



Anexo 5 – Programa de Monitorização Ambiental

Proponente: Gazelle Wind Power Portugal

Referência: Pedido de TUPEM

Versão: V01

05/06/2024

Este documento foi preparado por WavEC Offshore Renewables (www.wavec.org, mail@wavec.org) a pedido de Gazelle Wind Power Portugal (www.gazellewindpower.com, info@gazellewindpower.com) com o objetivo de submeter um pedido de Título de Utilização Privativa do Espaço Marítimo Nacional.

Gazelle Wind Power Limited
www.gazellewindpower.com

Registered in Ireland, Registered No.: 683798
6th Floor, South Bank House, Barrow Street
Dublin 4, D04 TR29, Republic of Ireland

Controlo

Versão	Data	Autores	Revisão	Aprovação	Estado
V01	05/06/2024	M. Amado	L. Amaral	D. Sequeira	Aprovado

Versão	Página	Modificações

ÍNDICE

Lista de Tabelas.....	5
1. Introdução.....	6
2. Execução.....	6
2.1. Monitorização da qualidade da água	6
2.1.1. Introdução.....	6
2.1.2. Técnicas de Amostragem	7
2.1.3. Período de Amostragem	7
2.1.4. Análise de Dados.....	8
2.1.5. Apresentação de relatórios	8
2.1.6. Calendarização.....	8
2.2. Monitorização de colonização de plataformas.....	8
2.2.1. Introdução.....	8
2.2.2. Técnicas de Amostragem	9
2.2.3. Período de Amostragem	9
2.2.4. Análise de Dados.....	9
2.2.5. Apresentação de relatórios	10
2.2.6. Calendarização.....	10
2.3. Monitorização de Ruído Subaquático.....	10
2.3.1. Introdução.....	10
2.3.2. Técnicas de Amostragem	11
2.3.3. Período de Amostragem	12
2.3.4. Análise de Dados.....	12
2.3.5. Apresentação de relatórios	13
2.3.6. Calendarização.....	13
2.4. Programa de monitorização de mamíferos marinhos	13
2.4.1. Introdução.....	13
2.4.2. Técnicas de Amostragem	14
2.4.3. Período de Amostragem	16
2.4.4. Análise de Dados.....	16
2.4.5. Apresentação de relatórios	16
2.4.6. Calendarização.....	16
2.5. Monitorização das comunidades de ictiofauna.....	17

2.5.1.	Introdução.....	17
2.5.2.	Técnicas de Amostragem	17
2.5.3.	Período de Amostragem	18
2.5.4.	Análise de Dados.....	18
2.5.5.	Apresentação de relatórios	19
2.5.6.	Calendarização.....	19
2.6.	Programa de monitorização da avifauna.....	19
2.6.1.	Introdução.....	19
2.6.2.	Técnicas de Amostragem	20
2.6.3.	Período de Amostragem	21
2.6.4.	Análise de Dados.....	21
2.6.5.	Apresentação de relatórios	21
2.6.6.	Calendarização.....	21
2.7.	Programa de monitorização de quirópteros.....	22
2.7.1.	Introdução.....	22
2.7.2.	Técnicas de Amostragem	22
2.7.3.	Período de Amostragem	23
2.7.4.	Análise de Dados.....	23
2.7.5.	Apresentação de relatórios	23
2.7.6.	Calendarização.....	24
3.	Referências.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1. Programação ilustrativa da monitorização da qualidade da água (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).	8
Tabela 2-2. Programação ilustrativa da monitorização da colonização da plataforma (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).....	10
Tabela 2-3. Programação ilustrativa da monitorização de ruído subaquático (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).	13
Tabela 2-4. Programação ilustrativa da monitorização de mamíferos marinhos (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).	16
Tabela 2-5. Programação ilustrativa da monitorização das comunidades de ictiofauna (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono.	19
Tabela 2-6. Programação ilustrativa da monitorização da avifauna (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono). Para a monitorização com radar, os períodos de amostragem sazonal encontram-se a cinzento-escuro e os períodos complementares (i.e., tornando a monitorização contínua ao longo do ano) apresentam-se a cinzento-claro.	22
Tabela 2-7. Programação ilustrativa da monitorização dos quirópteros (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).	24

1. INTRODUÇÃO

Esta proposta de Programa de Monitorização Ambiental (PMA) para o projeto-piloto da Gazelle Wind Power Portugal (GWP PT) traça um plano detalhado para avaliar os impactos de uma nova tecnologia de plataforma eólica offshore a instalar na Aguçadoura (Portugal).

Com base em avaliações de impacto ambiental de projetos semelhantes e conhecimentos obtidos em instalações anteriores de conversores de energia (como WindFloat 1 e HiWave-5) no local da Aguçadoura, o PMA visa criar uma compreensão abrangente dos impactos do projeto no ambiente marinho. O programa fornece um esboço das atividades a realizar para cada um dos seguintes tópicos:

- Qualidade da água;
- Colonização da plataforma;
- Ruído subaquático;
- Mamíferos marinhos (cetáceos);
- Comunidades de ictiofauna;
- Avifauna;
- Quirópteros (= morcegos).

Para cada tópico acima, uma proposta de monitorização é fornecida em seções individuais, com base em programas de monitorização de projetos anteriores e incorporando os ajustes necessários adaptados ao projeto-piloto da GWP PT. Ressalta-se que o agendamento das campanhas deve ser ajustado de acordo com as normas de segurança do projeto da GWP PT. Além disso, a necessidade de prorrogar os planos de monitorização após os calendários propostos deve ser avaliada com base nos resultados obtidos.

O acompanhamento destes temas é da maior importância no âmbito dos projetos eólicos offshore. Embora o projeto da GWP PT envolva apenas uma plataforma e dispositivo, potencialmente com uma pegada muito menor em comparação com projetos maiores, este PMA permitirá adquirir dados e criar conhecimento para a área da Aguçadoura, onde outros projetos são esperados no futuro e para os quais faltam dados de monitorização ambiental de energia renovável offshore. Assim, a implementação deste PMA pela GWP PT tem um grande potencial para servir como uma avaliação de base de projetos futuros.

2. EXECUÇÃO

2.1. MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.1.1. Introdução

A importância dos impactos de dispositivos individuais na qualidade da água é considerada mínima. No entanto, os efeitos cumulativos da instalação de vários dispositivos são em grande parte desconhecidos e, portanto, é crucial construir conhecimento e avaliar a extensão e o significado dos potenciais impactos.

As atividades durante a instalação, operação e desativação podem influenciar a hidrodinâmica local. Por exemplo, uma plataforma flutuante pode alterar as condições de

ondulação e correntes, afetando as propriedades físicas e químicas da coluna de água, incluindo salinidade, temperatura, nutrientes dissolvidos, gases, transporte de sedimentos e níveis de turbidez. Essas mudanças podem afetar a produtividade primária, levando a mudanças na cadeia alimentar e afetando a eficiência alimentar de organismos marinhos, por exemplo organismos filtradores e espécies de peixes. Além disso, durante todas as fases do projeto, substâncias como combustível, lubrificantes, fluidos hidráulicos e tintas/revestimentos resistentes à corrosão do dispositivo ou de embarcações envolvidos nas diferentes operações podem ser libertados na água devido a manutenção inadequada ou acidentes. Estas substâncias podem dispersar-se rapidamente na coluna de água (Conley et al., 2013). A erosão das pás (muitas vezes construídas com epóxi) expostas a condições ambientais adversas (por exemplo, sal, vento, chuva, granizo) também pode levar à libertação de microplásticos e compostos tóxicos para a água (Solberg et al., 2021).

Para dar resposta a estas preocupações, recomenda-se a implementação de um programa de monitorização para avaliar o impacto do projeto na qualidade da água nas proximidades da instalação. Assim, o operador pode avaliar se a implementação ou melhoria de medidas de mitigação são necessárias. Além disso, as informações coletadas durante as campanhas de monitorização podem fornecer suporte adicional para monitorização de outros fatores dependentes da qualidade da água, como a colonização de plataformas (Secção 2.2) e comunidades de ictiofauna (Secção 2.5).

2.1.2. Técnicas de Amostragem

A amostragem de água deve ser realizada numa área de impacto próxima do dispositivo e numa zona de controlo situada a uma distância suficiente para evitar qualquer contaminação pelo projeto, servindo de base para a comparação dos resultados.

Em cada área, as amostras devem ser coletadas em locais diferentes para obter variação espacial. Recomenda-se que as amostras de água sejam recolhidas em triplicado perto da superfície da água (-5 m de profundidade), perto do fundo marinho e em ponto médio na coluna de água. A recolha deve ser efetuada utilizando equipamento adequado, como uma garrafa de Niskin.

Além disso, em cada ponto de amostragem, devem ser obtidos perfis verticais de condutividade/salinidade e temperatura com aumento de profundidade utilizando uma sonda de condutividade, temperatura e profundidade (sonda CTD).

2.1.3. Período de Amostragem

Recomenda-se a realização de um mínimo de duas campanhas por ano, uma durante a primavera/verão e outra durante o outono/inverno. Um ano de campanhas deve preceder a instalação do projeto, seguido de dois anos durante a fase operacional. As datas das campanhas devem ser alinhadas ao longo dos diferentes anos, dentro do possível.

2.1.4. Análise de Dados

As amostras de água recolhidas devem ser analisadas por um laboratório acreditado. Serão avaliados os parâmetros "turbidez", "óleos e gorduras" e "hidrocarbonetos aromáticos policíclicos".

2.1.5. Apresentação de relatórios

Será elaborado um relatório após as campanhas de pré-instalação, servindo como uma caracterização de base do local. Um segundo e último relatório será elaborado após os dois anos de campanhas durante a fase operacional, fornecendo uma descrição abrangente dos potenciais impactos causados pelo projeto. Os relatórios serão elaborados de acordo com as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto nº 395/2015, de 4 de novembro.

2.1.6. Calendarização

A Tabela 2-1 apresenta uma proposta de calendarização do programa de monitorização da qualidade da água.

Tabela 2-1. Programação ilustrativa da monitorização da qualidade da água (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).

Fase	Pré-instalação				Fase operacional											
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Campanhas																
Reporte																

2.2. MONITORIZAÇÃO DE COLONIZAÇÃO DE PLATAFORMAS

2.2.1. Introdução

A implementação deste projeto passa pela instalação de infraestruturas artificiais na coluna de água e no fundo marinho, proporcionando oportunidades de colonização pela fauna e flora marinhas. O efeito de recife artificial tem potencial para implicações positivas e negativas para o ecossistema. Do lado positivo, prevê-se um aumento da biodiversidade e abundância locais (Coolen et al., 2020). Isso é atribuído às estruturas que servem de substrato para a fixação de algas, facilitando a colonização por vários macroinvertebrados e promovendo a agregação de organismos de nível superior, como peixes e mamíferos marinhos (Langhamer, 2016; Taormina et al., 2018; Birchenough & Degraer, 2020).

Por outro lado, a colonização pode induzir alterações no ecossistema a nível local, uma vez que a presença de espécies bentónicas promove alterações no habitat predominantemente pelágico. Além disso, os substratos artificiais proporcionam oportunidades para a fixação e assentamento de espécies não-nativas. Estas podem tornar-se invasoras e afetar a estrutura do habitat e a composição das comunidades, potencialmente levando a consequências para a biodiversidade local, a estrutura da rede trófica e os serviços ecossistémicos (Coates et al., 2014; Dannheim et al., 2019).

Tendo em conta estes potenciais impactos, é necessário monitorizar continuamente a colonização de estruturas submersas durante a fase operacional do projeto. Este programa

de monitorização é projetado para fornecer informações aprofundadas sobre o efeito de recife artificial em relação à diversidade e abundância de organismos, incluindo espécies não-nativas. Esta abordagem é crucial para compreender a dinâmica ecológica e assegurar a gestão sustentável das infraestruturas artificiais.

2.2.2. Técnicas de Amostragem

Para avaliar a colonização de estruturas submersas, devem ser utilizadas duas técnicas complementares sempre que possível: coleta de amostras biológicas (raspagem das plataformas) e imagens fotográficas/vídeo (usando Veículos Operados Remotamente – ROVs – ou mergulhadores).

A combinação destas duas metodologias visa reduzir os recursos necessários para a monitorização a longo prazo. Após a caracterização qualitativa e quantitativa das comunidades biológicas através da recolha de material vivo, a amostragem semi-quantitativa pode ser realizada utilizando métodos não-destrutivos e menos dispendiosos como a fotografia e a videografia. Além disso, os vídeos recolhidos serão úteis para complementar a monitorização das comunidades de ictiofauna (Secção 2.5).

As amostras devem ser recolhidas em quadrados de 25 cm a 50 cm de lado. Um mínimo de 2 réplicas deve ser recolhido no lado da plataforma voltado para a ondulação maioritária e 2 outras réplicas no lado oposto. A área dentro dos quadrados deve ser raspada, e o material coletado e armazenado em sacos plásticos lacrados e refrigerados para o devido transporte até o laboratório, onde será armazenado para posterior processamento e análise.

A coleta de imagens deve ser realizada ao redor da plataforma usando mergulhadores ou ROVs, documentando a área amostrada para padronização dos dados. As imagens devem ser capturadas a uma velocidade suficientemente lenta para obter a melhor qualidade e definição possíveis.

2.2.3. Período de Amostragem

A amostragem deve ser realizada no mínimo 6 a 12 meses após a instalação da plataforma, dependendo das estações abrangidas nesse período, com amostragem subsequente 12 meses e 24 meses após a primeira amostragem. As amostras devem ser recolhidas durante as estações mais quentes (primavera ou verão), quando o crescimento dos organismos é mais significativo, permitindo a análise de comunidades mais maduras.

2.2.4. Análise de Dados

O objetivo é avaliar a estrutura das comunidades em diferentes áreas das plataformas e acompanhar a progressão dessas comunidades ao longo do tempo. Após cada campanha de recolha de amostras biológicas ou foto/videográficas, é essencial estimar o número de indivíduos e o peso fresco (apenas para amostras biológicas) das espécies. Além disso, pode ser medida a dimensão dos organismos dominantes (apenas para amostras biológicas). Estes parâmetros desempenharão um papel crucial no cálculo de índices de diversidade e equitabilidade, bem como na utilização de técnicas de análise estatística univariada e multivariada. Para complementar a análise, serão aplicados métodos de ordenação de dados

como PCA ou PCO. Estes métodos facilitam a interpretação dos resultados e permitem uma análise mais abrangente da estrutura das comunidades e da sua correlação com variáveis ambientais.

2.2.5. Apresentação de relatórios

Será apresentado um relatório após a primeira campanha de amostragem para uma avaliação inicial das comunidades. Posteriormente, será apresentado um relatório final, comparando os resultados das diferentes campanhas e tirando conclusões sobre a diversidade e composição das comunidades. Os relatórios serão elaborados seguindo as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.2.6. Calendarização

A Tabela 2-2 apresenta uma proposta de calendarização do programa de monitorização da colonização da plataforma.

Tabela 2-2. Programação ilustrativa da monitorização da colonização da plataforma (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).

Fase	Pré-instalação				Fase operacional											
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Campanhas																
Reporte																

2.3. MONITORIZAÇÃO DE RUÍDO SUBACQUÁTICO

2.3.1. Introdução

Nos últimos anos, registou-se um aumento dos níveis de ruído subaquático principalmente devido ao aumento das atividades antropogénicas. Por esta razão, o ruído subaquático tem sido considerado em vários quadros jurídicos e acordos, como a Diretiva-Quadro Estratégia Marinha (Descritor 11) e a Convenção OSPAR.

Vários organismos marinhos, incluindo cetáceos e peixes, dependem do som para funções vitais como navegação, comunicação, deteção de presas e reprodução, tornando-os particularmente suscetíveis a perturbações acústicas (e.g., Southall et al., 2007; Wilson et al., 2007; De Backer & Hostens, 2017). Portanto, é essencial caracterizar o ambiente acústico da área onde esses organismos habitam e monitorizar os potenciais efeitos do ruído subaquático de atividades antropogénicas.

Neste projeto, antecipam-se emissões de ruído e vibrações em várias fases, com dois cenários distintos:

Num cenário, o ruído e as vibrações surgirão de atividades específicas e de curto prazo, resultando num breve período de produção de ruído. Incluem-se atividades durante campanhas de monitorização (por exemplo, levantamento batimétrico), na fase de construção (por exemplo, instalação do sistema de amarração) e na desativação das infraestruturas no final do projeto. Além disso, os navios de apoio durante as atividades do projeto também são considerados uma fonte de ruído.

No outro cenário, a produção de ruído e vibração será mais contínua, ocorrendo ao longo da fase operacional do projeto. Esta produção contínua é atribuída ao movimento de diferentes componentes, por exemplo os sistemas de lastro da plataforma e de amarração e vibrações da turbina eólica.

Alguns estudos referem que o ruído produzido pelas estruturas de turbinas eólicas flutuantes será predominantemente de som de baixa frequência (<1 kHz) e de intensidade reduzida (Risch et al., 2023). No entanto, subsistem lacunas de conhecimento significativas no que diz respeito às emissões sonoras subaquáticas provenientes de projetos de energia eólica offshore flutuante. Portanto, mais estudos abordando os impactos adversos do ruído são necessários, particularmente com foco na sua magnitude e impactos cumulativos de múltiplos dispositivos (Copping & Hemery, 2020).

2.3.2. Técnicas de Amostragem

A aquisição de dados será realizada utilizando técnicas de monitorização acústica passiva (PAM). Estas metodologias envolvem a utilização de hidrofones (debaixo de água) que operam de forma autónoma, gravando continuamente o som. Isto permite uma maior cobertura temporal e é menos limitado pelas condições do mar do que a monitorização acústica baseada em navios, onde são frequentemente utilizadas metodologias de amostragem pontual.

Para a monitorização do ruído ambiente e do ruído gerado pelo projeto, a recolha de dados será realizada utilizando hidrofones omnidirecionais com uma taxa de amostragem selecionável capaz de captar sons pelo menos até 50 kHz. Os hidrofones estarão a gravar continuamente por um período mínimo de 1 semana, adquirindo dados com um ciclo de trabalho entre 15% e 30%. Esta configuração permite uma maior cobertura temporal e a obtenção de níveis de ruído representativos de várias condições meteorológicas (que afetam os níveis de ruído), como a velocidade do vento e a altura das ondas. Além disso, permite um compromisso entre armazenamento de dados, capacidade do equipamento, taxa de amostragem, resolução de dados e consumo de bateria.

Para caracterizar o ruído emitido pelo projeto, serão instalados hidrofones em três locais, por exemplo, a 50 m, 100 m e 500 m da plataforma da turbina eólica. A distância mínima será definida tendo em conta os requisitos de segurança do projeto e da equipa de monitorização. Os hidrofones serão colocados a meio da coluna de água e assinalados à superfície para identificar a sua presença. As posições de ancoragem dos hidrofones devem ser registadas quando estes são ancorados e no momento da sua recuperação.

Além das gravações sonoras, cada campanha de amostragem irá incluir perfis de condutividade/salinidade e temperatura com aumento de profundidade usando um CTD, o que irá permitir obter dados essenciais para modelos de propagação sonora. Em alternativa, os dados podem ser adquiridos em plataformas online (por exemplo, Copernicus, <https://www.copernicus.eu/>).

Durante a amostragem, devem ser registados parâmetros adicionais que possam influenciar os resultados, tais como a presença de navios, a velocidade do vento, as condições do mar e a ocorrência de precipitação. Será também adquirida informação sobre as condições

meteorológicas e oceanográficas que afetem os níveis de ruído durante o período de monitorização, de modo a correlacionarem-se com os níveis de ruído registados.

Para caracterizar o ruído emitido pela turbina eólica, o operador deve fornecer uma série temporal dos regimes operacionais do dispositivo durante o período de amostragem.

2.3.3. Período de Amostragem

O programa de monitorização de ruído deste projeto irá fornecer uma compreensão clara das alterações no ambiente acústico em diferentes fases do projeto, estações do ano e no cenário de instalação de vários dispositivos. Para isso, recomendam-se as seguintes ações:

- Recolher e analisar dados com uma cobertura temporal representativa para compreender a variabilidade do ruído no local do projeto antes da instalação do projeto, para caracterizar o ruído ambiente (caraterização de base) da área;
- Recolher e analisar dados durante a fase de instalação do projeto para avaliar as flutuações do nível de ruído durante a instalação da plataforma e do sistema de amarração;
- Recolher e analisar dados durante a fase operacional, abrangendo diferentes regimes operacionais.

As condições de base e a fase operacional do projeto serão caracterizadas por 1 ano e dois anos, respetivamente, durante as estações de primavera, verão e outono. É aconselhável coordenar o programa de monitorização do ruído subaquático estreitamente com o plano de monitorização de mamíferos marinhos (Secção 2.4), de forma a garantir que as observações dos cetáceos são complementadas com períodos de recolha de dados acústicos.

2.3.4. Análise de Dados

A análise dos dados será realizada utilizando software de análise de som como o PAMGuide e complementada com R e Raven Lite 2.0 quando aplicável. A análise incorporará os seguintes parâmetros:

- Nível de Pressão Sonora (SPL) em dB re 1 μ Pa;
- Análise do espectro de frequências, incluindo bandas de 1/3 de oitava (TOL) em dB re 1 μ Pa para identificar tendências e padrões de ruído na área de estudo, bem como caracterizar as emissões da turbina e seus diferentes modos de operação;
- percentis de 1%, 5%, 50%, 95% e 99% de TOL, probabilidade de densidade espectral e probabilidade de densidade empírica;
- Outras métricas e estatísticas de ruído relevantes.

Os níveis de pressão sonora serão correlacionados com o estado operacional das turbinas eólicas, variações meteorológicas, variações do estado do mar e presença de navios através de dados do Sistema de Identificação Automática (AIS).

Os dados obtidos durante as campanhas de caracterização do ruído emitido pela turbina eólica/plataforma serão comparados com os dados de ruído ambiente medidos durante a

campanha de referência (pré-instalação). Esta análise terá como objetivo determinar as contribuições das emissões da turbina/plataforma para o ruído ambiente da área do projeto.

Os níveis de ruído subaquático medidos a diferentes distâncias da fonte permitirão uma boa compreensão das perdas de propagação sonora considerando as propriedades físico-químicas do local, tais como profundidade, temperatura da água, salinidade e correntes. Os resultados obtidos complementarão o programa de monitorização de mamíferos marinhos (Secção 2.4), permitindo identificar as distâncias em relação à fonte de ruído a que podem ocorrer perturbações para esses organismos e, conseqüentemente, ter um efeito de exclusão na sua distribuição.

2.3.5. Apresentação de relatórios

Será apresentado um relatório após a caracterização de base. Será entregue um segundo relatório no final do programa de monitorização, compilando todos os resultados do programa de monitorização e comparando as diferentes fases de monitorização (pré-instalação, instalação e fases operacionais). Os relatórios serão elaborados de acordo com as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.3.6. Calendarização

A Tabela 2-3 apresenta uma proposta de calendarização para o programa de monitorização de ruído subaquático.

Tabela 2-3. Programação ilustrativa da monitorização de ruído subaquático (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).

Fase	Pré-instalação				Instalação (Inst.) e fase operacional											
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Campanhas					Inst.											
Reporte																

2.4. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE MAMÍFEROS MARINHOS

2.4.1. Introdução

Em Portugal continental existem pelo menos 25 espécies de cetáceos. Entre elas, duas são abrangidos pela Diretiva Habitats e consideradas como estando regularmente presentes na Zona Económica Exclusiva (ZEE) continental: o boto (*Phocoena phocoena*) e o golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*). Além disso, na área de implementação do projeto, os avistamentos do golfinho-comum (*Delphinus delphis*) são frequentes. Outras espécies, como a baleia-anã (*Balaenoptera acutorostrata*) e orcas (*Orcinus orca*), são ocasionalmente observadas.

As preocupações relativas aos projetos de energias renováveis marinhas e ao seu impacto nos cetáceos incluem riscos de colisão com estruturas submersas, e alterações nos padrões de abundância e distribuição devido à presença de infraestruturas e poluição sonora. Por outro lado, a presença de infraestruturas pode criar um efeito de recife artificial, aumentando a disponibilidade de alimentos. Os potenciais efeitos sobre os mamíferos marinhos ainda não

estão bem definidos, especialmente considerando projetos de longo prazo e efeitos cumulativos de múltiplas turbinas.

O ruído proveniente de projetos de energia eólica offshore, decorrente de atividades de construção, operação de turbinas e tráfego marítimo, pode afetar negativamente os cetáceos perturbando funções vitais e causando danos nos tecidos ou até morte. As atividades de pré-construção, por exemplo levantamentos geofísicos e geotécnicos, podem gerar ruído significativo. Durante a fase operacional, é mais comumente relatado o ruído de baixa frequência (< de 1 kHz). Espécies frequentemente avistadas na área, como o boto, o golfinho-roaz e o golfinho-comum, têm maior sensibilidade em frequências acima de 1 kHz. Portanto, espera-se que essas emissões de baixa frequência das turbinas tenham impactos menores na sua audição. No entanto, as baleias são também avistadas ao redor da área e têm sensibilidades mais altas nas baixas frequências, e assim também podendo ser afetadas. Por conseguinte, a monitorização é essencial para uma melhor compreensão dos impactos nas diferentes espécies.

Ao considerar a distribuição espacial e abundância das espécies, pode-se avaliar o impacto do projeto nos cetáceos. Esta avaliação visa compreender os efeitos globais do projeto no comportamento das espécies e na utilização dos habitats.

2.4.2. Técnicas de Amostragem

A monitorização irá abranger a área do projeto (área de impacto) e uma área de controlo, a fim de discernir quaisquer efeitos que não sejam diretamente atribuíveis ao projeto. A área de controlo deve estar localizada para além da influência do projeto, com condições ambientais comparáveis às da área de impacto em termos de dimensão, profundidade, distância à costa, propriedades dos sedimentos, e espectro de espécies, entre outros fatores relevantes.

A monitorização será realizada através de censos visuais e monitorização acústica passiva (PAM) com utilização de F-PODs (Chelonia Limited) (Tougaard & Carstensen, 2011; Teilmann et al., 2012), tanto na área do projeto como na área de controlo. As metodologias PAM são regularmente utilizadas na monitorização de cetáceos de vários projetos de energias renováveis marinhas de escala comercial (Tougaard & Carstensen, 2011; Scheidat et al., 2012; Dähne et al., 2014; Verfuss et al., 2015), complementando a informação recolhida durante os censos visuais. A PAM permite a recolha contínua de dados a longo prazo, independentemente das condições do mar, abrangendo períodos diurnos e noturnos. Os F-PODs são instrumentos PAM totalmente automatizados que detetam botos, golfinhos e baleias com dentes através dos seus cliques de ecolocalização produzidos para forrageamento, navegação e interações. Os F-PODs são um complemento particularmente útil aos censos visuais na deteção de espécies evasivas, como o boto, conhecido pelos seus comportamentos discretos na superfície da água (Mellinger et al., 2007).

2.4.2.1. Censos Visuais

Os censos visuais seguirão a metodologia *Distance sampling* (Thomas et al., 2010), na qual linhas igualmente espaçadas e perpendiculares à costa são estabelecidas nas áreas de impacto e controlo. Cada linha é subdividida em transetos de esforço e transetos sem esforço.

Durante os transetos de esforço, os observadores procuram animais desde a proa da embarcação até 90°/-90°, usando binóculos reticulados 7x50 para confirmar os avistamentos. Deve ser utilizado um navio com a altura dos olhos dos observadores pelo menos 3 m acima da linha de água. A velocidade do navio durante os transetos não deve exceder 8 nós.

Estarão envolvidos quatro observadores experientes: dois para observação direta (observadores) e dois para anotações. Os dois primeiros observadores estão atentos aos avistamentos, cada um localizado em cada lado da embarcação. Idealmente, no caso de um avistamento, um observador regista as informações necessárias, enquanto o outro se concentra em observar o grupo, fazer registos fotográficos se possível, e comunicar informações ao seu colega. Os restantes dois observadores (anotadores) estão localizados na ponte e são responsáveis por documentar vários eventos durante a campanha e observar as condições do mar.

Quando indivíduos de cetáceos são avistados, a informação deve ser prontamente registada e a ocorrência de avistamento prontamente comunicada aos anotadores. Os registos devem incluir a identificação das espécies, o número de indivíduos avistados, o ângulo de visão e o seu comportamento, bem como estimativas da distância e da rota em relação à posição do navio. O anotador irá documentar diligentemente o evento e quaisquer mudanças no esforço e nas condições meteorológicas devem também ser registadas no início e no final de cada linha de observação.

Para garantir uma visibilidade ótima e a facilidade de deteção de animais, as condições do mar durante as campanhas não devem exceder Beaufort 3. Esta condição será monitorizada durante toda a campanha utilizando equipamento de bordo para medir a velocidade do vento.

2.4.2.2. Amostragem acústica

Para a amostragem PAM, será utilizado equipamento F-POD para a deteção de cetáceos. O equipamento consiste em um hidrofone omnidirecional totalmente automatizado capaz de adquirir dados acústicos na faixa de frequência entre 20 kHz e 160 kHz, e detetar botos, golfinhos e outras baleias com dentes (exceto cachalotes). O equipamento reconhece os trens de cliques de ecolocalização usados para navegação, forrageamento e interações.

Este equipamento não regista dados brutos. A deteção de cetáceos é realizada automaticamente no pós-processamento utilizando o software específico do equipamento (F-Pod.exe) que, através da aplicação de filtros, identifica as características do sinal (duração, frequência, taxa de cliques e número de ciclos) e atribui uma classificação. De acordo com o fabricante, a distância máxima para deteção de botos é de 400 m, com o alcance de deteção para outras espécies de golfinhos potencialmente superior a 1 km.

Considerando o raio de deteção dos F-PODs, os equipamentos instalados na área de impacto devem cobrir a área de influência da turbina. Os outros equipamentos a instalar na área de controlo devem situar-se num local com características batimétricas e hidrográficas semelhantes às da área de impacto.

2.4.3. Período de Amostragem

A amostragem visual irá abranger um mínimo de 4 anos, incluindo 1 ano na fase de pré-instalação do projeto e 3 anos durante a fase operacional, após a instalação do dispositivo e início das operações. As campanhas serão desenvolvidas em três estações: primavera (abril/maio), verão (julho/agosto) e outono (outubro/novembro).

Da mesma forma, a monitorização acústica estender-se-á também por um período de 4 anos, sendo 1 ano na fase de pré-instalação do projeto e 3 anos durante a fase operacional, iniciando-se com a operação da turbina eólica. Os F-PODs serão instalados durante um mês no inverno e continuamente de abril/maio a outubro. Uma campanha para manutenção dos F-PODs será realizada em agosto para recuperação de cartões SD e troca de baterias.

2.4.4. Análise de Dados

Os registos de observação de cetáceos serão cuidadosamente analisados para obter informações sobre os padrões de distribuição e abundância dentro das áreas de estudo. O método preferencial para estimar a abundância envolverá a amostragem à distância, implementada através do software DISTANCE. A implementação de amostragem à distância para analisar a abundância e densidade das espécies requer um mínimo de 80 avistamentos. Portanto, se a metodologia acima mencionada for impraticável, a abundância relativa de cetáceos será calculada com base nas taxas de avistamento por unidade de esforço (transeto e/ou km).

Antes da análise dos dados dos F-PODs serão executados procedimentos de validação, incluindo uma avaliação de falsas deteções. Posteriormente, os dados validados serão usados para calcular várias métricas, incluindo Minutos de Deteção Positiva (DPM) por dia (indicando a quantidade de tempo que os animais estão presentes) e duração do encontro (indicando a duração dos cliques detetados).

2.4.5. Apresentação de relatórios

Serão apresentados relatórios anuais. O relatório final irá compilar e comparar os resultados de todo o programa de monitorização. Além disso, os resultados serão comparados com outros trabalhos desenvolvidos na área pelo WavEC. Os relatórios serão elaborados seguindo as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.4.6. Calendarização

A Tabela 2-4 apresenta uma proposta de calendarização do programa de monitorização de mamíferos marinhos.

Tabela 2-4. Programação ilustrativa da monitorização de mamíferos marinhos (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).

Fase	Pré-instalação				Fase operacional															
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028				Ano 4 – 2029			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Censos visuais																				
Amostragem acústica																				
Reporte																				

2.5. MONITORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE ICTIOFAUNA

2.5.1. Introdução

O programa de monitorização de comunidades de ictiofauna desempenha um papel crucial na avaliação dos efeitos potenciais da introdução de um dispositivo eólico offshore flutuante nas populações de peixes que vivem na área do projeto e no ecossistema marinho adjacente. O seu principal objetivo é rastrear metodicamente as alterações na diversidade de peixes, abundância, distribuição espacial e bem-estar geral pré- e pós-instalação do dispositivo offshore. Através da aplicação de metodologias de amostragem padronizadas e protocolos rigorosos de coleta de dados, esta iniciativa de monitorização permite obter uma perceção essencial sobre os efeitos ecológicos nas comunidades originados pelo desenvolvimento eólico offshore.

2.5.2. Técnicas de Amostragem

A amostragem irá consistir numa combinação de arrasto de fundo e de artes fixas, tais como covos, ao longo de transetos definidos em área de impacto e área de controlo. O número de lances a realizar é definido de acordo com a área de execução do projeto, que no caso do projeto da GWP PT é de ~0,36 km². É aconselhável que sejam realizados pelo menos 10 lances em áreas inferiores a 30 km² (Omüller et al., 2013). Assim, neste projeto serão efetuados um mínimo de 5 lances em cada área em cada campanha. Os arrastos terão uma duração de no mínimo 15 minutos e serão realizados durante o dia a uma velocidade máxima de 3 a 4 nós. Além da pesca de arrasto, serão instalados 5 conjuntos de covos em cada área (impacto e controlo) e recuperados no dia seguinte. Os covos terão um tempo de imersão de 24 horas entre a instalação e a recuperação.

A combinação destas técnicas de pesca permitirá uma caracterização detalhada das populações de peixes, complementada pela caracterização de invertebrados móveis, nos domínios pelágico e bentónico, uma vez que a profundidade das redes de arrasto pode ser ajustada e as artes fixas são colocadas no fundo do mar. Os levantamentos por técnica de arrasto fornecem informação sobre espécies de peixes demersais, enquanto as artes fixas fornecem informação sobre invertebrados móveis maiores, tais como polvos, lagostas e caranguejos. Além disso, devem ser determinadas e documentadas as seguintes informações:

- Posições de lançamento e alagem, duração do arrasto, área coberta.
- Parâmetros da água (por exemplo, temperatura e salinidade) e dados meteorológicos.

A hora, a data e as coordenadas da instalação dos covos também serão registados usando o GPS da embarcação, e a batimetria medida usando a sonda da embarcação.

Para cada lance, os indivíduos capturados serão identificados ao nível taxonómico mais baixo possível utilizando chaves taxonómicas (por exemplo, Saldanha, 2003) e FishBase (Froese & Pauly, 2024), contados, pesados (kg) e, sempre que possível, medidos. As amostras serão imediatamente congeladas até análise posterior.

Sempre que possível, toda a captura deve ser tratada, e o tratamento deve ser documentado e padronizado. No caso de capturas de maior dimensão que não possam ser tratadas num prazo razoável, serão identificadas espécies ou categorias de tamanho em número suficiente para a recolha de subamostras representativas. Serão documentados os respetivos pesos das capturas totais, das capturas totais de uma espécie ou categoria de tamanho, e das subamostras por espécie ou categoria de tamanho.

2.5.3. Período de Amostragem

Serão realizadas duas campanhas anuais, uma na primavera e outra no outono, na fase de pré-instalação e durante dois anos da fase operacional.

2.5.4. Análise de Dados

A análise dos resultados incluirá o número de indivíduos e biomassa por área, bem como o número de indivíduos e biomassa por espécie por área. Descrever-se-ão as espécies mais dominantes em termos de número total de indivíduos e biomassa, e serão calculados a riqueza específica e índices de diversidade e equitabilidade para cada área. Será também analisada a distribuição de frequência das espécies mais abundantes.

A grande quantidade de informação obtida irá exigir a utilização de técnicas de análise univariada e multivariada para verificar semelhanças ou diferenças entre as áreas de estudo (impacto e controlo) e estações do ano. Serão ainda usadas técnicas de agrupamento (*clustering*) para encontrar padrões na composição das populações de peixes.

A distribuição do comprimento deve ser registada para todos os taxa. O comprimento é definido como o comprimento total, medido entre a ponta da boca e a ponta da cauda. No caso dos arenques, espadilhas, sardinhas e anchovas, o comprimento é registado em classes de comprimento de 0,5 cm, arredondadas para o grau de 0,5 cm mais pequeno seguinte ("0,5 cm abaixo"). Todos os outros taxa são medidos em classes de comprimento total de 1 cm, arredondados para o centímetro inteiro imediatamente mais pequeno ("1 cm abaixo").

Os dados obtidos serão utilizados para documentar o estado das comunidades de ictiofauna nas áreas de impacto e controlo, ilustrando:

- Número total de indivíduos por área/número de indivíduos por espécie e área (tabela de espécies).
- Biomassa total por área, por estação do ano e por espécie e área/estação do ano.
- Estrutura de dominância (relacionada com o número de indivíduos e biomassa).
- Diversidade (por exemplo, Índice de Margalef) e equitabilidade (por exemplo, Índice de Pielou).
- Número médio de espécies por lance.
- Distribuição da frequência de comprimento das espécies dominantes.
- Estatística analítica (análises univariadas/multivariadas, análise de agrupamento e ordenação gráfica por PCO/MDS).

A distribuição espacial dos índices será representada em mapas utilizando o software ArcMap. Todas as análises estatísticas serão realizadas no software R e/ou PRIMER (Clarke & Gorley 2006).

2.5.5. Apresentação de relatórios

Será elaborado um relatório após as campanhas de pré-instalação, servindo como uma caracterização do local antes da instalação do projeto. Um segundo e último relatório será elaborado após os dois anos de campanhas da fase operacional, compilando os resultados de todas as campanhas e fornecendo uma descrição abrangente dos potenciais impactos causados pelo projeto. Os relatórios serão elaborados de acordo com as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.5.6. Calendarização

A Tabela 2-5 apresenta uma proposta para a calendarização do programa de monitorização das comunidades de ictiofauna

Tabela 2-5. Programação ilustrativa da monitorização das comunidades de ictiofauna (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono.

Fase	Pré-instalação				Fase operacional							
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Campanhas												
Reporte												

2.6. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA AVIFAUNA

2.6.1. Introdução

A avifauna é um componente biológico chave vulnerável a potenciais impactos de projetos eólicos offshore flutuantes. A literatura sugere uma gama de respostas entre as espécies de aves face a parques eólicos offshore fixos, com algumas exibindo comportamento de evitação (Vanermen & Stienen 2019; Vanermen et al., 2021) enquanto outras são atraídas por turbinas, particularmente para nidificação, o que pode aumentar o risco de colisões e mortalidade (Vanermen et al., 2021; Maxwell et al., 2022). Vanermen et al. (2021) relatam ainda que algumas espécies parecem ter-se "adaptado" à presença dos parques eólicos, possivelmente sendo "forçadas" a fazê-lo por não conseguirem evitar áreas tão extensas.

No entanto, como o presente projeto envolve a instalação de um único dispositivo, não se prevê uma perturbação significativa da avifauna. Não obstante, recomenda-se a sua monitorização para avaliar a adaptação destes indivíduos a este tipo de estrutura, complementando assim também uma área de conhecimento onde a informação disponível sobre os impactos das turbinas eólicas offshore flutuantes na avifauna ainda é muito limitada.

Tendo em conta estes fatores, o programa de monitorização da avifauna apresenta os seguintes objetivos:

- Caracterização da presença de aves na área de implementação do projeto e área envolvente.
- Avaliar as interações entre as aves e o projeto para identificar e avaliar eventuais impactos resultantes da operação do mesmo.

2.6.2. Técnicas de Amostragem

Propõe-se a realização da monitorização por meio de censos visuais, pois permitem a recolha de informação sobre as espécies, e sua densidade e distribuição, na área de estudo. Além disso, deve ser usado equipamento radar para monitorizar os movimentos e a presença de aves perto da turbina eólica.

2.6.2.1. Censos visuais

Os censos visuais devem ser desenvolvidos a partir de uma embarcação ao longo de transetos lineares, de acordo com a metodologia ESAS (*European Seabirds at Sea*). Esta metodologia envolve a recolha de dados normalizada, permitindo a comparabilidade entre locais e ao longo do tempo, mesmo quando a informação é recolhida por diferentes observadores (Tasker et al., 1984). Assim, a informação recolhida pode ser comparada com dados obtidos em outros projetos de monitorização da avifauna realizados na mesma área de estudo utilizando a mesma metodologia.

A informação sobre a presença, abundância e comportamento das aves marinhas deve ser registada utilizando um sistema de codificação para o comportamento e a associação de aves marinhas em censos realizados a partir de embarcações. Por exemplo, a metodologia indicada por Camphuysen et al (2004) e Camphuysen & Garth (2004) envolve uma faixa de contagem de 300 m perpendicular à direção do transeto, dividida em quatro subdivisões (0-50 m, 50-100 m, 100-200 m e 200-300 m), dentro das quais todas as aves em repouso são contadas. Para a contagem das aves em voo, deverá ser usado o método instantâneo, no qual as aves voadoras são registadas durante períodos contínuos (de duração específica) em vários pontos ao longo do transeto.

2.6.2.2. Recolha de dados de radar

O uso de radar para deteção de avifauna tem-se tornado cada vez mais comum nas proximidades de parques eólicos, pois permite caracterizar e quantificar o movimento das aves em grandes áreas e durante a noite e auxilia os observadores durante o dia (Walls et al., 2009).

No entanto, esta tecnologia não permite contar o número de indivíduos e a identificação de espécies. Outra limitação na utilização desta tecnologia prende-se com as condições meteorológicas, uma vez que a aquisição de dados é afetada pela presença de precipitação e nevoeiro e ecos indesejados resultantes da ação das ondas.

Entre as tecnologias de radar existentes, os radares marítimos de banda X e S são os mais utilizados para estudos de avifauna. É comum o uso de radar de banda S para monitorizar a direção, trajetória, fluxo e velocidade de alvos detetados, e radar de banda X para obter informação sobre a altura de voo, fluxo de passagem e velocidade de alvos (Walls et al., 2009). Num ambiente marinho, esta última característica é vantajosa, uma vez que reduz o número de ecos indesejados resultantes da ação das ondas.

A monitorização por radar pode ser realizada de várias maneiras:

- A partir de uma embarcação;
- Com instalação dos radares numa plataforma de monitorização;

- Com instalação dos radares (e possivelmente câmaras) nas turbinas eólicas.

Dada a distância do projeto à costa e considerando os resultados da monitorização do projeto WindFloat 1 na mesma área, a instalação de radares em terra não é viável. Por isso, recomenda-se a sua instalação na turbina eólica ou numa plataforma de monitorização. Esta última permite acumular outros sensores de medição de dados *in situ*, tais como hidrofones (para medição de ruído subaquático) e sondas CTD (por exemplo, para modelos de propagação de ruído, ou para complementar a monitorização de comunidades de peixes). Por outro lado, a aquisição de dados pode ser comprometida, por exemplo, se a estabilidade da plataforma for comprometida pela ação das ondas e/ou do vento.

2.6.3. Período de Amostragem

Os censos visuais devem ser realizados durante um período mínimo de 3 anos: 1 ano durante a fase de pré-instalação e 2 anos durante a fase operacional. A amostragem deve ser realizada pelo menos durante os picos de migração (primavera e outono). A monitorização por radar deve ser realizada durante a fase operacional, de forma contínua ao longo dos 2 anos de monitorização ou durante os picos de migração.

2.6.4. Análise de Dados

A análise dos dados irá compilar e interpretar a informação recolhida a partir dos censos visuais e radar. Serão utilizados métodos estatísticos para analisar a presença, abundância e comportamento das aves, com vista a compreender a dinâmica e os padrões de distribuição das populações. As análises espaciais e temporais ajudarão a identificar variações e tendências sazonais ao longo do tempo.

Os dados de radar passarão por processamento para extrair detalhes sobre os padrões de movimento das aves, tais como direção, trajetória, velocidade e altitude de voo. A análise quantitativa determinará a densidade das aves e o comportamento de voo perto da turbina eólica. No geral, a síntese de dados visuais e de radar irá oferecer uma avaliação abrangente da dinâmica da avifauna em relação à turbina eólica. Esta análise irá fornecer informação sobre os potenciais impactos nas populações de aves, orientando futuras medidas de mitigação ou esforços de investigação para o desenvolvimento sustentável da energia eólica offshore flutuante.

2.6.5. Apresentação de relatórios

Será elaborado um relatório após as campanhas de pré-instalação, servindo como uma caracterização do local antes da instalação do projeto. Será elaborado um segundo e último relatório que irá compilar os resultados de todas as campanhas, fornecendo uma descrição exaustiva dos potenciais impactos causados pelo projeto. Os relatórios serão elaborados de acordo com as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.6.6. Calendarização

A Tabela 2-6 apresenta uma proposta para a calendarização do programa de monitorização da avifauna

Tabela 2-6. Programação ilustrativa da monitorização da avifauna (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono). Para a monitorização com radar, os períodos de amostragem sazonal encontram-se a cinzento-escuro e os períodos complementares (i.e., tornando a monitorização contínua ao longo do ano) apresentam-se a cinzento-claro.

Fase	Pré-instalação				Fase operacional											
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Censos visuais																
Monitorização com radar																
Reporte																

2.7. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE QUIRÓPTEROS

2.7.1. Introdução

Estão identificadas cerca de 1100 espécies de quirópteros (=morcegos, compreendendo um quarto do total de espécies de mamíferos no mundo (Bat Conservation International, 2005). Em Portugal existem 27 espécies, quase metade da fauna de mamíferos terrestres (Rainho et al., 1998). A maioria das espécies não é muito conhecida e parece apresentar uma redução populacional alarmante (Bat Conservation International, 2005). A sua vulnerabilidade vem da baixa natalidade (cerca de 1 cria por ano), maturação sexual tardia, e por serem espécies coloniais, o que significa que a menor perturbação pode afetar muitos indivíduos (Arnett, 2005).

Muitos estudos têm relatado a presença de espécies de morcegos migratórios no mar durante migrações ou viagens de alimentação/exploração, muito provavelmente atraídos pela concentração de insetos perto de faróis, navios, plataformas, e turbinas eólicas (e.g., Ahlén et al., 2009; Rydell et al., 2014; Solick & Newman, 2019). Em parques eólicos offshore, apesar da escassez de informação, a mortalidade tem sido observada (e.g., Osborn et al., 1996; Arnett, 2005; Amorim et al., 2012; Solick & Newman, 2019) principalmente por colisão com as turbinas eólicas, mas também potencialmente como consequência de hemorragias internas causadas por barotrauma devido a mudanças na pressão atmosférica originadas pela rotação das pás das turbinas (Baerwald et al., 2008).

A importância dos impactos dependerá da localização das turbinas eólicas, da altura da coluna, do tamanho do rotor e do comportamento das espécies na área que utilizam o parque eólico como local de alimentação.

2.7.2. Técnicas de Amostragem

A monitorização dos morcegos deve abranger a área da turbina eólica e a sua área adjacente. O objetivo é avaliar a riqueza de espécies e a frequência de utilização da área (número de contatos por unidade de tempo) e, com isso, estimar o risco de mortalidade para as espécies de morcego.

A amostragem deve ser realizada através da instalação de sistemas de deteção e registo acústicos (ultrassons), um na turbina eólica e, se possível, outro na plataforma flutuante, dirigidos para terra. Tal permitirá a amostragem a maior altitude e ao nível da superfície do mar, abrangendo diferentes espécies com atividade distinta. Os sistemas devem ser capazes

de adquirir dados de temperatura, humidade e pressão atmosférica. Adicionalmente, dados de vento e visibilidade devem ser adquiridos (por exemplo, da plataforma StormGeo ou de uma plataforma semelhante).

Para minimizar os constrangimentos no acesso aos dados, tais como licenças e seguros relacionados com a visita à plataforma/turbina, os sistemas acústicos serão permanentemente instalados no local durante todo o período de monitorização e os dados serão recuperados por técnicos da GWP PT ou da turbina eólica.

2.7.3. Período de Amostragem

A aquisição de dados será feita continuamente durante 3 anos: 1 ano na fase de pré-instalação e 2 anos na fase operacional.

2.7.4. Análise de Dados

Os dados serão analisados no mínimo para os períodos de picos de migração (primavera e outono). Serão avaliados os seguintes parâmetros:

- Diversidade, correspondente à determinação de espécies ou grupos de espécies na área do projeto;
- Atividade, correspondente à determinação do número de contactos com quirópteros por unidade de tempo na área do projeto;
- Temperatura do ar, humidade relativa, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento e visibilidade durante o período de amostragem.

Os dados adquiridos pelo detetor acústico serão processados manualmente para filtrar sons ambiente, como chuva, vento, aves, e ruído da turbina. Isto será feito usando software específico, por exemplo, KALEIDOSCOPE 5.4.6 (Ildlife Acoustics) e BATSOUND 4.4 (Pettersson Elektronik AB).

Após o processamento dos dados, as espécies (sempre que possível) e o número de indivíduos de cada espécie serão identificados através da análise de espectrogramas, oscilogramas e espectrogramas de potência que permitam caracterizar os pulsos sonoros na gravação e sua classificação, utilizando o mesmo software anterior.

Os dados sobre os contactos de quirópteros e os dados meteorológicos serão agrupados por unidade de tempo: 60 minutos começando 60 minutos antes do pôr do sol (Hora 1) e terminando em 60 minutos antes do amanhecer (Hora 11-16, dependendo da duração da noite). Para os quirópteros, os grupos representarão a totalidade dos contactos a cada 60 minutos (contactos globais, contactos por espécie e contactos por grupo de espécies). Para os dados meteorológicos, serão calculados valores médios com base nos registos horários.

2.7.5. Apresentação de relatórios

Será elaborado um relatório após o ano de monitorização pré-instalação, servindo como uma caracterização do local antes da instalação do projeto. Será elaborado um segundo e último relatório que irá compilar os resultados de toda a monitorização, fornecendo uma descrição exhaustiva dos potenciais impactos causados pelo projeto. Os relatórios serão elaborados de

acordo com as normas técnicas descritas no Anexo V do Decreto n.º 395/2015, de 4 de novembro.

2.7.6. Calendarização

A Tabela 2-7 apresenta uma proposta para a calendarização do programa de monitorização de quirópteros.

Tabela 2-7. Programação ilustrativa da monitorização dos quirópteros (I=inverno, P=primavera, V=verão, O=outono).

Fase	Pré-instalação				Fase operacional											
Ano	Ano 0 – 2025				Ano 1 – 2026				Ano 2 – 2027				Ano 3 – 2028			
Estação	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O
Monitorização																
Reporte																

3. REFERÊNCIAS

Ahlén, I., Baagoe, H., Bach, L., 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90(6), p. 1318-1323.

Amorim, F., Rebelo, H., Rodrigues, L., 2012. Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica* 14(2), p. 439-457.

Arnett, E.B., 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.

Baerwald, E.F., D'Amours, G.H., Klug, B.J., Barclay, R.M.R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18(16), p. 695-696.

Bat Conservation International, Inc., 2005. URL: www.batcon.org

Birchenough, S.N.R., Degraer, S., 2020. Science in support of ecologically sound decommissioning strategies for offshore man-made structures: Taking stock of current knowledge and considering future challenges. *ICES Journal of Marine Science* 77 (3), p. 1075-1078.

Camphuysen, K.C.J., Fox, A.D., Leopold M., Petersen I.K., 2004. Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. (Report No. COWRIE-BAM-02-2002). Report by Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ). Report for Collaborative Offshore Wind Research into the Environment (COWRIE). 39 pp.

Camphuysen, K.C.J., Garthe, S., 2004. Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. *Atlantic Seabirds* 6, 1-32.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: user manual/tutorial PRIMER-E. Plymouth, UK.

Coates, D.A., Deschutter, Y., Vincx, M., Vanaverbeke, J., 2014. Enrichment and shifts in macrobenthic assemblages in an offshore wind farm area in the Belgian part of the North Sea. *Marine Environmental Research* 95, p. 1-12.

Conley, D., Magagna, D., Greaves, D., Aires, E., Leitao, J.C., Witt, M., Embling, C., Godley, B.J., Bicknell, A., Saulnier, J.-B., Simas, T., O'Hagan A.M., O'Callaghan, J., Holmes, B., Sundberg, J., Torre-Enciso, Y., Marina, D., 2013. Streamlining of Ocean Wave Farms Impact Assessment (SOWFIA) Project Deliverable 3.5 – Work Package 3 Final Report: Report on the analysis of the Environmental Impact Assessment experience for Wave Energy, 95 pp.

Coolen, J.W.P., Bittner, B., Driessen, F.M.F., van Dongen, U., Siahaya, M.S., de Groot, W., van der Weide, B., 2020. Impact of removing a concrete gas platform on benthic communities in the North Sea. *BioRxiv*, 21 pp.

Copping, A.E., Hemery, L.G., 2020. OES-Environmental 2020 state of the science report: Environmental effects of marine renewable energy development around the world. Report for Ocean Energy Systems (OES), 293 pp.

Dähne, M., Peschko, V., Gilles, A., Lucke, K., Adler, S., Ronnenberg, K., Siebert, U., 2014. Marine mammals and windfarms: effects of Alpha Ventus on harbour porpoises. In: Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Eds.), *Ecological research at the offshore windfarm Alpha Ventus - Challenges, Results and Perspectives*, Springer Fachmedien Wiesbaden, p. 133-149.

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S.N.R., Brzana, R., Boon, A.R., Coolen, J.W.P., Dauvin, J.-C., De Mesel, I., Derweduwen, J., Gill, A.B., Hutchison, Z.L., Jackson, A.C., Janas, U., Martin, G., Raoux, A., Reubens, J., Rostin, L., Vanaverbeke, J., Wilding, T.A., Wilhelmsson, D., Degraer, S. 2019. Benthic effects of offshore renewables: Identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science*, 17 pp.

De Backer, A., Hostens, K., 2017. Effects of Belgian offshore windfarms on soft sediment epibenthos and fish: An updated time series. In: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B., Vigin, L. (Eds.), *Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea: A continued move towards integration and quantification*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management Section, Brussels, Belgium, p. 59-71.

Froese, R., Pauly, D., 2024. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org, version (02/2024).

Langhamer, O., 2016. The Location of offshore wave power devices structures epifaunal assemblages. *International Journal of Marine Energy* 16, p. 174-180.

Maxwell, S.M., Kershaw, F., Locke, C.C., Conners, M.G., Dawson, C., Aylesworth, S., Loomis, R., Johnson, A.F., 2022. Potential impacts of floating wind turbine technology for marine species and habitats. *Journal of Environmental Management* 307, 114577, 16 pp.

Mellinger, D., Stafford, K., Moore, S., Dziak, R., Matsumoto, H., 2007. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. *Oceanography*, 36-45.

Osborn, R.G., Higgins, K.F., Dieter, C.D., Usgaard, R.E., 1996. Bat collisions with wind turbines in Southwestern Minnesota. *Bat Research News* 37, p. 105-108.

Rainho A, Rodrigues L, Bicho S, Franco C, Palmeirim JM (1998) *Morcegos das Áreas Protegidas Portuguesas (I)*. ICN, Lisboa.

Rydell, J., Bach, L., Bach, P., Guia Diaz, L., Furmankiewicz, J., Hagner-Wahlsten, N., Kyheröinen, E.M., Lilley, T., Masing, M., Meyer, M.M., Ptersons, G., Šuba, J., Vasko, V., Vintulis, V., Hedenström, A., 2014. Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South-Eastern North Sea. *Acta Chiropterologica* 16(1), p. 139-147.

Saldanha, L., 2003. *Fauna Submarina Atlântica: Portugal Continental, Açores, Madeira – 4ª Ed.* Publicações Europa-América. 364 pp.

Scheidat, M., Aarts, G., Bakker, A., Brasseur, S., Carstensen, J., van Leeuwen, P.W., Leopold, M., van Polanen Petel, T., Reijnders, P., Teilmann, J., Tougaard, J., Verdaat, H., 2012. Assessment of the effects of the offshore wind farm Emond aan Zee (OWEZ) for harbour porpoise (comparison T0 and T1). AD Den Burg, The Netherlands: IMARES Wageningen UR. 45 pp.

Solberg, A., Rimereit, B.-E., Weinbach, J.E., 2021. *Leading edge erosion and pollution from wind turbine blades, 5th Edition – English*, 20 pp.

Solick, D.I., Newman, C.M., 2019. Oceanic records of North American bats and implications for offshore wind energy development in the United States. *Ecology and Evolution* 11(21), p. 14433-14447.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E, Richardson, W.J., Thomas, J.A., Tyack, P.L., 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33 (4), p. 411-522.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., Carlier, A., 2018. A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 96, p. 380-391.

Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J., Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardization approach. *Auk* 101, 567-577.

Teilmann, J., Tougaard, J., Carstensen, J., 2012. *Effects on harbour porpoises from Rødsand 2 Off-shore wind farm*. Aarhus, Denmark: Aarhus University, DCE- Danish Centre for Environment and Energy.

Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E.A., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S.L., Bishop, J.R., Marques, T.A., Burnham, K.P., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47(1), p. 5-14.

Tougaard, J., Carstensen, J., 2011. Porpoises north of Sprogø before, during and after construction of an offshore wind farm. Aarhus, Denmark: National environmental Research Institute.

Vanermen, N., Courtens, W., Vand de Walle, M., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., 2021. Seabird monitoring at the Thornton Bank offshore wind farm: Final displacement results after 6 years of post-construction monitoring and an explorative bayesian analysis of common guillemot displacement using INLA. In: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B., Vigin, L. (Eds.), Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Attraction, avoidance and habitat use at various spatial scales. Memoirs on the Marine Environment. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, Brussels, Belgium, p. 85-116.

Vanermen, N., Stienen, E., 2019. Seabird displacement. In: Perrow M.R. (Ed.), Wildlife and wind farms, conflicts and solutions – Offshore: Potential effects, Pelagic Publishing, Exeter, UK, pp. 174-205.

Verfuss, U., Saprling, C., Arnot, C., Judd, A., Coyle, M., 2015. Review of offshore wind farm impact monitoring and mitigation with regard to marine mammals. Advances in experimental medicine and biology, 1175-1182.

Walls, R., Pendlebury, C., Budgey, R., Brookes, K., Thompson, P., 2009. Revised best practice guidance for the use of remote techniques for ornithological monitoring at offshore windfarms. Published by COWIRE Ltd. 49 pp.

Wilson, B., Batty, R., Daunt, F., Carter, C., 2007. Collision risks between Marine Renewable Energy devices and mammals, fish and diving birds. Report to the Scottish Executive, Scottish Association for Marine Science, Oban, Scotland, 110 pp.