentes; no entanto, caso sejam identificadas lacunas relevantes, coletas adicionais de dados devem ser realizadas. A coleta de novos dados deve ser limitada e direcionada aos indicadores que permitam identificar alterações nas condições dos componentes (ver Capítulos 5 e 7).

> Considerando que os diagnósticos dos EIAs são comumente descritivos, pode ser necessário um diagnóstico complementar para subsidiar adequadamente a AIC. Assim, a realização de um diagnóstico planejado e já orientado para a AIC seria uma alternativa, permitindo que uma análise da trajetória das condições dos componentes seja realizada, bem como uma avaliação de sua sustentabilidade (Sánchez, 2023).

10.3.3 Etapa 3: Análise de Impactos Cumulativos

A etapa de análise de impactos cumulativos tem como objetivo avaliar como as atividades e projetos em foco (definidos na etapa de definição do escopo) podem afetar as condições futuras dos componentes selecionados. Para tal, são realizadas três tarefas: i) identificação dos impactos cumulativos; ii) previsão da magnitude dos impactos cumulativos; e iii) determinação da significância dos impactos cumulativos.

Um aspecto fundamental é que a análise não deve se restringir à contribuição incremental do projeto em avaliação, mas também deve considerar o efeito acumulado das várias atividades e projetos considerados sobre os componentes selecionados. O foco principal deve ser verificar se os limites aceitáveis de mudança poderão ser excedidos na determinação da significância dos impactos.

Para apoiar a identificação dos impactos cumulativos, recomenda-se estabelecer relações de causalidade entre as fontes de pressão e os impactos sobre os componentes ambientais e sociais de interesse. Dessa maneira, é possível visualizar os caminhos que levam aos impactos cumulativos, ou seja, os mecanismos pelos quais uma mudança é gerada a partir da(s) fonte(s). Assim, facilita-se a compreensão das interações complexas inerentes aos impactos cumulativos. O Box 10.6 apresenta um exemplo de relações de causalidade sobre o componente da qualidade do ar, com destaque para a identificação de fatores causadores de impacto de diversas atividades.

Dentre os principais componentes afetados pelos impactos cumulativos provenientes de parques eólicos, destacam-se aves e mamíferos marinhos. Exemplos de impactos cumulativos sobre aves incluem:

- Perda cumulativa de habitat associada à ocupação direta de habitats de forrageamento pelas estruturas físicas das turbinas;
- Redução da densidade populacional devido ao deslocamento de indivíduos e perda funcional de habitat pela presença das estruturas e aumento da mortalidade por colisões com as turbinas, que podem ser intensificados pelo tráfego de embarcações; e
- Perda da conectividade ecológica em função da fragmentação de rotas migratórias e deslocamentos entre habitats essenciais devido à instalação sucessiva de parques eólicos.

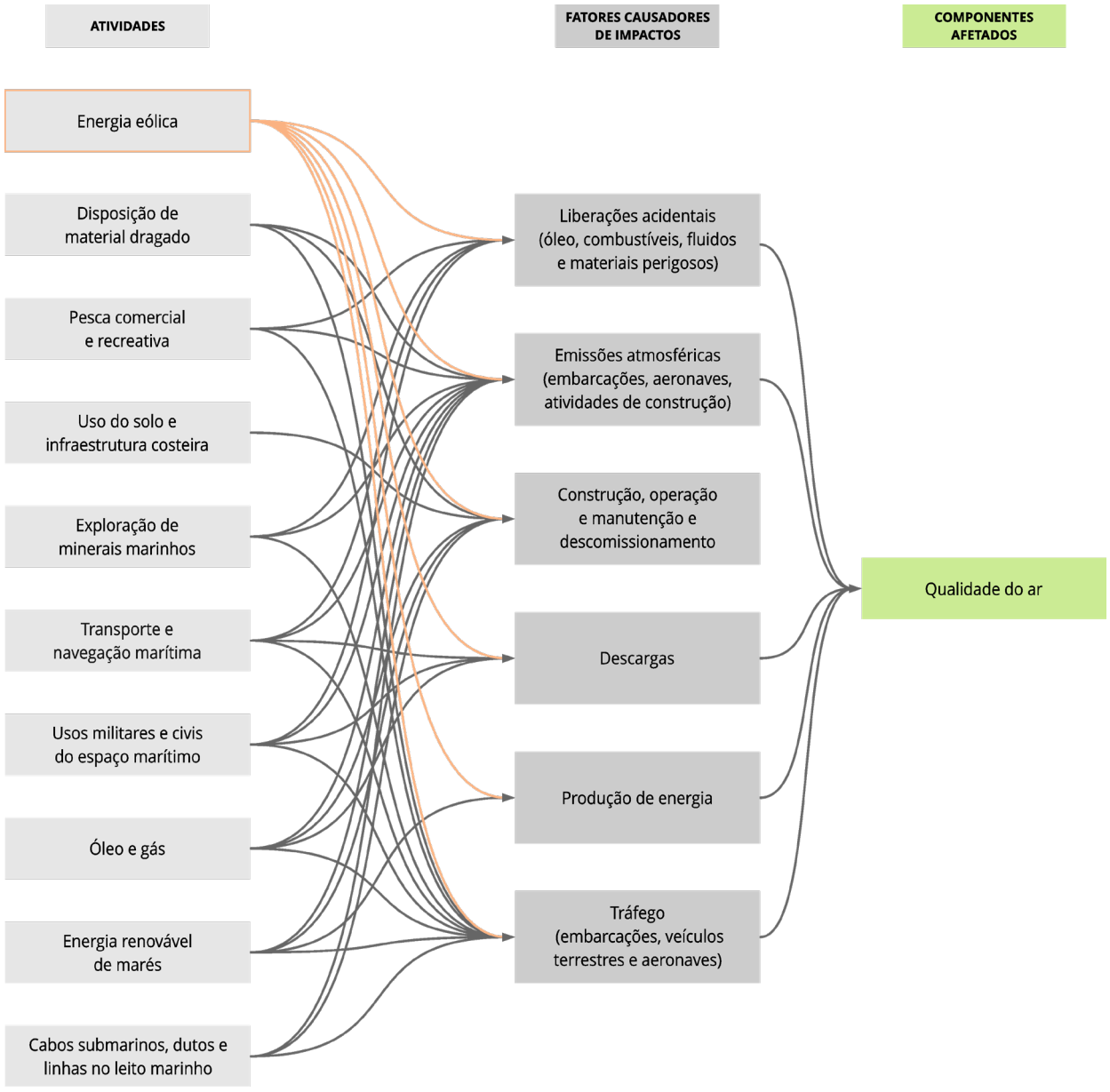
Box 10.6. Relações de causalidade e componentes afetados

O BOEM (Bureau of Ocean Energy Management), agência do governo federal dos Estados Unidos responsável pela gestão dos recursos energéticos, minerais e geológicos na Plataforma Continental Externa, elaborou um documento técnico para estabelecer uma estrutura comum de cenários de impactos cumulativos para ser utilizada quando da elaboração de avaliações de impacto, focada nas atividades de energia eólica offshore.

Dentre as orientações, o documento identifica importantes relações de causa e efeito entre projetos de energia renovável e os recursos potencialmente afetados.

Para tal, conforme apresentado na figura abaixo, é estabelecida uma relação entre as diversas atividades, os fatores causadores de impactos e os componentes afetados, que, no exemplo, é definido como a qualidade do ar.

Os fatores causadores de impactos são entendidos como os caminhos por meio dos quais uma ação ou atividade afeta um dado recurso.



Box 10.6. Relações de causalidade e componentes afetados (continuação)

O documento técnico ainda apresenta uma relação dos fatores causadores de impacto para cada atividade offshore considerada, com uma breve explicação, conforme pode ser observado abaixo.

Emissões atmosféricas • Aeronaves • Em terra (onshore) • Estruturas • Estruturas, geradores • Embarcações	Inclui emissões de poluentes gasosos ou particulados para a atmosfera provenientes de fontes estacionárias, embarcações, veículos ou aeronaves, que podem afetar a qualidade do ar e os recursos associados. Pode ocorrer tanto em ambientes terrestres quanto offshore.

Uma outra forma de representação sobre a relação entre as atividades e os fatores causadores de impactos que afetam o componente qualidade do ar é apresentada abaixo. Destaca-se a consideração das mudanças climáticas como um indutor de mudança na condição do componente.

Cenário de Impactos Cumulativos
Fatores Causadores de Impactos – Qualidade do Ar

	Dragagem e disposição de material dragado	Pesca comercial e recreativa	Uso do solo e infraestrutura costeira	Extração de minerais marinhos	Transporte marítimo, navegação e tráfego	Áreas militares e usos civis do espaço	Petróleo e gás – levantamentos e extração	Energia renovável – eólica	Cabos submarinos, linhas e dutos	Mudanças climáticas
Desenvolvimento de energia eólica offshore – Fatores Causadores de Impactos										
Liberações acidentais	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Emissões atmosféricas	•	•	•		•	•	•	•	•	
Descargas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Geração de energia, segurança energética								•		•
Uso portuário	•				•		•	•		•
Tráfego	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Cenário de impactos cumulativos – outros Fatores Causadores de Impactos										
Descomissionamento/remoção de estruturas						•	•			
Uso portuário, manutenção e dragagem	•									•

Fonte: BOEM (2020).

Para a previsão dos impactos cumulativos, diversos métodos podem ser aplicados, tanto quantitativos quanto qualitativos, tendo como base a análise retrospectiva realizada. Espera-se compreender como os componentes selecionados responderão às pressões diretamente atribuídas ao projeto proposto, bem como às decorrentes de outros projetos e ações presentes e futuras na delimitação espacial definida. Sendo assim, busca-se prever como indicadores relacionados aos componentes selecionados, como a população de uma espécie ou o índice de qualidade da água (Noble, 2020) responderão às pressões no futuro.

A significância dos impactos cumulativos deve ser determinada considerando o efeito total sobre os componentes selecionados, ou seja, o impacto do projeto, conjuntamente com os outros projetos selecionados, adotando-se limiares ou limites aceitáveis de mudança para cada componente. Sendo assim, busca-se compreender se os impactos cumulativos comprometem a sustentabilidade de um componente. Para a determinação da significância dos impactos cumulativos é necessário compreender o quanto de mudança na condição do componente é tolerável (Noble, 2020).

10.3.4 Etapa 4: Mitigação dos impactos cumulativos

Nesta etapa são definidas as medidas de mitigação para os impactos cumulativos avaliados, com o posterior acompanhamento desses programas por meio de uma gestão adaptativa. A aplicação da hierarquia de mitigação também é recomendada para a AIC (Capítulo 9).

Para tal, duas questões principais devem ser levadas em consideração:

- As medidas de mitigação propostas para o projeto podem não ser suficientes para os impactos cumulativos; e
- Visto que os impactos cumulativos decorrem da interação entre os impactos de diversas atividades, as medidas de mitigação devem ser implementadas de forma coletiva, por outros projetos e atores.

No Reino Unido, há uma recomendação de que sejam explicitadas as medidas de mitigação que serão adotadas no âmbito do projeto em avaliação, de forma individual, e há também previsão de caminhos para proposição de ações de mitigação compartilhadas entre os responsáveis pelas pressões e impactos sobre um componente (UK Planning Inspectorate, 2025).

10.3.5 Etapa 5: Acompanhamento dos impactos cumulativos

Na etapa de acompanhamento dos impactos cumulativos, as medidas de mitigação devem ser implementadas e ter sua efetividade evidenciada (ver **Capítulo 11**). Para tal, a colaboração entre diversos projetos e partes interessadas pode ser essencial para o desenvolvimento de programas regionais de impactos cumulativos (para um exemplo, ver **Box 11.2** no próximo capítulo). Por fim, seguindo as premissas da gestão adaptativa, é preciso ajustar as medidas caso os resultados alcançados não sejam considerados suficientes.

Do exposto, é fundamental reconhecer que para a gestão dos impactos cumulativos é necessária a definição de uma governança para que uma abordagem colaborativa de gestão seja implementada, com o compartilhamento de responsabilidades.

Para saber mais

Para mais informações sobre o processo de AIC, sugerimos consultar Sánchez (2023), Blakley e Franks (2021), Hegmann *et al.* (1999), IFC (2013) e Bennun *et al.* (2024).

Referências

Bennun, L., Fletcher, C., Cook, A., Wilson, D., Jobson, B., Asante-Owusu, R., Dakmejian, A., & Liu, Q. (2024). *Guidance on biodiversity cumulative impact assessment for wind and solar developments and associated infrastructure*. The Biodiversity Consultancy.

Blakley, J. A., & Franks, D.M. (Eds). (2021). *Handbook of Cumulative Impact Assessment*. Edward Elgar Publishing.

BOEM, Bureau of Ocean Energy Management. (2020). *National Environmental Policy Act Documentation for Impact-Producing Factors in the Offshore Wind Cumulative Impacts Scenario on the South Atlantic Outer Continental Shelf*. US Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs, Sterling, VA. OCS Study 2021-043

Brownlie, S., & Treweek, J. (2018). *Biodiversity and ecosystem services in impact assessment*. Special Publication Series No. 3. International Association for Impact Assessment. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-Biodiversity-Ecosystem-Services.pdf

Byer, P., Cestti, R., Croal, P., Fisher, W., Hazell, S., Kolhoff, A., & Kørnøv, L. (2018). *Climate change in impact assessment: International best practice principles*. Special Publication Series No. 8. International Association for Impact Assessment. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-Climate-Change.pdf

CEAA, Canadian Environmental Assessment Agency. (2015). *Operational Policy Statement: Assessing Cumulative Environmental Effects under the Canadian Environmental Assessment Act, 2012*.

Dibo, A. P. A., Noble, B. F., & Sánchez, L. E. (2018). Perspectives on Driving Changes in Project-based Cumulative Effects Assessment for Biodiversity: Lessons from the Canadian Experience. *Environmental Management*, *62*(5), 929–941. https://doi.org/10.1007/s00267-018-1086-6

Ferguson, M. C., Williams, K. A., Goodale, M. W., Adams, E. M., Knaga, P., Kingdon, K., & Avery-Gomm, S. (2025). A flexible framework for species-based regional cumulative effects assessments to support offshore wind energy planning and management. *Environmental Impact Assessment Review*, *114*, 107912. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.107912

Gunn, J., & Noble, B. (2012). *Critical review of the cumulative effects assessment undertaken by Manitoba Hydro for the Bipole III project*. Prepared for the Public Interest Law Centre, Winnipeg, Manitoba.

Hegmann, G., Cocklin, C., Creasey, R., Dupuis, S., Kennedy, A., Kingsley, L., Ross, W., Spaling, H., & Stalker, D. (1999). *Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide*. Prepared by AXYS Environmental Consulting Ltd. and the CEA Working Group for the Canadian Environmental Assessment Agency, Hull, Quebec.

IFC, International Finance Corporation. (2013). *Good Practice Handbook: Cumulative Impact Assessment and Management, Guidance for the Private Sector in Emerging Markets*.

IPBES, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S., & Ngo, H. T. (Eds). IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.6417333

Kwon, K., Rutherford, M., & Gunton, T. (2024). A new model for selecting valued components in environmental assessment: Lessons from an Indigenous-led cumulative effects management program. *Environmental Impact Assessment Review*, *106*. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107519

Laurino, I. R. A., Xavier, L. Y., Iwama, A. Y., Fernandes, M. F., de Souza, L. B., Denadai, M. R., Sánchez, L. E., & Turra, A. (2025). Biodiversity baseline assessment for offshore wind projects: Challenges to implement Ecosystem-Based management. *Journal for Nature Conservation*, *87*, 126983. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126983

Masden, E. A., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., & Haydon, D. T. (2010). Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*, *30*(1), 1–7. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.05.002

Noble, B.F. (2020). *Introduction to Environmental Assessment: A Guide to Principles and Practice* (4th ed.) Oxford University Press.

Nogues, Q., Raoux, A., Araignous, E., Chaalali, A., Hattab, T., Leroy, B., Ben Rais Lasram, F., David, V., Le Loc'h, F., Dauvin, J. C., & Niquil, N. (2021). Cumulative effects of marine renewable energy and climate change on ecosystem properties: Sensitivity of ecological network analysis. *Ecological Indicators*, *121*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107128

Olagunju, A., Appiah, D., Cavalcanti, P. M. P. S., Durning, B., González, H. C. T., MacLean, J., Morgan, R., & Nelson, R. (2021). Cumulative effects assessment requirements in selected developed and developing countries. In J. A. Blakley, D. Franks (Eds.). *Handbook of Cumulative Impact Assessment*. Edward Elgar.

RenewableUK. (2013). *Cumulative Impact Assessment Guidelines: Guiding Principles for Cumulative Impacts Assessment in Offshore Wind Farm*.

Royal Haskoning DHV. (2024a). *Morecambe Offshore Windfarm: Generation Assets Environmental Statement*. Volume 5 – Chapter 12 Offshore Ornithology.

Royal HaskoningDHV. (2024b). *Dogger Bank South Offshore Wind Farms Environmental Statement*. Volume 7 – Appendix 6-2 Offshore Cumulative Effects Assessment Methodology.

RPS. (2024). *Ossian Offshore Wind Farm Limited Environmental Statement*. Appendix 6.4: Cumulative Effects Screening.

Sánchez, L.E. (2023). *Avaliação de impactos cumulativos*. Oficina de Textos.

UK Planning Inspectorate. (2025). *Nationally Significant Infrastructure Projects: Advice on Cumulative Effects Assessment*. UK: National Infrastructure Planning.

Willsteed, E. A., Jude, S., Gill, A. B., & Birchenough, S. N. R. (2018). Obligations and aspirations: A critical evaluation of offshore wind farm cumulative impact assessments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 2332–2345. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.079

Capítulo 11

ACOMPANHAMENTO

Ivan Rodrigo Abrão Laurino
Anne Caroline Malvestio
Fernanda Aparecida Veronez
Monique Fogaça Fernandes
Noa Magalhães
Ana Paula Alves Dibo
Lucas Bernardinelli de Souza
Bruno Olian
Carla Grigoletto Duarte
Luis Enrique Sánchez

Os principais impactos de um projeto ocorrem depois de sua aprovação, quando começam as obras preparatórias, a implantação de canteiros, e a construção propriamente dita, seguindo-se a operação até eventual desativação e fechamento. Este capítulo trata da implementação das medidas de mitigação definidas no Estudo de Impacto Ambiental, do monitoramento e das demais atividades da etapa de acompanhamento da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

NESTE CAPÍTULO:

1 O que é a etapa de acompanhamento na Avaliação de Impacto Ambiental?
2 O monitoramento como peça central da etapa de acompanhamento
3 Monitoramento ambiental
4 Monitoramento social

11.1. O que é a etapa de acompanhamento na Avaliação de Impacto Ambiental?

O acompanhamento é uma etapa do processo de AIA que tem por objetivo principal possibilitar que o projeto seja gerenciado de modo a implementar satisfatoriamente todas as medidas de mitigação e demais condições impostas na sua aprovação (Capítulo 9). Além de possibilitar a avaliação prévia dos potenciais impactos das atividades, a AIA deve ser um processo adaptativo que oriente a gestão ambiental e social do projeto ao longo do seu ciclo de vida (Glasson, 2022). Na tomada de decisão sobre o projeto, são estabelecidas condições para sua implementação e operação, a serem observadas durante o acompanhamento. É fundamental que os impactos significativos (Capítulo 8) sejam considerados nessas condições, bem como os resultados da aplicação das medidas de mitigação sejam avaliados e, se necessário, sejam adotadas medidas corretivas.

As principais funções do acompanhamento são (Glasson, 2022; Sánchez, 2020):

- Avaliar a efetividade das medidas de mitigação e direcionar ajustes necessários, incluindo ações para lidar com impactos não previstos;
- Obter e analisar evidências que permitam verificar a acurácia da previsão dos impactos;
- Contribuir para processos de aprendizagem, incluindo a melhoria da avaliação e da gestão de outros projetos.

Para isso, o acompanhamento responde a perguntas como: a previsão de impactos estava correta? Os resultados das medidas propostas estão dentro do esperado? Algum ajuste é necessário? As comunidades afetadas estão plenamente informadas acerca do projeto e medidas acordadas e compreendem como são afetadas? O que aprendemos com esse processo?

O acompanhamento envolve cinco elementos: monitoramento, avaliação, gestão, comunicação e governança (Arts; Morrison-Saunders, 2022; Pinto *et al.*, 2019), como ilustrado na Figura 11.1.

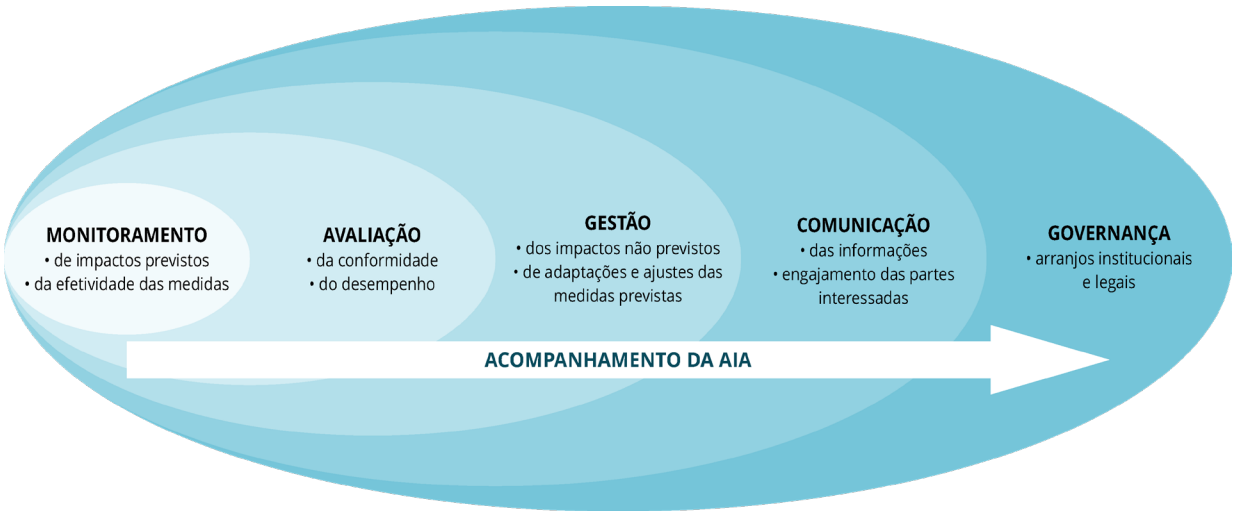


Figura 11.1. Elementos que compõem a etapa de acompanhamento da Avaliação de Impacto Ambiental. (Fonte: modificado de Morrison-Saunders; Arts, 2005).

O monitoramento consiste na coleta sistemática de dados relevantes sobre as atividades e os impactos gerados pelo projeto, bem como a efetividade das medidas propostas (Arts & Morrison-Saunders, 2022; Glasson, 2022). A definição do que deve ser monitorado é fundamental para que os esforços sejam focados na obtenção de dados que, de fato, gerem informações relevantes para a gestão do projeto. Ou seja, deve haver coerência entre o resultado da previsão de impactos, os impactos significativos, as medidas de mitigação propostas e o monitoramento, de modo que os indicadores gerados permitam a comparação da condição pós início do projeto com a condição de referência (prévia ao início das atividades) (Capítulo 7) (Glasson, 2022).

Os dados coletados por meio do monitoramento devem passar por uma avaliação, com o objetivo de compreender seu significado e fornecer informações para a gestão. Dados de monitoramento podem ser avaliados tanto em relação à condição de referência (Capítulo 7) quanto aos impactos previstos, mas também à luz de padrões legalmente definidos ou em relação às expectativas ou aos objetivos do projeto e das partes interessadas (Arts; Morrison-Saunders, 2022). A efetividade das medidas também deve ser avaliada, subsidiando a gestão, que consiste em tomar decisões e implementar ações em resposta às informações levantadas, por exemplo, ajustando uma medida mitigadora para aumentar sua efetividade ou modificando o próprio monitoramento (Arts; Morrison-Saunders, 2022). Neste contexto, o aprendizado ocorre a partir dessas avaliações, e os ajustes são realizados em um ciclo de melhoria contínua, representado na Figura 11.2. Nesse fluxo, o ciclo C1 representa ajustes operacionais incrementais, enquanto o ciclo C2 indica aprendizagem estratégica, com revisão de pressupostos e diretrizes, evidenciando um processo contínuo de melhoria.

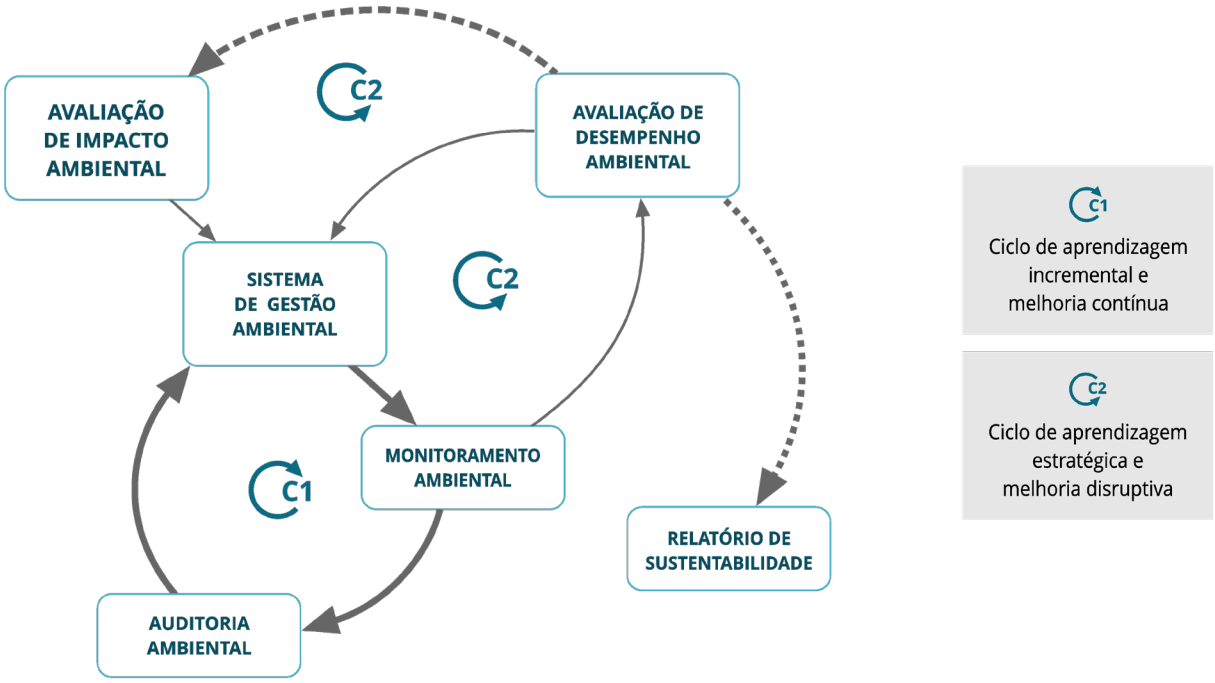


Figura 11.2. Ciclos de aprendizagem na Avaliação de Impacto Ambiental: fluxos de retroalimentação entre AIA, sistema de gestão ambiental, monitoramento, auditoria, avaliação de desempenho e relatório de sustentabilidade. (Fonte: Sánchez, 2012).

A comunicação deve considerar o engajamento com as partes interessadas (Capítulo 3), que não deve se limitar às etapas que precedem a aprovação do projeto, prosseguindo ao longo de seu ciclo de vida e contribuindo para uma melhor compreensão, pela comunidade afetada e outras partes interessadas, dos impactos residuais e das medidas de gestão adotadas (Arts; Morrison-Saunders, 2022; Pinto *et al.*, 2019).

Idealmente, deve-se garantir mecanismos abertos e transparentes de comunicação entre as partes, que podem abranger desde mecanismos de acesso à informação até processos de participação ativa da comunidade, por exemplo, por meio de monitoramento participativo (Glasson, 2022; Pinto *et al.*, 2019). A criação de comitês de acompanhamento envolvendo as partes interessadas é um modelo que pode auxiliar na comunicação e no engajamento, especialmente com as comunidades impactadas.

A governança trata dos processos e arranjos institucionais e legais para a implementação dos demais elementos do acompanhamento da AIA (Arts; Morrison-Saunders, 2022). Esses arranjos poderão ser distintos em cada contexto, envolvendo diferentes partes interessadas — geralmente proponentes do projeto, órgãos responsáveis pelo processo de AIA e a comunidade — e a distribuição de responsabilidades entre elas (Pinto *et al.*, 2019).

Apesar de a distribuição das responsabilidades depender do contexto, geralmente será de responsabilidade do proponente do projeto a implementação de todas as condições estabelecidas durante o processo decisório, que podem incluir a coordenação e condução do monitoramento, a avaliação dos dados coletados, documentação e apresentação das informações acerca do cumprimento das condições estabelecidas e revisão das atividades de gestão.

Já os órgãos responsáveis pela AIA frequentemente atuarão na avaliação e, em muitas jurisdições, terão a função de fiscalizar, conferir e validar se o proponente do projeto está atendendo aos compromissos estabelecidos, como a implementação das medidas de mitigação e a observância dos limites ambientais definidos. Frequentemente, esses órgãos também poderão impor sanções ao projeto caso não haja cumprimento dos compromissos.

Sob o prisma das comunidades, é importante estabelecer mecanismos que garantam o acesso à informação e espaços para a atuação dos diferentes setores da sociedade. Para além de preparar relatórios de monitoramento e submetê-los ao órgão competente, é possível definir arranjos com a participação da comunidade nos planos de gestão do empreendimento.

Para ilustrar uma iniciativa de fomento à participação da etapa de acompanhamento da AIA, o Box 11.1 apresenta um caso brasileiro no contexto offshore.

Box 11.1. Os Programas de Educação Ambiental no setor de óleo e gás no Brasil como processos de gestão

No contexto brasileiro, os Programas de Educação Ambiental (PEAs) são exigidos pelo órgão responsável pelo licenciamento ambiental como medidas de mitigação de impactos gerados por empreendimentos de petróleo e gás offshore. Os PEAs são implementados regionalmente e operam por meio de ciclos contínuos de monitoramento, participação comunitária e reorientação de estratégias. Ou seja, são organizados de modo a possibilitar processos de aprendizagem e sua adaptação ao longo dos ciclos.

Os PEAs são estruturados em linhas de ação voltadas ao fortalecimento comunitário - como o apoio à organização social, promoção do controle social sobre os recursos, e estímulo ao debate público sobre planejamento local. Esse desenho permite que as informações produzidas pelas próprias comunidades, ao longo da execução do programa, retroalimentem o processo de acompanhamento, ajustando metodologias, prioridades e abordagens conforme novas necessidades e impactos que emergem no território.

Em áreas como a Bacia de Campos, por exemplo, os PEAs são implementados por diferentes empresas do setor de óleo e gás e são direcionados para diferentes públicos prioritários (mulheres, quilombolas, jovens, pescadores) há mais de dez anos, sob coordenação regional do órgão ambiental responsável pela AIA (Ibama).

Assim, os PEAs funcionam como sistemas integrados de aprendizagem social e institucional, de forma estruturada e contínua, promovendo o monitoramento, a escuta dos grupos afetados, identificando problemas inesperados e revisando as ações para manter sua efetividade ao longo do tempo.

Estudos mostram que, ao longo de mais de uma década de implementação na Bacia de Campos, esses programas têm fortalecido a participação comunitária em processos de monitoramento e gestão ambiental, influenciando políticas e governanças locais (Magalhães, 2024).

Mais informações em: Nota Técnica DILIC/CGPEG/IBAMA 01/10 e Instrução Normativa IBAMA 02/12.

Para saber mais

Conheça os "Princípios de boas práticas para o acompanhamento da Avaliação de Impacto" (Arts; Morrison-Saunders 2022) e o Guia para implementação desses princípios (Morrison-Saunders, & Arts *et al.* 2024), publicados pela Associação Internacional de Avaliação de Impacto (International Association for Impact Assessment - IAIA):

Best Practice: Impact Assessment Follow-Up - IAIA - https://iaia.org/best-practice-impact-assessment-follow-up/

Guidance for Implementing the Impact Assessment Follow-up International Best Practice Principles - IAIA - https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/03/Guidance-for-Implementing-the-Impact-Assessment-Follow-Up-International-Best-Practice-Principles.pdf

11.2 O monitoramento como peça central da etapa de acompanhamento

Dentre os elementos que compõem o acompanhamento, o monitoramento ocupa um papel central, pois é ele que fornece as evidências necessárias para o acompanhamento. Portanto, a escolha do que deve ser monitorado e o planejamento de como o monitoramento deve ser executado são fundamentais, devendo ser coerentes com a determinação da significância dos impactos e com as medidas de mitigação propostas.

Para obter qualidade, assegurar a consistência com o monitoramento pré-projeto e possibilitar a constatação de impactos reais do projeto na etapa pós-aprovação, o monitoramento durante as etapas de instalação, operação e desativação deve, sempre que possível, estar alinhado aos parâmetros, métodos e malha amostral utilizados no diagnóstico ambiental, promovendo a integração e coerência entre planejamento e gestão ambiental.

Impactos cumulativos, como mencionado no Capítulo 10, podem demandar integração com iniciativas de caráter regional, — por exemplo, presentes no Planejamento Espacial Marinho (PEM) ou em avaliações de impacto de caráter regional, como em Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE) ou Avaliações de Impactos Cumulativos (AIC) regionais. Uma boa prática no setor eólico offshore tem sido o desenho de programas de mitigação e de monitoramento de caráter regional, como mostra o Box 11.2.

Box 11.2. Programas regionais de mitigação e monitoramento: Caso da Avaliação de Impacto Ambiental Programática nos Estados Unidos

No sistema estadunidense de AIA aplicado às eólicas offshore, no período após a realização dos leilões e concessão das áreas, mas antes da aprovação dos projetos de instalação e operação, o BOEM (Bureau of Ocean Energy Management), órgão responsável pela avaliação dos projetos de aproveitamento de energia na plataforma continental, pode elaborar Avaliações Ambientais Programáticas (Programmatic Environmental Impact Assessment - PEIS), como ocorreu nos casos de New York Bright e Califórnia.

O PEIS faz uma avaliação integrada, considerando o desenvolvimento de projetos eólicos offshore em todas as áreas pretendidas para leilão em determinada região, avaliando os impactos cumulativos e com o objetivo de identificar medidas para evitar, minimizar, mitigar e monitorar tais impactos. Nos PEIS já realizados, foram avaliadas três alternativas: não desenvolvimento dos projetos; desenvolvimento dos projetos com a implementação das medidas de mitigação e de monitoramento regionais; e desenvolvimento dos projetos sem a implementação de tais medidas. Dessa forma, é possível comparar as alterações nos impactos a partir das medidas de caráter regional.

As medidas de mitigação e de monitoramento propostas no PEIS podem ser exigidas como condições de aprovação para as atividades propostas pelos arrendatários nos Planos de Construção e Operações.

Ainda na fase pré-aprovação do projeto, deve-se definir (Glasson, 2022):

- Os indicadores-chave a serem monitorados;
- Os métodos para a coleta de dados;
- As referências a serem usadas para avaliar os impactos reais e os limites a serem observados ao longo do ciclo de vida do projeto (por exemplo, padrão de qualidade definido pela legislação ou definido no próprio estudo como o parâmetro "aceitável" para aquele impacto);
- Definição das responsabilidades, em especial se houver algum indicador cujo monitoramento não seja de competência do proponente do projeto, por exemplo, quando se trata do acompanhamento de impactos cumulativos que envolva o monitoramento de projetos localizados na mesma região;
- Previsão dos recursos necessários para o monitoramento;
- Mecanismos a serem usados para o compartilhamento de informações com as partes interessadas.

Como visto no **Capítulo 7**, a seleção de componentes e indicadores prioritários para o diagnóstico já deve considerar o que poderá ser monitorado posteriormente ao longo do ciclo de vida do projeto. No entanto, não necessariamente todos os indicadores usados na etapa de diagnóstico deverão continuar a ser monitorados na etapa de acompanhamento, direcionando-se o monitoramento às questões identificadas como mais relevantes, mantendo coerência com a determinação da significância dos impactos e das medidas de mitigação propostas (**Figura 11.3**).

Ou seja, cada indicador a ser acompanhado deve estar associado a um objetivo claro, que pode ser, por exemplo: confirmar a ocorrência de um impacto previsto, verificar a efetividade das medidas de mitigação, verificar a qualidade do ambiente e/ou sua efetiva alteração, gerar informação sobre situações em que haja lacunas de informação, incertezas ou riscos, verificar a percepção das partes interessadas sobre questões sensíveis para a comunidade (Morrison-Saunders; Arts, 2024; Glasson, 2022).

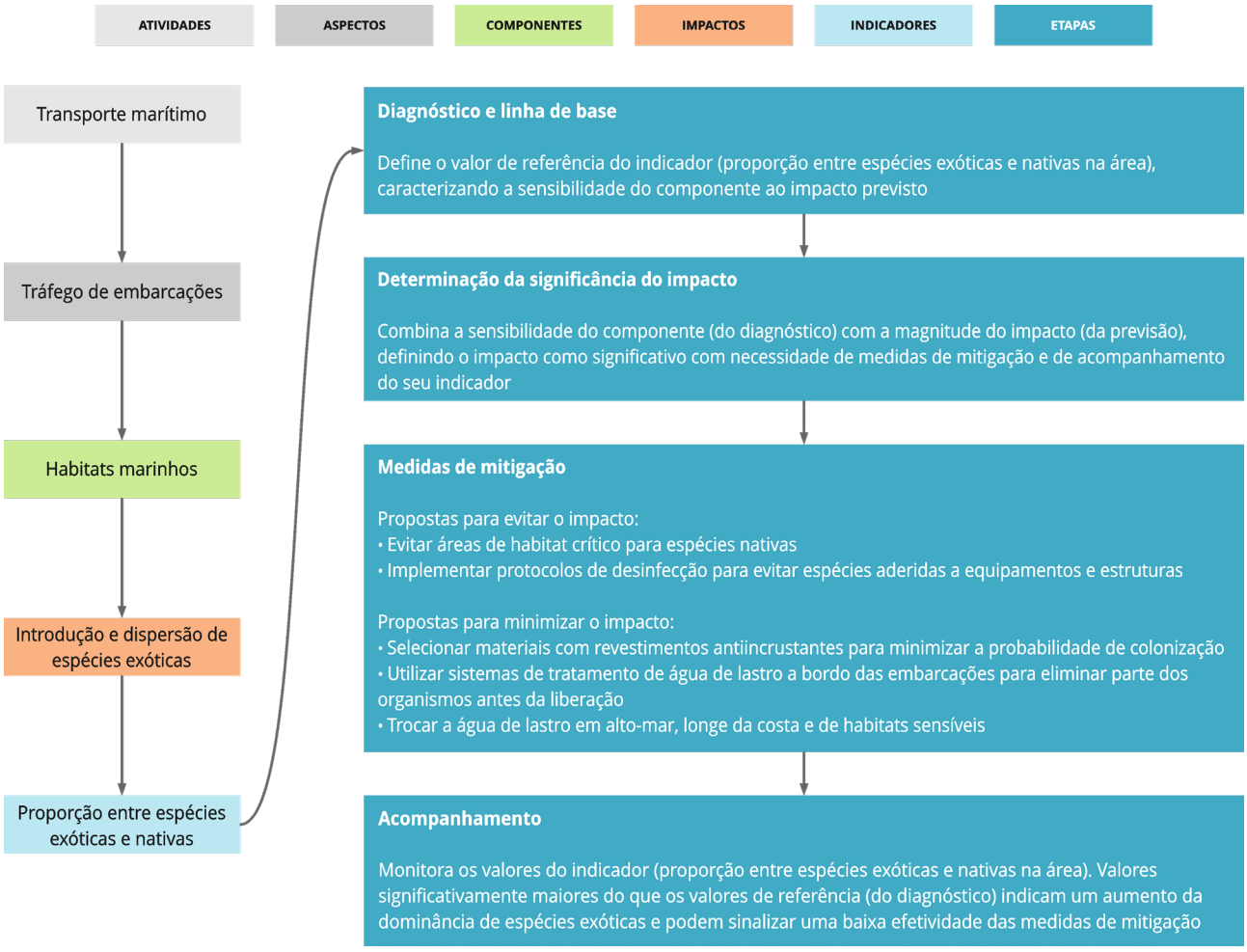


Figura 11.3. Exemplo de impacto (introdução e dispersão de espécies exóticas) com a proposta de indicador baseado na cadeia causal, ilustrando como o referido impacto pode ser considerado nas diferentes etapas da Avaliação de Impacto Ambiental: diagnóstico, determinação da significância, mitigação e acompanhamento.

Além da relevância dos indicadores, outras questões importantes incluem, por exemplo, a definição de uma malha amostral apropriada para compreender as relações de causa e efeito entre o projeto e os componentes/indicadores selecionados. Isso envolve a definição de um delineamento amostral sistematizado para a detecção dos impactos, a replicação adequada das amostras para possibilitar análises estatisticamente significativas das alterações e o uso de técnicas e equipamentos apropriados para a coleta precisa das informações. Todas estas questões serão discutidas nos tópicos a seguir.

11.3 Monitoramento ambiental

11.3.1. Delineamento amostral para a detecção de impactos

A definição da malha amostral para o monitoramento de impactos ambientais nos componentes do meio físico e biótico deve ser previamente estabelecida, junto com o planejamento da coleta de dados primários do diagnóstico e da linha de base.

Isso se justifica porque os dados da linha de base expressam as condições de referência que poderão ser acompanhadas ao longo dos diferentes programas de monitoramento. Portanto, é fundamental que a malha amostral da linha de base inclua os mesmos pontos de amostragem (ou, ao menos, parte deles) que serão utilizados no monitoramento. São justamente as alterações estatisticamente significativas nos valores de referência dos indicadores desses pontos, obtidos na linha de base, que sinalizarão os impactos efetivos durante a instalação e a operação do projeto.

Deste modo, a malha amostral dos diferentes programas de monitoramento e, consequentemente, da linha de base, deve ser organizada de modo a capturar relações de causa e efeito entre as atividades do projeto e os componentes ambientais. Isso implica que um delineamento amostral sistematizado deverá ser concebido para cada programa de monitoramento.

A exemplo disso, o delineamento amostral BACI (*Before-After-Control-Impact*) é uma boa forma de organizar a malha amostral para evidenciar relações de causa e efeito (**Figura 11.4**). Neste tipo de delineamento, os indicadores selecionados são amostrados em pontos que previsivelmente serão afetados pelo projeto (*Impact*) e em pontos que não serão afetados (*Control*), tanto durante a linha de base (*Before*) quanto durante a etapa de acompanhamento (*After*).

Nesse sentido, em caso de impacto decorrente do projeto, é possível que os indicadores se alterem nos pontos *Impact* durante a comparação *Before-After*, mas permaneçam inalterados nos pontos *Control*. Quando o comportamento dos indicadores nos pontos *Impact* e *Control* é semelhante na comparação *Before-After*, não haverá evidência de efeitos do projeto (Stephenson, 2021).

Os pontos classificados como *Control* são aqueles que se encontram na chamada área de referência (área controle, sem influência do projeto). Essa deve possuir características ambientais o mais semelhantes possível às das áreas onde os pontos serão classificados como *Impact*, visando a que a única diferença entre essas áreas seja a influência do projeto.

Contudo, a definição da área controle não é uma tarefa fácil, tanto pela dificuldade de garantir características ambientais semelhantes quanto pela potencial influência de outros empreendimentos que podem afetar seus indicadores. Nesse sentido, a definição de múltiplas áreas controle é considerada mais efetiva para a detecção dos impactos do projeto, o que configura uma variação do delineamento BACI, chamada BACI assimétrico (Underwood, 1994).

Com uma área denominada *Impact* e diversas áreas denominadas *Control*, as variações locais naturais e a influência de outros empreendimentos locais poderão ser melhor compreendidas, facilitando a identificação dos impactos do projeto em si.

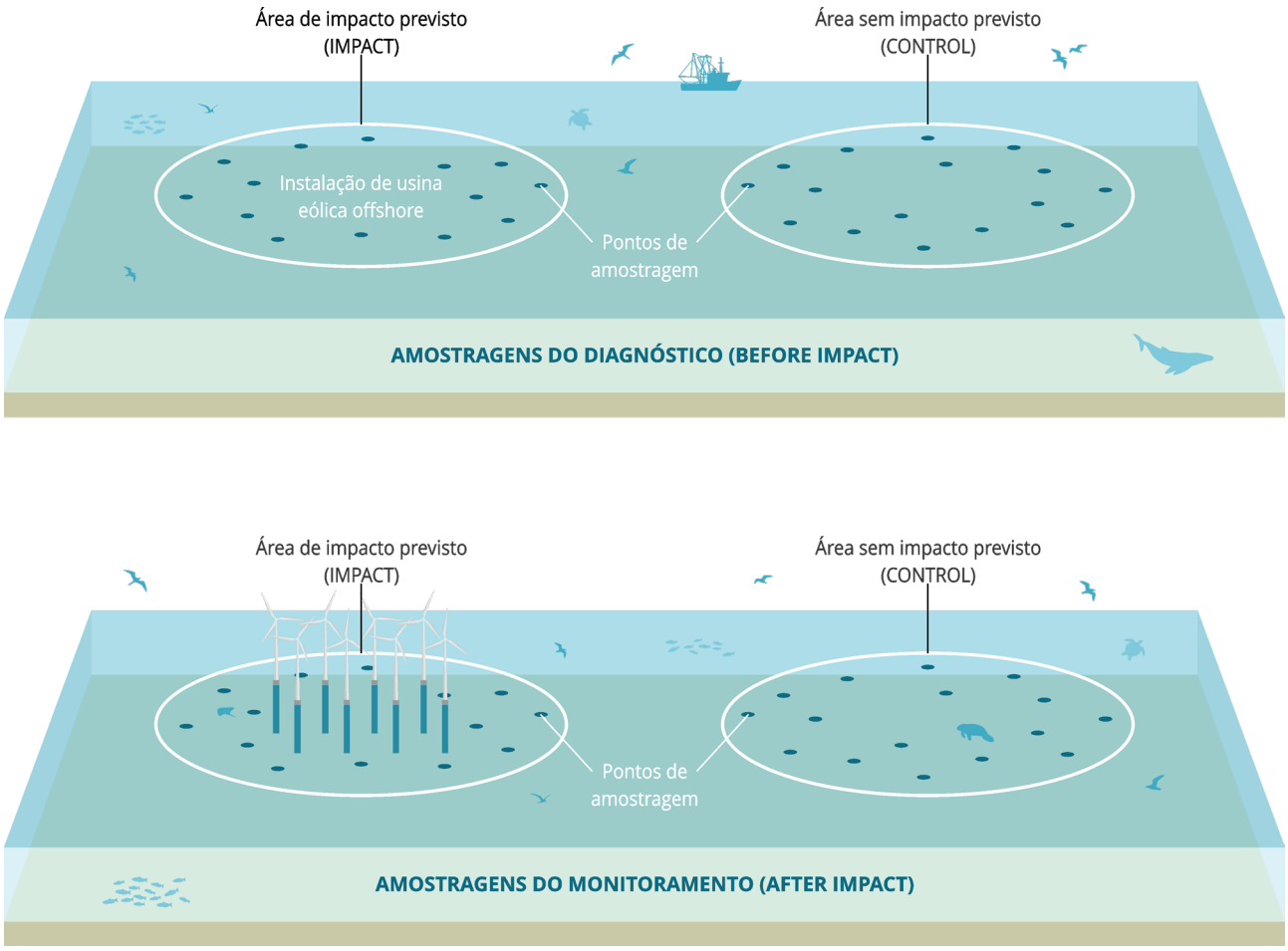


Figura 11.4. Exemplo esquemático de malha amostral para o monitoramento ambiental seguindo o delineamento BACI (*Before-After-Control-Impact*).

Uma forma alternativa de organizar a malha amostral é o chamado delineamento BAG (*Before-After Gradient*), útil principalmente em componentes e locais onde a definição de áreas-controle é dificultada (Figura 11.5). Nesse tipo de delineamento, a malha amostral dos diferentes componentes e respectivos indicadores deve ser organizada em um gradiente de influência do projeto, ou seja, pontos distribuídos em um gradiente de distância da Área Diretamente Afetada (Stephenson, 2021). Tal gradiente deve ser organizado e amostrado na linha de base (*Before*) e, depois, monitorado na etapa de acompanhamento (*After*).

O resultado esperado, em caso de efeito do projeto, é que o comportamento dos indicadores ao longo do gradiente mude após o início da instalação e da operação do projeto, principalmente devido a alterações nos valores dos indicadores em pontos próximos ao início do gradiente (mais próximos ao projeto). O delineamento em gradientes é ainda mais interessante pois permite a construção de malhas em diferentes escalas (delineamento multiescalar). Por exemplo, é possível criar gradientes de pontos em relação à distância de uma turbina específica, visando identificar alterações de processos em microescala, além de gradientes de pontos em relação à distância do parque eólico como um todo, para identificar alterações de mesoescala (Figura 11.5).

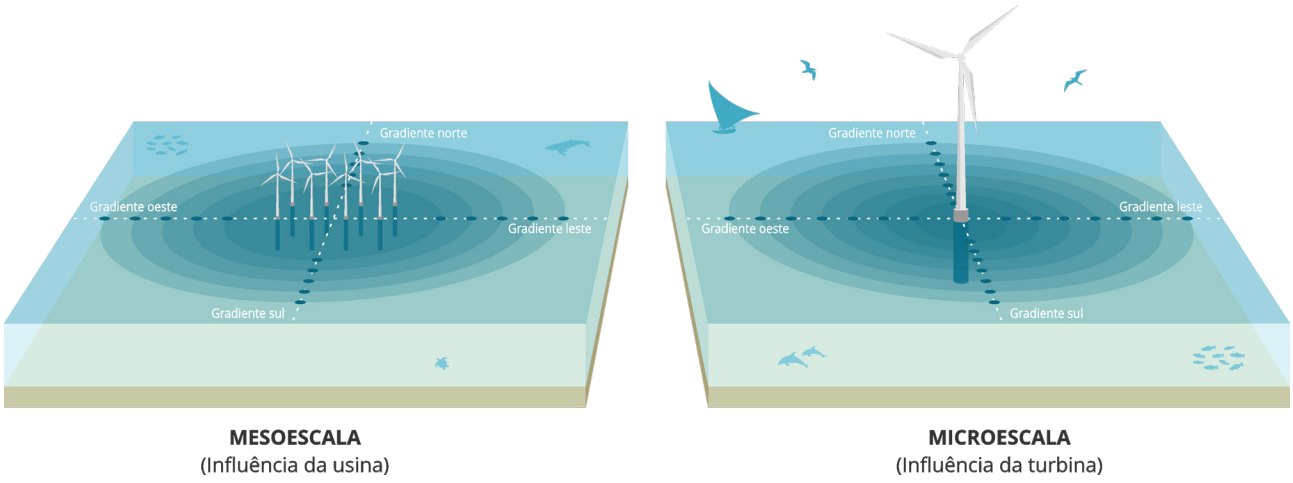


Figura 11.5. Exemplo esquemático de malha amostral seguindo o desenho de gradientes multiescalares, visando ao monitoramento da biodiversidade nas escalas da turbina eólica (microescala) e do parque eólico (mesoescala). No exemplo, são traçados quatro gradientes por escala, seguindo as direções norte, leste, sul e oeste.

11.3.2. Replicação e suficiência estatística

Ao definir o delineamento amostral mais apropriado para o monitoramento dos diferentes componentes e indicadores selecionados, é necessário estabelecer a unidade amostral a ser replicada espacialmente nas coletas. Por exemplo, imagine que seja estabelecido um delineamento BACI, com uma área *Impact* e uma área *Control*, para monitorar a comunidade bentônica antes e depois do início da instalação do projeto.

Cada uma destas áreas é considerada um tratamento (totalizando dois tratamentos, nesse exemplo), no qual a comunidade bentônica será amostrada com um pegador de fundo (uma draga). A amostra oriunda do pegador de fundo é a unidade amostral do monitoramento neste caso, que deve ser replicada. Ou seja, múltiplas amostras (réplicas) da unidade amostral serão coletadas para cada tratamento.

O número de réplicas da unidade amostral por tratamento pode variar entre os diferentes programas de monitoramento de cada componente. Contudo, em todos os casos, é necessário que se mantenha uma replicação mínima o suficiente para que os efeitos do projeto sejam estatisticamente testáveis. Usualmente, programas de monitoramento realizam amostragens em triplicata (três réplicas da unidade amostral por tratamento). Considerando o exemplo do parágrafo anterior, esse número pode ser insuficiente para aplicar análises estatísticas capazes de detectar efeitos confiáveis do projeto. Um total de 10 réplicas por tratamento é normalmente suficiente para garantir robustez estatística, o que pode ser utilizado como uma regra geral. Contudo, o mais recomendável é que se utilizem técnicas específicas para testar a suficiência amostral caso a caso (Gotelli; Ellison, 2016).

Para saber mais

Consulte o livro "Princípios de estatística em ecologia", de Gotelli; Ellison (2016), para um aprofundamento sobre os mais variados tipos de delineamento amostral existentes e sobre como aplicá-los com replicagem, suficiência amostral e estatísticas apropriadas. Lembre-se que o monitoramento de impactos ambientais tem como base o teste de hipóteses (o impacto está ou não ocorrendo?), o qual é fortemente ancorado em princípios científicos de estatística e ecologia.

Para delineamentos de gradiente, como o BAG, a replicação da unidade amostral não é necessária se o gradiente for suficientemente grande para garantir a suficiência amostral estatística. Por exemplo, imagine que, em vez do delineamento BACI, o delineamento BAG seja aplicado para monitorar a comunidade bentônica antes e depois do início da instalação do projeto. Nesse caso, a unidade amostral continua sendo a amostra oriunda do pegador de fundo, mas apenas uma amostra pode ser coletada em diferentes distâncias do conjunto de turbinas eólicas, sem necessidade de replicar a unidade amostral. Quanto mais amostras com valores de diferentes distâncias forem incluídas no gradiente, mais robusta e confiável será a análise estatística. Isso é possível porque o delineamento BAG organiza as diferentes amostras de forma contínua no espaço, com múltiplas amostras a diferentes distâncias do projeto. Já o delineamento BACI organiza as amostras de forma espacialmente categórica (tratamentos *Impact* and *Control*), sendo necessária a replicação em cada categoria/tratamento para garantir a suficiência amostral. Nesse sentido, o que é mais importante ser replicado no delineamento BAG é o próprio gradiente, que pode ser amostrado em diferentes direções (norte, sul, leste, oeste). Isso garante que o entorno do empreendimento seja monitorado de forma mais completa, conforme ilustrado na **Figura 11.5**.

11.3.3. Técnicas de amostragem da biodiversidade

A amostragem efetiva de indicadores da biodiversidade em campo é fundamental para que as respostas observadas sobre os impactos do projeto sejam as mais confiáveis possíveis. Indicadores como a abundância de um determinado grupo e a riqueza e a diversidade de espécies são usualmente obtidos por meio de técnicas de coleta de amostras, contagem de indivíduos e identificação taxonômica adequada. Alguns indicadores, como rotas de movimentação e uso do habitat, são mais difíceis de acessar e requerem técnicas específicas para sua obtenção. Um passo inicial importante para isso é a realização de uma revisão bibliográfica de documentos pré existentes que discutam sobre a ocorrência, riqueza, abundância, usos do habitat e comportamentos de espécies no local de interesse, pois pode revelar dados importantes para o monitoramento das espécies locais. A partir dessa pré-análise, os dados primários podem ser amostrados por meio de técnicas frequentemente utilizadas no monitoramento da biodiversidade em parques eólicos offshore, as quais são apresentadas no **Quadro 11.1** e serão brevemente exploradas a seguir.

Quadro 11.1. Síntese das principais técnicas de amostragem que podem ser utilizadas para o monitoramento dos impactos de parques eólicos offshore na biodiversidade, destacando quais componentes podem ser amostrados por cada técnica, e quais os principais impactos que podem ser monitorados por estas.

Técnica de amostragem	Principais componentes-alvo	Principais impactos monitorados
Filmagem do fundo via câmeras fixas ou por ROV (Remotely Operated Vehicle).	Invertebrados epibentônicos; peixes demersais; habitats bentônicos.	Agregação de organismos na área do projeto (efeito recife e efeito refúgio); mudanças na composição da comunidade bentônica; colonização de espécies não-nativas; mudanças em comportamentos.
Coleta por pegador de fundo do tipo Van Veen e/ou box corer.	Comunidade bentônica (especialmente a infauna de sedimentos).	Enriquecimento bentônico; degradação do leito marinho; mudanças na composição da comunidade bentônica.
Censos visuais por mergulho.	Invertebrados epibentônicos; peixes demersais e pelágicos; tartarugas marinhas; mamíferos marinhos.	Agregação de organismos na área do projeto (efeito recife e efeito refúgio); mudanças na composição da comunidade bentônica e nectônica; mudanças em comportamentos.
Petrechos de pesca (redes de emalhe, arrasto de fundo e arrasto de meia-água).	Peixes demersais e pelágicos; invertebrados epibentônicos.	Agregação de organismos na área do projeto (efeito recife e efeito refúgio); mudanças na composição da comunidade; alterações nos estoques pesqueiros.
Arrastos com rede de plâncton na coluna d'água.	Fitoplâncton e zooplâncton.	Alterações na produtividade primária e secundária; Alterações na teia trófica.
Monitoramento Acústico.	Mamíferos marinhos e Morcegos.	Evitação ou agregação na área do projeto; perda de habitat.
Censos visuais por ponto fixo ou transecto via percurso aéreo ou embarcado.	Mamíferos marinhos; tartarugas marinhas; aves.	Mudanças na composição da comunidade; alteração no uso de habitat e em comportamentos.
DNA ambiental.	Peixes; invertebrados marinhos; mamíferos marinhos; tartarugas marinhas.	Mudanças na composição da comunidade; alteração no uso de habitat.
Técnicas de rastreamento (telemetria).	Aves; mamíferos marinhos; tartarugas marinhas; peixes (especialmente tubarões e raias).	Desvio de rotas de movimentação local e migratórias (efeito barreira); alteração no uso do habitat; perda da conectividade entre habitats.
Sistemas de detecção térmica, intensificação de imagem (visão noturna), câmeras de vídeo e monitoramento acústico.	Aves marinhas e morcegos.	Evitação das turbinas; aumento da mortalidade devido à colisão.
Censos visuais costeiros (monitoramento de praias e outros ecossistemas costeiros).	Mamíferos marinhos; tartarugas marinhas; aves costeiras.	Aumento da mortalidade (taxa de encalhes); perda de habitat para alimentação e reprodução; redução do sucesso reprodutivo (tartarugas).
Instalação de redes de neblina na faixa costeira e terrestre associada ao projeto.	Aves costeiras e morcegos.	Alterações no uso de habitat; perda de conectividade onshore-offshore; mudanças na composição da comunidade.
Busca ativa por vestígios e organismos vivos; armadilhas fotográficas; armadilhas de captura; armadilhas de queda.	Fauna terrestre (mastofauna e herpetofauna terrestre).	Perda e fragmentação de habitat devido às subestações onshore e a linha de transmissão.

Para evidenciar a agregação de organismos bentônicos na área do projeto (turbinas e cabos submarinos), o monitoramento pode ser realizado por meio de tecnologias como o acompanhamento remoto por câmeras fixas instaladas ou por ROV (*Remotely Operated Vehicle*), um veículo equipado com câmeras operado remotamente (Viswambharan, 2024) (Figura 11.6).

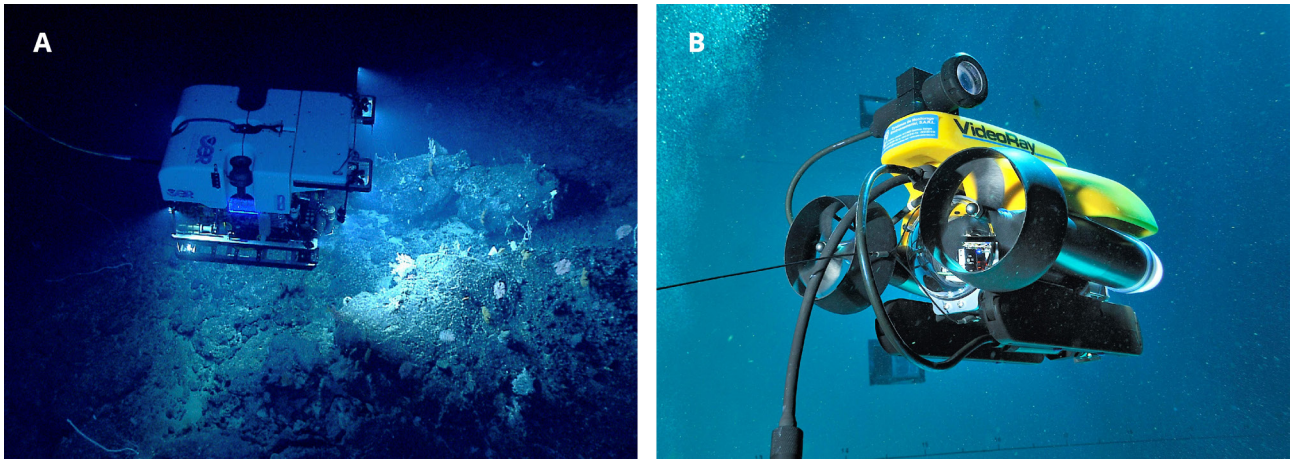


Figura 11.6. Exemplos de ROV (*Remotely Operated Vehicle*) utilizados no monitoramento submarino (Fonte: Wikimedia Commons, National Oceanographic and Atmospheric Administration e Olivier Dugornay).

Softwares que trabalham com essas imagens subaquáticas são utilizados para a identificação da biodiversidade e podem evidenciar alterações no padrão de agregação, composição, diversidade e riqueza das comunidades. Além disso, os meios mais tradicionais de amostragem e pesquisa ainda são amplamente utilizados para verificar alterações na comunidade bentônica, incluindo a coleta de sedimentos por pegador do tipo Van Veen e/ou box corer e técnicas de mergulho para o acompanhamento da fauna (Eleftheriou; McIntyre, 2005).

Especificamente para os peixes, diferentes abordagens com petrechos de pesca são empregadas para analisar variações na abundância e na riqueza de espécies pelágicas e bentônicas (Jawad, 2018), as quais podem sinalizar um possível efeito recife ou efeito refúgio nas proximidades do empreendimento. Tais abordagens incluem as redes de emalhe, o arrasto de fundo e o arrasto de meia-água (Figura 11.7).

As redes também são a principal técnica utilizada para a amostragem do plâncton (Castellani; Edwards, 2017), pelas quais se podem realizar arrastos verticais (capturando organismos em toda a coluna d'água) ou horizontais (focados em profundidades específicas), utilizando malhas apropriadas aos diferentes grupos-alvo (fitoplâncton e zooplâncton).

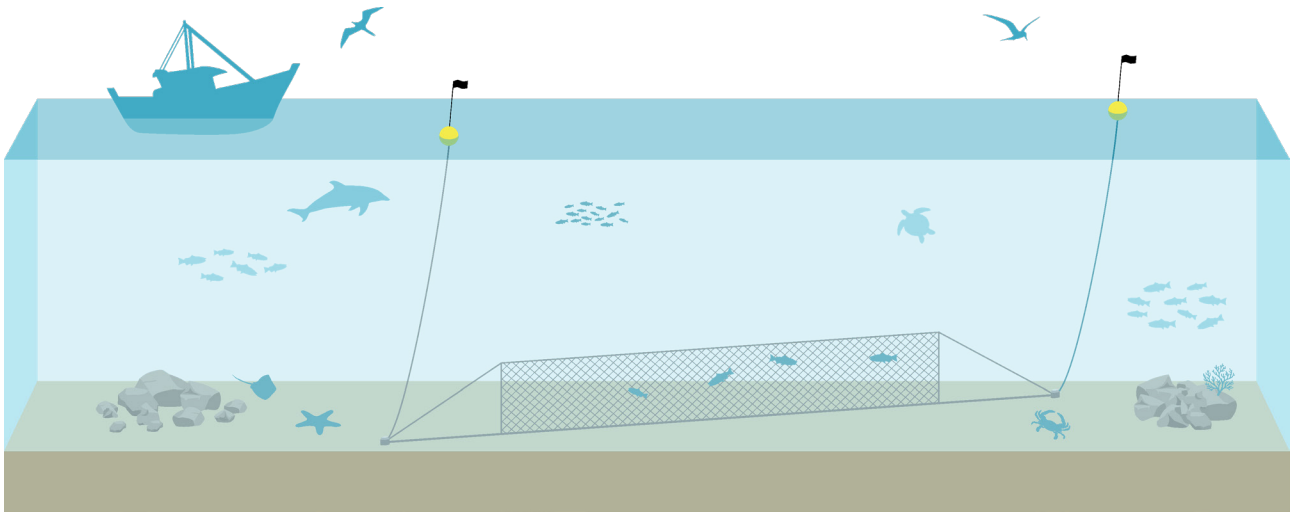


Figura 11.7. Esquema ilustrando a rede de emalhe utilizada para coletar espécies de peixes presentes na área do projeto (Fonte: Wikimedia Commons).

Existem diversas técnicas para monitorar os distúrbios em mamíferos marinhos (Evans; Raga, 2001), especialmente os associados ao ruído subaquático, como o monitoramento acústico e os detectores de ecolocalização (hidrofones), que podem ser utilizados no contexto de parques eólicos offshore. Essas ferramentas permitem rastrear as mudanças na presença desses organismos antes e após atividades, como a cravação de estacas. O uso de técnicas de monitoramento acústico também é empregado para os morcegos (Kunz; Parsons, 2009), visando detectar possíveis alterações no uso do ambiente offshore realizado por estes organismos devido às atividades de instalação e operação do projeto.

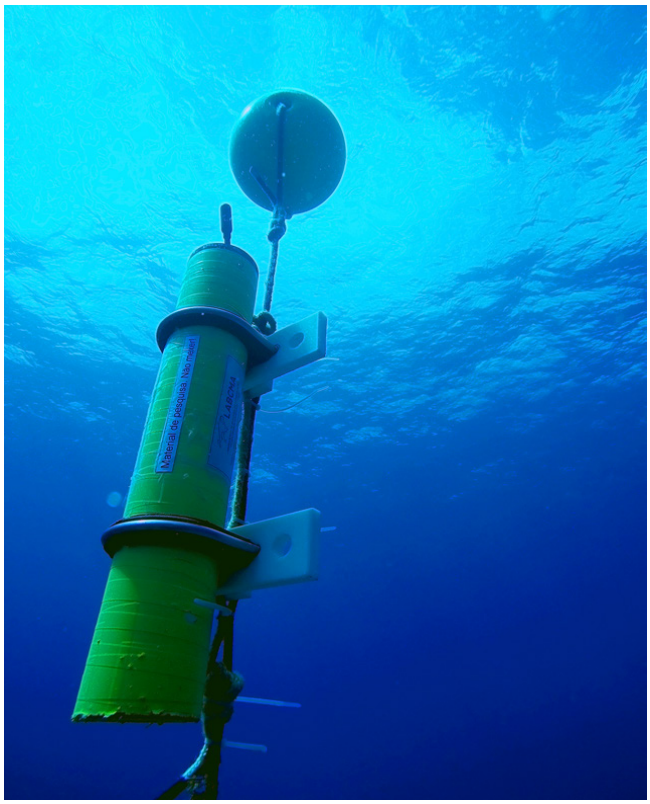


Figura 11.8. DSG (sigla em inglês para "gravador autônomo de sons submarinos") usado no monitoramento acústico de cetáceos. Ele capta os sons emitidos pelos animais por meio de um gravador de sons submarinos para identificar quais espécies estão presentes na região. (Fonte: Santos, 2021).

Alterações na riqueza de espécies de mamíferos, tartarugas e aves podem ser identificadas por meio de observações visuais em censos a bordo de embarcações ou aeronaves equipadas com câmeras de alta resolução, tripuladas ou não, que permitem mapear grandes áreas em pouco tempo, registrando a abundância relativa e diferentes comportamentos, como descanso, voo ou forrageio (Walsh *et al.*, 1995; Evans; Raga, 2001; Nahill, 2020).

Técnicas mais avançadas, como o DNA ambiental, também vêm sendo utilizadas no contexto das eólicas offshore, especialmente em estudos com peixes (Fu *et al.*, 2021). Essa técnica não invasiva (não há necessidade de coletar organismos) é capaz de avaliar alterações na ocorrência de espécies apenas com a coleta de água em pontos específicos, o que pode funcionar também como um estimador de alterações no uso de habitats.

Técnicas de rastreamento, como a telemetria (Carlson *et al.*, 2023), são altamente recomendadas para todos os grupos de alta mobilidade, incluindo aves, tartarugas, mamíferos e peixes (especialmente tubarões e raias), visto que, por vezes, essa é a única técnica capaz de revelar potenciais desvios nas rotas de movimentação local e migratória. Nesses casos, radares e telêmetros a laser podem ser empregados, que medem a altura do voo (para aves), a profundidade de uso da coluna d'água e a direção e a intensidade dos movimentos. Além disso, estas técnicas de marcação e rastreamento individual permitem detalhar padrões de deslocamento em diferentes escalas, possibilitando verificar mudanças que indiquem evitação dos parques eólicos ou sobreposição de rotas com a zona de atividade das turbinas, bem como potenciais impactos na conectividade e no uso dos habitats.

Para aves e morcegos, as taxas de evasão em condições de baixa visibilidade podem ser mensuradas por meio de sistemas de detecção térmica, intensificação de imagem (visão noturna), câmeras de vídeo e monitoramento acústico. Esses métodos registram aproximações de aves e morcegos às turbinas, quantificam as evasões diante das estruturas e, em alguns casos, permitem documentar colisões e contabilizar um potencial aumento da mortalidade local (Desholm *et al.*, 2004).

No caso das aves costeiras, como os limícolas, e dos morcegos, a amostragem deve abranger áreas de alimentação em zonas entremarés e áreas de deslocamento entre sítios costeiros e marinhos. Censos padronizados em praias, em remanescentes florestais costeiros, em estuários e em marismas, realizados por meio de contagens em pontos fixos ou transectos, permitem evidenciar alterações na abundância, na riqueza e no uso sazonal dos ambientes, fornecendo dados para identificar efeitos críticos na conectividade onshore-offshore e em mudanças no uso do habitat.

A instalação de redes de neblina para a captura de aves e morcegos também é uma técnica amplamente empregada, visando medir estes parâmetros na faixa costeira e terrestre (Walsh *et al.*, 1995; Kunz; Parsons, 2009).

O monitoramento por meio de censos visuais costeiros (especialmente em praias) também se faz necessário, visando evidenciar um potencial aumento de encalhes de tartarugas e mamíferos marinhos na área (Evans; Raga, 2001; Nahill, 2020), o que pode significar um aumento da mortalidade desses organismos devido à instalação e à operação do projeto. Tais censos também são fundamentais para identificar eventos reprodutivos de tartarugas em praias, visando quantificar um possível efeito do projeto no sucesso reprodutivo destes organismos (Nahill, 2020).

Para a fauna terrestre, técnicas consagradas de monitoramento incluem o uso de armadilhas fotográficas (especialmente para grandes mamíferos) e a busca ativa por vestígios (fezes e pegadas) e por organismos vivos (especialmente para a herpetofauna). A instalação de armadilhas de captura para pequenos mamíferos (como as do tipo Sherman e Tomahawk) ou armadilhas de queda (tipo pitfall que também capturam a herpetofauna) é também frequentemente utilizada (Wilson *et al.*, 1996; Gent; Gibson, 2003). A combinação destas técnicas permite evidenciar uma possível fragmentação ou perda de habitat causada pela instalação e pela operação das subestações onshore e da linha de transmissão terrestre.

11.4 Monitoramento social

Assim como no monitoramento ambiental, o monitoramento social desempenha papel fundamental na etapa de acompanhamento da AIA. Ele permite avaliar, ao longo do ciclo de vida do empreendimento, os efeitos reais sobre as dinâmicas sociais, econômicas, culturais e institucionais das comunidades afetadas. Além disso, possibilita verificar a efetividade das medidas de mitigação dos impactos socioeconômicos e socioculturais.

11.4.1 Programa de monitoramento social

O programa de monitoramento social deve ser elaborado na fase pré-aprovação do empreendimento e implementado ao longo da etapa de acompanhamento, sendo a base metodológica que orientará o acompanhamento da AIA. O programa deve estar diretamente alinhado com: (i) os impactos sociais identificados no EIA; (ii) as medidas mitigatórias propostas; e (iiii) as demandas, expectativas e vulnerabilidades das comunidades potencialmente afetadas. Trata-se de um instrumento estruturante que define o que será monitorado, como será monitorado, com que frequência e as responsabilidades institucionais (Vanclay, 2003; Glasson; Therivel, 2019; Noble, 2015).

Na elaboração do programa, o primeiro passo é a seleção de **componentes sociais prioritários** (Ver Quadro 7.3, Capítulo 7) baseado tanto na identificação prévia dos impactos socioeconômicos e socioculturais quanto no diálogo com as partes interessadas. Os temas representam eixos centrais de análise ao longo do ciclo de vida do projeto. Entre eles destacam-se: emprego e renda, saúde e bem estar; serviços públicos - infraestrutura; segurança e mobilidade; turismo; pesca artesanal; uso tradicional do território; organização comunitária; governança local; percepção social dos riscos e benefícios do empreendimento.

O plano também deve identificar os grupos sociais que podem ser afetados de formas distintas: comunidades tradicionais; mulheres; jovens; grupos vulneráveis; atores afetados em geral. A delimitação destes grupos é fundamental para garantir justiça distributiva e equidade no processo de acompanhamento (Noble, 2015).

Um terceiro elemento essencial é a definição dos métodos de coleta de dados, que podem combinar técnicas quantitativas (estatísticas, dados administrativos, levantamento de percentuais em séries históricas de pesca, dados sobre saúde, escolaridade, emprego e renda) com técnicas qualitativas (entrevistas estruturadas e semi estruturadas, grupos focais, observação direta, observação participante, relatos orais, mapeamento participativo, análise de narrativas e percepção social). A escolha de métodos deve refletir a natureza dos impactos e assegurar comparabilidade pré e pós-implementação do projeto (Vanclay, 2003; Morgan, 2012; Arce-Gomez *et al.*, 2015).

A periodicidade da coleta de dados também deve ser coerente com a dinâmica de impactos previstos. Indicadores com variações sazonais (como o esforço de pesca), exigem monitoramento mais frequente, enquanto indicadores de transformação social (como saúde e bem estar, por exemplo), têm monitoramentos mais espaçados. Entretanto, a periodicidade deve ser suficiente para permitir ações corretivas em tempo hábil.

Mecanismos de participação social também devem ser detalhados em um programa de monitoramento social, buscando garantir transparência, legitimidade e responsividade. Entre estes mecanismos estão os comitês de acompanhamento, monitoramento participativo, reuniões e devolutivas públicas, e plataformas de acesso às informações.

A participação contínua das partes interessadas fortalece a credibilidade dos resultados, amplia a confiança entre as comunidades e o proponente, e melhora a qualidade das respostas de gestão (ver Capítulo 3). Diversos autores enfatizam que a participação é um dos elementos mais transformadores da AIA moderna, porém ainda é limitada por inúmeros fatores como falta de engajamento, falta de acesso à informação, processos pouco inclusivos e janelas participativas restritas (Glasson; Therivel, 2019; Noble, 2015; Vanclay, 2003; Arts; Morrison-Saunders, 2022).

Por fim, o programa deve especificar as **responsabilidades institucionais** (quem coleta, quem analisa, quem valida, quem comunica) e os formatos de registro, documentação e comunicação dos resultados - relatórios técnicos, painéis públicos, reuniões comunitárias, informes ao órgão ambiental. Estes elementos são fundamentais para garantir a rastreabilidade e avaliação ao longo do processo.

Assim, o plano de monitoramento social orienta a seleção e aplicação de indicadores, sustenta a gestão adaptativa, permite o acompanhamento contínuo das medidas de mitigação e prepara para a identificação dos impactos inesperados. Estruturado de forma clara e participativa, o plano assegura a resposta às mudanças sociais que emergem ao longo da implementação e operação do empreendimento.

Para saber mais

Para entender melhor como estruturar programas de acompanhamento, consulte os livros "Introduction To Environmental Impact Assessment", de Glasson; Therivel (2019), e "Introduction to Environmental Impact Assessment: A Guide to Principles and Pratice", de Noble (2015). As obras apresentam capítulos sobre *follow-up*, monitoramento social, indicadores, participação e gestão adaptativa.

Glasson, J., & Therivel, R. (2019). *Introduction to environmental impact assessment* (5th ed.). Routledge.

Noble, B. F. (2015). *Introduction to environmental impact assessment: A guide to principles and practice* (3rd ed.). Oxford University Press.

11.4.2 Desenvolvimento de indicadores de impacto social

O desenvolvimento de indicadores sociais é um processo essencial para definir o que será observado ao longo do ciclo de vida de um empreendimento. É fundamental que esses indicadores capturem de forma integrada as principais mudanças socioeconômicas, socioculturais e territoriais associadas à implementação e operação da atividade. Além disso, devem estar alinhados com os possíveis impactos sociais significativos. Eles devem ser: relevantes e sensíveis - capturando mudanças significativas na comunidade; mensuráveis e claros - aplicáveis de forma consistente e sem ambiguidades, e estar equilibrados entre quantitativos e qualitativos.

A depender dos indicadores selecionados, as medições podem utilizar tanto dados empíricos diretos - provenientes de órgãos reguladores, registros produtivos, associações locais - quanto informações obtidas via monitoramento participativo e percepções comunitárias (com dados obtidos a partir das metodologias de coleta de dados que foram definidas no Programa de Monitoramento). O uso de indicadores bem construídos possibilita a avaliação dos impactos reais e a análise de tendências, subsidiando a gestão adaptativa. A Figura 11.9 ilustra componentes sociais e exemplos de indicadores para cada componente.

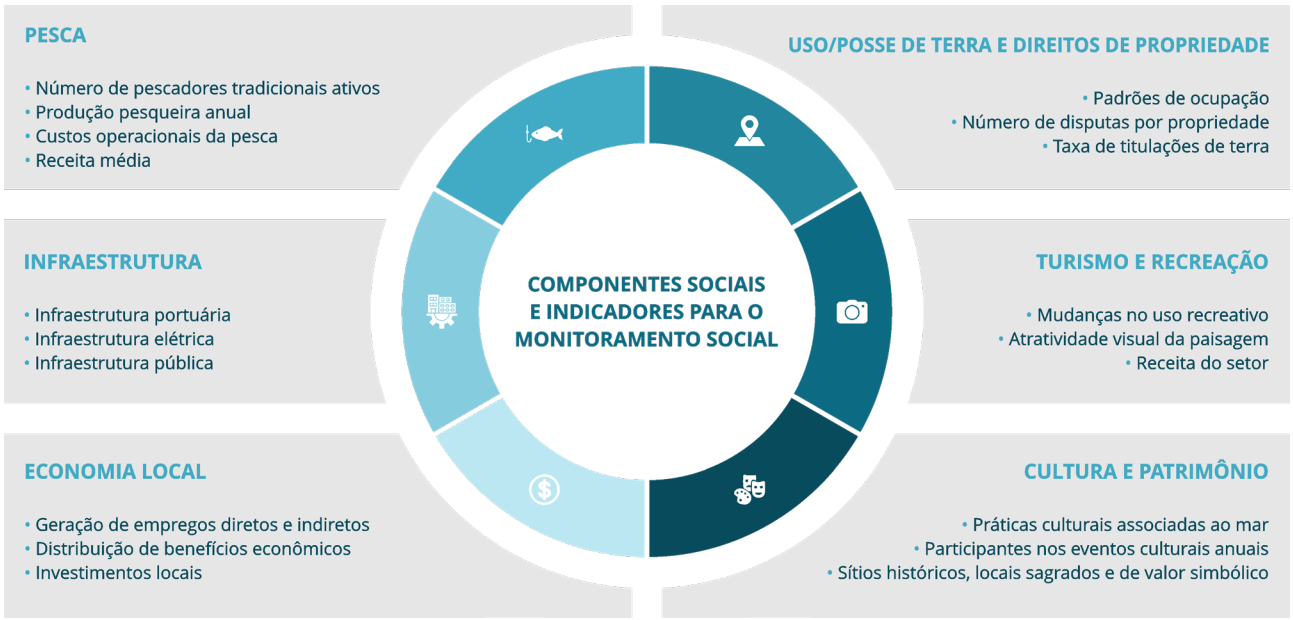


Figura 11.9. Exemplos de componentes sociais e indicadores para monitoramento.

Embora a definição de indicadores deva ser feita durante a elaboração do programa de monitoramento, outros indicadores podem ser incorporados posteriormente, para refletir especificidades territoriais e preocupações emergentes identificadas. Nesse sentido, as melhores práticas de acompanhamento recomendam verificar continuamente questões como: "Os indicadores medem o que realmente importa?", "Há formas mais adequadas de mensurar essa mudança?" ou "Falta algo importante a se medir?"

Para consolidar a pertinência dos indicadores de impacto social em determinada localidade, é indispensável assegurar a contribuição e validação de todas as categorias de partes interessadas, de modo que o monitoramento reflita o que a comunidade considera relevante (Vanclay, 2003; Arce-Gómez et al. 2015; Noble, 2015). No caso de projetos de energia eólica offshore, para o componente pesca, por exemplo, devem ser desenvolvidos indicadores que expressem variações da captura total do pescado - considerando composição, abundância e biomassa - além de métricas relacionadas ao esforço de pesca, como o número de embarcações, dias no mar e petrechos. Outros indicadores relevantes incluem custos operacionais, rotas e áreas de pesca, tempo de deslocamento até o porto, receita obtida, estabilidade dos meios de vida e condições de bem-estar econômico.

Para os componentes associados ao turismo e recreação, destacam-se indicadores capazes de captar mudanças no uso recreativo da costa e do mar e transformações na atratividade visual da paisagem, que influenciam na experiência recreativa, na permanência média dos visitantes, na percepção estética e na qualidade geral da vivência turística. Também é importante monitorar as receitas do setor turístico, incluindo indicadores como faturamento, taxa de ocupação de hospedagem e serviços (alimentação, transporte e comércio local), além da percepção pública e da emergência de novas oportunidades, avaliando como residentes, visitantes e operadores turísticos entendem as mudanças no território como oportunidades potenciais para atividades adicionais no setor.

O Global Fishing Watch (GFW) - Transparency for a Sustainable Ocean é uma plataforma internacional de transparência pesqueira que utiliza dados de AIS (Automatic Identification System), VMS (Vessel Monitoring System, quando disponível), imagens de satélite e modelos algoritmos avançados para rastrear em tempo real, a movimentação e o comportamento de embarcações no mundo inteiro.

Como o sistema depende principalmente de sinais AIS, ele detecta com maior precisão embarcações de médio e grande porte, enquanto a pesca artesanal, em sua maioria sem AIS, tende a aparecer de forma limitada. Ainda assim, por oferecer séries históricas e informações especializadas sobre rotas, intensidade de uso de áreas marinhas, padrões de esforço de pesca e concentrações de frotas, o GFW pode ser incorporado como uma fonte complementar de dados em programas de monitoramento pesqueiro, apoiando a construção e a alimentação de indicadores da pesca.

No componente de infraestrutura, o monitoramento deve contemplar indicadores capazes de expressar a capacidade de: infraestrutura portuária; infraestrutura elétrica e infraestrutura pública - refletindo riscos de sobrecarga, identificando a necessidade de expansão ou adaptação das instalações portuárias, das redes e subestações de energia por conta das operações e até mesmo devido a chegada de novos trabalhadores, a necessidade de aumentos na oferta e qualidade dos serviços públicos como saúde, educação, transporte e saneamento.

Os indicadores referentes aos componentes socioeconômicos ajudam a compreender o grau de integração do empreendimento com a economia territorial. Assim, o monitoramento deve incluir indicadores capazes de medir a dinâmica produtiva e a distribuição de benefícios no território como: geração de empregos diretos e indiretos - permitindo avaliar tanto a criação de novas oportunidades de trabalho quanto a redistribuição da mão de obra entre setores locais; distribuição de benefícios econômicos - ganhos financeiros, compensações, parcerias e contratações de segmentos de pequeno, médio e grande porte; e investimentos locais - aportes em infraestrutura, apoio à economia do entorno e estímulo às cadeias produtivas.

Para os componentes ligados aos aspectos culturais e patrimoniais, os indicadores desenvolvidos devem ser capazes de captar transformações em locais sagrados, sítios históricos e áreas de valor simbólico, especialmente aqueles que têm risco de descaracterização de paisagens culturais e possível ruptura de vínculos espirituais e identitários que conectam as comunidades ao território.

Da mesma forma, é necessário acompanhar mudanças nas práticas culturais associadas ao mar, como festividades, ofícios tradicionais (como atividades produtivas, saberes práticos, técnicas artesanais e manuais), narrativas e saberes orais, relações sociais e simbólicas e rituais comunitários, uma vez que mudanças no acesso e no uso das áreas costeiras podem afetar a continuidade dessas manifestações culturais. O monitoramento a partir de indicadores desse tipo permite identificar alterações na vitalidade cultural, no pertencimento e na preservação de referências materiais e imateriais que estruturam a memória coletiva e os modos de vida das populações locais.

O uso ou posse de terra e direitos de propriedade devem ser contemplados com indicadores que evidenciam mudanças nos padrões de ocupação residencial na faixa costeira e seus reflexos na dinâmica territorial. Esses indicadores devem captar pressões exercidas sobre as comunidades locais, incluindo riscos de conflitos fundiários, processos de valorização ou especulação imobiliária e alterações no uso e na destinação do solo costeiro. Acompanhamentos como esses permitem identificar possíveis deslocamentos de famílias, restrições de acesso a áreas tradicionalmente utilizadas e transformações no equilíbrio entre usos residenciais, turísticos, comerciais e comunitários. Em conjunto, esses indicadores ajudam a compreender como a presença ou expansão de empreendimentos costeiros pode influenciar a segurança de posse e a permanência das comunidades em seus territórios.

Referências

Arce-Gomez, A., Donovan, J. D., & Bedggood, R. E. (2015). Social impact assessments: Developing sustainable frameworks. *Environmental Impact Assessment Review*, *50*, 85-94. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.006

Arts, J., & Morrison-Saunders, A. (2022). *Impact assessment follow-up: International best practice principles*. (Special Publication Series No. 6). International Association for Impact Assessment. https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-IA-Follow-up.pdf

Carlson, E., Gobeille, D., Williams, K., Gilbert, A., & Adams, E. (2023). *Monitoring framework for automated radio telemetry at offshore wind projects in the US Atlantic*. New York State Energy Research and Development Authority. https://motus.org/wp-content/uploads/2025/03/Monitoring-Framework-for-Automated-Radio-Telemetry-at-Offshore-Wind-Projects-v-20230315.pdf

Castellani, C., & Edwards, M. (Eds.). (2017). *Marine plankton: A practical guide to ecology, methodology, and taxonomy*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.001.0001

Desholm, M., Fox, A. D., & Beasley, P. (2004). *Best practice guidance for the use of remote techniques for observing bird behavior in relation to offshore wind farms*. Collaborative Offshore Wind Research into the Environment (COWRIE). https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Desholm-et-al-2004.pdf

Eleftheriou, A., & McIntyre, A. D. (Eds). (2005). *Methods for the study of marine benthos* (2nd ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9780470995129

Evans, P. G. H., & Raga, J. A. (Eds.). (2001). *Marine mammals: Biology and conservation*. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0529-7

Gent, T., & Gibson, S. (2003). *Herpetofauna workers' manual*. Joint Nature Conservation Committee. https://data.jncc.gov.uk/data/9d7da8c4-9d76-4b65-8263-6b925b3433a4/Herpetofauna-Workers-Manual-2003.pdf

Glasson, J. & Therivel, R. (2019). *Introduction to environmental impact assessment* (5th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429470738

Glasson, J. (2022). Follow-up: post-decision learning in EIA. In: A. Fonseca (Ed.). *Handbook of environmental impact assessment* (pp. 198-218). Edward Elgar. https://doi.org/10.4337/9781800379633

Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2016). *Principles of statistics in ecology*. Artmed. https://www.scribd.com/document/372134741/Principios-de-Estatistica-em-Ecologia-Gotelli-Ellison-pdf

Jawad, L. (2018). Marine ecological field methods: A guide for marine biologists and fisheries scientists. *Journal of Fish Biology*, *93*: 432. https://doi.org/10.1111/JFB.13747

Magalhães, N. (2024). Uma análise dos projetos de educação ambiental no licenciamento off-shore de petróleo da Bacia de Campos. *Caderno Pedagógico*, *21*(9), e7662. https://doi.org/10.54033/cadpedv21n9-085

Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *30*(1), 5–14. https://doi.org/10.1080/14615517.2012.661557

Morrison-Saunders, A., & Arts, J. (2024). *Guidance for implementing the impact assessment follow-up international best practice principles*. International Association for Impact Assessment, https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/03/Guidance-for-Implementing-the-Impact-Assessment-Follow-Up-International-Best-Practice-Principles.pdf

Morrison-Saunders, A., & Arts, J. (2005). Learning from experience: Emerging trends in environmental impact assessment follow-up. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *23*(3), 170–174. https://doi.org/10.3152/147154605781765580

Nahill, B. (Ed.). (2020). *Sea turtle research and conservation: Lessons from working in the field*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2019-0-02533-2

Noble, B. (Ed.). (2015). *Introduction to environmental impact assessment: a guide to principles and practice* (3rd ed.). Oxford University Press.

Pinto E., Morrison-Saunders, A., Bond, A., Pope, J., & Retief, F. (2019). Distilling and applying criteria for best practice EIA follow-Up. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, *21*(2), 1-32. https://doi.org/10.1142/S146433321950008X

Kunz, T. H., & Parsons, S. (Eds.). (2009). *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (2nd ed). Johns Hopkins University Press.

Sánchez, L. E. (2012). Information and knowledge management. In: A. Perdicoúlis, B. Durning, & L. Palframan. (Eds.). *Furthering environmental impact assessment towards a seamless connection between EIA and EMS* (pp. 19-38). Edward Elgar.

Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos* (3a. ed.). Oficina de Textos.

Santos, M. C. de O. (2021). Baleias e golfinhos no litoral paulista: Estórias que contam uma bela estória. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. doi: https://doi.org/10.11606/9786599585418

Stephenson, P. J. A. (2021). *Review of biodiversity data needs and monitoring protocols for the offshore wind energy sector in the baltic sea and north sea*. Renewables Grid Initiative, Berlin, Germany. https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Stephenson_2021.pdf

Underwood, A. J. (1994). On beyond BACI: Sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications*, *4*(1), 3-15. https://doi.org/10.2307/1942110

Vanclay, F. (2003). International principles for social impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *21*(1), 5–12. https://doi.org/10.3152/147154603781766491

Viswambharan, D. (2024). Underwater sampling methods for marine biodiversity monitoring. In: *Training manual on "Know your marine biodiversity and environment (MarBiE 2)" Taxonomy of marine organisms* (pp. 21-28). CMFRI Training Manual Series (41). ICAR- Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi. http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/18506

Walsh, P. M., Halley, D. J., Harris, M. P., Del Nevo, A., Sim, I. M. W., & Tasker, M. L. (1995). *Seabird monitoring handbook for Britain and Ireland: a compilation of methods for survey and monitoring of breeding seabirds*. JNCC/RSPB/ITE/Seabird Group. https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/8798/1/Bird1.pdf

Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R., & Foster, M. S. (Eds.) (1996). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press.

GLOSSÁRIO

Aspecto (ambiental): Elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente (ISO 14001: 2015).

Adicionalidade: Critério segundo o qual os ganhos ambientais de uma compensação/offset devem ocorrer além do que aconteceriam no cenário de referência, sem a intervenção proposta.

Ajuste adaptativo / Manejo adaptativo: Processo de gestão no qual medidas e procedimentos são revistos e ajustados com base em evidências obtidas pelo monitoramento e no aprendizado durante a implementação.

Avaliação Ambiental Estratégica: Instrumento para avaliar os riscos e impactos ambientais e socioeconômicos das políticas, planos e programas (PPPs) que tenham eventuais efeitos significativos no ambiente.

Áreas marinhas sob jurisdição nacional: Definidas pela Convenção das Nações Unidas Sobre Direito do Mar (CNUDM), são os espaços marítimos sobre os quais os Estados costeiros exercem soberania, direitos soberanos ou jurisdição. Compreendem o Mar Territorial, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental.

Biodiversidade: Variabilidade de organismos vivos em níveis genético, de espécies e de ecossistemas, incluindo suas interações.

Compensação ecológica ou Offset de biodiversidade: Medida aplicada como última etapa da hierarquia de mitigação para contrabalançar impactos residuais significativos, buscando resultados como nenhuma perda líquida ou ganho líquido de biodiversidade.

Condição de referência: Condição em que se encontra o sistema socioecológico antes do início da instalação e operação do projeto, considerando parâmetros ecológicos e socioeconômicos que posteriormente poderão ser utilizados como indicadores de impactos ao longo da etapa de acompanhamento.

Efeito barreira: Ocorre quando a presença do empreendimento funciona como uma barreira para o deslocamento da fauna, modificando as rotas de movimentação local e rotas migratórias de organismos como mamíferos, tartarugas, aves e peixes.

Efeito recife: Ocorre quando a presença das estruturas rígidas artificiais do projeto (turbinas, cabos, subestações offshore), instaladas no meio marinho, funcionam como um recife artificial, promovendo a agregação de organismos em suas proximidades.

Efeito refúgio: Também chamado de efeito reserva. Ocorre quando a restrição das atividades pesqueiras na área do projeto cria um refúgio para organismos sensíveis à pesca, como peixes e invertebrados epibentônicos, os quais podem se abrigar protegidos de atividades pesqueiras na área do projeto.

Encadeamento (tiering): Fluxo ou transferência de informações entre os níveis de planejamento e entre os instrumentos de avaliação de impactos aplicados em cada nível.

Equivalência ecológica: Critério que busca assegurar que os ganhos gerados por compensação/offset sejam comparáveis às perdas causadas, em termos de componentes, funções e relevância ecológica.

Ganho líquido: Resultado no qual os ganhos de biodiversidade gerados por mitigação/restauração/compensação superam as perdas causadas pelo projeto.

Gestão de base ecossistêmica: Uma abordagem de gestão holística, integrada e participativa, que considera a interação entre as dimensões ecológicas e sociais de um determinado sistema, em diferentes escalas, para promover o uso sustentável dos recursos ali presentes.

Hierarquia de mitigação: Estrutura de decisão que prioriza, em sequência, evitar, minimizar, restaurar/recuperar e, apenas como última etapa, compensar impactos residuais significativos, orientando a gestão sistemática de impactos na AIA.

Impactos cumulativos: Mudanças da condição ou estado de componentes do ambiente como resultado da soma ou da interação de impactos de ações do passado, do presente e de ações razoavelmente previsíveis no futuro, em conjunto com um projeto em análise.

Instalações associadas (associated facilities): Instalações necessárias para a construção, a operação ou a desativação do projeto e que não teriam sido construídas ou ampliadas se o projeto não existisse ou não fosse construído.

Indicadores (ambientais e sociais): Variáveis mensuráveis usadas para caracterizar a linha de base, acompanhar mudanças e avaliar a efetividade de medidas e a evolução de impactos.

Linha de base (baseline): Conjunto de informações sobre as condições de referência da área a ser afetada por um novo projeto, obtidas em estudo prévio (antes do início da instalação e operação do projeto), relacionadas à parâmetros ecológicos e socioeconômicos de componentes específicos selecionados, os quais posteriormente poderão ser utilizados como indicadores de impactos ao longo da etapa de acompanhamento.

Magnitude do impacto: Caracterização da intensidade/escala do impacto, podendo incluir extensão, duração, frequência e reversibilidade, associada às pressões geradas pelo projeto.

Medidas mitigadoras / Medidas de mitigação: Ações adotadas para evitar, minimizar, restaurar/recuperar ou compensar impactos negativos causados por um projeto, de forma proporcional e orientada pela significância.

Nature positive / Impacto líquido positivo para a natureza: Referencial que propõe ganhos líquidos para biodiversidade em relação a uma condição de referência; na AIA deve ser tratado como objetivo verificável, com linha de base, indicadores, metas e monitoramento.

Nenhuma perda líquida – no net loss: Resultado no qual as perdas de biodiversidade causadas pelo projeto são equilibradas por ganhos equivalentes obtidos por restauração e/ou compensação.

Permanência: Critério que exige que os ganhos gerados por compensação/offset sejam mantidos no longo prazo, com instrumentos legais, governança e garantias financeiras.

Planejamento espacial marinho: Um processo abrangente e estratégico para analisar e alocar o uso das áreas marinhas, a fim de minimizar conflitos entre as atividades humanas e maximizar os benefícios, garantindo a resiliência dos ecossistemas marinhos (Unesco-IO, 2021).

Princípio da proporcionalidade: Estabelece que a AIA deve ser dimensionada ao necessário e suficiente para subsidiar decisões e cumprir exigências regulatórias, evitando tanto esforço superdimensionado quanto subdimensionado. Aplica-se ao processo e aos produtos da AIA, orientando a elaboração de estudos e relatórios claros e concisos, focados nos impactos significativos e adequados para apoiar a decisão.

Serviços ecossistêmicos: Benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (provisão, regulação, culturais e de suporte), que podem ser afetados por impactos e orientar medidas de mitigação.

Significância: Interpretação da importância do impacto ambiental ou social que um projeto pode causar em um determinado contexto.

Termos de referência: Documento que apresenta diretrizes para a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental, por exemplo definindo sua abrangência e métodos a serem usados.

Zona costeira: Área de interação entre a terra, o mar e o ar, caracterizando uma faixa de transição contínua entre os ambientes terrestres e marinhos. As zonas costeiras são regiões densamente ocupadas e com grande complexidade socioambiental, demandando instrumentos de gestão específicos.

OS AUTORES

AUTORES E AUTORAS

Luis Enrique Sánchez é Professor Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, atuando há mais de trinta anos no campo da avaliação de impacto ambiental. Foi presidente da IAIA - International Association for Impact Assessment e é membro da Comissão de Manejo de Ecossistemas da IUCN - International Union for Conservation of Nature. É autor de diversos artigos científicos, livros sobre avaliação de impacto ambiental, e de outros guias de boas práticas ambientais.

Alexander Turra é Professor Titular do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e coordenador da Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano, sediada no IOUSP e no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP). Possui atuação em fóruns e organizações nacionais e internacionais com abordagens multi e transdisciplinares voltadas para integração entre ciência e tomada de decisão.

Carla Grigoletto Duarte é docente da Universidade Federal de São Paulo e atua há mais de 15 anos na área de Planejamento e Gestão Ambiental, especialmente com Avaliação de Impacto Ambiental e Avaliação Ambiental Estratégica. Desenvolve pesquisas visando contribuir para o aprimoramento da prática explorando os temas avaliação de efetividade, inovação, boas práticas internacionais e articulação entre instrumentos de política ambiental.

Alessandra Peil é bióloga, mestre em Ecologia e doutoranda em Engenharia Mineral e de Petróleo pela Escola Politécnica da USP. Com mais de 15 anos de experiência no setor ambiental, atua como gestora de projetos com foco em avaliação de impactos, restauração, compensação de biodiversidade e aplicação de padrões internacionais. Sua pesquisa atual concentra-se na hierarquia de mitigação e offsets de biodiversidade no contexto offshore brasileiro.

Allan Yu Iwama é pesquisador pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta a Desastres Naturais (CEMADEN), onde desenvolve pesquisa associada à vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas, com ênfase em à impactos em comunidades e infraestrutura em ambientes costeiros-marinhos. Tem experiência com gestão costeiro-marinha e abordagens participativas.

Ana Paula Alves Dibo é pesquisadora na área de Avaliação de Impacto Ambiental e Avaliação de Impactos Cumulativos. Doutora em Ciências pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, atuou como consultora ambiental, especialmente com o desenvolvimento de trabalhos para o aperfeiçoamento da prática de Avaliação de Impacto Ambiental e Licenciamento Ambiental.

Anne Caroline Malvestio é professora da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com atuação na área de Instrumentos de Política Ambiental, em especial Avaliação Ambiental Estratégica, Avaliação de Impacto Ambiental e Licenciamento Ambiental. Foi presidente da Associação Brasileira de Avaliação de Impacto (Abai) e é autora de artigos e livro sobre instrumentos de política e gestão ambiental.

Bruno Olian é graduando no curso de bacharelado em oceanografia pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, atualmente colaborando com pesquisas relacionadas ao ecossistema costeiro com foco no sistema bentônico.

Fernanda Aparecida Veronez é Professora Titular do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Com mais de 25 anos na área ambiental, reúne atuação em órgão ambiental, em empresas de consultoria ambiental e em grandes empresas. Desenvolve trabalhos voltados ao aprimoramento das práticas de licenciamento e Avaliação de Impacto Ambiental de projetos.

Geovanna Paulino Pereira é graduada em gestão ambiental pela Universidade de São Paulo. Possui experiência em pesquisas relacionadas a dinâmicas socioambientais, educação ambiental, turismo e gestão de resíduos em contextos costeiros, com atuação na organização e sistematização de informações científicas para a elaboração de diagnósticos que fundamentem processos de tomada de decisão.

Ivan Rodrigo Abrão Laurino é pesquisador na área de ecologia e conservação marinha. Doutor em Oceanografia pela Universidade de São Paulo, atua em pesquisas sobre ecologia de ecossistemas costeiros e marinhos, conservação da biodiversidade e avaliação de impactos no oceano. Possui experiência como consultor ambiental, atuando especialmente na elaboração de diagnósticos do meio biótico para Estudos de Impacto Ambiental e na execução de planos de monitoramento da biodiversidade marinha.

Júlia Oliveira Braga é geógrafa e graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Federal da Paraíba. Possui experiência no uso de geotecnologias para a gestão de recursos hídricos, monitoramento de ecossistemas marinho-costeiros e análise espacial de dados para diagnósticos de impacto ambiental e conservação da biodiversidade marinha.

Juliana Siqueira-Gay é professora doutora no Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP. Juntamente com diferentes grupos de pesquisa, especialistas e membros do terceiro setor, desenvolve pesquisas na área de avaliação de impactos ambientais de políticas, planos e projetos, com enfoque na formulação de cenários relevantes e avaliação de impactos cumulativos para tomada de decisão de políticas públicas mais sustentáveis.

Lucas Bernardinelli de Souza é biólogo atuando na área da conservação da biodiversidade. Bacharel e licenciado pela Universidade de São Paulo, trabalhou com projetos socioambientais e em pesquisa sobre avaliação de impactos ambientais em aves marinhas e costeiras. Também tem experiência com educação ambiental e manejo de fauna.

Luciana Yokoyama Xavier é pesquisadora na área de gestão costeira e marinha, com atuação na interface entre ciência, políticas públicas e sociedade. Doutora pela Universidade de São Paulo, desenvolve pesquisas sobre governança ambiental, gestão de base ecossistêmica e participação social, com ênfase na sustentabilidade do oceano e na integração entre conhecimento científico e conhecimento ecológico local para gestão do oceano.

Monique Fogaça Fernandes é pesquisadora na área de Ecologia e Conservação Marinha. É bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e mestranda em Oceanografia Biológica pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Desenvolve pesquisas focadas na avaliação de impactos ambientais sobre vertebrados marinhos e atua na coordenação de projetos de Cultura e Extensão da Universidade, com ênfase em educação ambiental.

Monique Torres de Queiroz é pesquisadora dedicada à análise das dinâmicas socioambientais em zonas costeiras, com atuação em turismo, gestão costeira e políticas públicas. Mestra em Ciências pela Universidade de São Paulo, seu trabalho articula diferentes formas de conhecimento para pensar caminhos mais inclusivos e sustentáveis para a gestão do oceano.

Misty Azzolini Rizzo é bióloga e mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade de São Paulo. Atua na interface entre ciência e políticas públicas voltadas à conservação de zonas costeiras e marinhas, com ênfase em processos de licenciamento ambiental e gestão de áreas protegidas. Atualmente, explora a integração das mudanças climáticas em instrumentos de avaliação de impacto ambiental, buscando contribuir para o aprimoramento da prática.

Nicolly Leite Yamawaki é doutora em Geografia pela Universidade Federal do Ceará. Possui experiência em projetos socioambientais, com atuação em diagnósticos territoriais, desenvolvimento e aplicação de metodologias para coleta e análise de dados primários e avaliação de impactos sociais e de medidas de mitigação, com ênfase no setor de energia.

Noa Magalhães é Pesquisadora e Gestora de Projetos com foco em justiça ambiental e conservação ambiental. Doutora em Ciências pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro, atua na interface entre a pesquisa socioeconômica, governança ambiental, participação social e a construção de políticas públicas, com ampla experiência em diagnósticos participativos, desenvolvimento e execução de programas de educação ambiental crítica em comunidades tradicionais.

Thomaz Willian de Figueiredo Xavier é pesquisador e consultor com atuação em Avaliação de Impactos Ambientais e Sociais, com ênfase em projetos de energia eólica offshore. Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Desenvolve pesquisas voltadas à análise de impactos socioambientais, governança e planejamento de ambientes marinhos, integrando abordagens de geotecnologias à participação social e gestão costeira.

Guia para avaliação de impactos ambientais e sociais do desenvolvimento de energia eólica offshore em ambientes tropicais

REALIZAÇÃO





CÁTEDRA UNESCO PARA A SUSTENTABILIDADE DO OCEANO
Instituto de Estudos Avançados
Instituto Oceanográfico



FINANCIAMENTO











APOIO



ISBN: 978-85-68892-03-9
CBL
9 788568 892039