

Sumário Executivo



O presente relatório sumariza o estado da ciência associada aos impactos ambientais das energias renováveis marinhas, atualizando e complementando o *Annex IV report*, publicado em 2016, que pode ser consultado em <http://tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2016>.

Translator: Maria Apolonia





As energias renováveis marinhas (ERM) provêm de recursos das ondas, marés e correntes, assim como da temperatura do oceano e gradientes de salinidade, e também do fluxo de rios de grandes dimensões (onde as tecnologias aplicadas são semelhantes às que captam energia das marés). O presente relatório foca os potenciais impactos ambientais resultantes da geração de energia através de conversores de energia das ondas, das correntes através de turbinas de correntes, e rios de grandes dimensões através de turbinas de rio. A análise inclui transferência de conhecimento de outras indústrias off-shore, incluindo energia eólica offshore, petróleo e gás, e cabos de energia e comunicação, quando apropriado.

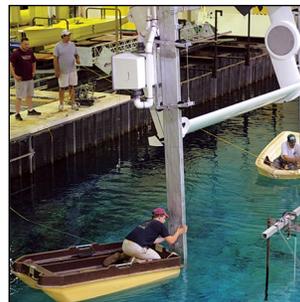
O documento *2020 State of the Science report* foi desenvolvido pelo Ocean Energy Systems (OES)–Environmental Initiative (anteriormente denominado Annex IV), ao abrigo da colaboração entre a OES–Environmental (<https://www.ocean-energy-systems.org>) e a



A interação entre *stressors* e *receptores* consiste num método comum de avaliação de impactos ambientais potenciais decorrentes do desenvolvimento das ERM. *Stressors* são partes integrantes do dispositivo ou sistema de ERM com impacto negativo potencial no ambiente marinho. O termo *receptores* inclui a fauna marinha, habitats, processos oceanográficos ou funções de ecossistema que podem ser afetados pelos *stressors*.

Agência Internacional da Energia (International Energy Agency – IEA). Inseridos na iniciativa OES-Environmental, 15 países colaboraram na avaliação do ‘state of the science’ dos potenciais impactos ambientais do desenvolvimento das ERM e na análise das consequências no processo de consentimento/licenciamento (doravante consentimento) dos dispositivos de ERM. A informação selecionada e sintetizada neste documento refere-se aos riscos potenciais dos dispositivos de ERM na flora marinha, habitats, e ambiente, e pode ter utilidade para os *stakeholders* de ERM incluindo

investigadores, reguladores, operadores de dispositivos e de projetos, entre outros. Este documento pretende, com bases científicas, apoiar reguladores internacionais em processos de tomada de decisão, podendo assistir tecnólogos na localização do projeto, design de engenharia, estratégias operacionais e no design do programa de monitorização. Em particular, o presente relatório pretende atualizar a comunidade de investigação acerca das interações existentes no setor, identificar colaboradores científicos, e adicionar informação à literatura existente. Quando aplicada em conjunto com informação específica da potencial área de instalação, este relatório pretende apoiar a standardização do processo de consentimento dos dispositivos de ERM. Apesar de a maioria das atividades de monitorização no setor ser limitada a um só dispositivo ou pequenos parques, a pesquisa e monitorização realizadas serão relevantes à medida que a indústria cresce. A informação sintetizada no relatório 2020 *State of the Science* tem origem em estudos e monitorização disponível ao público, provenientes da literatura científica e de relatórios publicados por investigadores, operadores e agências governamentais, interpretados pelos investigadores mais competentes no setor. A análise e conclusões não têm como objetivo substituir análises e estudos de campo específicos do local ou direcionar ações de consentimento.



SÍNTESE DE INTERAÇÕES AMBIENTAIS POTENCIAIS ASSOCIADAS AO DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

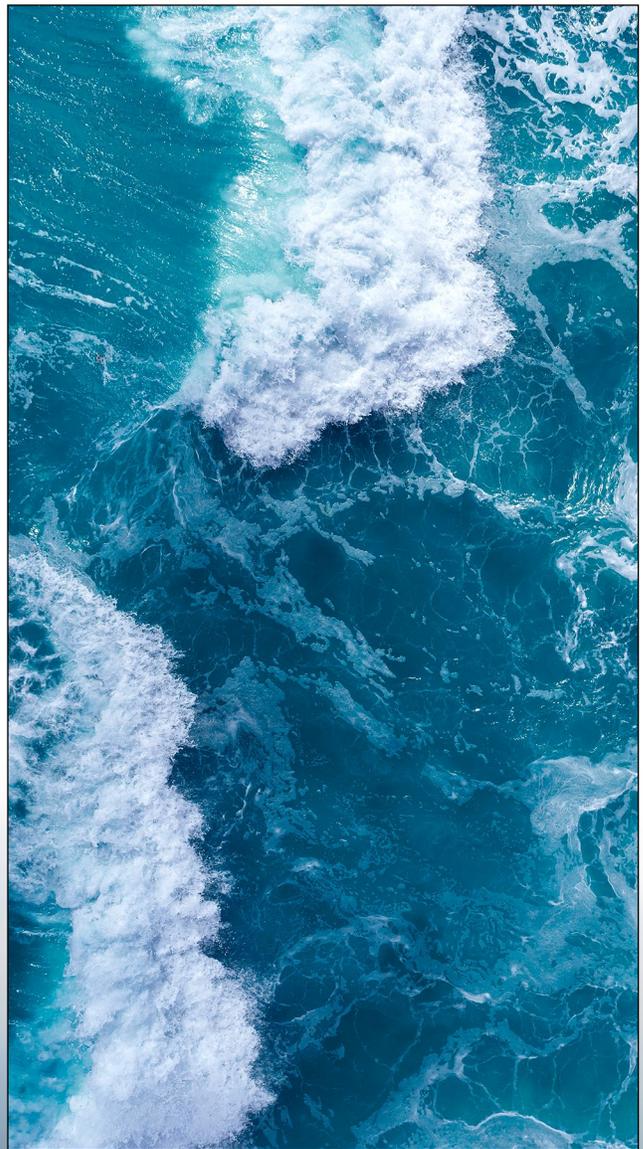
O setor das ERM, tratando-se de uma indústria emergente, conta com um número limitado de instalações de dispositivos de pequena escala e, até ao momento, nenhum dispositivo de escala comercial foi ainda instalado. Como consequência, a escassez de dados de base e pós-instalação continua a resultar em níveis de incerteza entre reguladores e *stakeholders*, o que aumenta a perceção de risco em relação a diversas potenciais interações entre os dispositivos e o ambiente marinho. Esta falta de informação continua a afetar a capacidade de diferenciar riscos reais e percecionados. Em última instância, o risco para a fauna, habitats e ambiente marinho é função das características do dispositivo de ERM (estático ou dinâmico), tipo (ondas, correntes ou fluvial) e da escala espacial da instalação (dispositivo único ou parque). Risco é definido como a relação entre a probabilidade de um resultado adverso, e as consequências no caso de ocorrência do mesmo.

À medida que o setor de ERM evolui, o conhecimento acerca dos seus efeitos ambientais potenciais continuará a aumentar, informando assim a perceção de risco. Provavelmente, à medida que informação adicional é adquirida, será possível atribuir um grau de prioridade reduzido ou nulo a determinados riscos. A base de evidência para a abordagem de retirada de risco ('risk retirement') será suportada pelo conhecimento gradualmente adquirido acerca da natureza das interações *stressor-receptor*, que ajudará a determinar quais possuem evidência suficiente para 'retirar' esses riscos e quais ainda estão associadas a incertezas relevantes. Não obstante, o risco para a fauna marinha, habitats e ambiente envolvente continua a representar desafios ao consentimento do desenvolvimento do setor à escala comercial.



BENEFÍCIOS DA ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA

O avanço na investigação e desenvolvimento das ERM à escala global contribui para o desenvolvimento de fontes de energia local e segura com potencial para gerar benefícios significativos, incluindo impactos positivos nas comunidades, infraestruturas e serviços, emprego e negócio e exportação de produtos e serviços. O desenvolvimento das ERM possui também potencial para combater os efeitos das alterações climáticas, incluindo acidificação e o aumento da temperatura dos oceanos. Atualmente, os efeitos das alterações climáticas afetam diversos recursos marinhos e costeiros. Estas consequências continuarão a afetar habitats e fauna marinha, resultando no desaparecimento de usos benéficos para o ser humano como os recursos de pesca e aquacultura, proteção costeira contra tempestades e erosão da zona costeira.





RISCO DE COLISÃO PARA FAUNA MARINHA AO REDOR DAS TURBINAS

Os dispositivos de energia das correntes e rio podem representar um risco de colisão para mamíferos marinhos, peixes e aves marinhas. Até hoje não foi observada nenhuma colisão entre mamíferos marinhos e aves marinhas com turbinas, e o número limitado de peixes a curta distância de uma turbina nunca teve consequências negativas. Espera-se que as colisões, a ocorrer, consistirão em eventos raros e de difícil observação em águas turvas de rápido movimento. Além disso, as probabilidades de uma colisão não são conhecidas, com resultados que poderão ir desde lesões de rápida recuperação até à morte do animal. A evidência e compreensão acerca do comportamento da fauna marinha na presença de estruturas submersas ainda é limitada; é difícil determinar como os mamíferos marinhos, peixes e aves marinhas serão capazes de perceber, reagir e evitar uma turbina em operação. Na ausência de informação comportamental, a maioria do progresso na compreensão do risco de colisão assenta na análise da presença de fauna marinha de interesse na proximidade de turbinas, com apoio de modelos computacionais que simulam o comportamento na proximidade do campo e potenciais eventos de colisão.



RISCO DO RUÍDO AQUÁTICO GERADO PELOS DISPOSITIVOS DE ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA PARA A FAUNA MARINHA

A fauna marinha utiliza o som no oceano da mesma forma que a fauna terrestre e os seres humanos utilizam a visão em terra – para comunicar, navegar, encontrar alimento, socializar e evitar predadores. Ruído antropogénico no ambiente marinho pode potencialmente interferir com estas atividades.

O progresso na quantificação dos efeitos diretos e indiretos do ruído subaquático na fauna marinha tem sido complexo devido ao número reduzido de dispositivos de ERM instalados. Dificuldades em medir com precisão o ruído dos dispositivos de ERM e desafios em compreender em que medida o ruído subaquático afeta o comportamento da fauna marinha são dois aspetos fulcrais que dificultam essa compreensão. No entanto, especificações técnicas internacionais fornecem uma abordagem standardizada para medir o ruído dos dispositivos de ERM. O ruído subaquático tem sido medido para diversos dispositivos utilizando estas especificações, concluindo-se que muitos desses níveis estão abaixo dos níveis de ação regulatória desenvolvidos pelos EUA para proteção dos mamíferos marinhos e peixes dos impactos do ruído subaquático.

Os resultados sugerem que o ruído subaquático emitido pelos dispositivos de ERM em fase operacional não alterará significativamente o comportamento nem causará danos físicos na fauna marinha.



RISCO PARA A FAUNA MARINHA DOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EMITIDOS PELOS CABOS ELÉTRICOS E PELOS DISPOSITIVOS DE ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA

Os campos eletromagnéticos ocorrem naturalmente no ambiente marinho, mas a atividade antropogénica pode alterar ou aumentar a sua intensidade, incluindo os campos provenientes dos cabos de exportação de energia renovável marinha. Habitualmente, os cabos são enterrados no fundo marinho ou instalados na coluna de água entre dispositivos. O cálculo das emissões provenientes dos campos eletromagnéticos é feito através da medição dos campos magnéticos e elétricos induzidos emitidos pelos cabos e dispositivos. Nem todas espécies possuem a capacidade de detetar campos eletromagnéticos; apenas algumas espécies possuem capacidades sensoriais para sentir e reagir a estes estímulos. As espécies mais propensas a encontrar e a serem afetados pelos campos eletromagnéticos dos dispositivos de ERM serão aqueles que passam longos períodos de tempo na proximidade dos cabos submarinos como é o caso de organismos bênticos sedentários. Antecipa-se que os campos eletromagnéticos possam alterar o comportamento e movimento das espécies mais suscetíveis e, potencialmente, causar alterações no crescimento e capacidade reprodutiva a longo termo.

Até ao momento, estudos antecipam impactos ecológicos reduzidos dos campos eletromagnéticos emitidos pelos cabos submarinos ligados a um único dispositivo de ERM ou a pequenos parques, assim como impactos pouco significativos na fauna marinha presentes na proximidade.





ALTERAÇÕES NOS HABITATS BÊNÉTICOS E PELÁGICOS CAUSADAS PELOS DISPOSITIVOS DE ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA

As consequências das instalações de ERM nos habitats bênticos e pelágicos são muito semelhantes às observadas no caso da energia eólica *offshore*, produção e exploração de petróleo e gás, presença de boias de navegação, e instalação de cabos de energia e comunicação. A instalação de dispositivos de ERM requer a instalação de fundações gravitacionais ou âncoras que podem causar alterações nos habitats bênticos, assim como linhas de amarração, cabos de transmissão e componentes mecânicos móveis ao longo da coluna de água, que podem afetar os habitats pelágicos. Estas estruturas podem alterar a presença ou comportamento das espécies, tanto no fundo marinho como na coluna de água, mas também podem atuar como recifes artificiais. A instalação de cabos de exportação pode perturbar e alterar habitats numa área longa e fina. O desvio de sedimentos ao redor das âncoras e fundações pode também alterar os habitats bênticos.

Os sistemas de ERM podem fornecer substrato para organismos *biofouling*, bem como atrair peixes e outros animais, criando recifes artificiais de facto e áreas marinhas protegidas. A atração dos peixes tem também o potencial de aumentar as populações de peixes nas proximidades. Em geral, antecipa-se que as alterações ao habitat causadas pelos dispositivos de ERM e parques causem risco reduzidos para a fauna e habitats se os projetos não se localizarem em habitats raros ou frágeis.





ALTERAÇÕES NOS SISTEMAS OCEANOGRÁFICOS CAUSADAS PELOS DISPOSITIVOS DE ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA

A circulação oceânica define os sistemas físicos e biológicos onde os organismos e habitats marinhos existem. A instalação de dispositivos de ERM tem o potencial de afetar os sistemas oceanográficos, causando alterações ao nível da circulação das águas, altura das ondas e velocidade das correntes, o que por sua vez pode afetar o transporte de sedimentos e a qualidade da água em torno dos dispositivos. Embora um número reduzido de dispositivos não acarrete consequências significativas em relação à variabilidade natural do sistema, as instalações de larga escala podem potencialmente alterar processos naturais.

A observação de mudanças potenciais nos sistemas oceanográficos provém maioritariamente de modelos numéricos, com uma pequena contribuição de estudos de laboratório e trabalho de campo. Os dados de campo são essenciais para validar os modelos numéricos à medida que projetos de larga escala são instalados, já que o risco é muito reduzido para projetos de pequena escala.

INTERAÇÃO DA FAUNA MARINHA COM SISTEMAS DE AMARRAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL MARINHA E CABOS SUBMARINOS

A maioria dos dispositivos de energia das ondas e das correntes flutuantes têm de ser ancorados ao fundo marinho através de sistemas de amarração que mantêm a sua posição na coluna de água ou à superfície. Parques de ERM podem incluir cabos de transmissão para interconexão entre dispositivos ou para conexão com subestações offshore. As linhas e cabos de amarração podem potencialmente enredar ou prender espécies de grandes dimensões, em especial baleias migratórias. Esta preocupação deriva do perigo de enredamento de mamíferos marinhos em redes e linhas de pesca. No entanto, os cabos e linhas dos dispositivos de ERM não possuem pontas soltas ou folgas suficientes para apresentar o mesmo risco, por isso o risco associado é considerado muito reduzido.



RECOLHA DE DADOS SOCIOECONÔMICOS PARA ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

Os potenciais impactos socioeconômicos do desenvolvimento das ERM (incluindo impactos nas comunidades, emprego, infraestruturas e serviços e comércio regional) devem ser tidos em consideração durante os processos de consentimento e para efeitos de planeamento estratégico. Para além disso, as tendências nos dados socioeconômicos devem ser acompanhadas no sentido de compreender se os compromissos de melhoria para as comunidades locais e minimização de impactos negativos são cumpridos.

A responsabilidade de aquisição desses dados deve ser compartilhada entre os operadores das tecnologias de ERM, que recolhem dados específicos do local de instalação, e os governos, que se encarregam da análise ao nível estratégico e em regiões de maiores dimensões.



TECNOLOGIAS E TÉCNICAS DE MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL PARA DETEÇÃO DE INTERAÇÕES ENTRE A FAUNA MARINHA E TURBINAS

A interação da fauna marinha com turbinas de corrente e rio continua a ser um dos aspetos com maior incerteza associada relativamente aos potenciais efeitos das ERM devido principalmente à incapacidade de observar essas mesmas interações. Este desafio requer o desenvolvimento de equipamento de monitorização capaz de resistir a ambientes marinhos adversos e a capacidade de gestão de energia para operar os instrumentos e aquisição de dados a bordo.

A observação da interação da fauna marinha com os dispositivos de ERM é habitualmente feita com instrumentos acústicos ativos e passivos e câmaras óticas. A monitorização acústica passiva é feita através de hidrofones para medição do som subaquático, incluindo a vocalização de mamíferos marinhos. Os sistemas acústicos ativos geram som e gravam o sinal de retorno o que permite a visualizar objetos e gerar imagens de alta resolução de ambientes marinhos assim como quantificar a abundância e distribuição de peixes. As câmaras óticas são utilizadas para monitorizar a distribuição de fauna marinha nas proximidades do dispositivo de ERM e para identificar as espécies, dimensões e abundância. Conjuntos de sensores podem ser integrados nas plataformas de monitorização, que podem por sua vez ser instaladas autonomamente, utilizando uma bateria, ou ligados a terra por cabo para transferência de energia e dados.



ORDENAMENTO DO ESPAÇO MARÍTIMO E ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

O desenvolvimento das ERM resultará no uso crescente do espaço marítimo e no potencial conflito com outros usos, o que pode ser parcialmente solucionado através da implementação do ordenamento do espaço marítimo (OEM). OEM procura gerir a competição de usos do espaço marítimo e o balanço dos interesses económicos, sociais e ambientais de modo a assegurar o desenvolvimento sustentável dos oceanos. O OEM tem o potencial de aumentar a transparência e confiança na indústria, melhorar a conservação ambiental, reduzir conflitos setoriais e proporcionar oportunidades sinérgicas.

As 15 nações que fazem parte da iniciativa OES-Environmental foram questionadas acerca das práticas de implementação do OEM em relação ao desenvolvimento das ERM. As respostas foram muito variáveis entre países, desde a integração das ERM nos procedimentos de OEM e aplicação dos princípios de OEM sem um plano legal de OEM, até à ausência de OEM para as ERM.



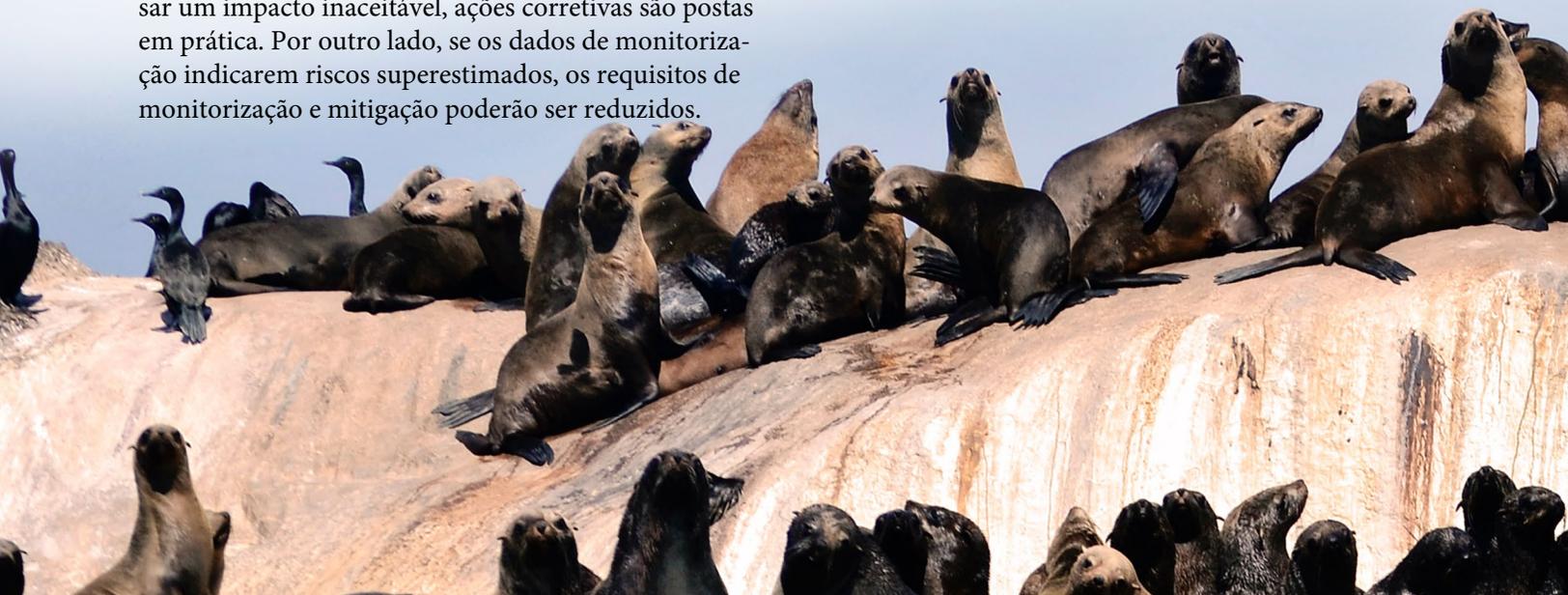


GESTÃO ADAPTATIVA E ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

A gestão adaptativa tem o potencial de apoiar o desenvolvimento sustentável da indústria de ERM, permitindo que os projetos sejam instalados de forma incrementada quando na presença de incertezas sobre os impactos potenciais. Para além disso, permite também preencher lacunas de conhecimento através de processos de monitorização e revisão rigorosos. Trata-se de um processo iterativo, também conhecido como 'learn by doing', que procura reduzir a incerteza científica e melhorar a gestão através da revisão periódica das decisões em resposta ao conhecimento adquirido através da monitorização.

A gestão adaptativa tem sido aplicada para orientar a implementação de programas de monitorização de ERM e tem facilitado o progresso de diversos projetos por todo o mundo. Se os dados resultantes da monitorização identificarem um efeito com potencial de causar um impacto inaceitável, ações corretivas são postas em prática. Por outro lado, se os dados de monitorização indicarem riscos superestimados, os requisitos de monitorização e mitigação poderão ser reduzidos.

A retirada de risco ('risk retirement') consiste num processo com o objetivo de facilitar o consentimento de projetos de ERM de pequena escala, onde cada risco potencial necessita de ser medido e analisado. Em vez disso, os operadores de tecnologia de ERM utilizam informação referente a projetos já consentidos, a estudos existentes e a resultados obtidos em setores offshore análogos.



RETIRADA DE RISCO E TRANSFERABILIDADE DE INFORMAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

A retirada de risco não pretende substituir nenhum processo regulatório já existente nem a necessidade de recolha de dados antes ou depois da instalação do projeto de ERM. Os reguladores podem solicitar recolha adicional de dados para verificar os resultados da abordagem de retirada de risco, para completar a base de informação já existente ou para informar avaliações de impactos ambientais específicos do local.

Através da aplicação apropriada de conclusões, análises e monitorizações existentes referentes a bases de dados entre países, projetos ou fronteiras jurisdicionais, os reguladores têm a capacidade de tornar os requisitos de monitorização menos rígidos, reduzindo assim os custos associados de forma gradual.

Como forma de facilitar o consentimento de projetos de ERM de pequena escala, a abordagem de retirada de risco foi desenvolvida para avaliar os riscos potenciais de interações *stressor-receptor* específicas. Dados preliminares indicam que o risco derivado do ruído acústico e dos campos eletromagnéticos originários de projetos de pequena escala pode ser retirado. À medida que projetos de maiores escalas são instalados, estes *stressors* terão de ser reavaliados.

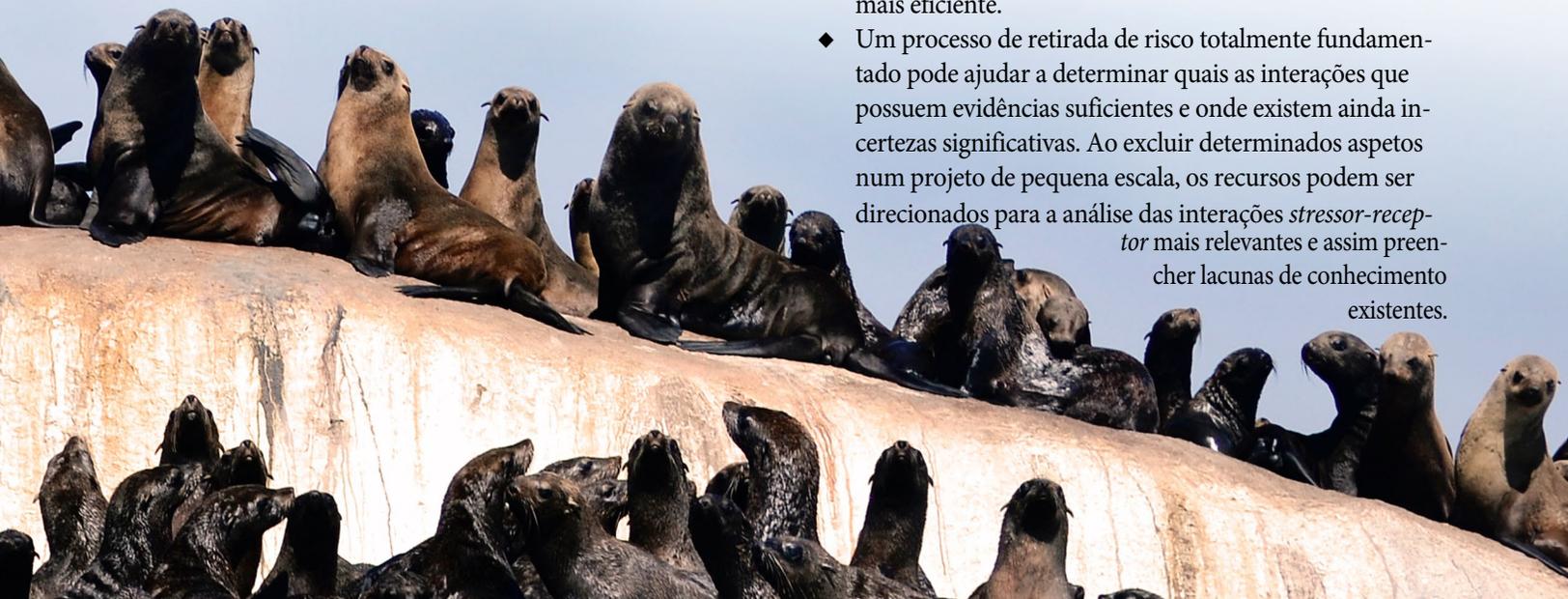


FUTURO DA MONITORIZAÇÃO E INVESTIGAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

Nos 4 anos que sucederam à publicação do relatório *2016 State of the Science*, a compreensão em relação às diversas interações *stressor-receptor* aumentou, como resultado da instalação de novos projetos de ERM e planos de monitorização realizados, estudos em laboratório e trabalho de campo, e desenvolvimento de modelos. Existem ainda incertezas significativas que requerem investigação e monitorização contínua, particularmente no que toca à colisão de espécies com turbinas e aos impactos potenciais de projetos à escala comercial.

O conhecimento acerca dos efeitos potenciais do desenvolvimento das ERM deve ser usado para agilizar a acelerar os processos de consentimento, e apoiar o desenvolvimento responsável das ERM através da implementação de estratégias como o OEM, a gestão adaptativa e a retirada de risco. O modo como estas estratégias de gestão podem apoiar o consentimento e a gestão de projetos de ERM deve ser analisado através das seguintes atividades:

- ◆ A recolha de dados, análise e elaboração de relatórios de consentimento deve ser proporcional à dimensão do projeto de ERM e ao risco potencial que este representa para a fauna e habitats marinhos.
- ◆ Tanto o OEM como a gestão adaptativa podem desempenhar papéis cruciais na verificação da necessidade de dados adicionais para avaliar os riscos potenciais das ERM no ambiente marinho. A gestão adaptativa fornece também a *framework* de gestão da instalação de dispositivos quando na presença de incertezas acerca dos seus impactos.
- ◆ O conhecimento adquirido através da instalação de projetos de ERM em conjunto com conhecimento adquirido através das indústrias *offshore* análogas e projetos de investigação, podem ser analisadas de forma a determinar a sua adaptabilidade para informar o processo de consentimento em novas localizações para instalação de projetos de ERM. A transferência de dados relacionada com a abordagem de retirada de risco pode tornar este processo mais eficiente.
- ◆ Um processo de retirada de risco totalmente fundamentado pode ajudar a determinar quais as interações que possuem evidências suficientes e onde existem ainda incertezas significativas. Ao excluir determinados aspetos num projeto de pequena escala, os recursos podem ser direcionados para a análise das interações *stressor-receptor* mais relevantes e assim preencher lacunas de conhecimento existentes.





RELATÓRIO E INFORMAÇÃO ADICIONAL
OES-Environmental 2020 *State of the Science* relatório completo e sumário executivo disponível em:
<https://tethys.pnnl.gov/publications/state-of-the-science-2020>

CONTACTO
Andrea Copping
Pacific Northwest National
Laboratory
andrea.copping@pnnl.gov
+1 206.528.3049

Visite o site <https://tethys.pnnl.gov> para consulta de artigos, relatórios, apresentações arquivadas e outros conteúdos acerca dos impactos ambientais das energias renováveis marinhas.

