



Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

Estudo de Impacte Ambiental

Projeto de Execução

REFORMULAÇÃO AO ABRIGO DO N.º 2 DO ARTIGO 16.º DO DECRETO-LEI Nº 151-B/2013, DE 31 DE OUTUBRO

Volume 1 – Relatório Síntese da Reformulação do Projeto

JUNHO / 2026



HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Versão n.º	Data	Técnico Responsável	Descrição
0	jun 2026	Albertina Gil	Emissão inicial

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.2	IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE.....	1
1.3	OBJETIVOS E ESTRUTURA DO RELATÓRIO	1
1.3.1	Objetivos	1
1.3.2	Estrutura do Relatório	2
1.4	DEFINIÇÃO DE ÂMBITO	3
2	ENQUADRAMENTO DO PROJETO E ANTECEDENTES	4
2.1	ENQUADRAMENTO E LOCALIZAÇÃO DO PROJETO	4
2.2	ANTECEDENTES DO PROCEDIMENTO DE AIA	6
2.2.1	Antecedentes	6
2.2.2	Questões Levantadas/Orientações e Proposta de Soluções	7
3	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS E SUA JUSTIFICAÇÃO	8
3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	8
3.2	ALTERAÇÃO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	10
4	REAVALIAÇÃO DOS IMPACTES EXPECTÁVEIS PARA TODAS AS FASES DO PROJETO	12
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
4.2	REAVALIAÇÃO DOS IMPACTES NAS FASES DE CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO	14
4.2.1	Impactes sobre o Clima e Alterações Climáticas.....	14
4.2.1.1	Impactes sobre o Radar Meteorológico de Arouca do IPMA.....	14
4.2.2	Impactes sobre a Geologia e Geomorfologia	15
4.2.3	Impactes sobre os Solos e Capacidade de Uso dos Solos	16
4.2.4	Impactes sobre o Uso e Ocupação do Solo	17
4.2.5	Impactes sobre a Biodiversidade	18
4.2.6	Impactes sobre os Recursos Hídricos	22
4.2.7	Impactes sobre a Qualidade do ar	22
4.2.8	Impactes sobre o Ambiente Sonoro.....	23
4.2.9	Impactes sobre a Paisagem.....	23
4.2.10	Impactes sobre o Ordenamento do Território	24
4.2.11	Impactes sobre o Património	25
4.2.12	Impactes Cumulativos.....	28
5	MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	28

5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	28
5.2	MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE CONSTRUÇÃO	29
5.2.1	Fase Prévia à Execução das Obras	29
5.3	MEDIDAS PARA A FASE DE EXECUÇÃO DA OBRA	30
5.3.1	Medidas Gerais	30
5.3.2	Planeamento dos Trabalhos e Estaleiro	31
5.3.3	Medidas Gerais para as Áreas intervencionadas	34
5.3.4	Desmatção e Movimentação de Terras	35
5.3.5	Gestão de Materiais, Resíduos e Efluentes.....	37
5.3.6	Circulação de Veículos e Funcionamento de Maquinaria	39
5.3.7	Fase Final de Execução da Obra	40
5.4	MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE EXPLORAÇÃO	41
5.5	MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE DESATIVAÇÃO DOS NOVOS 4 AEROGERADORES NO FINAL DE VIDA ÚTIL	42
6	MONITORIZAÇÃO	43
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	43
7	CONCLUSÕES.....	43
ANEXO 1		1
ANEXO 2		1

QUADROS

Quadro 1 – Coordenadas posicionais dos novos aerogeradores (Sistema PT-TM06/ETRS89).....	9
Quadro 2 – Características Técnicas Gerais do Projeto (Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado)	9
Quadro 3 - Drenagem transversal	10
Quadro 4 – Áreas afetadas durante a fase construção do projeto dos novos aerogeradores.	13
Quadro 5 – Áreas afetadas durante a fase de exploração do projeto, após renaturalização das áreas afetadas durante a fase de construção (ver tabela anterior)	13
Quadro 6 – Estimativa das Principais Quantidade de Escavação e Aterro (Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado).....	15
Quadro 7 – Área de afetações das classes de ocupação do solo na fase de construção dos 4 novos aerogeradores do Reequipamento - Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado.	17

Quadro 8 – Áreas de habitats naturais afetados resultante da construção dos elementos do projeto dos novos aerogeradores..... 19

Quadro 9 – Áreas de habitats naturais afetados resultante da construção dos elementos do projeto dos novos aerogeradores..... 24

FIGURAS

Figura 1 – Comparação do projeto apresentado Projeto Reformulado versus EIA Consolidado (implantação AG2)..... 11

Figura 2 - Corredores para a circulação de fauna, resultantes do desmantelamento dos aerogeradores e existentes. 21

Figura 3 – Afetação da ocorrência 20 (muros) pela nova localização da plataforma do aerogerador AG2. 27

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Aspeto dos afloramentos rochosos com a presença de *Silene acutifolia* (Fotografias da campanha de campo de junho de 2024)..... 12

ANEXOS

Anexo 1 – Ofício S055670-202510-DAIA.DAP, de 02/10/2025, da Agência Portuguesa do Ambiente e Parecer da Comissão de Avaliação (CA) associado ao Procedimento de AIA n.º 3797

Anexo 2 – Parecer Técnico de Análise do impacto do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro sobre o radar Meteorológico de Arouca do IPMA

DESENHOS

Reformulação dos Desenhos apresentados no EIA consolidado

Desenho 1 - Planta de Localização. Enquadramento Administrativo

Desenho 2 - Implantação do Projeto

Desenho 3 - Geologia

Desenho 4 - Ocupação do Solo na Área do Projeto



Desenho 5 - Ocupação do Solo na Área Envolvente

Desenho 6 - Enquadramento em Áreas Classificadas e Áreas Sensíveis

Desenho 7 - Habitats Naturais

Desenho 8 - Recursos Hídricos

Desenho 9 - Fisiografia

Desenho 10 - Hipsometria

Desenho 11 - Declives

Desenho 12 - Orientação das Encostas

Desenho 13 - Unidades e Subunidades da Paisagem

Desenho 14 - Qualidade Visual da Paisagem

Desenho 15 - Capacidade de Absorção Visual da Paisagem

Desenho 16 - Sensibilidade Visual da Paisagem

Desenho 17 - Folha 1 – Aptidão Visual dos Aerogeradores em Exploração

Desenho 17 - Folha 2 – Aptidão Visual dos Aerogeradores a Construir

Desenho 18 - Folha 1 – Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Cinfães – Qualificação do Solo

Desenho 18 - Folha 2 - Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Cinfães - Salvaguardas

Desenho 19 - Folha 1 - Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Castro Daire

Desenho 20 - Folha 1 - Carta de Condicionantes I do Plano Diretor Municipal de Cinfães

Desenho 20 - Folha 2 - Carta de Condicionantes II do Plano Diretor Municipal de Cinfães

Desenho 20 - Folha 3- Carta de Condicionantes III do Plano Diretor Municipal de Cinfães

Desenho 21 - Carta de Condicionantes do Plano Diretor Municipal de Castro Daire

Desenho 22 - Reserva Agrícola Nacional

Desenho 23 - Folha 1 – Reserva Ecológica Nacional

Desenho 23 - Folha 2 - Reserva Ecológica Nacional

Desenho 24 - Folha 1 - Património Arqueológico, Arquitetónico e Etnológico

Desenho 24 - Folha 2 - Património Arqueológico, Arquitetónico e Etnológico. Zonamento do Trabalho de campo

Desenho 24 - Folha 3 - Património Arqueológico, Arquitetónico e Etnológico. Enquadramento no Ortofotomapa



Desenho 25 – Bacias Visuais Cumulativas

Desenho 26 - Carta de Condicionamentos

Desenho 27 - Impactes Cumulativos

Desenho 28 - Folha 1 - Mapa de Ruído Particular para a Situação Atual (Indicador *L_n*)

Desenho 28 - Folha 2 - Mapa de Ruído Particular para a Situação Atual (Indicador *L_{den}*)

Desenho 28 - Folha 3 - Mapa de Ruído Particular para a Situação Atual (Indicador *L_d*)

Desenho 28 - Folha 4 - Mapa de Ruído Particular para a Situação Atual (Indicador *L_e*)

Desenho 29 - Folha 1 - Mapa de Ruído Particular para a Situação de Projeto (Indicador *L_n*)

Desenho 29 - Folha 2 - Mapa de Ruído Particular para a Situação de Projeto (Indicador *L_{den}*)

Desenho 29 - Folha 3 - Mapa de Ruído Particular para a Situação de Projeto (Indicador *L_d*)

Desenho 29 - Folhas 4 - Mapa de Ruído Particular para a Situação de Projeto (Indicador *L_e*)

Desenho 30 - Folha 1- Mapa de Ruído Particular Cumulativo (Indicador *L_n*)

Desenho 30 - Folha 2 - Mapa de Ruído Particular Cumulativo (Indicador *L_{den}*)

Desenho 30 - Folha 3 - Mapa de Ruído Particular Cumulativo (Indicador *L_d*)

Desenho 30 - Folha 4 - Mapa de Ruído Particular Cumulativo (Indicador *L_e*)

Desenho 31 – Folha 1 - Simulação das bacias Visuais Individualizadas dos Aerogeradores nas Posições Originais do PE de Pinheiro (1 a 4)

Desenho 31 – Folha 2 - Simulação das bacias Visuais Individualizadas dos Aerogeradores nas Posições Originais do PE de Pinheiro (5 a 8)

Desenho 31 – Folha 3 - Simulação das bacias Visuais Individualizadas dos Aerogeradores nas Posições Originais do PE de Pinheiro (9 a 12)

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No âmbito do procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro (procedimento de AIA n.º 3797), foi desencadeado, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), com base no Parecer da Comissão de Avaliação (CA) e com a anuência da Empresa Eólica da Cabreira, S.A., proponente do projeto, o procedimento previsto no n.º 2 do art.º 16.º do Decreto-lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação, diploma que estabelece o Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental (RJAIA) (Ofício S055670-202510-DAIA.DAP, de 02/10/2025, incluído no Anexo 1).

No seguimento, vem o proponente apresentar o Relatório Síntese da Reformulação do Projeto, incluindo a reavaliação ambiental do mesmo, elaborado pela TPF – CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A., consultora responsável pela elaboração do Estudo de Impacte Ambiental (EIA).

1.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE

O proponente do Projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro é a Eólica da Cabreira, S.A., cujos contactos se apresentam em seguida:

Morada: Posto de Corte de Casais, Lugar de Casais 4690-753 Tendais

Telefone: +351 226 080 180

Endereço de correio eletrónico: bd-pd.portugal@finerge.com

Pessoa de contacto: Luís Silva

1.3 OBJETIVOS E ESTRUTURA DO RELATÓRIO

1.3.1 Objetivos

Os elementos apresentados têm como objetivo responder ao pedido de alterações de Projeto com base num conjunto de premissas e medidas, fundamentalmente relacionadas com os Sistemas Ecológicos (afloramentos rochosos – habitat 8220 e 8230), de modo a minimizar os impactos negativos significativos decorrentes da construção da plataforma de montagem do aerogerador AG2 identificados pela Comissão de Avaliação (CA), visando a obtenção de uma DIA favorável condicionada.

Refere-se ainda que, a CA, considerou a exposição recebida em sede de consulta pública emitida pelo IPMA, onde conclui que o projeto do Projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, na

configuração proposta, irá afetar a qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG), emitindo um parecer desfavorável ao mesmo.

A estrutura do presente Relatório Síntese da Reformulação do Projeto segue as indicações do Documento Orientador - Condições e procedimentos para a aplicação do disposto no n.º 2 do artigo 16º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, do Grupo dos Pontos Focais das Autoridades de Avaliação de Impacte Ambiental.

1.3.2 Estrutura do Relatório

O presente Relatório é constituído por três volumes, o Volume 1, que constitui o Relatório Síntese da reformulação (presente documento), onde se incluem os Anexos, o Volume 2 correspondente ao Resumo Não Técnico (RNT) e o Volume 3 de Peças Desenhadas. A sua apresentação à CA será acompanhada do Projeto de Execução do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro reformulado.

O presente documento é constituído por 7 capítulos, cujos conteúdos genéricos se descrevem seguidamente.

- Capítulo 1 – Introdução onde se refere o motivo do desencadeamento do procedimento no âmbito do qual se insere o presente relatório e se identifica o proponente do projeto.
- Capítulo 2 – Enquadramento do Projeto e Antecedentes onde se faz o enquadramento da reformulação do Projeto e onde se apresenta sumariamente o conteúdo do estudo.
- Capítulo 3 – Descrição das Alterações Introduzidas e sua Justificação onde se identificam as principais diferenças entre o Projeto apresentado em fase de EIA, versão consolidada (adiante designado como Projeto do EIA consolidado) e o objeto da presente avaliação (adiante designado como Projeto reformulado).
- Capítulo 4 – Reavaliação dos Impactes Expectáveis para todas as fases do Projeto, onde se identificam os principais impactes da respetiva reformulação, para os fatores ambientais considerados relevantes, assumindo-se que para os restantes fatores ambientais, como justificado ao nível da definição de âmbito, a alteração do Projeto não tem alterações em relação à avaliação efetuada no EIA.
- Capítulo 5 – Medidas de Minimização onde se listam as medidas e as técnicas previstas para evitar, reduzir ou compensar os impactes negativos e para potenciar os eventuais impactes positivos. Avaliam-se medidas adicionais e verifica-se se as medidas propostas no EIA consolidado se mantêm aplicáveis.
- Capítulo 6 – Monitorização onde se indicam as monitorizações aplicáveis ao projeto em análise.

- Capítulo 7 – Conclusões onde se resumem os principais aspetos do novo Projeto, bem como os principais impactes e conclusões do estudo efetuado, realçando-se a forma como o mesmo resolveu ou tentou resolver os impactes muito significativos que estiveram na origem da reformulação do Projeto, fazendo-se ainda uma análise comparativa deste Projeto com o apresentado em Fase de EIA.

Adicionalmente, foi elaborado o conjunto de Anexos que se lista em seguida, nos quais estão incluídos os elementos considerados necessários para complemento dos aspetos descritos no presente Relatório:

- Anexo 1 - Ofício S055670-202510-DAIA.DAP, de 02/10/2025, da Agência Portuguesa do Ambiente e Parecer da Comissão de Avaliação (CA) associado ao Procedimento de AIA n.º 3797;
- Anexo 2 - Parecer Técnico de Análise do impacte do “Projeto de Reequipamento do parque Eólico de Pinheiro sobre o radar Meteorológico de Arouca do IPMA.

Por último, refira-se que as Peças Desenhadas do EIA consolidado foram alvo de revisão, de forma a contemplar o Projeto reformulado, apresentando-se as mesmas conjuntamente com o presente Relatório Síntese Reformulado.

1.4 DEFINIÇÃO DE ÂMBITO

Para a definição do âmbito deste relatório, produzido ao abrigo do procedimento de artigo 16.º, foi analisado o respetivo Parecer da Comissão de Avaliação, em cujas conclusões se refere o seguinte:

- *Face ao exposto, e considerando os resultados da avaliação efetuada, conclui-se que, não obstante os impactes positivos do projeto para a Estratégia Nacional de Energia, a Comissão de Avaliação, atendendo aos impactes negativos significativos, não minimizáveis, principalmente decorrentes da destruição de afloramentos rochosos - estruturas físicas que integram Habitat Natural, nos termos do Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, emite parecer desfavorável relativamente ao aerogerador AG2.*
- *Por outro lado, face à relevância dos radares meteorológicos na deteção e monitorização de fenómenos meteorológicos perigosos, essenciais para a salvaguarda de vidas humanas e bens, a comissão de avaliação emite parecer desfavorável ao projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.”*

Deste modo, toda a reformulação do Projeto e a sua avaliação no âmbito deste artigo 16.º tem como base as preocupações refletidas no Parecer da CA, principalmente as associadas à destruição de afloramentos rochosos resultantes da construção do AG2 e da interferência com o radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG).

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO E ANTECEDENTES

2.1 ENQUADRAMENTO E LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

O presente documento constitui o Relatório Síntese da reformulação do Projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.

A área de estudo para a implantação do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro localiza-se na Serra de Montemuro, nos concelhos de Castro Daire (freguesias de Pinheiro, União das freguesias de Picão e Ermida e União das freguesias de Paradela de Ester e Ester) e de Cinfães (União das freguesias de Alhões, Bustelo, Gralheira e Ramires), no distrito de Viseu.

O Parque Eólico de Pinheiro em operação é constituído por doze aerogeradores (AG), 12 AG's, modelo E66 1,8 MW, totalizando 21,6 MW de potência total instalada, objeto de reequipamento. Para além destes inclui ainda um aerogerador mais recente, modelo V-150 4,2 MW que funciona como sobreequipamento (projeto anteriormente sujeito a procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental - n.º AIA - 3436) e que será para manter.

O projeto de Reequipamento consiste na substituição dos doze aerogeradores existentes, com diâmetro de rotor de 66, por apenas quatro novos aerogeradores. O novo modelo dos aerogeradores terá uma altura de torre de 114 m, um diâmetro de rotor de 172 m, e uma potência máxima de 7,2 MW, que ficará condicionada a 6,48 MW de forma a totalizar a potência total instalada (25,92 MW; incremento de 20% da potência de ligação de acordo com o disposto no n.º 2 do Artigo 71.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro).

O projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro enquadra-se no Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 11-A/2022, de 14 de março, que estabelece a organização e o funcionamento do Sistema Elétrico Nacional (SEN), e que cria e regula a figura do reequipamento com objetivo de otimizar a utilização do território e as infraestruturas de rede, através da diminuição da pressão sobre esse mesmo território, compaginando objetivos ambientais e a necessidade de acelerar o aumento da produção de energia por fontes renováveis.

A futura disposição espacial do Parque Eólico de Pinheiro, após implantação do projeto de reequipamento, compreenderá um total cinco aerogeradores (aerogerador de sobreequipamento existente em conjunto com os quatro aerogeradores de reequipamento objeto do presente estudo).

O reequipamento de centro electroprodutor constitui uma alteração não substancial do título de controlo prévio preexistente, tal como previsto no artigo 62.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro, na sua redação atual ficando apenas sujeito a averbamento do título inicial.

A área de estudo do projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro tem cerca de 428 ha.

Os aerogeradores existentes serão desmontados e transportados a vazadouro próprio, ou reciclados.

Os 4 novos aerogeradores irão ligar-se à subestação já existente no Parque Eólico de Pinheiro através de cabos elétricos subterrâneos a 20 kV, com uma extensão de cerca de 4,1 km (Desenho 2). Por sua vez, a Subestação encontra-se ligada ao Poste Corte de Cabril, da EDP, à tensão de 60 kV.

Refere-se que o projeto em análise permite que se utilize todas as infraestruturas existentes associadas ao Parque Eólico de Pinheiro em operação, nomeadamente a subestação e a Linha elétrica aérea a 60 kV que escoar a energia produzida, evitando-se assim a construção destas infraestruturas no caso de um projeto novo. As valas de cabos existentes serão aproveitadas, sempre que possível, para a colocação dos novos cabos.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua redação atual dada pelo Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro (Retificado pelas Declarações de Retificação n.º 7-A/2023, de 28 de fevereiro e n.º 12-A/2023, de 10 de abril) e alterado Decreto-Lei n.º 99/2024, de 3 de dezembro, encontra-se sujeito a uma Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) por se enquadrar nos critérios definidos no Artigo 1.º, do ponto 4, alínea b) e subalínea i):

4 – “São ainda sujeitas a AIA, nos termos do presente decreto-lei:

b) Qualquer alteração ou ampliação de projetos enquadrados nas tipologias do anexo I ou do anexo II, já autorizados, executados ou em execução e que não tenham sido anteriormente sujeitos a AIA, quando:

i) Tal alteração ou ampliação, em si mesma, corresponda ao limiar fixado para a tipologia em causa”.

Em complemento, ao referido o presente projeto ultrapassa os limiares que constam do Anexo II do RJAIA, tipologia “3 - Indústria da Energia”, considerando a sua localização em áreas sensíveis.

O enquadramento referido, resulta do seguinte:

- O Parque Eólico de Pinheiro, atualmente em funcionamento, não foi sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), uma vez que à data do seu licenciamento o regime jurídico de AIA não o previa;
- Encontra-se localizado em Sítio de Importância Comunitária “Serra de Montemuro” (PTCON0025);
- Nas imediações, a uma distância igual e inferior a 2 km deste parque, existem outros parques eólicos que totalizam um número de aerogeradores superior a 10.

2.2 ANTECEDENTES DO PROCEDIMENTO DE AIA

2.2.1 Antecedentes

Com base no enquadramento exposto em 2.1, e no âmbito do respetivo licenciamento, o Projeto foi submetido a Procedimento de AIA, que contemplou o seguinte:

1. Início a 30/12/2024, após estarem reunidos os elementos necessários à sua instrução.
2. Instrução, a 17/01/2025, do procedimento e nomeação da Comissão de Avaliação (CA).
3. Realização, a 28/01/2025, de reunião com o proponente e consultor para apresentação do projeto e do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) à CA.
4. Apreciação da Conformidade do EIA, da documentação adicional e consulta do projeto de execução:
 - Foi considerado necessária a apresentação de elementos adicionais, os quais foram submetidos pelo proponente sob forma de EIA consolidado;
 - Após análise deste documento, foi considerado que o mesmo, de uma maneira geral, dava resposta às lacunas e dúvidas anteriormente identificadas, pelo que o EIA foi declarado conforme a 25/06/2025.
5. Abertura de um período de Consulta Pública, que decorreu de 01 de julho de 2025 a 11 de agosto de 2025.
6. Realização, a 10/07/2025, da visita de reconhecimento da área de implantação do projeto, onde estiveram presentes alguns dos representantes da CA e do proponente.
7. Apreciação ambiental do projeto, com base na informação disponibilizada no EIA e respetivo Aditamento, tendo em conta as valências das entidades representadas na CA e ponderados todos os fatores em presença, incluindo os resultados da participação pública.
8. Elaboração do Parecer Final da CA, que visa apoiar a tomada de decisão relativamente à viabilidade ambiental do projeto;
9. Realização de reunião (29/09/2025) entre a Autoridade de AIA e o proponente, de enquadramento face ao disposto no n.º 2 do Artigo 16.º do RJAIA, apresentação dos principais aspetos dos pareceres técnicos das entidades que constituem a CA e ponderação sobre a viabilidade de reformulação do projeto.

Em função do parecer da CA, do entendimento da Autoridade de AIA de propor a prerrogativa de modificação de projeto (n.º 2, Artigo 16 do RJAIA) e do interesse do proponente em utilizar a mesma, resultou o ofício S055670-202510-DAIA.DAP. DAIA.DAPP.00008.2025, emitido pela APA em

02/10/2025, no qual é confirmado o início a aplicação do procedimento indicado, com prazo de máximo de seis meses (180 dias úteis) a contar da data de reunião.

De forma a clarificar o parecer da CA no âmbito dos impactes negativos identificados nos habitats naturais pela implantação proposta para o AG2, o promotor do projeto solicitou esclarecimentos à coordenação da CA, tendo-se realizado no dia 10 de outubro e dia 26 de novembro de 2025 reuniões pela plataforma Teams. Face às questões levantadas estarem maioritariamente relacionadas com o parecer emitido pelo ICNF, a reunião contou com a presença do ICNF, do proponente e consultor ambiental.

No seguimento dessas reuniões, foram definidos critérios de base/orientações para a reformulação do Projeto, atendendo às preocupações da CA expressas no Parecer, nomeadamente no que respeita à salvaguarda dos sistemas ecológicos (afetação dos afloramentos rochosos – habitat 8220 e 8230 pela construção do aerogerador AG2) e salvaguarda do correto funcionamento do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG).

2.2.2 Questões Levantadas/Orientações e Proposta de Soluções

Afetação dos afloramentos rochosos (habitat 8220 e 8230) pela construção do AG2

Na reformulação do *layout* do projeto que agora se apresenta, foi ainda possível reduzir significativamente a afetação dos afloramentos rochosos (habitat 8220 e 8230) pela construção do AG2, o que no balanço geral da proposta de implantação da totalidade dos elementos de projeto representa passar de uma área de afetação total de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²), que agora se apresenta.

A avaliação discriminada das áreas por elemento é apresentada no capítulo “4.2.5 Impactes sobre a Biodiversidade”.

Interferência com o radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG)

Em fase de consulta pública o IPMA emitiu uma exposição desfavorável ao projeto, considerada pela Comissão de Avaliação, que remete para um potencial impacte negativo no que respeita à degradação significativa da qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG).

Nestas circunstâncias, a Finerge resolveu solicitar um parecer técnico ao INESC TEC que visasse não só analisar a metodologia aplicada pelo IPMA na sua avaliação, mas também identificar outros aspetos de relevo para a análise de impacte ambiental, que, eventualmente, não tivessem sido considerados pelo IPMA, e que, uma vez incorporados numa nova avaliação, pudessem contribuir com uma análise crítica, de um ponto de vista científico, quanto ao impacto real do projeto.

O estudo realizado pelo INESC TEC teve como referência uma análise extensa e detalhada da literatura científica que endereça os efeitos de aerogeradores sobre radares meteorológicos e considera as recomendações e práticas de organismos internacionais que estabelecem orientações para a coexistência entre radares meteorológicos e parque eólicos. Este estudo conduziu ao estabelecimento de um modelo de avaliação baseado em vários indicadores que foi aplicado ao parque eólico de Pinheiro, nas configurações existente e futura (reequipamento e Sobreequipamento existente).

O estudo completo foi incluído no Anexo 2.

Os resultados permitem confirmar que, para as elevações operacionais do radar de 0,1º e de 1º, os indicadores incrementais, ponderados pela sua relevância, apontam para uma redução global de impacto, sendo os respetivos valores muito inferiores aos limites máximos conhecidos de recomendações e práticas internacionais.

Em conclusão, os resultados deste estudo técnico apontam no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA, podendo concluir-se que o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” da sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., causa um impacto reduzido e até globalmente menor do que no caso do parque existente, pelo que o referido projeto não deverá comprometer a missão operacional do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro, na configuração de localizações e dimensões propostas para os novos aerogeradores e manutenção do aerogerador de Sobreequipamento existente.

3 DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS E SUA JUSTIFICAÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste ponto, apresentam-se as principais diferenças entre o Projeto Reformulado e o Projeto analisado no EIA Consolidado.

A descrição do Projeto efetuada no Relatório Síntese do EIA Consolidado, para as fases de construção, de exploração e de desativação, mantém-se válida, no que diz respeito às obras de construção civil necessárias para a implementação do projeto, às atividades de construção, ao funcionamento e à desativação do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.

Neste contexto, optou-se somente por descrever as características técnicas do projeto que sofreram alterações significativas em relação ao apresentado no Relatório Síntese do EIA Consolidado, que se apresentam de seguida. As peças escritas e desenhadas do Projeto de Execução do Projeto Reformulado apresentam-se conjuntamente com o presente Relatório Síntese Reformulado embora em documentos autónomos.

Refere-se que a posição do AG1 se mantém, tendo sido indicadas por lapso as coordenadas incorretas no Relatório Síntese do EIA Consolidado e no Projeto de Execução, apresentando-se no Quadro 1 as coordenadas corretas.

Quadro 1 – Coordenadas posicionais dos novos aerogeradores (Sistema PT-TM06/ETRS89)

TORRE	AG1	ALTERAÇÃO DA POSIÇÃO		AG3	AG4
		AG2 PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	AG2 PROJETO REFORMULADO		
Coordenada M	12035,21	12264,58	12227,51	13188,10	13051,44
Coordenada P	144757,17	144206,77	14420,99	145151,45	144586,80
Cota altimétrica (m)	1344,50	1315,75	1316,80	1348,85	1341,25

Quadro 2 – Características Técnicas Gerais do Projeto (Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado)

PARÂMETROS	PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO	DIFERENÇA
N.º de aerogeradores a instalar	4	4	=
N.º de aerogeradores a desativar	12	12	=
N.º de aerogeradores a manter (Sobreequipamento)	1	1	=
Vala de cabos traçado novo (m)	476	400	- 76
Vala de cabos reaproveitada (m)	3404	3384	- 20
Novos acessos (m)	514	472	- 42
Acessos provisório junto aos aerogeradores n.ºs AG2 e AG4 (inversões de marcha para os veículos longos), que no final da construção serão renaturalizados	305	264	- 41
Acesso existente a beneficiar (colocação de uma nova camada de ABGE) que se localiza junto da plataforma do AG2 do reequipamento (m)	150	150	---
Acessos existente a beneficiar com alargamento (m)	391	407	+16

A alteração da extensão do novo acesso ao aerogerador AG2 do Reequipamento, resultante da nova localização do aerogerador AG2, levou a que o local de instalação da nova pH de drenagem das águas pluviais se tenha movido ligeiramente para norte acompanhando a alteração que o traçado do acesso sofreu, conforme se demonstra no quadro seguinte.

Refere-se que as características da pH mantém-se, tal como descritas no Relatório Síntese do EIA consolidado, sujeito ao procedimento de AIA.

Quadro 3 - Drenagem transversal

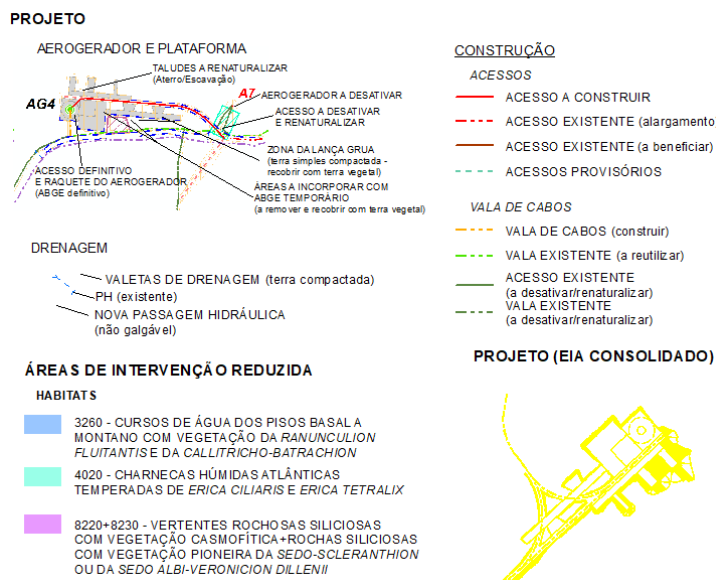
PH	Acesso	Situação	Diâmetro (mm)	Coordenadas (m)		Material
				M	P	
2 (Projeto do EIA consolidado)	Final AG2 0+131	nova	600	12197,7	144143,5	Betão ou PP
2 (Projeto Reformulado)	Final AG2 0+15	nova	600	12198,6	144152,9	Betão ou PP

No capítulo 4 – Reavaliação de Impactes, do presente Relatório Síntese Reformulado, são destacadas as principais diferenças em termos de afetações (movimentos de terras, ocupação de solos, visibilidades, etc.) resultantes da implementação do Projeto Reformulado versus o Projeto apresentado no EIA Consolidado.

3.2 ALTERAÇÃO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DO EIA CONSOLIDADO

Tendo presente a informação anteriormente apresentada (pontos 1.4 e 2.2.2), no que respeita à fundamentação do procedimento que levou à reformulação do Projeto e à apresentação do presente Relatório, de forma a minimizar os impactes da construção do aerogerador AG2 sobre os afloramentos rochosos (habitat 8220 e 8230) o AG2 foi deslocado ligeiramente para oeste conforme se apresenta na Figura 1.

Assim, verifica-se que, na reformulação do layout que agora se apresenta, foi possível reduzir significativamente a afetação dos afloramentos rochosos (habitat 8220 e 8230) pela construção do AG2, o que no balanço geral da proposta de implantação da totalidade dos elementos de projeto representa passar de uma área de afetação de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²).



Fonte da Imagem: OrtoSat2023 (DGT, 2023. Sem escala)
Figura 1 – Comparação do projeto apresentado Projeto Reformulado versus EIA Consolidado (implantação AG2).

Na Fotografia 1 apresenta-se o aspeto geral dos afloramentos rochosos que serão salvaguardados pela alteração da posição do aerogerador AG2.



Fotografia 1 – Aspeto dos afloramentos rochosos com a presença de *Silene acutifolia* (Fotografias da campanha de campo de junho de 2024).

4 REAVALIAÇÃO DOS IMPACTES EXPECTÁVEIS PARA TODAS AS FASES DO PROJETO

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Apresentam-se no Quadro 4 as áreas que serão afetadas durante a construção e exploração do Projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, comparando-se o Projeto do EIA Consolidado com o Projeto Reformulado, as quais servirão de base à reavaliação dos impactes sobre os fatores ambientais analisados no EIA Consolidado, sobre os quais as alterações do projeto implicaram alterações ao nível de impactes.

Observa-se uma redução geral dos impactes referidos no Relatório Síntese do EIA consolidado, face à redução da dimensão do projeto que agora se apresenta, quando comparado com o projeto analisado em Fase de AIA (Projeto do EIA consolidado) e o Projeto Reformulado (Quadro 4). No entanto, face ao valor da redução de área afetada pela implementação do Projeto do EIA Consolidado quando comparado com a área total a afetar com o agora Projeto Reformulado, cerca de 684 m², a redução dos impactes é pouco significativa em termos de dimensão espacial afetada. A redução de menor significância resulta da menor afetação de afloramentos rochosos que passa de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²).

Refere-se, por último, que a tipologia e avaliação de impactes apresentada no Relatório Síntese do EIA consolidado, se mantém, **pelo que serão somente referidos os impactes cuja alteração do projeto requer a sua atualização.**

Quadro 4 – Áreas afetadas durante a fase construção do projeto dos novos aerogeradores.

PROJETO	FASE DE CONSTRUÇÃO	
	PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO
Acesso a construir	0,32	0,36
Acesso existente (a beneficiar)	0,08	0,08
Acesso existente (alargamento)	0,03	0,03
Acesso provisório	0,12	0,13
Drenagem	0,11	0,10
Plataformas dos aerogeradores	1,77	1,76
Vala de cabos (a construir)	0,19	0,13
Vala de cabos (a reutilizar)	1,15	1,14
Zonas de aterro/escavação	0,70	0,67
Zona de Pargas	0,17	0,17
Estaleiro	0,10	0,10
Total	4,74	4,67

Quadro 5 – Áreas afetadas durante a fase de exploração do projeto, após renaturalização das áreas afetadas durante a fase de construção (ver tabela anterior)

PROJETO	FASE DE EXPLORAÇÃO	
	PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO
Acessos	0,46	0,49
Drenagem	0,21	0,21
Aerogeradores	0,02	0,02
Total	0,69	0,72

4.2 REAVALIAÇÃO DOS IMPACTES NAS FASES DE CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO

4.2.1 Impactes sobre o Clima e Alterações Climáticas

Mantém-se, no geral, a análise de impactes efetuada no Relatório Síntese do Estudo de Impacte Ambiental (EIA Consolidado) para o fator clima e alterações climáticas, já que a área a intervencionar no âmbito do Projeto Reformulado, que agora se apresenta, é somente ligeiramente inferior à área a intervencionar no Projeto do EIA Consolidado, cifrando-se essa diferença em - 684 m².

Conforme referido, a redução mais significativa em termos de impactes prende-se com a menor afetação de afloramentos rochosos que passa de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²).

4.2.1.1 Impactes sobre o Radar Meteorológico de Arouca do IPMA

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, “o parecer do IPMA é determinante. Esta entidade conclui que o projeto, na configuração proposta, irá afetar a qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG), pelo que emite um parecer desfavorável ao mesmo.”

Nestas circunstâncias, a Finerge resolveu solicitar um parecer técnico ao INESC TEC que visasse não só analisar a metodologia aplicada pelo IPMA na sua avaliação, mas também identificar outros aspetos de relevo para a análise de impacte ambiental, que, eventualmente, não tivessem sido considerados pelo IPMA, e que, uma vez incorporados numa nova avaliação, pudessem contribuir com uma análise crítica, de um ponto de vista científico, quanto ao impacto real do projeto.

O estudo realizado pelo INESC TEC teve como referência uma análise extensa e detalhada da literatura científica que endereça os efeitos de aerogeradores sobre radares meteorológicos e considera as recomendações e práticas de organismos internacionais que estabelecem orientações para a coexistência entre radares meteorológicos e parque eólicos. Este estudo conduziu ao estabelecimento de um modelo de avaliação baseado em vários indicadores que foi aplicado ao parque eólico de Pinheiro, nas configurações existente e futura (reequipamento e Sobreequipamento existente).

Os resultados permitem confirmar que, para as elevações operacionais do radar de 0,1º e de 1º, os indicadores incrementais, ponderados pela sua relevância, apontam para uma redução global de impacte, sendo os respetivos valores muito inferiores aos limites máximos conhecidos de recomendações e práticas internacionais.

Em conclusão, os resultados deste estudo técnico apontam no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA, podendo concluir-se que o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de

Pinheiro” da sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., causa um impacto reduzido e até globalmente menor do que no caso do parque existente, pelo que o referido projeto não deverá comprometer a missão operacional do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro, na configuração de localizações e dimensões propostas para os novos aerogeradores e manutenção do aerogerador de Sobreequipamento existente.

No âmbito das conclusões do estudo referido (INESC TEC) e das reuniões técnicas entre especialistas do INESC TEC e do IPMA promovidas pela Autoridade de AIA após a sessão de trabalho “Coexistência entre radares e aerogeradores” em abril de 2026, o promotor instruiu a 8 de maio um pedido de reapreciação do projeto ao IPMA. Até à data não foi recebida a análise solicitada.

4.2.2 Impactes sobre a Geologia e Geomorfologia

Salienta-se que o Projeto Reformulado quando comparado com o Projeto do EIA Consolidado, apesar de permitir uma menor afetação dos afloramentos rochosos existentes na envolvente do local de construção do aerogerador AG2, irá implicar um aumento pouco significativo do volume de movimentos de terra (escavação e aterros) de cerca de 783 m³, conforme se pode observar no Quadro 6. Tendo em consideração que os volumes sobranes de terra serão distribuídos ao longo da área de intervenção e arranjos exteriores diversos, equilibrando as quantidades escavadas e aterrada e nas fundações dos 12 aerogeradores a desativar, não se prevendo a necessidade de transporte de grandes volumes de terra a aterro, considera-se que se mantém os impactes referidos no Relatório Síntese do EIA Consolidado, onde se considerou este impacto como negativo, direto, permanente, imediato, de magnitude média, irreversível, certo, não minimizável e pouco significativo.

Considera-se, ainda assim que, a nova posição do aerogerador AG2, ao minorar a afetação dos afloramentos rochosos, permite minimizar os impactes significativos sobre o fator geologia.

Quadro 6 – Estimativa das Principais Quantidade de Escavação e Aterro (Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado).

OBRA	PROJETO DO EIA CONSOLIDADO		PROJETO REFORMULADO	
	ESCAVAÇÃO (M ³)	ATERRO (M ³)	ESCAVAÇÃO (M ³)	ATERRO (M ³)
Acessos novos	4 800	1 450	4800	1450
Plataformas	16 135	21 021	20329	17600
Fundações	7 360	4 988	7360	4988
Vala de Cabos	1 863	937	1870	940
Total	30 158	28 396	34 359	24 978

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, “os principais impactes na geomorfologia e geologia resultantes da implementação de um projeto desta natureza ocorrem durante a fase de construção e estão associados a atividades realizadas no âmbito da construção civil. Estas ações poderão interferir diretamente com as unidades litológicas e a morfologia do terreno, provocando

alterações permanentes e irreversíveis. Estes impactes foram qualificados como negativos, diretos, permanentes, imediatos, irreversíveis, de magnitude reduzida, certos e não minimizáveis. Em suma, estes impactes são pouco significativos.

De realçar que os grandes afloramentos foram transpostos para a planta geral de condicionamentos, de forma que a sua afetação fosse minimizada. Relativamente aos afloramentos de menores dimensões, o impacte pode ser considerado pouco significativo face à reduzida dimensão de afloramentos a afetar, quando comparada com a área total de afloramentos rochosos existentes.”

Conforme referido, a redução mais significativa em termos de impactes prende-se com a menor afetação de afloramentos rochosos que passa de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²), tendo sido assim possível salvaguardar mais afloramentos rochosos dos que previstos no Relatório síntese do EIA Consolidado.

4.2.3 Impactes sobre o Solos e Capacidade de Uso dos Solos

Conforme referido no Relatório Síntese do EIA Consolidado, estão previstos impactes negativos, temporários e pouco significativos em relação à:

- desmatção do terreno e aos movimentos de terras, incluindo regularização do terreno e as escavações para execução de fundações dos aerogeradores, abertura de valas de cabos e de acessos, que tornam o solo mais vulnerável à ocorrência de fenómenos erosivos e consequentemente levam à perda de solos;
- movimentação de máquinas e veículos associados à obra e implantação do estaleiro que podem provocar a compactação de solos;
- ocorrência de contaminações do solo por derrame accidental de óleos e/ou combustíveis (associado à utilização de máquinas e veículos) ou deposição de resíduos;
- afetação da capacidade de uso do solo pelas infraestruturas de projeto assim como a ocupação temporária pelos estaleiros e, pelas áreas de armazenamento de materiais.

A menor afetação de afloramentos rochosos que passa de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²), implicou o aumento da área de matos a intervencionar, em cerca de 12633 m².

Salienta-se, no entanto que, a intervencionar no âmbito do Projeto Reformulado, que agora se apresenta, é ligeiramente inferior à área a intervencionar no Projeto do EIA Consolidado, cifrando-se em cerca de - 684 m².

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, “*considera-se que aquando da desativação do aerogerador o impacte ao nível do solo será sempre permanente e irreversível em*

alguns locais, sendo dessa forma considerado um impacto significativo. Numa primeira fase, com a cobertura do cabouco com as terras limpas e escavadas haverá uma restituição da condição natural do terreno (impacte positivo), no entanto, o impacto será considerado negativo tanto no caso de se deixar parte da fundação (ao longo do tempo, com as ações de erosão), como no caso de se retirar a totalidade da fundação. Aquando da recuperação de zonas como acessos, valas de cabos ou estaleiro, é previsível que os solos recuperados adquiram o seu potencial de uso original Não Agrícola (Florestal), resultando localmente um impacto positivo, direto, permanente, de magnitude reduzida, reversível, certo, e pouco significativo.

Deste modo, conclui-se que quer a instalação, quer a desativação total ou parcial, dos aerogeradores terá impactes, sobre o solo, negativos, permanentes e irreversíveis nalguns locais, logo significativos, e que a recuperação poderá permitir uma restituição da condição natural do terreno, situação que importa acompanhar.”

4.2.4 Impactes sobre o Uso e Ocupação do Solo

Durante a fase de construção do projeto, os principais impactes negativos sobre a ocupação do solo, resultam da alteração dos usos atuais. No Quadro 7, indicam-se as afetações ao nível da ocupação do solo que estão previstas ocorrer durante a fase de construção dos 4 novos aerogeradores do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, comparando-se o Projeto do EIA Consolidado com o Projeto Reformulado.

Quadro 7 – Área de afetações das classes de ocupação do solo na fase de construção dos 4 novos aerogeradores do Reequipamento - Projeto do EIA Consolidado versus Projeto Reformulado.

PROJETO	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Área (ha)		
		PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO	DIFERENÇA
Acesso a construir	Rede viária e espaços associados	0,02	0,04	0,02
	Matos	0,27	0,29	0,02
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,03	0,02	-0,01
	Turfeiras	0,01	0,01	---
Acesso existente (a beneficiar)	Rede viária e espaços associados	0,07	0,07	---
	Matos	0,02	0,02	---
	Turfeiras	0,0005	0,0005	---
Acesso existente (alargamento)	Rede viária e espaços associados	0,01	0,01	---
	Matos	0,02	0,02	---
Acesso provisório	Rede viária e espaços associados	0,005	0,005	---
	Matos	0,09	0,09	---
	Turfeiras	0,03	0,03	---
Drenagem	Rede viária e espaços associados	0,05	0,05	---
	Matos	0,06	0,06	---
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,001	---	-0,001
	Turfeiras	0,0001	0,0001	---
Plataformas dos aerogeradores	Rede viária e espaços associados	0,03	0,03	---
	Matos	1,51	1,58	0,07
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,12	0,04	-0,08

PROJETO	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Área (ha)		
		PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO	DIFERENÇA
	Turfeiras	0,11	0,11	---
Vala de cabos (a construir)	Rede viária e espaços associados	0,01	0,01	---
	Matos	0,14	0,08	-0,06
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,01	---	-0,01
	Turfeiras	0,03	0,03	---
Vala de cabos (a reutilizar)	Infraestruturas de produção de energia renovável	0,0002	0,0002	---
	Rede viária e espaços associados	0,26	0,26	---
	Matos	0,82	0,81	0,01
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,001	0,001	---
	Turfeiras	0,07	0,07	---
Zonas de aterro/escavação	Rede viária e espaços associados	0,005	0,02	0,015
	Matos	0,46	0,55	0,09
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,13	0,01	-0,12
	Turfeiras	0,10	0,10	---
Zona de Pargas	Rede viária e espaços associados	0,001	0,001	---
	Matos	0,13	0,13	---
	Rocha nua e vegetação esparsa	0,04	0,04	---
Estaleiro	Matos	0,1	0,10	---
Total		4,74	4,67	0,07

Conforme referido, o Projeto Reformulado permitiu uma redução da área a intervencionar de cerca de - 684 m² quando comparado com o Projeto do EIA Consolidado e uma menor afetação de afloramentos rochosos (redução de 2154,3 m²), pelo que se considera que a redução da área a afetar na fase de construção do projeto e a menor afetação de afloramentos rochosos, irá implicar uma diminuição do impacto negativo sobre a ocupação do solo mencionado no Relatório Síntese do EIA Consolidado.

4.2.5 Impactes sobre a Biodiversidade

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, “o projeto de Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro irá ter impactes diretos especialmente relevantes sobre os Habitats Naturais, sobre o lobo-ibérico e sobre aves e quirópteros.

Os Habitats Naturais afetados, com estatuto de proteção legal pela Diretiva Habitats, constituem habitat vital para espécies da flora e da fauna, algumas com estatuto de conservação desfavorável e outras tipicamente subavaliadas, como é o caso da fauna invertebrada, das briófitas e dos líquenes, que devem merecer uma atenção especial.

A afetação dos Habitats pode ser reversível, no caso dos Habitats cuja recuperação dependa apenas da regeneração natural das espécies da flora características, ou irreversível, no caso dos afloramentos rochosos, cuja destruição implica, naturalmente, uma perda permanente. Neste último caso, importa então considerar que os Habitats 8220 e 8230 têm uma representatividade mais reduzida na ZEC Montemuro, pelo que a sua afetação pode ser de facto significativa para a área classificada. Estes

*Habitats constituem um biótopo vital para espécies da flora como *Narcissus asturiensis*, *Teucrium salviastrum*, *Echinopartum ibericum*, *Anarrhinum longipedicellatum* e *Jasione sessiliflora*, e ainda fitocenoses rupícolas e epifíticas com um elevado nível de endemismos.*

Considera-se que, os impactes negativos mais relevantes irão resultar da destruição de afloramentos rochosos, estruturas físicas que constituem Habitat Natural, e biótopo de espécies da flora e da fauna, decorrente da construção da plataforma de montagem do aerogerador AG2. Estes impactes são negativos, diretos, não minimizáveis e não passíveis de compensação.”

No Quadro 8, indicam-se as afetações ao nível dos habitats que estão previstas ocorrer durante a fase de construção dos 4 novos aerogeradores do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, comparando-se o Projeto do EIA Consolidado com o Projeto Reformulado.

Quadro 8 – Áreas de habitats naturais afetados resultante da construção dos elementos do projeto dos novos aerogeradores.

FASE	PROJETO	HABITAT	ÁREA (HA)		
			Projeto do EIA Consolidado	Projeto Reformulado	Diferença
Construção	Acesso a construir	4020*	0,01	0,01	---
		4020* degradado	0,0003	0,0003	---
		4030	0,27	0,29	0,020
		8220+8230	0,03	0,02	-0,006
	Acesso existente (a beneficiar)	4020* degradado	0,0005	0,0005	---
		4030	0,02	0,02	---
	Acesso existente (alargamento)	4030	0,02	0,02	---
	Acesso provisório	4020*	0,03	0,03	----
		4030	0,09	0,09	---
	Drenagem	4020* degradado	0,0001	0,0001	---
		4030	0,06	0,06	---
		8220+8230	0,001		-0,001
	Plataformas dos aerogeradores	4020*	0,01	0,01	---
		4020* degradado	0,1	0,10	---
		4020*+6230*	0,003	0,003	---
		4030	1,51	1,57	0,060
		8220+8230	0,12	0,04	-0,079
	Vala de cabos (a construir)	4020*	0,001	0,001	---
		4020* degradado	0,03	0,03	---
		4020*+6230*	0,02	0,02	---
		4030	0,12	0,09	-0,030
		8220+8230	0,01		-0,009
	Vala de cabos (a reutilizar)	4020*	0,05	0,05	---
		4020* degradado	0,04	0,04	---
		4020*+6230*	0,01	0,01	---
		4030	0,78	0,77	-0,010
		8220+8230	0,001	0,001	---
	Zonas de aterro/escavação	4020*	0,05	0,05	---
		4020* degradado	0,05	0,05	---

FASE	PROJETO	HABITAT	ÁREA (HA)		
			Projeto do EIA Consolidado	Projeto Reformulado	Diferença
		4020*+6230*	0,03	0,03	---
		4030	0,44	0,53	0,090
		8220+8230	0,13	0,01	-0,120
	Zona de Pargas	4030	0,13	0,13	----
		8220+8230	0,04	0,04	---
	Estaleiro	4030	0,1	0,10	---
	Total		4,30	4,21	-0,08

Conforme referido, a redução mais significativa em termos de impactes prende-se com a menor afetação de afloramentos rochosos, que na área de estudo configuram o habitat 8220 (Vertentes rochosas siliciosas com vegetação casmofítica) +8230 (Rochas siliciosas com vegetação pioneira da *Sedo-Scleranthion* ou da *Sedo albi-Veronicion dillenii*) que passa de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²), tendo sido assim possível salvaguardar uma maior percentagem do Habitat 8220+8230 dos que previstos no Relatório síntese do EIA Consolidado.

A menor afetação do habitat 8220+8230, levou a uma maior afetação do Habitat 4030 (Charnecas secas europeias), que apresenta uma boa representatividade na Zona Especial de Conservação (ZEC) “Montemuro” (PTCON0025), onde se insere o projeto (Desenho 7).

Face ao referido, considera-se que a alteração da localização do aerogerador AG2 e da plataforma a ele associada, que permitiu uma redução da afetação do habitats 8220 e 8230, em cerca de 2154,3 m², vai ao encontro do solicitado no parecer de CA, minimizando-se, assim o impacto da afetação do 8220 e 8330, que na área de estudo ocorrem em mosaico, e que têm uma representatividade mais reduzida na ZEC Montemuro, podendo albergar populações de espécies da flora ameaçadas, consideradas raras e/ou com estatuto de proteção legal, entre as quais *Narcissus asturiensis*, *Teucrium salviastrum*, *Echinospartum ibericum* e *Jasione sessiliflora*.

Salienta-se ainda que, no Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, é identificado ainda que a “localização de cada um dos aerogeradores é um atributo primordial na significância do impacto da redução de efetivos de aves e quirópteros com estatuto de ameaça, presentes na área de estudo.”

A este aspeto refere-se que o Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, permite que com a retirada dos aerogeradores existentes, se liberte áreas que irão permitir a circulação da fauna, quer terrestre quer aérea, na Serra de Montemuro, que atualmente se encontram sob a influência dos aerogeradores do Parque Eólico de Pinheiro, conforme se pretende demonstrar na figura seguinte.

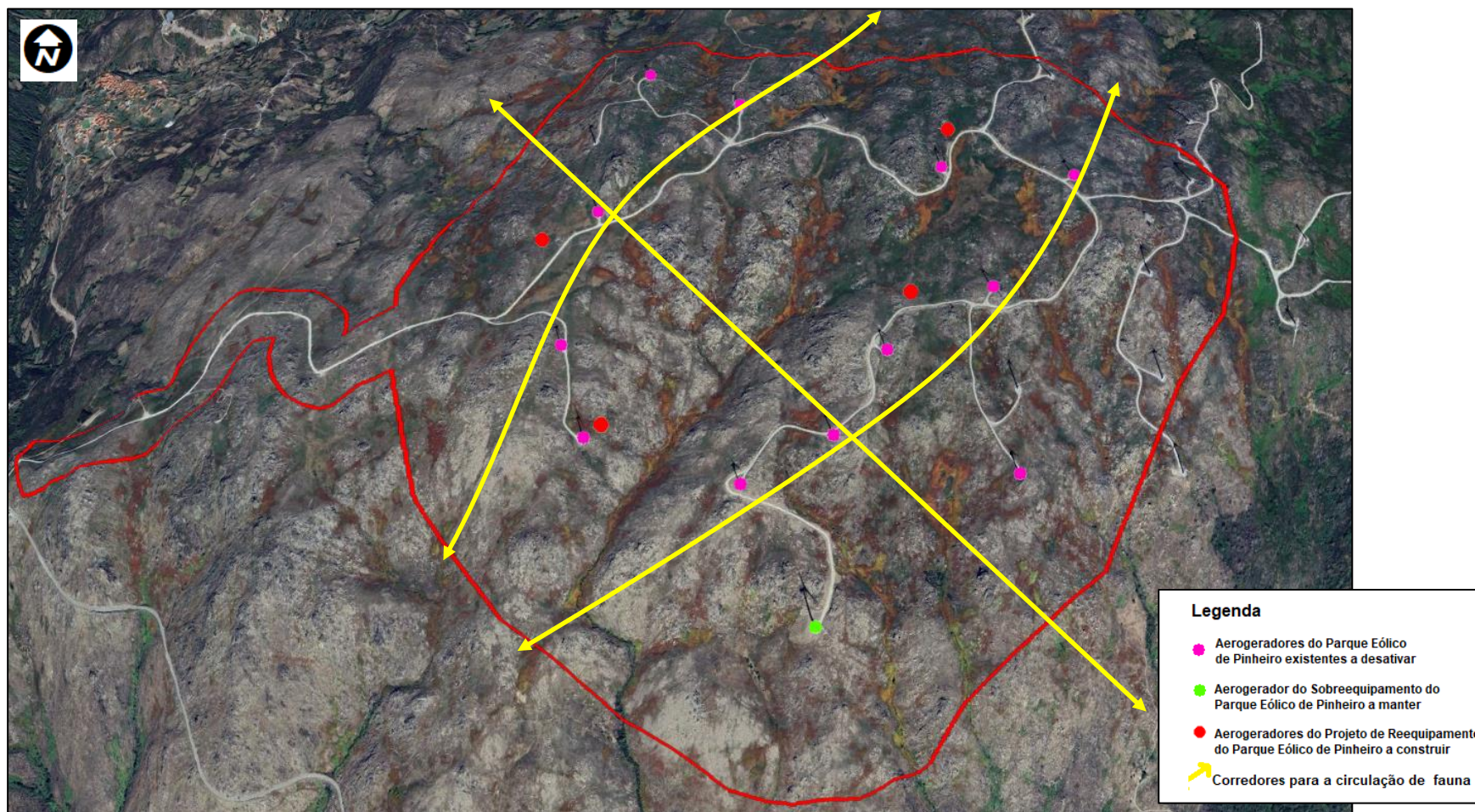


Figura 2 - Corredores para a circulação de fauna, resultantes do desmantelamento dos aerogeradores e existentes.

Nas conclusões do parecer refere-se ainda que “os *impactes negativos nos sistemas ecológicos, tendo em conta a localização do projeto na ZEC da Serra de Montemuro, a sua tipologia, e os valores ecológicos identificados na área diretamente afetada pelo projeto, como a presença de habitats classificados (4030, 8220 e 8230); a existência de abrigos de quirópteros nas proximidades da área do projeto; a sua localização dentro da área de distribuição de lobo-ibérico (Canis lupus subsp. signatus), em particular no interior da área definida como centro de atividade da alcateia de Cinfães; e a coincidência com área de reprodução de tartaranhão-caçador (Circus pygargus).*”

Considera-se que a alteração da localização do aerogerador que permitiu reduzir a afetação do habitat (8220 e 8230), e a desativação dos 12 aerogeradores que permite criar corredores para a circulação de fauna (terrestre e aérea), contribuem para a minimização do impacto mencionado.

4.2.6 Impactes sobre os Recursos Hídricos

A alteração do local de construção do AG2 (ligeiramente mais para oeste) e respetiva plataforma não irá implicar alterações nas interferências temporárias de linhas de água pela vala de cabos, identificadas na Figura 103 do Relatório Síntese do EIA Consolidado, pelo que se mantém o impacto identificado no referido relatório.

As passagens hidráulicas previstas implementar no âmbito do Reequipamento mantêm-se na mesma localização e com as mesmas características, pelo que se mantém o impacto identificado no Relatório Síntese do EIA Consolidado.

Considera-se, assim que, ao nível do fator Recursos Hídricos se mantém válida a avaliação apresentada no Relatório Síntese do EIA Consolidado, nomeadamente que tendo em conta a reduzida área afetada, o carácter localizado das intervenções, os impactos nos recursos hídricos superficiais são classificados de não significativos, sendo que ao nível dos recursos hídricos subterrâneos os impactos são classificados igualmente como pouco significativos.

4.2.7 Impactes sobre a Qualidade do ar

A alteração da localização do aerogerador AG2 não implica alterações na produção de energia elétrica mantendo-se o impacto positivo, conforme referido no Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, “*como impactos positivos destaca-se o próprio objetivo do projeto, uma vez que o reequipamento irá permitir o aumento em cerca de 125% da produção de energia elétrica (de 45,74 GWh/ano para 103,10 GWh/ano), face ao parque eólico atual, o que se traduz em impactos positivos a nível nacional, tendo em conta a contribuição do projeto para a atingir o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Estado Português no que diz respeito à produção de energia a partir de fontes renováveis e à redução em 55% da emissão de gases com efeito de estufa até 2030.*”

4.2.8 Impactes sobre o Ambiente Sonoro

A alteração da localização do aerogerador AG2, que implicou a sua deslocação cerca de 37 m para oeste, implicou que este aproxima-se mais da povoação de Faifa (ficou a cerca de 2123 m de distância) e se afastou mais da povoação da Carvalhosa (ficou a cerca de 2800 m), sendo que não se preveem alterações à análise de impactes efetuada no Relatório Síntese do EIA Consolidado.

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, *“no que se refere ao ambiente sonoro, na fase de construção, poderão existir situações de incomodidade apesar do afastamento da obra aos recetores sensíveis na envolvente. No entanto, estes impactes negativos são temporários e poderão ser minimizados através de possíveis medidas de minimização, onde se inclui a restrição do horário de trabalho. Na fase de exploração, a avaliação realizada prendeu-se essencialmente com os recetores mais próximos. Apesar de se preverem ligeiros aumentos no ruído ambiente para a situação futura, junto de um recetor, antecipa-se o cumprimento da legislação em vigor. Relativamente a impactes cumulativos, prevê-se também o cumprimento do Critério de Exposição e do Critério de Incomodidade junto dos recetores identificados.”*

Refere-se que o horário dos trabalhos de construção já se encontra condicionado pela seguinte medida de minimização incluída no Relatório Síntese do EIA Consolidado, que se transpôs para o presente Relatório Síntese Reformulado:

- *“A fase de obra do projeto deve ser planeada de forma a garantir que os trabalhos são interrompidos no período compreendido entre 1 hora antes do pôr-do-sol e 1 hora após o nascer do sol, inclusive, de forma a evitar o período circadiano de maior atividade do lobo-ibérico, com exceção dos trabalhos de betonagem para execução das fundações dos aerogeradores.”*

4.2.9 Impactes sobre a Paisagem

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, *“na paisagem, os impactes negativos na fase de construção, prendem-se, essencialmente, com a construção das infraestruturas necessárias ao funcionamento dos novos aerogeradores, e das áreas ocupadas necessárias à sua execução. Estas ações implicam modificações na estrutura da paisagem, em particular, fruto da alteração dos usos atuais. Há ainda que considerar, nesta fase, a desorganização espacial e funcional da paisagem, que é própria de uma obra. Este impacto é, contudo, pouco significativo, temporário e minimizável.*

Na fase de exploração os principais impactes na paisagem, decorrem da reconfiguração da estrutura do parque eólico existente, e do seu efeito na leitura da paisagem local. O reequipamento permitirá uma redução expressiva do número de aerogeradores presentes nesta cumeada da Serra de Montemuro. A instalação dos 4 novos aerogeradores traduz-se na alteração direta do território na área de implantação das mesmas, alteração que terá um impacto cénico na paisagem envolvente, uma vez

que os aerogeradores a instalar serão claramente percebidos pelos observadores localizados nas suas proximidades.

O parque eólico será observável a partir de cerca de 42 % da área sujeita a análise. Cerca de 1 720 ha da bacia visual do parque correspondem a áreas com baixa sensibilidade paisagística, 1 340 ha a áreas de média sensibilidade e 780 ha correspondem a áreas de elevada sensibilidade paisagística. O número de aerogeradores observados a partir de todas as povoações será menor após implantação do projeto, embora haja um pequeno aumento da bacia visual global em relação à anterior. Prevê-se assim que desta ação resulte um impacto cénico negativo globalmente significativo - ainda que menos significativo quando comparado com a situação atual de presença de 12 aerogeradores de menor dimensão.”

De forma comparar a visibilidade da nova posição do aerogerador AG2 com a visibilidade da posição do aerogerador AG2 no projeto apresentado no Relatório Síntese do EIA Consolidado, elaborou-se uma nova bacia visual. Na nova posição, a área afetada visualmente corresponde a um acréscimo de apenas 112 ha o que corresponde apenas a 1% da área de estudo da paisagem. Dai que se mantém na íntegra a análise efetuada no Relatório Síntese do EIA Consolidado.

4.2.10 Impactes sobre o Ordenamento do Território

Conforme se pode observar no Desenho 23, a maior parte da área em estudo (aproximadamente 73% da área do Projeto) para a instalação do Projeto encontra-se classificada como Cabeceiras das linhas de água (em ambos municípios), ocorrendo ainda a afetação pontual de pequenos troços de linhas de água definidos na cartografia municipal da Reserva Ecológica Nacional. Face ao referido, não é possível evitar a afetação da REN com a implementação do Projeto, apresentando-se no Quadro 9, a reanálise das áreas de REN a afetar pela implementação do Projeto Reformulado, por tipologia de REN.

Quadro 9 – Áreas de habitats naturais afetados resultante da construção dos elementos do projeto dos novos aerogeradores.

Município	Projeto	Classe	Área (ha)		
			PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO	DIFERENÇA
Castro Daire	Acesso a construir	Cabeceiras das linhas de água	0,32	0,36	0,04
	Acesso existente (a beneficiar)		0,08	0,08	---
	Acesso existente (alargamento)		0,03	0,03	---
	Acesso provisório		0,12	0,13	0,01
	Drenagem		0,11	0,10	-0,01
	Plataformas dos aerogeradores		1,77	1,76	-0,01
	Vala de cabos (a construir)		0,19	0,13	-0,06
	Vala de cabos (a reutilizar)		1,03	1,02	-0,01
	Zonas de aterro/escavação		0,70	0,67	-0,03
	Zona de Pargas		0,17	0,17	---
	Estaleiro		0,10	0,10	---

Município	Projeto	Classe	Área (ha)		
			PROJETO DO EIA CONSOLIDADO	PROJETO REFORMULADO	DIFERENÇA
Total			4,61	4,55	0,07
Cinfães	Vala de cabos (a reutilizar)	Cabeceiras das linhas de água	0,12	0,12	---
Total			0,12	0,12	---
Total			4.74	4.67	0,07

A afetação do domínio público hídrico (pelas valas a reutilizar, desativar e drenagem) no projeto reformulado será de 493,1 m², comparativamente com os 389,5 m² no Projeto do EIA Consolidado

Considera-se que a redução da área de afetação da REN não é significativa pelo que se mantém o impacto mencionado no Relatório Síntese do EIA Consolidado onde se refere que o *“impacte sobre as áreas sujeitas ao regime jurídico da REN apresenta baixa magnitude, atendendo à reduzida expressão espacial das áreas efetivamente ocupadas com as infraestruturas a construir ou posteriormente a desativar, comparativamente com a totalidade da mancha de REN da área de estudo. Assim, não se prevê que a construção do reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro coloque em risco o equilíbrio ecológico que se pretende alcançar com a figura da REN, no caso concreto, Cabeceiras de linhas de água”*.

4.2.11 Impactes sobre o Património

Conforme referido anteriormente, o aerogerador AG2 foi deslocado ligeiramente para oeste, de forma a minimizar a afetação dos afloramentos rochosos (habitat 8220+8230), conforme se apresenta na Figura 3.

A nova localização do aerogerador AG2 irá implicar por um lado, a afetação de uma extensão superior da ocorrência n.º 20 (muros), e por outro lado evita-se a afetação da ocorrência n.º 41 (muros), conforme se pode observar na Figura 3.

No Relatório Síntese do EIA Consolidado já se encontrava referida a afetação das ocorrências n.º 20 e 41, nomeadamente referindo-se que *“no caso da oc. 20 (muros), a construção das plataformas de apoio à construção e manutenção e de um ramal do acesso ao AG02 comportará um impacto direto, negativo, certo, de magnitude média, mas pouco significativo face ao reduzido valor cultural dessa ocorrência. Com base nos elementos do Projeto conhecidos, prevê-se a necessidade de desmonte parcial de um dos muros que compõe o conjunto.*

A construção das plataformas de apoio à construção e manutenção do AG02 comporta um impacto direto, negativo, certo, de magnitude média na oc. 41 (muro), mas pouco significativo, atendendo reduzido valor cultural dessa ocorrência. Com base nos elementos conhecidos do Projeto, prevê-se a necessidade de desmonte ou aterro de alguns trechos do muro de propriedade.”



**PROJETO DE REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE
PINHEIRO
ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
PROJETO DE EXECUÇÃO
REFORMULAÇÃO AO ABRIGO DO N.º 2 DO ARTIGO 16.º
DO DECRETO-LEI N.º 151-B/2013, DE 31 DE OUTUBRO
VOLUME 1 – RELATÓRIO SÍNTESE DA REFORMULAÇÃO
DO PROJETO**

Com a deslocação do aerogerador AG2 é provável que não seja necessário o desmonte ou aterro de alguns trechos do muro de propriedade registados como ocorrência n.º 41, que se encontra a cerca de 6 m do talude da nova posição do aerogerador AG2.

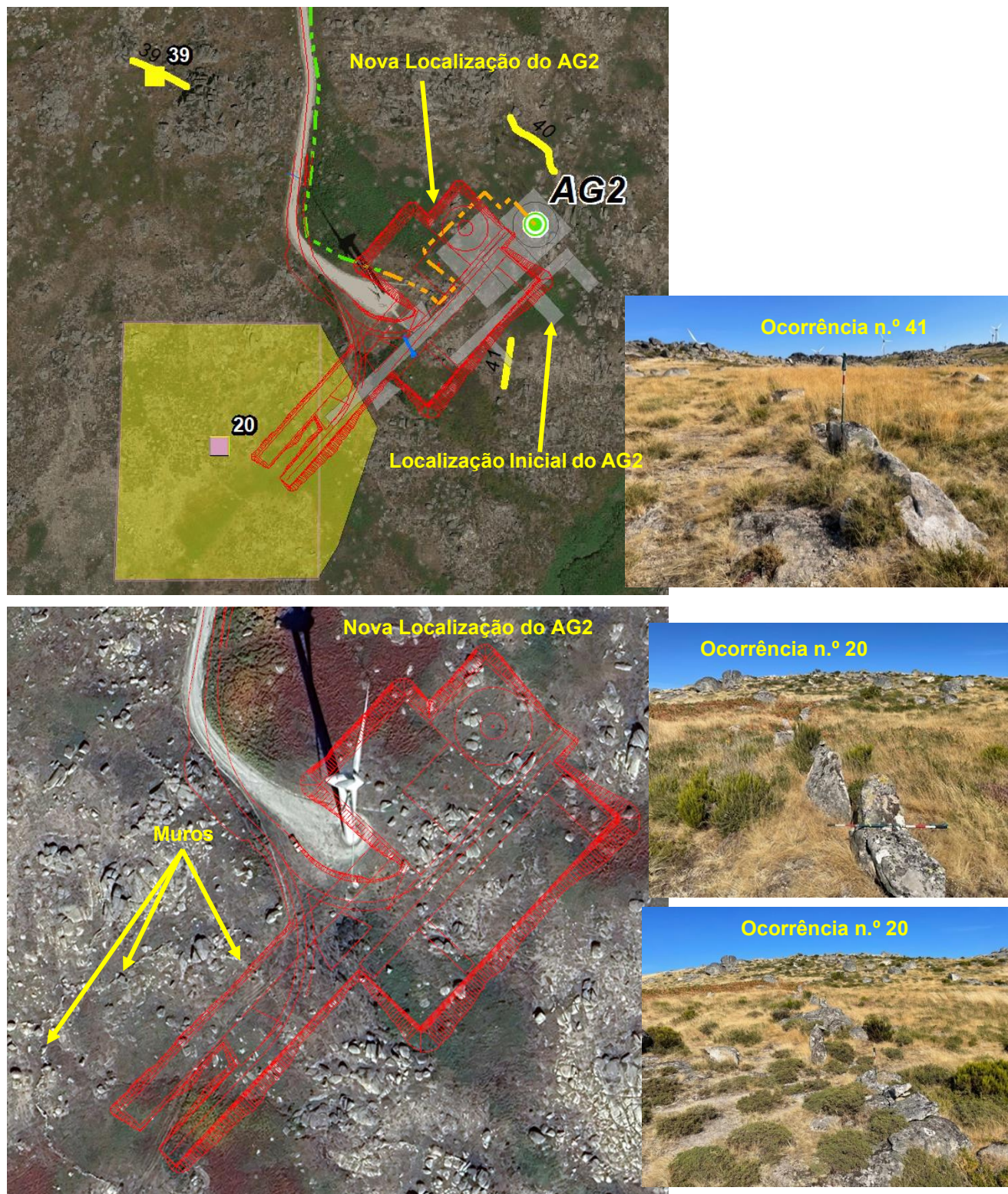


Figura 3 – Afetação da ocorrência 20 (muros) pela nova localização da plataforma do aerogerador AG2.

No Relatório Síntese do EIA Consolidado já se encontrava definida uma medida de minimização direcionada para a afetação das referidas ocorrências patrimoniais, que se manteve no presente Relatório:

“Ajuste, sempre que possível, da posição de partes do Projeto com o objetivo de reduzir ou anular um impacto/incidência negativo, certo ou previsível, sobre as ocorrências patrimoniais 5, 20 e 41. No caso da impossibilidade de alterar o projeto deverá ser realizado o registo documental completo (memória descritiva, implantação topográfica e registo fotográfico geral e de pormenor de alçados), para memória futura.”

De acordo com o Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797, o projeto do Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro é potencialmente gerador de impactes negativos, diretos e indiretos sobre ocorrências patrimoniais, sobretudo na fase de construção do mesmo. Assim, considerando os dados disponíveis, não se deve excluir a forte possibilidade de ocorrência de impactes negativos sobre o património arqueológico, em particular durante a fase de construção, fase esta potencialmente impactante para eventuais vestígios arqueológicos que se possam encontrar ocultos quer pela vegetação, quer pelo subsolo.

Refere-se que está previsto o Acompanhamento arqueológico da empreitada associada ao Reequipamento do Parque Eólico, e da desativação/descomissionamento de infraestruturas eólicas existentes, por arqueólogo, com efeito preventivo em relação à afetação de vestígios de interesse cultural atualmente incógnitos.

4.2.12 Impactes Cumulativos

Em termos de Impactes Cumulativos, a alteração ligeira da posição do AG2, não implica alterações na análise apresentada no Relatório Síntese do EIA Consolidado, referindo-se somente que, a nova posição do aerogerador AG2, torna-o mais visível na envolvente, correspondendo a um acréscimo de apenas 112 ha o que corresponde apenas a 1% da área de estudo da paisagem. Dai que em termos cumulativos se mantém na íntegra a análise efetuada no Relatório Síntese do EIA Consolidado.

5 MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

De seguida é apresentada a totalidade das medidas propostas, para evitar, minimizar ou compensar os impactes negativos associados à implementação do projeto. O conjunto de medidas apresentado, contempla as medidas propostas em sede de EIA Consolidado, medidas que se mantêm aplicáveis,

bem como medidas adicionais, que resultam de questões/considerações levantadas pela Comissão de Avaliação.

5.2 MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE CONSTRUÇÃO

5.2.1 Fase Prévia à Execução das Obras

1. Ajuste, sempre que possível, da posição de partes do Projeto com o objetivo de reduzir ou anular um impacto/incidência negativo, certo ou previsível, sobre as ocorrências patrimoniais 5, 20 e 41. No caso da impossibilidade de alterar o projeto deverá ser realizado o registo documental completo (memória descritiva, implantação topográfica e registo fotográfico geral e de pormenor de alçados), para memória futura.
2. Em fase de piquetagem de obra, deverá ser efetuada a micro localização da vala de cabos, e deverão ser feitos os ajustes necessários para garantir uma menor afetação do terreno natural e dos afloramentos rochosos (Habitat 8230) existentes na sua envolvente. A área deverá ser previamente balizada e a abertura da vala na zona mais próxima de afloramentos rochosos deverá ser efetuada com recurso a uma máquina de pequeno porte.
3. Em fase de piquetagem de obra, se possível proceder a pequenos ajustes nas plataformas dos aerogeradores de forma a evitar ao máximo a afetação dos afloramentos rochosos e habitat 8220+8230, existentes na envolvente.
4. Divulgar o programa de execução das obras à população interessada, designadamente à população residente na área envolvente. A informação disponibilizada deve incluir o objetivo, a natureza, a localização da obra, as principais ações a realizar, respetiva calendarização e eventuais afetações à população, designadamente a afetação das acessibilidades. Esta informação em locais públicos, nomeadamente nas juntas de freguesia e câmaras municipais.
5. Implementar um mecanismo de atendimento ao público para esclarecimento de dúvidas e atendimento de eventuais reclamações, no estaleiro e/ou através de telefone ou endereço de correio eletrónico. Elaborar um relatório relativo à receção e processamento das reclamações e pedidos de informação recebidos através do mecanismo de comunicação a criar para o efeito.
6. Realizar ações de formação e de sensibilização ambiental para os trabalhadores e encarregados envolvidos na execução das obras, relativamente às ações suscetíveis de causar impactos ambientais e às medidas de minimização a implementar, designadamente normas e cuidados a ter no decurso dos trabalhos e relativamente aos valores patrimoniais em presença e às medidas cautelares estabelecidas para os mesmos no decurso de construção.
7. Atualizar de acordo com a DIA e implementar o Plano de Gestão Ambiental da Obra de Construção (PGAO), constituído pelo planeamento da execução de todos os elementos das obras, Plano de

Acompanhamento Ambiental de Obra, planta de condicionamentos atualizada e respetiva identificação e pormenorização das medidas de minimização a implementar na fase da execução das obras.

8. Assegurar por parte do Dono da obra a constituição de uma Equipa de Gestão Ambiental da obra e outra de Acompanhamento Arqueológico da obra.
9. Comunicar com a Equipa de Higiene e Segurança da Obra de forma a garantir a integração das situações de risco ambiental no Plano de Emergência.
10. Atualizar de acordo com a DIA e implementar o Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e demolição (PPGRCD), considerando todos os resíduos suscetíveis de serem produzidos na obra, com a sua identificação e classificação, em conformidade com a Lista Europeia de Resíduos (LER), a definição de responsabilidades de gestão e a identificação dos destinos finais mais adequados para os diferentes fluxos de resíduos. O PPGRCD a implementar deve estar disponível no local da obra, para efeitos de fiscalização pelas entidades competentes, e ser do conhecimento de todos os intervenientes na execução da obra.
11. Atualizar de acordo com a DIA e implementar o Plano de Recuperação das Áreas Intervencionadas (PRAI), intervindo-se nas zonas afetadas pelas obras de forma a possibilitar a melhor integração paisagística.
12. Os trabalhos de construção civil que causem maior perturbação (movimentações de solos, abertura de acesso, construção de fundações e desativação de fundações) e desativação devem ser realizados fora do período que decorre entre 1 de abril e 31 de agosto, de modo a não afetar a época de reprodução do lobo-ibérico.
13. A fase de obra do projeto deve ser planeada de forma a garantir que os trabalhos são interrompidos no período compreendido entre 1 hora antes do pôr-do-sol e 1 hora após o nascer do sol, inclusive, de forma a evitar o período circadiano de maior atividade do lobo-ibérico, com exceção dos trabalhos de betonagem para execução das fundações dos aerogeradores.
14. Deve ser respeitado o exposto na planta de condicionamentos. Sempre que se venham a identificar elementos que justifiquem a sua salvaguarda, a planta de condicionamentos deve ser atualizada. Esta deve ser distribuída a todos os intervenientes da obra.

5.3 MEDIDAS PARA A FASE DE EXECUÇÃO DA OBRA

5.3.1 Medidas Gerais

15. Sempre que possível devem ser utilizados os acessos já existentes, evitando tanto quanto possível a abertura de novos.

16. A execução dos novos acessos deve considerar as seguintes orientações: menor largura possível; exclusão das zonas de maior declive; camada de desgaste menos impactante; taludes de aterro associados a transições laterais segundo inclinações máximas de 2/3 (V/H); taludes de aterro e escavação segundo inclinações inferiores a 1/2 (V/H) e suavizadas por perfil em S (sinusoidal) ou "pescoço de cavalo".
17. Nos acessos a construir e nas plataformas de montagem não devem ser utilizados materiais impermeabilizantes.
18. A conceção dos novos acessos e das plataformas de montagem deve procurar soluções de materiais que reduzam o impacte visual decorrente da utilização de materiais brancos e altamente refletores de luz. Os materiais a utilizar devem ter uma tonalidade próxima da envolvente e no mínimo para aplicação à camada de desgaste do acesso.
19. Prever um sistema de drenagem que assegure a manutenção do escoamento natural (passagens hidráulicas e valetas).
20. As valetas de drenagem não devem ser em betão, podendo ser consideradas valetas revestidas a pedra da região nas zonas de maior declive, ou em outras desde que devidamente justificado.
21. A conceção de todos os órgãos de drenagem, caixas de visita ou valetas deve prever o revestimento exterior com a pedra local/região. No que se refere à eventual utilização de argamassas, as mesmas devem recorrer à utilização de uma pigmentação mais próxima da cor do terreno ou através de utilização de cimento branco.
22. Sempre que a execução de valas para instalação de cabos obrigue a atravessamentos de linhas de água, deve ser assegurado que não ocorrerão alterações de secção, de perfil e das condições de escoamento dessas linhas de água, bem como a prévia obtenção de Título de Utilização dos Recursos Hídricos a solicitar à APA.
23. O tipo de iluminação a utilizar sobre a entrada da torre, deve acautelar situações que conduzam a um excesso de iluminação artificial, com vista a minimizar a poluição luminosa. Todo o equipamento a utilizar no exterior deve assegurar a existência de difusores de vidro plano e fonte de luz oculta, para que o feixe de luz se faça segundo a vertical.
24. Prever a colocação de balizagem aeronáutica diurna e noturna de acordo com a Circular Aeronáutica 10/03, de 6 de maio.

5.3.2 Planeamento dos Trabalhos e Estaleiro

25. Deverá ser designado, por parte do Empreiteiro, o Gestor de Resíduos. Este será o responsável pela gestão dos resíduos segregados na obra, quer ao nível da recolha e acondicionamento

temporário no estaleiro, quer ao nível do transporte e destino final, recorrendo para o efeito a operadores licenciados.

26. Minimizar a dimensão das zonas de trabalho criadas para a execução das fundações, plataformas de apoio à montagem e desativação/descomissionamento dos aerogeradores, acessos a construir e vala de cabos, de forma a facilitar a sua integração, na fase final dos trabalhos.
27. A fase de obra deve ser planeada de forma a garantir que os trabalhos são concentrados no tempo, especialmente os que causem maior perturbação.
28. Os trabalhos de limpeza e movimentação geral de terras deverão ser programados de forma a minimizar o período de tempo em que os solos ficam descobertos e devem ocorrer, preferencialmente, no período seco. Caso contrário, deverão adotar-se as necessárias providências para o controle dos caudais nas zonas de obras, com vista à diminuição da sua capacidade erosiva.
29. Assegurar o escoamento natural em todas as fases de desenvolvimento da obra.
30. Informar os trabalhadores das possíveis consequências de uma atitude negligente em relação às medidas minimizadoras identificadas, incluindo as respeitantes aos valores patrimoniais existentes, através da instrução sobre os procedimentos ambientalmente adequados a ter em obra (sensibilização ambiental) para que desta forma se possam limitar ações nefastas que são levadas a cabo por simples desconhecimento de regras elementares de uma conduta ambientalmente correta.
31. Informar sobre a construção e instalação do projeto as entidades utilizadoras do espaço aéreo na zona envolvente do mesmo, nomeadamente a ANEPC - Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, e entidades normalmente envolvidas na prevenção e combate a incêndios florestais, bem como as entidades com jurisdição na área de implantação do projeto.
32. Para efeitos de publicação prévia de Avisos à Navegação Aérea, deverá ser comunicado previamente à Força Aérea e à ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil o início da instalação dos aerogeradores, devendo incluir-se nessa comunicação todas as exigências que constem nos pareceres emitidos por estas entidades.
33. Fornecer à Direção-Geral do Território as coordenadas exatas dos aerogeradores, com indicação do respetivo sistema de referência, assim como a altura máxima dessas infraestruturas.
34. O estaleiro do projeto deve ser localizado na área proposta no EIA, cumprindo o disposto na planta de condicionamentos, e deve ser organizado nas seguintes áreas:
 - Áreas sociais (contentores de apoio às equipas técnicas presentes na obra);

- Deposição de resíduos: devem ser colocadas duas tipologias de contentores - contentores destinados a Resíduos Sólidos Urbanos e equiparados e contentor destinado a resíduos de obra;
 - Armazenamento de materiais poluentes (óleos, lubrificantes, combustíveis): esta zona deve ser impermeabilizada e coberta e dimensionada de forma que, em caso de derrame accidental, não ocorra contaminação das áreas adjacentes;
 - Parqueamento de viaturas e equipamentos;
 - Deposição de materiais de construção.
35. A área do estaleiro não deverá ser impermeabilizada, com exceção dos locais de manuseamento e armazenamento de substâncias poluentes. No caso das manutenções de máquinas e equipamentos, deverão ocorrer em local impermeável com sistema de drenagem de águas residuais, sendo que, deverá instalar-se um decantador de sólidos e separador de hidrocarbonetos. Caso sejam previstos, locais para a manutenção, fora da área do estaleiro, deverá ser criada uma zona identificada, impermeabilizada, limpa e devidamente limitada. A impermeabilização poderá ser efetuada com manta geotêxtil com plástico acoplado, ou outro material equivalente. Deverá ser ainda aplicada uma bacia de retenção sobre a manta geotêxtil, em plástico, na zona propensa à ocorrência de derrames.
36. Antes de se proceder à instalação e balizamento (vedação em toda a extensão) do estaleiro, e da área complementar de apoio se aplicável, tem de ser apresentado à Equipa de Acompanhamento Ambiental da obra o plano do estaleiro e o modo como se vai proceder à sua gestão, e só após parecer favorável por parte desta equipa, se poderá proceder à sua montagem.
37. Elaborar e afixar em locais estratégicos uma planta do estaleiro com a identificação das diferentes áreas e dos locais de armazenamento de resíduos. Os contentores e outros equipamentos de armazenamento de resíduos devem estar devidamente identificados com uma placa referindo o tipo de resíduo a que se destinam.
38. O estaleiro deverá possuir instalações sanitárias amovíveis, do tipo químico.
39. Os estaleiros deverão possuir equipamentos necessários para dar resposta adequada a situações de emergência ambiental em obra (kit's para atuação em situações de derrame de substâncias perigosas, sistemas de retenção, contenção de fugas/derrames, sacos para acondicionamento do material/solo contaminado, sistemas de combate a incêndio – extintores).
40. A Equipa de Acompanhamento arqueológico deve ser avisada do início dos trabalhos com uma antecedência mínima de 8 dias, de modo a garantir o cumprimento das disposições da DIA.

5.3.3 Medidas Gerais para as Áreas intervencionadas

41. Não deverão ser efetuadas operações de manutenção e lavagem de máquinas e viaturas no local da obra. Caso seja imprescindível, deve ser escavada uma bacia, a qual deve ser impermeabilizada com tela ou outro material impermeável, de modo a conter as águas das lavagens. Estas devem ser recolhidas e levadas a destino adequado por operador habilitado para a gestão de resíduos.
42. Assegurar que são selecionados os métodos construtivos e os equipamentos que originem o menor ruído possível.
43. Caso venham a ser utilizados geradores no decorrer da obra, para abastecimento de energia elétrica do estaleiro, nas ações de testes dos aerogeradores ou para outros fins, estes devem estar devidamente acondicionados de forma a evitar contaminações do solo.
44. Nos dias secos e ventosos, deverão ser utilizados sistemas de aspersão nas áreas de circulação.
45. A fase de construção (o mesmo sucedendo com a fase de desativação) deverá restringir-se às áreas estritamente necessárias, devendo proceder-se à balizagem prévia das áreas a intervencionar. Para o efeito, deverão ser delimitadas ou sinalizadas as seguintes áreas-limite:
 - Estaleiro: o estaleiro deve ser vedado em toda a sua extensão;
 - Acesso: no máximo 3 m para cada lado do limite do acesso a construir;
 - Vala de cabos: nas situações em que a vala de cabos acompanha o traçado do acesso, a faixa a balizar será de 3 m do lado oposto ao acesso, contados a partir do limite exterior da área a intervencionar pela vala, caso contrário é de 5,5 m do lado onde circulam, provisoriamente, as máquinas para a abertura e o fecho da vala e instalação dos cabos, e de 3 m do lado oposto;
 - Aerogeradores e plataformas: deverá ser limitada uma área de 3 m em volta da área a ocupar pela plataforma;
 - Locais de depósitos de terras e zona de pargas;
 - Outras zonas de armazenamento de materiais e equipamentos que pela sua dimensão não podem ser armazenados no estaleiro.
46. Proceder à manutenção e vigilância dos balizamentos/sinalizações, até ao final das obras, até à conclusão dos arranjos paisagísticos.

47. Os serviços interrompidos, no percurso para o transporte dos componentes dos aerogeradores, resultantes de afetações planeadas ou acidentais, devem ser restabelecidos o mais brevemente possível.
48. Acompanhamento arqueológico da empreitada associada ao reequipamento do Parque Eólico, e da desativação/descomissionamento de infraestruturas eólicas existentes, por arqueólogo, com efeito preventivo em relação à afetação de vestígios de interesse cultural atualmente incógnitos. Esse acompanhamento consiste na observação das operações de remoção e revolvimento de solo (desmatção, decapagens superficiais em ações de preparação, modelação ou regularização do terreno) e de escavação no solo e subsolo, conectas com a instalação de estaleiros e áreas de depósito de materiais, a abertura de acessos, valas e fundações e a movimentação de máquinas e equipamentos. No caso dos locais onde a visibilidade do solo foi considerada reduzida ou nula e nos locais onde não foi possível realizar prospeção sistemática, face às condicionantes impostas pela topografia do terreno, o acompanhamento arqueológico deve garantir a repospeção dessas áreas após a execução da desmatção do terreno, de modo a precaver a eventual afetação de locais de interesse cultural inéditos.
49. A revelação de vestígios de interesse arqueológico, no decurso das empreitadas, deve ser comunicada àquela entidade de tutela e avaliadas as medidas a adotar para a sua salvaguarda *in situ* ou pelo registo.
50. Os achados móveis colhidos no decurso dessas empreitadas deverão ser colocados em depósito credenciado pelo organismo de tutela do Património Cultural (atualmente a Direção Geral do Património Cultural).
51. Todas as ocorrências cuja afetação não esteja aqui prevista e se venha a verificar durante a fase de construção, devem ser objeto de salvaguarda da sua integridade física sempre que possível. Na sua impossibilidade deve ser garantida a sua salvaguarda pelo registo documental.
52. Sinalização de todas as ocorrências localizadas a menos de 25 metros da frente de obra, desejando-se, desta forma, minorar ou evitar danos involuntários e garantir a conservação dessas ocorrências.

5.3.4 Desmatção e Movimentação de Terras

53. Os trabalhos de desmatção e decapagem de solos deverão ser limitados às áreas estritamente necessárias. As áreas adjacentes às áreas a intervencionar para implantação do projeto, ainda que possam ser utilizadas ocasionalmente como zonas de apoio, não devem ser desmatadas ou decapadas.
54. Deverão ser salvaguardadas todas as espécies arbóreas e arbustivas que não condicionem a execução da obra.

55. Na utilização de materiais inertes para enchimento de valas ou camadas dos pavimentos dos acessos, deve ser dada atenção especial à sua origem, e condições de armazenamento, não devendo ser provenientes, em caso algum, de áreas ocupadas por plantas exóticas invasoras, para que as mesmas não sejam introduzidas e alterem a ecologia local, , não devendo ser provenientes de áreas com solos contaminados, assim como não devem ser usados materiais dragados.
56. Os trabalhos de escavações e aterros devem ser iniciados logo que os solos estejam limpos, evitando repetição de ações sobre as mesmas áreas e a manutenção de solos nus por elevado período de tempo.
57. A execução de escavações e aterros deve ser interrompida em períodos de elevada pluviosidade e devem ser tomadas as devidas precauções para assegurar a estabilidade dos taludes e evitar ravinamentos e/ou deslizamentos.
58. Durante as ações de escavação a camada superficial de solo (terra vegetal) deverá ser cuidadosamente removida e depositada em pargas. As pargas de terra vegetal proveniente da decapagem superficial do solo não deverão ultrapassar 2 m de altura e deverão localizar-se na vizinhança dos locais de onde foi removida a terra vegetal, em zonas planas e bem drenadas (zona de pargas), para posterior utilização nas ações de recuperação.
59. A profundidade da decapagem da terra viva deve corresponder à espessura da totalidade da terra vegetal, em toda a profundidade do horizonte e não em função de uma profundidade pré-estabelecida. As operações de decapagem devem ser realizadas com recurso a balde liso e por camadas, sendo a espessura destas a definir pelo Dono de Obra em função do perfil existente nas diferentes áreas sujeitas a intervenção.
60. As terras vegetais/vivas a decapar onde ocorram espécies vegetais exóticas invasoras devem ser separadas das demais e não reutilizadas em qualquer ação de recuperação e integração paisagística, devendo proceder-se à sua eliminação a depósito adequado ou através da inversão dos horizontes do solo a uma profundidade mínima de 1 m.
61. A progressão da máquina nas ações de decapagem deve fazer-se sempre em terreno já anteriormente decapado, ou a partir do acesso adjacente, de forma que nunca se circule sobre a terra vegetal. Deve ser evitado o recurso a máquinas de rasto de forma a também evitar a compactação da camada de solo abaixo da terra vegetal.
62. Caso se revele necessária a utilização de explosivos, deverá recorrer-se a técnicas de pré-corte e ao uso de microrretardadores, atenuando desta forma a intensidade das vibrações produzidas.
63. As populações envolvidas deverão ser informadas, com uma antecedência mínima de 8 dias, sobre o início dos trabalhos com explosivos, o respetivo cronograma, o objetivo, a natureza, a sua

localização, as principais ações a realizar, e os impactes previstos. Esta informação deve ser disponibilizada em locais públicos, designadamente juntas de freguesia e câmaras municipais.

64. A carga e descarga da terra vegetal armazenada nas pargas deve ser efetuada, de forma que os veículos afetos a essas operações não calquem as pargas.

5.3.5 Gestão de Materiais, Resíduos e Efluentes

65. Não poderão ser instaladas centrais de betão na área de implantação do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro. O betão necessário deverá vir pronto de uma central de produção de betão devidamente licenciada.
66. Não utilizar recursos naturais existentes no local de implantação do projeto. Excetua-se o material sobranço das escavações necessárias à execução da obra.
67. O Gestor de Resíduos deverá arquivar e manter atualizada toda a documentação referente às operações de gestão de resíduos. Deverá assegurar a entrega de cópia de toda esta documentação à Equipa de Acompanhamento Ambiental da obra para que a mesma seja arquivada no Dossier de Ambiente da empreitada.
68. É proibido efetuar qualquer descarga ou depósito de resíduos ou qualquer outra substância poluente, direta ou indiretamente, sobre os solos ou linhas de água, ou em qualquer local que não tenha sido previamente autorizado pela Equipa de Acompanhamento Ambiental da obra.
69. Deverá proceder-se, diariamente, à recolha dos resíduos segregados nas frentes de obra e ao seu armazenamento temporário no estaleiro, devidamente acondicionados e em locais especificamente preparados para o efeito.
70. Os resíduos resultantes das diversas obras de construção (embalagens de cartão, plásticas e metálicas, armações, cofragens, entre outros) deverão ser armazenados temporariamente num contentor na zona de estaleiro, para posterior transporte para local autorizado.
71. Os resíduos sólidos urbanos e os equiparáveis deverão ser separados de acordo com as seguintes categorias: vidro, papel/cartão, embalagens e resíduos orgânicos. Estes resíduos poderão ser encaminhados e recolhidos pelo circuito normal de recolha de RSU do município ou por uma empresa designada para o efeito.
72. Os resíduos resultantes do desmantelamento nomeadamente os resíduos resultantes da demolição parcial das fundações (aço e betão) deverão ser encaminhados para destino final autorizado.

73. Encaminhar todos os resíduos e materiais resultantes da desativação do reequipamento, de acordo com o disposto na legislação em vigor, na sua atual redação.
74. O material inerte proveniente das ações de escavação, deverá ser depositado na envolvente dos locais de onde foi removido, para posteriormente ser utilizado nas ações de aterro (aterro das fundações ou execução das plataformas de montagem/desmontagem), sempre que possível e que os materiais tenham características geotécnicas adequadas.
75. O material inerte que não venha a ser utilizado (excedente) deverá ser, preferencialmente, utilizado na recuperação de zonas degradadas ou, em alternativa, transportado para vazadouro autorizado.
76. A Equipa de Acompanhamento Ambiental da obra deve aprovar previamente os locais de obtenção de terras de empréstimo (se necessárias), que não poderão ser em áreas de REN.
77. Deverá ser assegurada a remoção controlada de todos os despojos de ações de decapagem, desmatização necessárias à implantação do Projeto.
78. O armazenamento de combustíveis e/ou outras substâncias poluentes apenas é permitido em recipientes estanques, devidamente acondicionados e dentro da zona de estaleiro preparada para esse fim. Os recipientes deverão estar claramente identificados e possuir rótulos que indiquem o seu conteúdo.
79. O acesso à área de armazenamento de combustíveis e/ou outras substâncias poluentes deverá ser condicionado e restrito.
80. Não é admissível a deposição de qualquer tipo de resíduos ou qualquer outra substância poluente, mesmo que dentro de recipiente, em qualquer local que não tenha sido previamente autorizado pela Equipa de Acompanhamento Ambiental da obra.
81. Em caso de derrame acidental de qualquer substância poluente, nas operações de manuseamento, armazenagem ou transporte, o responsável pelo derrame providenciará a limpeza imediata da zona através da remoção da camada de solo afetada. No caso dos óleos, novos ou usados, devem utilizar-se previamente produtos absorventes. A zona afetada deve ser isolada, sendo o acesso permitido unicamente aos trabalhadores incumbidos da limpeza. Os produtos derramados e/ou utilizados para recolha dos derrames devem ser tratados como resíduos, no que diz respeito à recolha, acondicionamento, armazenagem, transporte e destino final.
82. Durante as betonagens, deverá proceder-se à abertura de bacias para retenção das águas de lavagem das caleiras das autobetoneiras. Estas bacias deverão ser localizadas em zonas a intervencionar, junto aos locais onde serão efetuadas as betonagens da fundação de cada aerogerador. A capacidade de recolha das bacias de lavagem das autobetoneiras deverá ser a mínima indispensável à execução da operação. Finalizadas as betonagens, as bacias de retenção serão aterradas e alvo de recuperação/renaturalização.

83. As águas residuais resultantes das operações de construção civil devem ser coletadas e encaminhadas para tratamento por operador licenciado, após remoção de materiais potencialmente contaminados, a remeter a destino adequado.
84. Caso seja utilizada uma britadeira, é proibida a britagem de pedra não proveniente da obra e/ou que não tenha como fim o próprio uso em obra. A britadeira não deve sair em caso algum do acesso, mantendo-se e operando em permanência sempre dentro das zonas intervencionadas. Caso o material obtido não seja imediatamente utilizado, deve ser depositado e acondicionado em local adequado para o efeito, a definir pela Equipa do Acompanhamento Ambiental. A envolvente da britadeira deve estar protegida quando se localizar próximo de áreas consideradas sensíveis, de modo a minimizar os impactos decorrentes da disseminação de poeiras resultantes da sua utilização. A britadeira deve estar em permanência na obra desde o início até ao fim dos trabalhos em que seja necessária.
85. São proibidas queimas a céu aberto.
86. O transporte de materiais suscetíveis de serem arrastados pelo vento deverá ser efetuado em viatura fechada ou devidamente acondicionados e cobertos, caso a viatura não seja fechada.
87. Deverão ser implementadas medidas de redução de risco de incêndio, nomeadamente quanto ao manuseamento de determinados equipamentos, à remoção e transporte de resíduos decorrentes de operações de desmatção e à desmontagem dos estaleiros (etapa na qual deverão ser removidos todos os materiais sobrantes, não devendo permanecer no local objetos que possam originar ou alimentar a deflagração de incêndios ou potenciar outros perigos).

5.3.6 Circulação de Veículos e Funcionamento de Maquinaria

88. O tráfego de viaturas pesadas deverá ser efetuado em trajetos que evitem ao máximo o incómodo para as populações. Caso seja inevitável o atravessamento de localidades, o trajeto deverá ser o mais curto possível e ser efetuado a velocidade reduzida, devendo ser colocada sinalética nesse sentido.
89. Assegurar que os caminhos ou acessos nas imediações da área do projeto não fiquem obstruídos ou em más condições, possibilitando a sua normal utilização por parte da população local.
90. Alertar as povoações mais próximas de eventuais condicionamentos previstos na circulação viária.
91. Nos veículos pesados de acesso à obra, o ruído global de funcionamento não deve exceder em mais de 5 dB(A) os valores fixados no livrete, de acordo com o nº 1 do artigo 22º do RGR (Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro na sua atual redação).
92. Limitar a circulação de veículos motorizados, por parte do público em geral, às zonas de obra.

93. Não circular com guias de lagartas nos acessos antes e após a montagem dos aerogeradores. Caso seja utilizado este tipo de equipamento, cuja circulação danifica o pavimento dos acessos e obrigam a uma largura excessiva, a guia deve ser transportada em camiões até às plataformas de montagem dos aerogeradores.
94. Proceder à manutenção e revisão periódica de todas as máquinas e veículos afetos à obra, de forma a manter as normais condições de funcionamento e assegurar a minimização das emissões gasosas, dos riscos de contaminação dos solos e das águas, e de forma a dar cumprimento às normas relativas à emissão de ruído.
95. Garantir a presença em obra unicamente de equipamentos que apresentem homologação acústica nos termos da legislação aplicável e que se encontrem em bom estado de conservação/manutenção.
96. Deve ser garantida a limpeza regular dos acessos e da área afeta à obra, de forma a evitar a acumulação e ressuspensão de poeiras, quer por ação do vento, quer por ação da circulação de veículos e de equipamentos de obra.

5.3.7 Fase Final de Execução da Obra

97. Proceder à desativação da área afeta aos trabalhos para a execução da obra, com a desmontagem do estaleiro e desmobilização de todas as zonas complementares de apoio à obra, incluindo a remoção de todos os equipamentos, maquinaria de apoio, depósitos de materiais, entre outros, e limpeza destes locais.
98. Efetuar a reparação das estradas e caminhos pré-existent caso estes tenham ficado danificados em resultado da circulação das viaturas pesadas afetas à obra.
99. Efetuar a descompactação dos solos e áreas utilizadas temporariamente durante a obra de forma a criar condições favoráveis à regeneração natural do coberto vegetal e favorecer a recuperação de habitats.
100. Recuperação paisagística das zonas intervencionadas durante a obra, de acordo com o definido no Plano de Recuperação das Áreas Intervencionadas, designadamente as zonas de armazenamento temporário de materiais, o estaleiro, os taludes do acesso, a vala de cabos e as plataformas dos aerogeradores, incluindo os respetivos taludes. As zonas intervencionadas deverão ser limpas e cobertas com terra vegetal.
101. Assegurar a desobstrução e limpeza de todos os elementos hidráulicos de drenagem que possam ter sido afetados pelas obras de construção.

5.4 MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE EXPLORAÇÃO

102. A substituição de grandes componentes do projeto, entendida como toda a atividade que requeira intervenção de grua, deve respeitar medidas de minimização semelhantes às que uma atividade equivalente tem durante a fase de construção do projeto. A Autoridade de AIA deve ser avisada previamente da necessidade desse tipo de intervenção, bem como do período em que ocorrerá. No final da intervenção deve ser enviado à Autoridade de AIA um relatório circunstanciado, incluindo um registo fotográfico detalhado, onde se demonstre o cumprimento das medidas de minimização e a reposição das condições tão próximas quanto possível das anteriores à própria intervenção.
103. Deverá ser assegurada a limpeza anual, por supressão total, do material combustível na envolvente das respetivas vias de acesso, e envolvente dos aerogeradores, de modo a garantir a existência de uma faixa de gestão de combustível, de acordo com o Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro.
104. Sempre que se desenvolverem ações de manutenção ou reparação do acesso ou da plataforma dos aerogeradores, deve ser fornecida ao empreiteiro para consulta a planta de condicionamentos atualizada e devem ser respeitadas as medidas de minimização para a fase de construção que sejam aplicáveis.
105. Sempre que ocorram trabalhos de manutenção que envolvam alterações que obriguem a revolvimentos do subsolo, circulação de maquinaria e pessoal afeto, nomeadamente em áreas anteriormente não afetadas pela construção das infraestruturas (e que não foram alvo de intervenção), deve efetuar-se o acompanhamento arqueológico destes trabalhos e cumpridas as medidas de minimização previstas para a fase de construção, quando aplicáveis.
106. O eventual aparecimento de vestígios arqueológicos no decurso de trabalhos de reparação ou alargamento das infraestruturas públicas e de construções privadas, com intrusão ao nível do solo/subsolo, deve ser comunicado pelo promotor do Projeto, ao organismo de tutela do Património Cultural, de modo imediato, no sentido de serem acionados os mecanismos de avaliação do seu interesse cultural e respetivas medidas de salvaguarda.
107. Implementar um programa de manutenção de balizagem dos aerogeradores, comunicando à ANAC e NAV qualquer alteração verificada, e assegurar uma manutenção adequada para que o sistema de sinalização funcione nas devidas condições.
108. Encaminhar os diversos tipos de resíduos resultantes das operações de manutenção e reparação dos aerogeradores para os operadores de gestão de resíduos.
109. Os óleos usados nas operações de manutenção periódica dos aerogeradores deverão ser recolhidos e armazenados em recipientes adequados e de perfeita estanquicidade, sendo

posteriormente transportados e enviados para destino final apropriado, recebendo o tratamento adequado a resíduos perigosos.

110. Fazer revisões periódicas com vista à manutenção dos níveis sonoros de funcionamento dos aerogeradores.
111. Caso o funcionamento dos aerogeradores venha a provocar interferência/perturbações na receção radioelétrica em geral e, de modo particular, na receção de emissões de radiodifusão televisiva, deverão ser implementadas as medidas necessárias para a resolução do problema.
112. Reduzir ao mínimo recomendado para segurança aeronáutica a iluminação dos aerogeradores, de modo a não constituir motivo de atração para aves ou morcegos.
113. Assegurar a adequada e regular manutenção, limpeza e desobstrução /desassoreamento das passagens hidráulicas e das valetas, garantindo que as infraestruturas de drenagem acomodam o máximo de capacidade de caudais afluentes.

5.5 MEDIDAS A CONSIDERAR NA FASE DE DESATIVAÇÃO DOS NOVOS 4 AEROGERADORES NO FINAL DE VIDA ÚTIL

114. Tendo em conta o horizonte de tempo de vida útil dos aerogeradores e a dificuldade de prever as condições ambientais locais e instrumentos de gestão territorial e legais então em vigor, deve o promotor, no último ano de exploração do projeto, apresentar a solução futura de ocupação da área de implantação do projeto. Assim, no caso de Desativação/descomissionamento do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, sem prejuízo do quadro legal então em vigor, deve ser apresentado um estudo das respetivas alterações referindo especificamente as ações a ter lugar, impactes previsíveis e medidas de minimização, bem como o destino a dar a todos os elementos a retirar do local. Se a alternativa passar pela desativação, deve ser apresentado um plano de desativação pormenorizado contemplando nomeadamente:
 - ponderação da remoção total ou parcial (de pelo menos 0,5 m) das sapatas de betão dos aerogeradores.
 - solução final de requalificação da área de implantação do projeto, a qual deve ser compatível com o direito de propriedade, os instrumentos de gestão territorial e com o quadro legal então em vigor;
 - modelação do terreno de forma a se obter uma orografia próxima do original;
 - ações de desativação/descomissionamento e obra a ter lugar;
 - destino a dar a todos os elementos retirados;
 - definição das soluções de acessos ou outros elementos a permanecer no terreno;

- apresentação de medidas de minimização a implementar que poderão ser as mesmas da fase de construção, dada as ações a desenvolver serem muito semelhantes às realizadas nesta fase;
- plano de recuperação final de todas as áreas afetadas.

De forma geral, todas as ações deverão obedecer às diretrizes e condições identificadas no momento da aprovação do projeto, sendo complementadas com o conhecimento e imperativos legais que forem aplicáveis no momento da sua elaboração.

6 MONITORIZAÇÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Propõe-se que os Planos de Monitorização da Avifauna e Quirópteros e Ambiente Sonoro propostos no Relatório Síntese do EIA Consolidado se mantenham nos moldes indicados.

7 CONCLUSÕES

No presente documento apresenta-se o Relatório Síntese da reformulação do Projeto de Execução do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, levada a cabo no âmbito do procedimento previsto no n.º 2 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação.

A reformulação do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro surge na sequência do Parecer emitido pela Comissão de Avaliação (CA) no âmbito do procedimento de AIA n.º 3797. O referido Parecer identificou impactos negativos muito significativos em fatores ambientais determinantes, nomeadamente os relacionados com os sistemas ecológicos (afetação de afloramentos rochosos – habitat 8220 e 8230 decorrentes da construção da plataforma de montagem do aerogerador AG2) e com a interferência na qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG).

Conforme referido no Parecer da CA ao Procedimento de AIA n.º 3797 *“como impactos positivos destaca-se o próprio objetivo do projeto, uma vez que o reequipamento irá permitir o aumento em cerca de 125% da produção de energia elétrica (de 45,74 GWh/ano para 103,10 GWh/ano), face ao parque eólico atual, o que se traduz em impactos positivos a nível nacional, tendo em conta a contribuição do projeto para a atingir o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Estado Português no que diz respeito à produção de energia a partir de fontes renováveis e à redução em 55% da emissão de gases com efeito de estufa até 2030.*

Também se verifica como impactos positivos relacionados com o desenvolvimento local, decorrente da compensação auferida aos municípios, em particular pela compensação auferida pelo Fundo Ambiental

(nos termos do art.º 4.º-B do Decreto-Lei n.º 72/2022, de 19 de outubro). Ainda a nível local, o arrendamento dos terrenos baldios, beneficia as comunidades locais de uma compensação anual. Tratando-se de uma fonte de rendimento segura e com continuidade para os Baldios, o impacto gerado é considerado positivo e significativo. No entanto, com a redução do número de aerogeradores, a área de terrenos também será menor, o que terá um efeito negativo nas receitas atuais.”

A reformulação do layout, que implicou a deslocação do aerogerador AG2 cerca de 37 m para oeste, permitiu reduzir significativamente a afetação dos afloramentos rochosos (habitat 8220 e 8230) pela construção do AG2, o que no balanço geral da proposta de implantação da totalidade dos elementos de projeto representa passar de uma área de afetação de 3203,9 m² no Projeto do EIA Consolidado para 1049,6 m² no Projeto Reformulado (redução de 2154,3 m²).

Os resultados deste Estudo Técnico de Análise do impacto do “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro sobre o radar Meteorológico de Arouca do IPMA” (elaborado pelo INESC TEC) apontam no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA, podendo concluir-se que o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” da sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., causa um impacto reduzido que não deverá comprometer a missão operacional do radar meteorológico de Arouca/Pico. No âmbito das conclusões do estudo referido e das reuniões técnicas entre especialistas do INESC TEC e do IPMA promovidas pela Autoridade de AIA após a sessão de trabalho “Coexistência entre radares e aerogeradores” em abril de 2026, o promotor instruiu a 8 de maio um pedido de reapreciação do projeto ao IPMA. Até à data não foi recebida a análise solicitada.

Conclui-se, assim, que a Reformulação proposta do Projeto foi ao encontro das principais preocupações levantadas pela Comissão de Avaliação, permitindo viabilizar ambiental e tecnicamente do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.



**PROJETO DE REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE
PINHEIRO
ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
PROJETO DE EXECUÇÃO
REFORMULAÇÃO AO ABRIGO DO N.º 2 DO ARTIGO 16.º
DO DECRETO-LEI N.º 151-B/2013, DE 31 DE OUTUBRO
VOLUME 1 – RELATÓRIO SÍNTESE DA REFORMULAÇÃO
DO PROJETO**

ANEXOS



**PROJETO DE REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE
PINHEIRO
ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
PROJETO DE EXECUÇÃO
REFORMULAÇÃO AO ABRIGO DO N.º 2 DO ARTIGO 16.º
DO DECRETO-LEI N.º 151-B/2013, DE 31 DE OUTUBRO
VOLUME 1 – RELATÓRIO SÍNTESE DA REFORMULAÇÃO
DO PROJETO**

ANEXO 1

**OFÍCIO S055670-202510-DAIA.DAP, DE 02/10/2025, DA AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE E
PARECER DA COMISSÃO DE AVALIAÇÃO (CA) ASSOCIADO AO PROCEDIMENTO DE AIA N.º 3797**

Eólica da Cabreira, S.A.
Av. D. Afonso Henriques, 1345
4450-017 Matosinhos

S/ referência

Data

N/ referência

Data

S055670-202510-DAIA.DAP
DAIA.DAPP.00008.2025

02/10/2025

Assunto: Processos de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 3796 e n.º 3797
Projeto: Reequipamento do Parque Eólico de Cabril - PL20241217011240
Projeto: Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro - PL20241210010993
Aplicação do procedimento previsto no n.º 2 do artigo 16.º do Decreto-Lei
n.º 151-B/2013, de 31 de outubro

No âmbito dos processos de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) em epígrafe, os pareceres emitidos pelas respetivas Comissões de Avaliação, ao abrigo do disposto no n.º 1 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na atual redação, identificaram, face à pronúncia emitida pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (IPMA), que os projetos irão afetar, de forma significativa, a qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG). Estas interferências com o bom funcionamento deste radar, levaram o IPMA a emitir parecer desfavorável aos projetos em apreço. Consequentemente, considerando a relevância dos radares meteorológicos na deteção e monitorização de fenómenos meteorológicos perigosos, essenciais para a salvaguarda de pessoas e bens, as CA emitiram igualmente parecer desfavorável para ambos os projetos.

Tendo por base os referidos pareceres, a autoridade de AIA entendeu colocar à V/ consideração a possibilidade de utilizar a prerrogativa de modificação de projeto, conforme previsto no n.º 2 do artigo 16.º do suprarreferido diploma.

Nesse sentido, a autoridade de AIA promoveu uma reunião, a qual decorreu no dia 29/09/2025 com a presença de representantes dessa empresa e desta Agência, conforme ata que se anexa.

Face ao exposto na reunião, e tendo presente os pareceres técnicos, foi transmitido por V/ Exa., na referida reunião, o interesse em proceder à modificação do projeto, nos termos previstos no artigo 16.º, n.º 2 e seguintes do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro.

Assim, deve V/ Exa. proceder à apresentação a esta Agência, dentro do prazo previsto no n.º 3 do referido artigo, dos elementos necessários à prossecução dos processos, tendo em conta, quando aplicável, o constante no ponto 2.2. alínea i) e no ponto 3. do documento aprovado pelo Grupo de Pontos Focais das Autoridades de AIA, disponibilizado em anexo.

Os processos de AIA em apreço ficarão suspensos até à apresentação dos elementos acima referidos, por um prazo máximo de 6 meses (180 dias úteis) a contar da data da reunião, nos termos dos n.º 3 e 4 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação.

Mais se informa que esta Agência permanece disponível para prestar todos os esclarecimentos adicionais que considerem necessários.

Com os melhores cumprimentos,

A Diretora do Departamento de Avaliação Ambiental da APA, I.P.,



Maria do Carmo Figueira

(No uso das competências delegadas pelo n.º 1 do Despacho n.º 1042/2025, publicado no Diário da República, 2.ª série n.º 16, de 23 de janeiro)

Anexos: o mencionado

CRF

REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE PINHEIRO

Projeto de Execução

PARECER DA COMISSÃO DE AVALIAÇÃO



**Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.
Património Cultural, I.P.
Laboratório Nacional de Energia e Geologia
Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro
Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte
Direção-Geral de Energia e Geologia
Direção Geral de Saúde - Delegação Regional de Saúde do Centro
Direção Geral de Saúde – Delegação Regional do Norte
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Centro e Ecologia Aplicada Prof. Baeta Neves**

Setembro de 2025

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO	4
3. O PROJETO	4
3.1 ENQUADRAMENTO E LOCALIZAÇÃO	4
3.2 OBJETIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJETO	6
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO	6
4. ANÁLISE DOS FATORES AMBIENTAIS	12
4.1 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA	12
4.2 RECURSOS HÍDRICOS	14
4.3 SISTEMAS ECOLÓGICOS E FLORESTAS	15
4.4 SOLOS E USO DO SOLO	21
4.5 PAISAGEM	26
4.6 SOCIOECONOMIA	31
4.7 CLIMA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	34
4.8 AMBIENTE SONORO	36
4.9 SAÚDE HUMANA	42
4.10 PATRIMÓNIO CULTURAL	43
4.11 ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO	46
5. CONSULTA PÚBLICA	51
6. CONCLUSÕES	54

ANEXOS

- Planta de localização e enquadramento do projeto

1. INTRODUÇÃO

A empresa Eólica da Cabreira, S.A., submeteu, via plataforma SILiAmb, o Estudo de Impacte Ambiental, relativo ao Projeto de Execução do “Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro”, solicitando a instrução do respetivo procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).

A fim de dar cumprimento à legislação em vigor sobre AIA, nomeadamente ao artigo 9º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua atual redação, a Agência Portuguesa do Ambiente, IP (APA), na qualidade de autoridade de AIA, considerou que estavam reunidos os elementos necessários à correta instrução do procedimento de AIA, pelo que nomeou a respetiva Comissão de Avaliação (CA), representada pelos seguintes técnicos:

- APA: Eng.ª Catarina Fialho e Dr. Duarte Prata (coordenação da CA);
- APA: Dr.ª Cristina Sobrinho (consulta pública);
- APA: Arq. Paisagista André Nascimento;
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF): Dr.ª Isa Teixeira;
- Património Cultural, I.P. (PC, IP): Dr. José Luís Monteiro;
- Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG): Dr. Paulo Ferreira;
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR Centro): Dr.ª Inês Pinto
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR Norte): Dr.ª Patrícia Costa
- Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG): Eng.º Marcelo Gomes;
- Direção Geral de Saúde – Delegação Regional do Centro (DRS Centro): Dr.ª Cristina Mendes dos Santos e Dr.ª Vânia Santos;
- Direção Geral de Saúde – Delegação Regional do Norte (DRS Norte): Dr.ª Gabriela Rodrigues;
- Agência para o Clima, I.P. (ApC): Eng.ª Patrícia Gama e Eng. André Alves (Alterações Climáticas);
- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP): Professora Cecília Rocha e Professor António Carvalho;
- Centro de Ecologia Aplicada Prof. Baeta Neves (CEABN): Arq. Paisagista Rita Herédia e Arq. Paisagista João Félix.

O projeto em avaliação corresponde à tipologia definida no ponto 3i, do Anexo II, do diploma mencionado respeitante a “Aproveitamento da energia eólica para produção de eletricidade”.

Ao abrigo do atual Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental (RJAIA), o Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro está sujeito a procedimento de AIA, nos termos da subalínea i), da alínea b) do n.º 4, do artigo 1º, uma vez que:

4 – São ainda sujeitas a AIA, nos termos do presente decreto-lei:

(...)

b) Qualquer alteração ou ampliação de projetos enquadrados nas tipologias do anexo I ou do anexo II, já autorizados, executados ou em execução e que não tenham sido anteriormente sujeitos a AIA, quando:

i) Tal alteração ou ampliação, em si mesma, corresponda ao limiar fixado para a tipologia em causa;

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) em avaliação é composto pelos seguintes documentos:

- Volume 1 – Relatório Síntese
- Volume 2 – Resumo Não Técnico
- Volume 3 – Anexos Técnicos
- Volume 4 - Aditamento

O EIA apresentado foi elaborado pela empresa TPF – CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A., e desenvolvido no período compreendido entre maio de 2024 e junho de 2025.

2. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO

O procedimento de avaliação de impacto ambiental contemplou o seguinte:

1. Início a 30/12/2024, após estarem reunidos os elementos necessários à sua instrução.
2. Instrução, a 17/01/2025, do procedimento e nomeação da Comissão de Avaliação (CA).
3. Realização, a 28/01/2025, de reunião com o proponente e consultor para apresentação do projeto e do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) à CA.
4. Apreciação da Conformidade do EIA, da documentação adicional e consulta do projeto de execução:
 - Foi considerado necessária a apresentação de elementos adicionais, os quais foram submetidos pelo proponente sob forma de EIA consolidado;
 - Após análise deste documento, foi considerado que o mesmo, de uma maneira geral, dava resposta às lacunas e dúvidas anteriormente identificadas, pelo que o EIA foi declarado conforme a 25/06/2025.
5. Abertura de um período de Consulta Pública, que decorreu de 01 de julho de 2025 a 11 de agosto de 2025.
6. Realização, a 10/07/2025, da visita de reconhecimento da área de implantação do projeto, onde estiveram presentes alguns dos representantes da CA e do proponente.
7. Apreciação ambiental do projeto, com base na informação disponibilizada no EIA e respetivo Aditamento, tendo em conta as valências das entidades representadas na CA e ponderados todos os fatores em presença, incluindo os resultados da participação pública.
8. Elaboração do Parecer Final da CA, que visa apoiar a tomada de decisão relativamente à viabilidade ambiental do projeto.

3. O PROJETO

A informação apresentada neste capítulo foi retirada dos elementos que compõem o Estudo de Impacte Ambiental.

3.1 ENQUADRAMENTO E LOCALIZAÇÃO

O Parque Eólico do Pinheiro, localizado na Serra de Montemuro, foi projetado em 1998 com 12 aerogeradores de 1 800 kW de potência unitária, correspondendo a uma potência total instalada de 21,6 MW. À data, embora não tenha sido sujeito a procedimento de AIA por via da inexistência de legislação que o impusesse, foi objeto de um Estudo de Incidências Ambientais.

Recentemente, o parque eólico foi alvo de um sobreequipamento com a instalação de um aerogerador de 4200 kW, cujo projeto foi sujeito a processo de AIA (Procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental n.º

3436) por se localizar em área sensível e, em conjunto com outros projetos num raio inferior a 2 km, totalizar mais de 10 aerogeradores. A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável condicionada foi emitida em 28 de novembro de 2022.

O projeto em análise - Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro - prevê a renovação do parque através da substituição dos 12 aerogeradores mais antigos por 4 novos, maiores, mais eficientes e tecnologicamente avançados, mantendo o aerogerador do sobreequipamento, mais recente.

O projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro localiza-se, maioritariamente, na região Centro, no distrito de Viseu, concelho de Castro Daire, abrangendo as freguesias de Pinheiro, união das freguesias de Picão e Ermida, e união das freguesias de Parada de Ester e Ester. Marginalmente, estende-se também à região Norte, distrito de Viseu, concelho de Cinfães, união das freguesias de Alhões, Bustelo, Gralheira e Ramires.

A Erro! A origem da referência não foi encontrada. apresenta a localização dos aerogeradores existentes a desmontar e os aerogeradores a instalar.

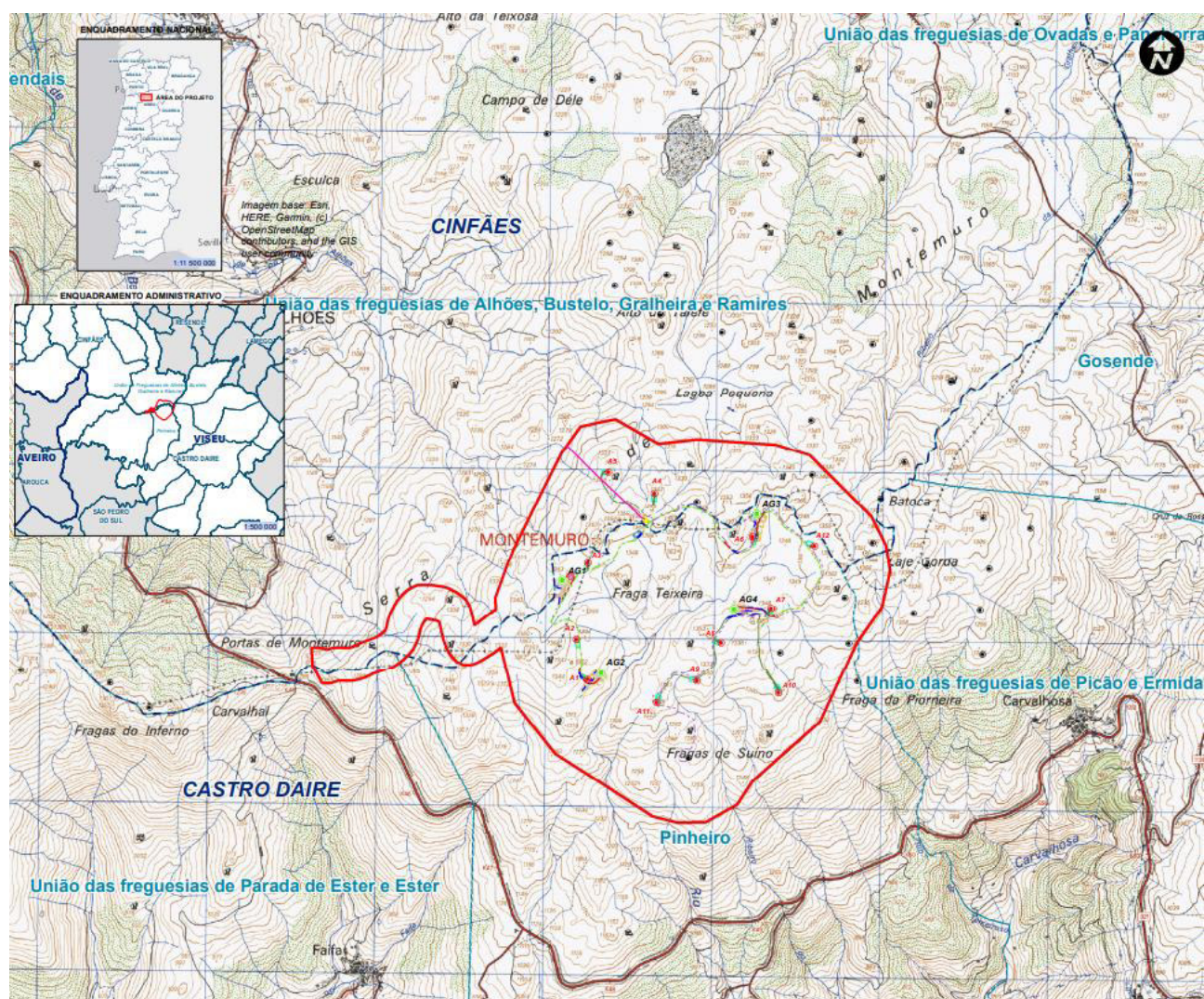


Figura 1 - Localização dos aerogeradores (Legenda: vermelho – a desinstalar; verde a instalar) (Fonte: EIA)

De acordo com a definição de área sensível nos termos do disposto na alínea a) do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, a área de implantação do projeto sobrepõe-se, em toda a sua extensão, com a Zona Especial de Conservação (ZEC) da Serra de Montemuro (PTCON0025), pertencente à Rede Natura 2000.

Para além da ZEC da Serra de Montemuro, o projeto não se sobrepõe a outras tipologias de área classificadas ao abrigo do Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade.

Refira-se que área de implantação do projeto está submetida a regime florestal, designadamente Perímetro Florestal da Serra de Montemuro.

A área onde o projeto se insere observa uma considerável ocupação por Parques Eólicos (PE). Verifica-se a ocupação de uma área de território relevante, por vários parques eólicos existentes na envolvente, num raio de 10 km em redor do Parque Eólico de Pinheiro, a saber: Alto do Coto (5 aerogeradores), Alto do Talefe (9), Alto Douro (11), Arada/ Montemuro (37), Bustelo (9), Cabril (12), Casais (1), Cinfães (4), Ferreiros (2), Fonte da Quelha (9), Lagoa D. João e Feirão (18), Montemuro (8), Ribabelide (5), São Macário II (10), São Pedro (5), Sobrado (4) e Testos (1).

3.2 OBJETIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJETO

O projeto de reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro permitirá a renovação de um parque que se aproxima do final da sua vida útil, traduzindo-se num aumento da produção anual de energia.

Atualmente, a o parque eólico produz anualmente cerca de 45 747 MWh. Com o reequipamento, prevê-se um aumento anual de cerca de 57 354 MWh, o que corresponde a 55,6% da produção total prevista (103 101 MWh). Esta renovação contribuirá para a transição energética de Portugal, promovendo o aproveitamento de uma fonte renovável e não poluente, além de contribuir para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e no cumprimento das metas nacionais do Plano Nacional de Energia e Clima 2030.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro pretende a substituição de 12 aerogeradores, com torres de 86 m de altura, rotores de 66 metros de diâmetro, e potência unitária de 1,8 MW, por 4 aerogeradores, com torres de 114 m, rotores com 172 m de diâmetro e potencia unitária de 7,2 MW.

A potência unitária dos novos equipamentos será limitada a 6,48 MW, totalizando uma potência total instalada de 25,92 MW, o que representa um aumento de 20% face à potência de ligação original, em conformidade com o disposto no n.º 2 do artigo 71.º do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro.

O Parque Eólico de Pinheiro passará assim a ter uma potência total instalada de 30,12 MW, e constituído pelas seguintes infraestruturas: 5 aerogeradores (4 novos do reequipamento + 1 manter do sobreequipamento), rede elétrica subterrânea de interligação dos novos aerogeradores à subestação (existente), ligação a 60 kV à Rede Nacional de Distribuição (existente) e acessos (a construir, existentes e a beneficiar).

O projeto de reequipamento contempla como ações principais:

- Implantação de 4 aerogeradores;
- Criação de acessos, cerca de 515 m, e plataformas (160 m) para os 4 aerogeradores a implantar;
- Execução da Rede elétrica subterrânea;
- O desmantelamento dos 12 aerogeradores, com respetiva recuperação das áreas de ocupação;
- Beneficiações e alargamentos pontuais do acesso principal existente, em cerca de 520 m;
- Alterações a nível elétrico a efetuar na Subestação Elétrica de Pinheiro 60/20kV, de modo a comportar a injeção adicional de 20% da potência de ligação.

Os **aerogeradores** a instalar serão constituídos por uma torre tubular cônica que suporta uma unidade geradora, constituída por um rotor de três pás ancorado numa cabine “*nacelle*”. A torre terá, na parte superior, o rotor e a cabine com o grupo gerador, caixa de velocidades e os quadros de regulação e, na base, os quadros de potência à tensão de produção e de controlo do grupo. O acesso à turbina é feito através de uma porta existente na base da torre.

Estão incluídas plataformas de serviço internas e iluminação interior. Assim como uma escada interior de acesso à *nacelle*, que inclui um sistema de segurança anti queda.

No quadro seguinte apresentam-se as principais características dos novos aerogeradores

Quadro 1 - Resumo das características gerais dos aerogeradores

Características dos novos aerogeradores	
Potência unitária	6,48 MW
Altura da torre	114 m
Diâmetro do rotor	172 m
Posto de transformação	interno
Número de pás	3
Velocidade de rotação do rotor	12,1 rpm
Velocidade do Vento Início de funcionamento	3 m/s
Velocidade do Vento Paragem	25 m/s
Potência total instalada	24,2 MW

A estrutura do aerogerador é essencialmente metálica, pintada de cor branca, com exceção das pás que são em liga leve ou fibra, também pintadas de cor branca

Está previsto os aerogeradores terem balizagem aeronáutica de acordo com a Circular de Informação Aeronáutica n.º 10/03, de 6 de maio, que especifica as limitações em altura e balizagem de obstáculos artificiais à navegação aérea.

Dado a elevada dimensão das pás dos aerogeradores, estas serão transportadas até ao local de montagem com recurso a transportes especiais, um equipamento do tipo *blade lifter*, o que minimizará a necessidade de intervenções nos acessos ao parque eólico.

Relativamente às posições dos novos aerogeradores, é referido no EIA que a definição do *layout* final do projeto teve em consideração não só condições técnicas, bem como condicionantes arqueológicas, ambientais e de servidões e restrições de utilidade pública, identificadas no decurso da elaboração do presente estudo.

Para permitir a instalação, montagem e, posteriormente, algumas atividades de manutenção/reparação, será necessário construir uma **plataforma** junto a cada aerogerador, para a montagem dos seus componentes com recurso a guias de elevada capacidade, com dimensões adequadas à dimensão dos componentes dos aerogeradores (devido à maior dimensão destas infraestruturas e consequente maior área de implantação) e das guias que serão utilizadas na montagem.

A área total de ocupação prevista das 4 plataformas é de 22 000 m², com cada plataforma a apresentar uma dimensão média de 5 500 m², sendo que as dimensões podem variar em função das condições topográficas do terreno (Fig.2).

O pavimento das plataformas será constituído maioritariamente por com Agregado Britado de Granulometria Extensa (ABGE)/*tout-venant* com uma espessura de 30 cm. As superfícies serão deixadas com uma pendente

de 1%, com o sentido da inclinação natural do terreno, não sendo necessário em caso algum impermeabilizar o terreno.

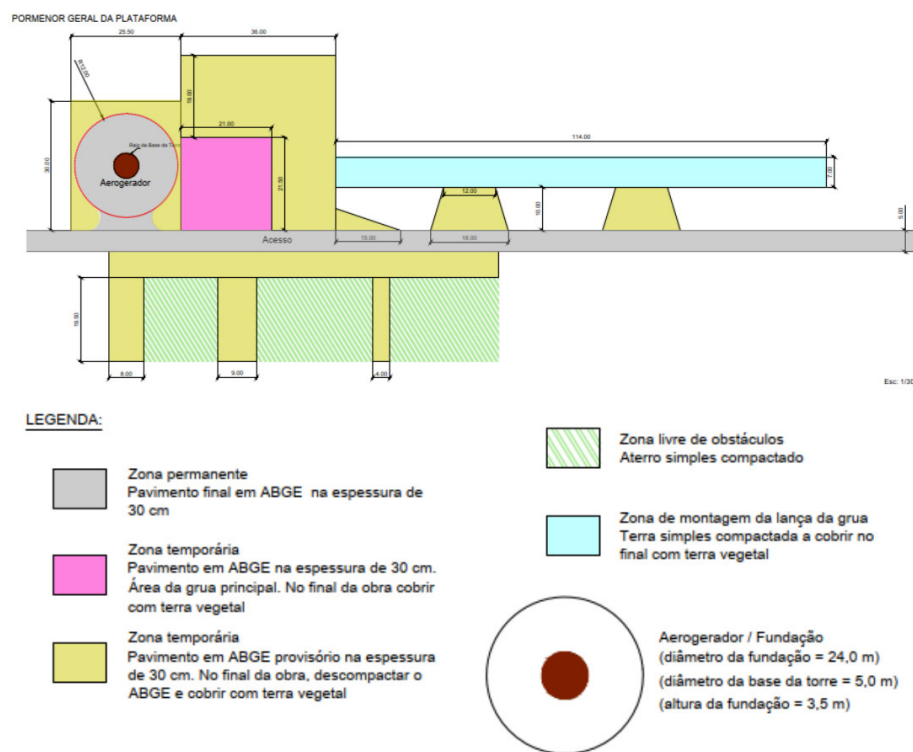


Figura 2 - Plataforma Tipo. (Pág.27 do RS)

Na fase final da construção, após a montagem dos aerogeradores, está prevista a realização de trabalhos de **recuperação paisagística das plataformas**, de forma a minimizar o impacto paisagístico e a prevenir possíveis ações erosivas. Nesse sentido, após a montagem de cada aerogerador, a respetiva plataforma, depois de retirado todo o material artificial que venha a ser colocado sobre ela, será coberta com terra vegetal, ficando somente uma circular em torno do aerogerador, com pavimento conforme mencionado anteriormente e largura suficiente para que um veículo ligeiro o contorne (numa faixa de 4 a 5 m de raio em redor da base da torre de suporte do aerogerador).

Contudo, as plataformas serão ainda utilizadas em casos excepcionais na fase de exploração, como são as grandes reparações, em que é necessário o recurso a equipamentos pesados.

Parte da superfície da plataforma corresponde à **fundação** para a instalação de cada aerogerador, a executar em betão armado e dimensionada tendo em conta as cargas efetivas dos equipamentos, o tipo de solo e as especificações técnicas do fabricante. A fundação de cada torre, representada, é realizada em betão armado com planta de base circular com cerca de 24 m de diâmetro, e profundidade de 3,5 m (figura 2), perfazendo uma área de cerca de 450 m² e um volume de cerca de 750 m³. O volume de terras escavado resultante da sua execução é posteriormente recolocado sobre a sapata.

No que se refere à **rede elétrica interna** de interligação dos novos aerogeradores (média tensão e de transporte de sinais) à subestação do parque eólico existente, será subterrânea. Está previsto um comprimento total de cerca de 3 880 m de rede, sendo 476 m em traçado totalmente novo e 3 404 m em vala reaproveitada.

A vala tipo apresenta uma largura mínima de 0,40 m e uma profundidade mínima de 1,17 m, estando prevista a sua instalação ao longo da parte lateral do acesso existente e reaproveitando as valas existentes. Caso existam zonas de travessia, as valas terão largura de 0,80 m e profundidade mínima de 1,25 m. Os cabos

serão colocados no fundo da vala, envolvidos em leito de areia. Por cima destes, haverá uma fita de sinalização e proteção mecânica (lajetas).

Nas secções de atravessamento de plataformas e acessos aos aerogeradores, a vala de cabos pode atingir profundidades superiores, no mínimo 1,25 m, e uma largura de 0,65 m.

Os **acessos** serão beneficiados e alargados apenas pontualmente, uma vez que o acesso principal apresenta atualmente pavimento consolidado em muito bom estado.

A beneficiação dos acessos consistirá na aplicação de uma dupla camada de 15 cm de espessura de um Agregado Britado de Granulometria Extensa (ABGE), denominado de *tout-venant*, perfazendo 30 cm de espessura sobre o pavimento existente. Não é expectável a necessidade de adicionar uma percentagem de cimento ao ABGE, uma vez que nas zonas que eventualmente o requererem (declives acima de 9%), contam já com pavimento consolidado.

O perfil transversal tipo dos acessos apresenta uma largura total de 5 m, representando cada via 2,5 m, com as devidas sobrelarguras em curvas mais apertadas (figura seguinte). Não existindo bermas, a faixa de rodagem apresentará a mesma largura da zona permanente da plataforma do acesso, ou seja, 5 m, estando de acordo com as especificações do fabricante do aerogerador.

A inclinação transversal do acesso principal será do tipo duas águas, com declividade de 2,0%, permitindo o escoamento das águas pluviais para as valetas laterais em terra.

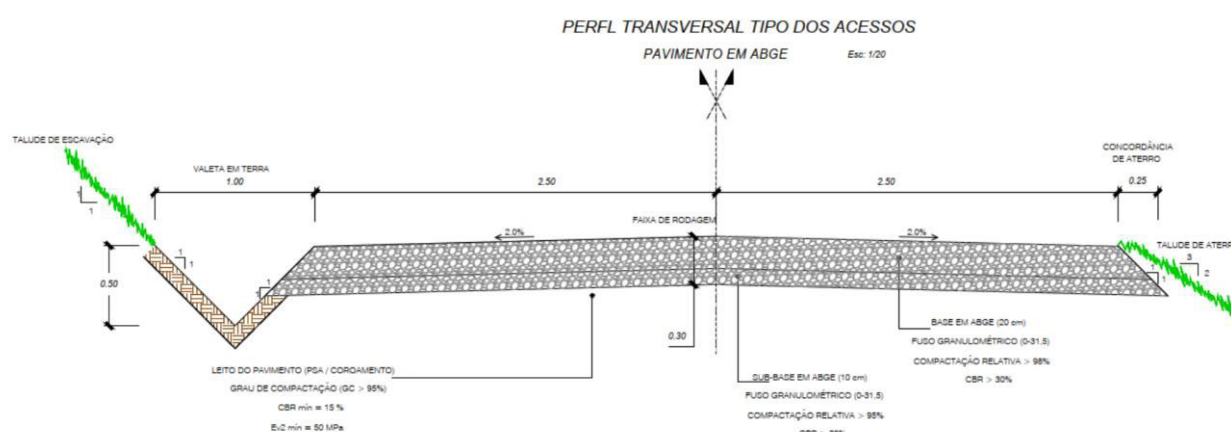


Figura 2 - Perfil transversal Tipo dos acessos (Fonte: EIA)

Os novos acessos a executar têm uma extensão total de 515 metros, enquanto os acessos a beneficiar totalizam cerca de 550 m (cerca de 400 m com alargamento e 150 m sem alargamento). Será ainda necessária a construção de dois acessos provisórios com uma extensão total de cerca de 305 m.

Ao longo do acesso principal e parte das plataformas, sobretudo em zona de escavação, está prevista a execução de **drenagem longitudinal**, com recurso a valetas triangulares em terra, ao longo de cerca de 2 250 m de extensão. A drenagem já existente associada ao acesso principal será retificada, nomeadamente valetas, a reperfilar, e passagens hidráulicas (PH), a limpar.

As valetas terão uma largura mínima de 1 m e profundidade mínima de 0,5 m. Estas serão regularizadas e não deverão ter qualquer tipo de vegetação, nem raízes. A descarga das águas pluviais recolhidas pelas valetas será garantida por via direta para o terreno natural, através de valas em pedra argamassada.

As **PH** existentes são constituídas por manilhas de betão pré-fabricadas. Estima-se que as novas PH terão um diâmetro interior mínimo de 600 mm, podendo ser executadas em Polipropileno ou em manilhas de betão pré-fabricado. A boca de saída a jusante e caixa de recolha a montante serão executadas em betão armado. Em caso de novos órgãos de drenagem os mesmos devem ser revestidos a pedra local da região.

As PH deverão apresentar inclinações compreendidas entre 1 e 4%, correspondentes a velocidades de escoamento de acordo com o respetivo regulamento, ao longo de um comprimento de cerca de 8 metros. Dada a pouca profundidade das mesmas, os tubos devem ser cobertos com betão da classe mínima C16/20, para o devido reforço.

No que se refere aos **movimentos de terra** (escavações e aterros), a figura seguinte resume as estimativas associadas à construção dos 4 novos AG e respetivas infraestruturas. Prevê-se, assim, um excesso de material escavado em relação ao volume de aterro, totalizando +1 762 m³. Este excedente será distribuído ao longo da área de intervenção, em diversos arranjos exteriores, contribuindo para compensar o saldo negativo decorrente da desativação (-2 623 m³).

Ações	Escavação (m ³)	Aterro (m ³)	Balanço (m ³)
Acessos novos	4 800	1 450	3 350
Plataformas	16 135	21 021	-4 886
Fundações	7 360	4 988	2 372
Vala de Cabos	1 863	937	926
Total	30 158	28 396	1 762

Figura 3 - Estimativas de movimentos de terra associados à construção de 4 aerogeradores e respetivas infraestruturas (Fonte: EIA)

A **desativação do parque eólico original** envolve a desmontagem dos 12 aerogeradores existentes, incluindo a demolição parcial das suas fundações, remoção das infraestruturas associadas, e ações de renaturalização.

De acordo com o EIA, o promotor pretende reutilizar os materiais resultantes da desmontagem, privilegiando a circularidade através do mercado de segunda mão e a possível reutilização de componentes, como as pás, noutros parques ou aplicações.

Desmontagem dos Aerogeradores

O processo de desmontagem de cada aerogerador inclui as seguintes etapas:

- Desativação do equipamento;
- Desligamento de todas as conexões elétricas;
- Criação de plataformas de apoio à desmontagem dos componentes dos aerogeradores;
- Desmontagem de todos os componentes acima do solo;
- Demolição de parte da fundação de betão armado dos aerogeradores e aplicação de betão de limpeza como capa selante para evitar o contacto direto com o solo da parte superior das fundações que foram demolidas;
- Limpeza da área de trabalho das fundações e cobertura do cabouco com de forma a restituir a condição natural do terreno;
- Remoção dos cabos elétricos e de comunicação;
- Renaturalização com terra vegetal de troços de acessos a desativar.

Demolição das Fundações

Está prevista a demolição superficial (50 cm) das fundações em betão armado, através da picagem dos plintos com martelos pneumáticos apropriados. O betão e o aço resultantes serão separados e encaminhados para destino final adequado por operador licenciado.

Para isolar a parte remanescente das fundações, será aplicada uma camada de betão de limpeza, formando uma capa selante que evita o contacto direto com o solo. Em seguida, os caboucos serão preenchidos com terras limpas e escavadas, devidamente compactadas, de modo a restituir a condição natural do terreno.

Remoção da Rede de Cabos

Todas as valas originais serão reabertas para remoção dos cabos existentes. Parte destas será reutilizada para a instalação da nova rede interna de interligação dos aerogeradores (Média Tensão e transporte de sinais) à subestação do parque. Os cabos não reaproveitados serão removidos numa extensão total de 2 339 metros (maioritariamente ao longo dos caminhos) e enviados para operador licenciado.

Renaturalização

Está prevista a renaturalização dos acessos e plataformas associados aos aerogeradores desativados, com exceção dos troços que permanecem necessários para a acessibilidade a áreas envolventes ou a locais específicos, como é o caso do ramal de acesso aos aerogeradores AG5 e AG6.

Assim, plataformas de desmontagem, raquetes e acessos dos aerogeradores existentes (desde que terminais) serão renaturalizados com recurso à descompactação do pavimento em ABGE e reposição de extrato vegetal (espessura variável entre 10 e 30 cm) e modelação de terras. Este processo decorre durante a fase de construção, quando os novos aerogeradores estiverem em operação.

No que se refere aos **movimentos de terra** (escavações e aterros), a figura seguinte resume as estimativas associadas à desativação dos 12 aerogeradores existentes e respetivas infraestruturas.

AG	Plataformas		Acessos		Pedestal / Plinto		
	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Remoção betão (m³)
AG1	238,9	332,8	94,0	129,3	4,0	19,0	15,0
AG2	210,0	396,0	30,8	39,6	4,0	19,0	15,0
AG3	308,0	441,0	164,3	219,0	4,0	19,0	15,0
AG4	82,5	315,0	227,5	97,5	4,0	19,0	15,0
AG5	126,0	341,3	142,0	85,2	4,0	19,0	15,0
AG6	108,0	420,0	118,6	92,2	4,0	19,0	15,0
AG7	240,0	600,0	130,2	85,5	4,0	19,0	15,0
AG8	138,0	252,0	88,6	132,9	4,0	19,0	15,0
AG9	250,0	625,0	101,8	66,8	4,0	19,0	15,0
AG10	260,0	625,0	282,6	188,4	4,0	19,0	15,0
AG11	165,0	275,0	39,6	63,7	4,0	19,0	15,0
AG12	157,5	275,0	39,1	87,0	4,0	19,0	15,0
Total	2283,9	4898,0	1459,0	1287,0	47	228	180
Balanço (Escavação - Aterro)	- 2614,1		+ 172,0		-181,0		
Balanço Global (Escavação - Aterro)	- 2623,0						

Figura 4 - Estimativa de movimentos de terras associados à desativação dos 12 aerogeradores e infraestruturas associadas (Fonte: EIA)

O saldo global da fase de construção do projeto, que inclui a construção de quatro novos aerogeradores e a remoção de 12 aerogeradores antigos, é de - 861 m³ (1 762 m³ - 2 623 m³).

Para a execução do projeto será necessário instalar uma área de **estaleiro** e, ainda, áreas provisórias de armazenamento das pás, junto das plataformas de montagem dos aerogeradores.

Na área de estaleiro, prevê-se, para além de contentores de apoio, uma zona destinada a armazenamento temporário de equipamentos e de materiais diversos, tais como resíduos e inertes, e uma zona de estacionamento de veículos e máquinas afetos à obra. A área em causa tem uma área prevista de sensivelmente 1 000 m².

A referida área, bem como eventuais zonas complementares de apoio, desativadas no final da fase de construção e todas as zonas intervencionadas serão completamente limpas e posteriormente naturalizadas.

Em relação à programação temporal do projeto, estima-se que a fase de construção do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, decorra durante um período de 12 meses.

A fase de exploração (vida útil) prevista para o projeto é de 25 anos.

4. ANÁLISE DOS FATORES AMBIENTAIS

4.1 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

4.1.1 Caracterização da Situação Atual

A caracterização da situação atual presente no relatório do EIA contém a informação considerada adequada e suficiente para efetuar a avaliação de impacto ambiental. A síntese da caracterização da geologia, geomorfologia e recursos minerais efetuada no âmbito deste parecer tem por base o referido relatório, a Folha 14 - A Lamego da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000 e a Folha 4 da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:200 000 e respetiva notícia explicativa, complementada por informação interna do LNEG.

Geomorfologia

A área do projeto insere-se numa unidade geomorfológica de primeiro nível, designada por Maciço Ibérico ou Meseta Ibérica, onde se inserem os Planaltos e Montanhas do NW Peninsular, nas quais se situa a serra de Montemuro (Pereira *et al.*, 2014)¹. Esta serra insere-se na unidade geomorfológica de terceiro nível designada por Frente Atlântica das Montanhas do NW Peninsular, que se encontra dissecada por vales encaixados e, por ser de natureza essencialmente granítica, apresenta geoformas típicas das paisagens graníticas com cumes arredondados ou acastelados. A área de projeto situa-se na serra de Montemuro, apresenta uma variação de altitude de 171 m (entre as cotas 1 210 e 1 381 m), desenvolvendo-se ao longo de uma zona no alto da serra bastante plana.

A área afeta ao Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro encontra-se adjacente ao marco geodésico de Montemuro (1 381 m). Pode verificar-se através do modelo digital do terreno (figura 36 do EIA) que se trata de uma área com diversas linhas de cumeadas separadas por vales bastante encaixados e profundos, o que se traduz na existência de declives bastante acentuados. Estas variações na orografia resultaram, essencialmente, de processos erosivos, embora existam nas proximidades a falha de Cinfães (NE-SW) e a falha de Montemuro (NW-SE) que terão condicionado a rede de drenagem.

Geologia

A geologia da área do projeto insere-se, do ponto de vista paleogeográfico, na zona geotectónica designada por Zona Centro Ibérica. A área do projeto está implantada, segundo a Folha 14-A Lamego da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, exclusivamente sobre o granito monzonítico, predominantemente biotítico, porfiroide de grão médio. Segundo a Folha 4 da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:200 000, insere-se sobre o granito varisco sinorogénicos, tardi a pós-tectónico relativamente a D₃, de duas micas, de grão médio em parte porfiroide (Granito de Alva e Pendilhe).

Sismicidade e Tectónica

¹ Pereira, D. M. I., Pereira, P. J. S., Santos, L. J. C., Silva, J. M. F., 2014. Unidades Geomorfológicas de Portugal Continental. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, 15, 4, 567-584.

De acordo com o Atlas do Ambiente - carta de sismicidade histórica e atual (1755-1996) - a área de estudo insere-se no grau VI e apresenta uma intensidade sísmica máxima de grau VI, na escala de Mercalli modificada (1956). De acordo com os mapas de zonamento sísmico do Eurocódigo 8 a área de projeto encontra-se numa zona sísmica 1.6, aceleração máxima de referência $agR=0,35 \text{ ms}^{-2}$, para a Ação Sísmica Tipo 1 e numa zona sísmica 2.5 aceleração máxima de referência $agR=0,8 \text{ ms}^{-2}$, para a ação Sísmica Tipo 2.

As estruturas tectónicas e de deformação significativas na região envolvente à área do projeto (num raio de aproximadamente 60 km) são, como já referido, a falha de Cinfães- Albergaria-a-Velha (NE-SW) e a falha de Montemuro (NW-SE), a falha de Penacova-Régua-Verin (NE-SW) e a falha de Seia-Lousã (NW-SE).

Património Geológico

No que respeita ao património geológico, é referida a inexistência de património ou valores geológicos ou geomorfológicos com interesse conservacionistas (geossítios) na área do projeto ou suas imediações.

Recursos Minerais

Apesar de ser reconhecida, na área de estudo, a ocorrência mineral de tungsténio, estanho, lítio e ouro da Faixa Volfrâmica de Castelo de Paiva, a área prevista para a implantação do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro não se encontra inserida em nenhuma área de prospeção e pesquisa de depósitos minerais.

4.1.2 Avaliação de Impactes

Os principais impactes na geomorfologia e geologia resultantes da implementação de um projeto desta natureza ocorrem durante a **fase de construção** e estão associados a atividades realizadas no âmbito da construção civil. Estas ações poderão interferir diretamente com as unidades litológicas e a morfologia do terreno, provocando alterações permanentes e irreversíveis. Estes impactes foram qualificados como negativos, diretos, permanentes, imediatos, irreversíveis, de magnitude reduzida, certos e não minimizáveis. Em suma, estes impactes são pouco significativos.

De realçar que os grandes afloramentos foram transpostos para a planta geral de condicionamentos, de forma que a sua afetação fosse minimizada. Relativamente aos afloramentos de menores dimensões, o impacto pode ser considerado pouco significativo face à reduzida dimensão de afloramentos a afetar, quando comparada com a área total de afloramentos rochosos existentes.

Foi salvaguardado que, na possibilidade de se recorrer à utilização de explosivos em alguns locais, nomeadamente para a implantação de um ou outro aerogerador, está prevista a utilização de métodos de desmonte que minimizam as vibrações produzidas e a propagação de fissurações no maciço rochoso, particularmente, a adoção de cargas explosivas que garantam o cumprimento da Norma NP2071, de 1983, "Avaliação da influência em construções de vibrações provocadas por explosões ou solicitações similares".

Uma vez que o projeto respeita a um reequipamento, está implícita a necessidade de proceder à desmontagem de 12 aerogeradores. Este procedimento implicará a existência de impactes positivos e negativos, os quais foram devidamente identificados, e acauteladas as respetivas medidas de minimização.

Durante a **fase de exploração** os impactes sobre a geologia e a geomorfologia serão muito restritos e relacionados com as atividades de manutenção do parque eólico.

Na **fase de desativação** os impactes serão semelhantes aqueles que resultam da desmontagem dos aerogeradores.

4.2 RECURSOS HÍDRICOS

4.2.1 Caracterização da Situação Atual

Recursos Hídricos Superficiais

A área abrangida pelo projeto insere-se na Região Hidrográfica do Douro - RH3 no limite entre as sub-bacias do Douro e Paiva.

A área de estudo insere-se nas sub-bacias da ribeira de Bestança, do rio Cabrum, da ribeira da Carvalhosa, do ribeiro do Sonso e do rio Paiva.

A encosta Norte da área de estudo drena para a ribeira de Alhões afluente da ribeira de Bestança. A encosta Este drena para a ribeira da Gralheira afluente do rio Cabrum e para a ribeira do Teixeira. As encostas Sul e oeste drenam para a ribeira do Azibreiro e para o rio Teixeira afluente do rio Paiva, para o ribeiro de Faifa afluente da ribeira de Eiriz, afluente do rio Paiva.

O parque eólico insere-se numa zona de cabeceira. As interferências diretas com leitos de cursos de água resultam da execução de acessos, em quatro pontos, para os quais estão previstas execução de passagens hidráulicas.

Recursos Hídricos Subterrâneos

A área de estudo insere-se na unidade hidrogeológica designada Maciço Antigo Indiferenciado. A formação geológica ocorrente composta por granitos constitui um aquífero que é recarregado por infiltração no maciço da água das chuvas através da fracturação.

O armazenamento de água nesta litologia resume-se na maioria dos casos à rede de descontinuidades.

Não existem captações de água subterrânea dentro da área de estudo ou na proximidade.

4.2.2 Avaliação de Impactes

Os impactes previsíveis sobre os recursos hídricos terão mais expressão na **fase de construção** e supõem alterações das condições de drenagem, resultante quer das impermeabilizações quer das operações de desmatagem e movimentos de terra, e da eventual contaminação dos solos e do meio hídrico.

Recursos hídricos superficiais

Tendo em conta a reduzida área afetada, o carácter localizado das intervenções, os impactes nos recursos hídricos superficiais são classificados de não significativos.

As modificações na drenagem superficial inerentes à implantação de novos elementos são consideradas de negativas.

A recuperação das áreas dos aerogeradores desativados, com posterior recuperação do coberto vegetal, permite estabelecer um equilíbrio com as áreas modificadas, e por isso assumir deste ponto de vista, impactes positivos.

Durante a **fase de exploração** as operações de manutenção serão localizadas e esporádicas.

Os elementos definitivos são limitados aos aerogeradores e respetivos equipamentos, valas e acessos, constituídos por material permeável. Assim, os impactes para esta fase são classificados como não significativos.

Recursos hídricos subterrâneos

Os principais impactes relacionados às ações inerentes ao projeto são associados às alterações na infiltração e disponibilidade de águas subterrâneas, à afetação dos níveis freáticos e à eventual contaminação das águas subterrâneas por derrames no solo.

4.3 SISTEMAS ECOLÓGICOS E FLORESTAS

O projeto de Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro situa-se integralmente no interior de uma área pertencente ao Sistema Nacional de Áreas Classificadas, designadamente a Zona Especial de Conservação (ZEC) PTCON0025 – Montemuro.

Face a esta interferência, o projeto encontra-se sujeito ao definido pelo Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, na sua redação atual, bem como ao estabelecido no Plano Setorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000), preconizado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho.

Do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, importa destacar:

- *Que “As ZEC são sujeitas a medidas de conservação que satisfaçam as exigências ecológicas dos tipos de habitats naturais constantes do anexo B-I e das espécies constantes do anexo B-II presentes nos sítios” (n.º 1 do Artigo 7.º);*
- *Que “Os habitats das espécies dos anexos A-I e B-IV, bem como das espécies de aves migratórias não incluídas no anexo A-I e que não sejam abrangidos pela classificação de ZPE, são sujeitos, sempre que possível, a medidas adequadas para evitar a poluição ou a sua deterioração, tendo em vista os objetivos de conservação das espécies visados pela respetiva classificação” (n.º 3 do Artigo 7.º-C).*

No que respeita ao Regime Florestal, parte da área afeta ao Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro encontra-se inserida no Perímetro Florestal da Serra de Montemuro.

4.3.1 Caracterização da Situação Atual

Para a área de estudo do projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro considerou uma área de cerca de 428 ha. Apresenta uma variação de altitude entre as cotas 1 210 e 1 381 e desenvolve-se ao longo de uma zona no alto da serra bastante plana.

Flora, vegetação e habitats

Para a flora e vegetação, os dados utilizados na caracterização tiveram origem em bibliografia, em trabalho de campo e no relatório de Monitorização da Flora e Vegetação, da Fase de Construção do Sobreequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.

Foram identificados, na área de estudo, seis Habitats Naturais: 3260 – Cursos de água dos pisos basal a montano com vegetação da *Ranunculion fluitantis* e da *Callitricho-Batrachion*, num total de 4,7 ha da área de estudo; 4020* – Charnecas húmidas atlânticas temperadas de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix*, num total de 29,1 ha da área de estudo; 4030 – Charnecas secas europeias, num total de 329,5 ha da área de estudo; 6230* – Formações herbáceas de *Nardus*, ricas em espécies, em substratos siliciosos das zonas montanas (e das zonas submontanas da Europa continental), que ocorre em mosaico com o Habitat 4020, num total de 3,2 ha da área de estudo; 8220 – Vertentes rochosas siliciosas com vegetação casmofítica e 8230 – Rochas siliciosas com vegetação pioneira da *Sedo-Scleranthion* ou da *Sedo albi-Veronicion dillenii*, que ocorrem em mosaico e, em conjunto, abrangem uma área de 53,8 ha da área de estudo. Relativamente ao Habitat 4020, é referido que uma área de 1,3 ha daquele se encontra num estado degradado “*devido à forte presença ou dominância de feto-dos-montes (Pteridium aquilinum) e baixa abundância das espécies bioindicadoras*”, mas que obteve a classificação daquele tipo de Habitat pela presença de espécies características como *Ulex minor*, *Erica ciliaris*, *Calluna vulgaris*, *Potentilla erecta* e *Sphagnum sp.*.

A área de estudo apresenta uma vegetação essencialmente formada por matos rasteiros e uma presença notória de afloramentos rochosos de origem granítica de diferentes dimensões. Não existe qualquer espécie arbórea no interior da área de estudo.

Nesse sentido, o elenco florístico é composto por 415 espécies, essencialmente herbáceas e algumas arbustivas. Durante os trabalhos de campo, foram confirmadas apenas a presença de 70 espécies, justificando que parte das espécies listadas para a quadrícula 10 x 10 m onde a área de estudo se insere “foram consideradas como tendo uma presença “Improvável”, por especificidade de habitat ou outras particularidades ecológicas”. De destacar que o elenco tem listada apenas uma espécie com categoria de ameaça, designadamente *Rubus genevieri*, considerando a sua ocorrência improvável na área de estudo; onze espécies com estatuto de proteção legal, das quais apenas foi confirmada a ocorrência de *Narcissus bulbocodium*; e ainda 64 endemismos, dos quais se confirmou a ocorrência de nove: *Ornithogalum concinnum*, *Crocus carpetanus*, *Carduus carpetanus*, *Silene acutifolia*, *Armeria beirana* subsp. *beirana*, *Cytisus multiflorus*, *Lotus corniculatus* subsp. *carpetanus*, *Linaria elegans* e *Sedum arenarium*.

Relativamente a espécies exóticas invasoras, não foram detetadas quaisquer espécies no interior da área de estudo.

Fauna

Para a fauna, concretamente para Herpetofauna, Avifauna e Mamofauna, os dados utilizados na caracterização tiveram origem em bibliografia, em trabalho de campo realizado em junho e outubro de 2024, e nos dados recolhidos no âmbito dos Planos de Monitorização de Avifauna e Quirópteros do Sobreequipamento.

No que refere à herpetofauna, considera-se que a área de estudo apresenta uma riqueza específica moderada, dado que o elenco é composto por nove espécies de anfíbios e 15 de répteis. Destaca-se duas espécies com estatuto de ameaça, com ocorrência provável não confirmada. Foi confirmada a ocorrência de três das espécies listadas, designadamente cobra-lisa-europeia (*Coronella austriaca*), salamandra-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*) e cobra-rateira (*Malpolon monspessulanus*). Salienta-se ainda que na área de estudo “*não existem locais permanentes com água, como pequenas charcas, tanques ou nascentes*”, mas “*ocorrem pequenos cursos de água e pequenas massas de água temporárias que promovem a reprodução e presença de anfíbios*”.

No que refere à avifauna, referencia-se um elenco com 88 espécies que inclui espécies residentes, migradores de passagem e invernantes, e das quais se confirma a ocorrência de 46 espécies, com destaque para o grupo dos Passeriformes, com espécies bastante conspícuas. Destaca-se 10 espécies com estatuto de ameaça, das quais confirmou-se a ocorrência de seis durante os trabalhos de campo – tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), peneireiro (*Falco tinnunculus*), picanço-real (*Lanius meridionalis*), melro-das-rochas (*Monticola saxatilis*) e sombria (*Emberiza hortulana*).

Por fim, importa referir que no âmbito dos trabalhos de monitorização no sobreequipamento foi detetado apenas 1 cadáver de uma laverca (*Alauda arvensis*), salvaguardando que neste momento apenas se encontra em curso o primeiro ano da fase de exploração. De referir também a monitorização do sobreequipamento do parque eólico de Cabril, durante o qual foi igualmente detetado um cadáver de uma laverca (*Alauda arvensis*), e à monitorização dos parques eólicos de São Pedro e de Casais nos quais, entre março e outubro de 2021 e 2022, foram detetados 8 cadáveres de aves, quatro em cada um dos anos, nomeadamente cinco lavercas (*Alauda arvensis*), um peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*), um andorinhão-preto (*Apus apus*) e uma andorinha-dos-beirais (*Delichon urbicum*).

No que refere aos mamíferos, referencia-se um elenco com 28 espécies, sobretudo quirópteros, roedores e carnívoros. De destacar que das espécies elencadas, sete possuem categoria de ameaça. Apesar de não ter sido confirmada a presença de qualquer espécie durante os trabalhos de campo, confirma-se a ocorrência de 4 espécies + 2 associações de espécies, pelos dados obtidos durante a monitorização do

sobreequipamento, das quais se destaca o morcego-de-ferradura-mediterrânico (*Rhinolophus euryale*), cuja conservação está classificada como Em Perigo.

Especificamente para os quirópteros, é indicado ainda que “na serra de Montemuro existem vários locais capazes de albergar quirópteros cavernícolas em redor da área em análise”, sendo o abrigo conhecido mais próximo a cerca de 2,3 km da área de estudo. O abrigo Moimenta II, classificado como de Importância Nacional no período de hibernação, situa-se a aproximadamente 5,4 km da área de estudo.

De referir ainda os trabalhos de prospeção de Mortalidade no Parque Eólico de São Pedro e de Casais, durante os quais foram detetados 3 cadáveres de morcegos de espécie não identificada em 2021, e um cadáver de morcego, também de espécie não identificada, em 2022.

Especificamente para o lobo-ibérico (*Canis lupus signatus*), é indicado que, “de acordo com os resultados do Plano de Monitorização do Lobo a Sul do Rio Douro – Zona Oeste, correspondente ao período de julho de 2022 a junho de 2023 (Torres et al., 2023), a zona em estudo não é coincidente com a área-vital desta espécie”, contudo “ocorrem duas alcateias conhecidas nas proximidades da área de estudo: a alcateia de Montemuro e a alcateia de Cinfães”. A alcateia de Cinfães “não é detetada desde 2019, que sugere o possível desaparecimento da mesma”, e que a alcateia de Montemuro, com ocorrência estável e com reprodução confirmada, “parece ter-se deslocado mais para sul, perto de Monteiras”, com o centro de atividade a cerca de 11,5 km da área de estudo.

Assim, salienta-se que o projeto se situa: (1) dentro da área de distribuição de lobo-ibérico (*Canis lupus* subsp. *signatus*); (2) em área de reprodução de tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*); e (3) em área de ocorrência de espécies da flora com estatuto de ameaça, entre as quais *Genista ancistrocarpa*, de acordo com os resultados da Lista Vermelha da Flora Vascular de Portugal Continental (Carapeto et al., 2020). Releva-se ainda que a Serra de Montemuro alberga um dos dois núcleos mais relevantes de Borboleta-azul-das-turfeiras (*Phengaris alcon*), cujo estado de conservação se encontra classificada como Em Perigo pelo Livro Vermelho dos Invertebrados de Portugal Continental (Boieiro et al., 2023). É uma espécie característica de prados húmidos de áreas montanhosas sempre, e depende da ocorrência em simultâneo da planta hospedeira, *Gentiana pneumonanthe*, e da formiga *Myrmica aloba*.

O projeto não interfere com nenhum geossítio do Inventário Nacional do Património Geológico.

4.3.2 Avaliação de Impactes

De acordo com a avaliação de impactes apresentada no EIA, a implantação do projeto irá resultar na destruição direta de 4,3 hectares de Habitats Naturais do Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, sobretudo do 4030, mas também dos Habitats 8220, 8230, 4020 e 6230. Prevê-se ainda impactes sobre a fauna, designadamente o efeito de exclusão temporário durante a fase de construção e a morte por colisão com as infraestruturas.

Flora, vegetação e habitats

No que refere à destruição de Habitats, é preciso notar que o habitat 4030 apresenta uma boa representatividade naquela ZEC, bem como noutras áreas classificada semelhantes. Já os tipos de Habitat 8220 e 8330, que na área de estudo ocorrem em mosaico, têm uma representatividade mais reduzida na ZEC Montemuro, podendo albergar populações de espécies da flora ameaçadas, consideradas raras e/ou com estatuto de proteção legal, entre as quais *Narcissus asturiensis*, *Teucrium salvialstrum*, *Echinopartum ibericum* e *Jasione sessiliflora*, que não tendo sido detetadas no âmbito dos trabalhos de campo, têm uma ocorrência considerada provável. Aliás, a ocorrência das duas últimas está confirmada para aquele local de acordo com a Lista Vermelha da Flora Vascular. Importa ainda considerar que estes tipos de habitat rochosos constituem um relevante substrato para fitocenoses rupícolas e epifíticas, em muitos casos com elevado nível de endemismos, destacando-se as briófitas e os líquenes cujo estado de conservação é genericamente subavaliado.

Relativamente aos Habitats prioritários, neste caso o 4020 e o 6230, importa ter em consideração que ambos os tipos são de conservação prioritária o que deve motivar a aplicação de medidas especiais e prioridade na sua conservação. O Habitat 4020 ocorre com baixa frequência na ZEC, o que está diretamente associado à raridade de algumas espécies indicadoras. Pode ainda albergar populações de espécies da flora ameaçadas, entre as quais *Genista ancistrocarpa*, que não tendo sido detetada no âmbito dos trabalhos de campo, tem uma ocorrência considerada possível. A ocorrência da espécie está dada para aquela área de acordo com a Lista Vermelha da Flora Vascular. O Habitat 6230 apresenta boa representatividade na ZEC Montemuro, sendo que esta área classificada contribui de forma relevante para a conservação do Habitat a nível nacional. Este tipo de Habitat depende da drenagem natural, pelo que este deve ser um fator a considerar no desenho de medidas de conservação.

Neste sentido, verifica-se que os impactes relativos à destruição de Habitats Naturais decorrem sobretudo das plataformas de montagem, destacando-se as plataformas dos Aerogeradores AG2 e AG3, que irão afetar uma área significativa de afloramento rochoso (Habitats 8220 e 8230) e de Habitats prioritários de conservação (4020 e 6230), respetivamente.

Relativamente aos afloramentos rochosos, que constituem um Habitat Natural protegido (incluído no Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, na sua redação atual), além da destruição direta não é suficientemente claro que a integridade da parte do afloramento não afetada se mantenha. Os afloramentos rochosos constituem um biótopo relevante para espécies da flora vascular, briófitos e líquenes, mas também para espécies da fauna, com destaque para os invertebrados e para os répteis.

Relativamente aos Habitats 4020 e 6230, que também constituem Habitats Naturais protegidos (incluídos no Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, na sua redação atual), é relevante considerar que a sua conservação é considerada prioritária. Constituem um biótopo relevante para espécies da flora vascular mas também para invertebrados. O caso mais conspícuo refere à Borboleta-azul-das-turfeiras (*Phengaris alcon*) que se alimenta de *Gentiana pneumonanthe*, planta típica de prados húmidos e turfeiras cuja ocorrência foi dada como provável para a área de estudo. Apesar da sua ocorrência ser conhecida em algumas localizações, tem apenas duas colónias consideradas relevantes para a sua conservação, entre as quais a de Montemuro. Acresce o facto de a espécie *Phengaris alcon* apresentar um estado de conservação muito sensível, pelo que é assumido que a ZEC apresenta uma elevada relevância para a conservação da espécie.

O EIA assume o impacto resultante da destruição de Habitats como significativo, embora rebata que a área é diminuta. Nesse sentido, é pertinente considerar que a representatividade dos Habitats em causa já é bastante diminuta, o que significa que a destruição de uma pequena área pode ser muito significativa, especialmente se estiverem em causa espécies com uma condição de conservação já muito sensível.

Relativamente às espécies da flora vascular, de acordo com os resultados do EIA não se prevê um impacto significativo, dado não terem sido detetadas espécies com especial interesse de conservação, contudo o elenco de espécies dá como provável a ocorrência de uma série de espécies vasculares relevantes para a conservação, não só por apresentarem uma distribuição mais rara, mas também por serem relevantes para espécies da fauna. Nesse sentido, o ano zero do Plano de Monitorização da Flora e Vegetação poderá contribuir para sinalizar alguma ocorrência relevante. No que refere a espécies exóticas, por não terem sido identificadas quaisquer espécies, esta será uma questão praticamente insignificante. Contudo, cabe relevar a extrema importância da implementação de medidas de biossegurança, de forma a assegurar que não existirá entrada de espécies com carácter invasor naquele local.

Fauna

Quanto à fauna, há dois impactes bastante preponderantes: o efeito de exclusão causado pela execução da obra e pela presença permanente de novas infraestruturas, particularmente relevante para o lobo-ibérico; e a morte por colisão com as infraestruturas, particularmente relevante para as aves e quirópteros. Para os restantes grupos faunísticos não se preveem impactes significativos.

Relativamente ao lobo-ibérico cabe referir que os centros de atividade das alcateias referenciadas coincidem com parques eólicos em funcionamento, o que se coaduna com o resultado das monitorizações referenciadas no EIA, isto é, que a espécie se adapta à presença das infraestruturas. Não obstante, é certo que a **fase de construção**, à qual está associada um aumento significativo da presença humana na área, contribui para o efeito de exclusão temporário da espécie, sendo a instalação de empreendimentos eólicos uma das principais causas apontadas para a diminuição do número de alcateias estimado a sul do rio Douro. Nesse sentido, é importante ter em consideração que a alcateia de Montemuro, a mais próxima da área de estudo, apresenta uma situação estável e com reprodução confirmada, devendo ser salvaguardada de qualquer perturbação que cause alguma instabilidade. Já a alcateia de Cinfães, a segunda alcateia mais próxima, tem uma ocorrência que *“tem vindo a ser indicada desde meados dos anos 90, pela deteção de alguns indícios de presença atribuíveis ao lobo, mas sobretudo pela ocorrência regular de um elevado número de prejuízos sobre efetivos pecuários ao longo dos anos”*, nunca tendo sido detetadas evidências de reprodução, apesar do esforço contínuo de monitorização. De facto, a presença da espécie naquela área tem demonstrado algumas oscilações ao longo dos anos e, no âmbito do Censo de 2019-2021, foi confirmada a presença da espécie na área, mas não enquanto alcateia.

Conclui-se que o efeito de exclusão poderá ser significativo para o lobo-ibérico durante a fase de construção, o que será passível de minimização através do condicionamento da obra ao período menos crítico para a espécie, isto é fora do período de reprodução. O centro de atividade da alcateia de Montemuro, a mais próxima do projeto, parece manter-se estável numa área situada a este e nordeste do PE de Pinheiro. Relativamente à alcateia de Cinfães, é relevante considerar que esta tem demonstrado uma elevada instabilidade, por motivos que poderão não estar diretamente associados ao funcionamento do parque eólico.

O efeito de exclusão poderá fazer-se sentir também sobre outras espécies, em particular aves, mas já durante a **fase de exploração**. O trabalho desenvolvido por Marques *et al.* (2020) demonstra precisamente que a cada aerogerador está associada uma área significativa de perda de habitat (cerca de 674 metros de raio em torno do aerogerador), ainda que existam condições favoráveis ao voo, o que pode ser particularmente relevante para as aves planadoras durante o período de migração, dado que estão restritas a utilizar áreas com condições de vento específicas.

No caso da avifauna, o efeito de exclusão não será passível de ser minimizado com a implementação de medidas. Contudo, é de considerar que o espaço do reequipamento já se encontra ocupado por aerogeradores, pelo que a implementação do projeto constitui uma manutenção do impacte negativo já existente.

No que refere à morte por colisão com as infraestruturas, importa avaliar sobretudo os impactes sobre as espécies de aves e de quirópteros.

Relativamente à avifauna, importa notar que na área de estudo está confirmada a ocorrência de diversas espécies ameaçadas, sobretudo aves de rapina, entre as quais se destacam a águia-cobreira (*Circaetus gallicus*), tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*), peneireiro (*Falco tinnunculus*) e falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), mas também passeriformes como o melro-das-rochas (*Monticola saxatilis*), picanço-real (*Lanius meridionalis*) e sombria (*Emberiza hortulana*). É indispensável considerar que, mesmo que o número de aves mortas por colisão seja globalmente pouco significativo, o impacte da redução de efetivos de uma população de uma espécie ameaçada e cujo efetivo populacional já é diminuto pode ser, na verdade, bastante significativo. No caso do tartaranhão-caçador, que além de ser uma espécie Em Perigo de extinção, tem naquela região um importante núcleo reprodutor, devido à existência de habitats naturais adequados, pelo que a perda de um único indivíduo pode ser muito significativa. A bibliografia aponta para uma correlação positiva entre a localização dos aerogeradores e a mortalidade de aves, sendo que, em serras, aerogeradores situados em zonas de escarpas registam uma maior mortalidade. Os novos aerogeradores do PE do Pinheiro serão colocados na envolvente dos aerogeradores já instalados, que têm registado uma mortalidade de aves diminuta, e a localização coincide com uma zona mais aplanada daquela elevação.

Relativamente aos quirópteros, importa notar que apesar de no interior da área de estudo não existirem abrigos, existem abrigos conhecidos relativamente próximos, além de que a área constitui claramente uma zona utilizada por quirópteros, seja de alimentação seja de passagem, dado ter sido confirmada a ocorrência de uma série de espécies. A mortalidade associada aos aerogeradores eólicos é um fator especialmente significativo para algumas espécies de morcegos, entre os quais o morcego-anão (*Pipistrellus pipistrellus*), o morcego-de-kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), o morcego-de-Savii (*Hypsugo savii*) e para o morcego-arborícola-pequeno (*Nyctalus leisleri*), todos eles com um estatuto de conservação considerado Pouco Preocupante e com presença confirmada na área de estudo.

É ainda importante notar que os impactes estão a ser avaliados tendo por base os dados dos parques eólicos já em funcionamento, que possuem aerogeradores de uma dimensão significativamente inferior aos novos que estão a substituir aqueles. Ora, dada a diferença significativa de tamanho é, pelo menos, expectável que a probabilidade de colisão aumente, ainda que o número de aerogeradores e a área ocupada seja menor. Por exemplo, a reduzida mortalidade de morcego-rabudo (*Tadarida teniotis*) detetada em parques eólicos estará, muito provavelmente, relacionada com o facto de esta espécie voar acima da zona de risco de colisão dos aerogeradores atuais, situação que se poderá alterar face à tendência de aumento do tamanho das estruturas. A presença desta espécie está confirmada na área de estudo do projeto, e apresenta um estatuto de conservação considerado Pouco Preocupante. À parte do estatuto de ameaça, todas as espécies de morcegos que ocorrem na Europa detêm de um estatuto de proteção legal, pelo que deve tentar eliminar fatores de ameaça ou reduzir para o mínimo a sua mortalidade deve ser um objetivo prioritário. Alguma da bibliografia dedicada ao assunto, tal como o Relatório do ICNB (2010) ou da Eurobats (2014), referem que a mortalidade diminui em cerca de metade quando são implementados pequenos aumentos na velocidade de arranque, na ordem dos 5 a 6 m/s.

Além dos impactes abordados, é ainda de relevar o potencial aumento da área de pressão originada pela rotação das pás dos novos aerogeradores, que nem sequer constituiu um fator considerado na avaliação, o que pode conduzir a uma avaliação de impactes demasiado otimista. Este fator poderá ser significativo no aumento da mortalidade por barotrauma.

Desmantelamento dos aerogeradores existentes

Para o desmantelamento dos aerogeradores existentes, é proposto a remoção dos primeiros 50 cm das fundações e o enchimento com solo. As fundações dos atuais aerogeradores têm 14,8 metros de diâmetro, o que resulta numa área impermeabilizada de cerca de 172 m². As doze fundações resultam, em conjunto, numa área impermeabilizada de 2 062 m². As fundações dos novos aerogeradores terão uma dimensão superior e, em conjunto, irão resultar numa área impermeabilizada de 1 520 m². Se a remoção das fundações se fizer como proposto (remoção dos primeiros 50 cm), estará em causa uma área total impermeabilizada de cerca de 3 582 m² (soma da área dos 16 aerogeradores), o que em conjunto com todas as outras infraestruturas na região, sejam parques eólicos ou outras, se reflete num impacte cumulativo significativo. Além de que a reposição de apenas 50 cm de solo irá condicionar fortemente o crescimento da vegetação, o que consequentemente irá resultar num forte condicionamento à recuperação dos Habitats Naturais que foram destruídos aquando da construção dos aerogeradores a remover.

4.3.3 Síntese conclusiva

Face à avaliação efetuada, pode concluir-se que o projeto de Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro irá ter impactes diretos especialmente relevantes sobre os Habitats Naturais, sobre o lobo-ibérico e sobre aves e quirópteros.

Os Habitats Naturais afetados, com estatuto de proteção legal pela Diretiva Habitats, constituem habitat vital para espécies da flora e da fauna, algumas com estatuto de conservação desfavorável e outras tipicamente subavaliadas, como é o caso da fauna invertebrada, das briófitas e dos líquenes, que devem merecer uma atenção especial.

A afetação dos Habitats pode ser reversível, no caso dos Habitats cuja recuperação dependa apenas da regeneração natural das espécies da flora características, ou irreversível, no caso dos afloramentos rochosos, cuja destruição implica, naturalmente, uma perda permanente. Neste último caso, importa então considerar que os Habitats 8220 e 8230 têm uma representatividade mais reduzida na ZEC Montemuro, pelo que a sua afetação pode ser de facto significativa para a área classificada. Estes Habitats constituem um biótopo vital para espécies da flora como *Narcissus asturiensis*, *Teucrium salviastrum*, *Echinopartum ibericum*, *Anarrhinum longipedicellatum* e *Jasione sessiliflora*, e ainda fitocenoses rupícolas e epifíticas com um elevado nível de endemismos.

Considera-se que, os impactes negativos mais relevantes irão resultar da destruição de afloramentos rochosos, estruturas físicas que constituem Habitat Natural, e biótopo de espécies da flora e da fauna, decorrente da construção da plataforma de montagem do aerogerador AG2. Estes impactes são negativos, diretos, não minimizáveis e não passíveis de compensação.

Por outro lado, o efeito de exclusão da fauna poderá ser minimizado através da implementação de medidas de minimização dirigidas, sendo expectável que as espécies regressem progressivamente à área do projeto.

Já a mortalidade causada pela colisão com as infraestruturas será um impacto irreversível. Nesse sentido, é crucial considerar a ocorrência de espécies de aves e de quirópteros com estatuto de ameaça na área de estudo, e que o impacto da redução de efetivos de uma população de uma espécie ameaçada e cujo efetivo populacional já é diminuto pode ser, na verdade, bastante significativo. A localização de cada um dos aerogeradores é um atributo primordial na significância deste impacto.

4.4 SOLOS E USO DO SOLO

4.4.1 Caracterização da Situação Atual

Relativamente aos **Solos**, o EIA refere que de acordo com a carta de solos do Atlas do Ambiente, à escala 1:1 000 000, as unidades pedológicas existentes na área de implantação do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro são os Rankers - cerca de 47% - e Cambissolos húmicos (rochas eruptivas) - cerca de 53%, conforme a figura seguinte.

UNIDADE PEDAGÓGICA	ÁREA (HA)	PERCENTAGEM (%)
Rankers	202,13	47,27
Cambissolos húmicos	225,45	52,73
Total	427,58	100,00

Figura 5 - Distribuição das unidades pedológicas na área de estudo. Fonte: RS

Os solos Rankers ou Solos Litólicos Húmicos Para-Litossolos, caracterizam-se por serem solos pouco evoluídos, formados a partir de rochas consolidadas. São solos pouco profundos, sem horizonte B câmbico que se encontram geralmente em áreas sujeitas a erosão acelerada ou a erosão geológica recente.

Os Cambissolos húmicos são solos jovens formados a partir de materiais da alteração da rocha subjacente e pouco profundos que se caracterizam por apresentar um horizonte A escuro e muito rico em matéria orgânica.

Relativamente à Capacidade de Uso do Solo, a área de estudo encontra-se classificada com sendo de classe F, ou seja, a área do projeto incide em terrenos com capacidade não agrícola, com aptidão florestal de acordo segundo o Esboço Geral de Ordenamento Agrário do Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, constante na Carta de Capacidade de Uso do Solo do Atlas do Ambiente (escala 1:1 000 000).

No EIA é referido que, no que respeita aos solos, a não concretização do projeto manterá no geral o descrito na situação atual, nomeadamente a ocupação de solos de classe F (utilização não agrícola, com aptidão florestal) pelos aerogeradores existentes, até que estes sejam desativados por deixarem de funcionar.

Relativamente ao **Uso e Ocupação do Solo**, foi utilizada como base de análise a Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental referente a 2018 (COS 2018 V2), disponibilizada pela Direção-Geral do Território, tendo sido posteriormente complementada com trabalhos de campo realizados em junho e outubro de 2024.

Segundo o EIA, a distribuição da ocupação do solo na área em estudo, apresenta-se da seguinte forma:

Ocupação do Solo	Área (ha)	Área (%)
Cursos de água	4,6	1,1
Infraestruturas de produção de energia renovável	0,1	0,03
Matos	332,7	77,8
Rede viária e espaços associados	7,1	1,7
Rocha nua e vegetação esparsa	53,8	12,6
Turfeiras	29,2	6,8
Total	427,6	100,0

Figura 6 - Ocupação do solo na área de estudo com base na COS 2018 e em validações de campo. (Fonte: EIA)

Segue-se a ordenação das classes com uma breve descrição associada:

- **77,8% – Matos**
Áreas naturais de vegetação espontânea, de densidade variável, onde o coberto arbustivo (urzes, silvas, giestas, tojos, fetos, etc.) é superior ou igual a 25%.
- **12,6% – Rocha nua e vegetação esparsa**
Afloramentos rochosos de origem granítica visíveis à superfície.
- **6,8% – Turfeiras**
Áreas húmidas com vegetação característica e solos ricos em matéria orgânica.
- **1,7% – Classes artificializadas, correspondentes a:**
 - Rede viária de acesso ao local do projeto (1,65%);
 - “Infraestruturas de produção de energia”, categoria inserida na classe “indústria, comércio e equipamentos gerais” segundo a COS 2015, e que, no caso em apreço, corresponde aos aerogeradores do Parque Eólico de Pinheiro (PEP) e à subestação elétrica associada (0,05%).
- **1,1% – Cursos de água**
Rede hidrográfica superficial identificada na área em análise.

4.4.2 Avaliação de Impactes

No que respeita ao **Uso do Solo** não se preveem, à partida, impactes negativos significativos acrescidos, dado não se prever um aumento das áreas ocupadas. Contudo, esta valoração pressupõe o desmantelamento de doze aerogeradores e desativação das infraestruturas associadas, seguida da renaturalização dos espaços por eles ocupados.

No que respeita aos **Solos**, os principais impactes identificados prendem-se com a instalação e desmantelamento, total ou parcial, dos aerogeradores, sobre o solo, categorizando-se como permanentes e irreversíveis nalguns locais, logo significativos. Estes impactes estão associados às escavações, movimentações e deposições de terras necessárias à implantação do projeto. De seguida, detalham-se e ponderam-se estas práticas.

De acordo com a figura seguinte, constata-se que a implantação dos aerogeradores nos novos locais, resultará num excedente de material de cerca 1 762 m³.

Ações	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Balanço (m³)
Acessos novos	4 800	1 450	3 350
Plataformas	16 135	21 021	-4 886
Fundações	7 360	4 988	2 372
Vala de Cabos	1 863	937	926
Total	30 158	28 396	1 762

Figura 7 - Estimativa de volumes de escavação e aterro na construção dos 4 aerogeradores. (Fonte: EIA)

Por outro lado, do desmantelamento dos 12 aerogeradores, resultará num déficit de material de cerca de 2 623 m³, conforme indicado na figura seguinte. Apesar de estar previsto um excesso de solos e rochas provenientes da instalação dos quatro novos aerogeradores, conforme dito anteriormente, não foi fundamentada a questão da proveniência dos 861 m³ de material em falta para aterro dos aerogeradores que serão desmantelados (-2 623 m³ + 1 762 m³).

AG	Plataformas		Acessos		Pedestal / Plinto		
	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Escavação (m³)	Aterro (m³)	Remoção betão (m³)
AG1	238,9	332,8	94,0	129,3	4,0	19,0	15,0
AG2	210,0	396,0	30,8	39,6	4,0	19,0	15,0
AG3	308,0	441,0	164,3	219,0	4,0	19,0	15,0
AG4	82,5	315,0	227,5	97,5	4,0	19,0	15,0
AG5	126,0	341,3	142,0	85,2	4,0	19,0	15,0
AG6	108,0	420,0	118,6	92,2	4,0	19,0	15,0
AG7	240,0	600,0	130,2	85,5	4,0	19,0	15,0
AG8	138,0	252,0	88,6	132,9	4,0	19,0	15,0
AG9	250,0	625,0	101,8	66,8	4,0	19,0	15,0
AG10	260,0	625,0	282,6	188,4	4,0	19,0	15,0
AG11	165,0	275,0	39,6	63,7	4,0	19,0	15,0
AG12	157,5	275,0	39,1	87,0	4,0	19,0	15,0
Total	2283,9	4898,0	1459,0	1287,0	47	228	180
Balanço (Escavação - Aterro)	- 2614,1		+ 172,0		-181,0		
Balanço Global (Escavação - Aterro)	- 2623,0						

Figura 8 - Estimativa de volume de escavação e aterro na desativação dos 12 aerogeradores. (Fonte: adaptado do EIA)

Segundo o EIA, os novos aerogeradores não estão previstos para locais já ocupados pelos aerogeradores a desmantelar, uma vez que as características dos aerogeradores existentes, da área da sua plataforma associada, são muito distintas dos novos aerogeradores a instalar (incluindo requisitos de montagem), não sendo viável utilizar as mesmas posições. No entanto foi solicitado, em resposta ao aditamento ao EIA, os valores de aterro e escavação no caso de se manter o local de implantação dos aerogeradores, cfr. figura seguinte.

N.º do Aerogerador Existente	Áreas de Intervenção (m²)	Escavação (m³)	Aterro (m³)
AG1	8890,00	12677,30	5948,40
AG2	9686,30	791,30	33231,70
AG3	7433,90	283,60	9783,00
AG4	6165,50	1916,80	1140,70
AG5	7117,60	7816,60	7874,70
AG6	7795,30	14914,10	847,20
AG7	7495,30	971,80	7253,80
AG8	6826,00	8829,30	1263,80
AG9	8582,40	35981,80	549,70
AG10	7420,00	14476,60	255,30
AG11	8466,90	34064,20	113,20
AG12	8401,40	783,50	26284,00

Figura 9 - Áreas de intervenção, volumes de terras para execução do projeto nas posições existentes. (Fonte: Aditamento do EIA)

No pedido de elementos adicionais, a comissão de avaliação solicitou o esclarecimento, sobre a razão de não serem utilizados, para a implantação dos novos aerogeradores, os locais atualmente ocupados pelos aerogeradores que se prevê dismantlar. Foi apresentada justificação, tanto para as novas localizações como para a não utilização de cada uma das posições dos aerogeradores a dismantlar, que se basearam em proximidade a outros aerogeradores, provocando efeito de esteira permanente; a grande escavações ou aterros; afetação de afloramentos rochosos, necessidade de terras de empréstimo; afetação de habitats prioritários, entre outros.

Foi ainda solicitada a quantificação de material de aterro e escavação no caso de somente se retirar o pedestal/plinto e no caso do desmonte completo das fundações. As referidas quantidades são apresentadas na figura seguinte

Volumes (m³)												
AG	Plataformas		Acessos		Apenas desmonte do pedestal / plinto				Desmonte completo das fundações			
	Esc	Ate	Esc	Ate	Esc*	Ate	Retirar betão	Retirar aço (kg)	Esc*	Ate	Retirar betão	Retirar aço (kg)
AG1	238,9	332,8	94,0	129,3	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG2	210,0	396,0	30,8	39,6	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG3	308,0	441,0	164,3	219,0	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG4	82,5	315,0	227,5	97,5	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG5	126,0	341,3	142,0	85,2	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG6	108,0	420,0	118,6	92,2	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG7	240,0	600,0	130,2	85,5	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG8	138,0	252,0	88,6	132,9	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG9	250,0	625,0	101,8	66,8	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG10	260,0	625,0	202,6	100,4	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG11	165,0	275,0	39,6	63,7	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	258,0	25864,0
AG12	157,5	275,0	39,1	87,0	4,0	19,0	15,0	2250,0	308,0	565,0	259,0	25864,0
Total	2284	4898	1459	1287	47	228	180	27000	3696	6780	3097	310368

Figura 10 - Quantificação das diferenças entre o desmonte de somente o pedestal/plinto versus desmonte completo das fundações (Fonte: EIA)

Assim, conclui-se que, a retirada da totalidade das fundações em comparação com a retirada unicamente do pedestal/plinto implicaria:

- Um aumento do volume de escavação da ordem dos 3 649,0 m³;
- Um aumento do volume de aterro da ordem dos 6 552,0 m³;
- Um aumento do volume de betão a retirar na ordem dos 2 917,0 m³;
- Um aumento da quantidade de aço a retirar na ordem dos 283 368,0 kg.

Relativamente à camada de 0,25 m de terra vegetal que ficará sobre o material de aterro, esta será composta por terra previamente armazenada em pargas, ou seja, proveniente da decapagem das novas áreas de implantação. Isto implica, no mínimo, 90,5 m³ de terra vegetal, além da terra necessária para a recuperação das valas de cabos, acessos desativados, áreas de estaleiro, entre outras. No entanto, esta terra não se encontra contabilizada no projeto. É referido ainda que, caso sejam encontradas espécies invasoras nas terras vegetais, estas serão separadas das demais, só sendo armazenadas nas pargas, as terras não contaminadas. O projeto não quantificou esses volumes de terras, referindo apenas, que existirá uma zona de pargas, com uma área total de 0,2 ha e que estas não devem ultrapassar os 2 m de altura.

Em relação aos impactos que o projeto apresenta, é referido no EIA que estão previstos impactos negativos, temporários e pouco significativos em relação à:

- desmatção do terreno e aos movimentos de terras, incluindo regularização do terreno e as escavações para execução de fundações dos aerogeradores, abertura de valas de cabos e de acessos, que tornam o solo mais vulnerável à ocorrência de fenómenos erosivos e consequentemente levam à perda de solos;
- movimentação de máquinas e veículos associados à obra e implantação do estaleiro que podem provocar a compactação de solos;
- ocorrência de contaminações do solo por derrame acidental de óleos e/ou combustíveis (associado à utilização de máquinas e veículos) ou deposição de resíduos;
- afetação da capacidade de uso do solo pelas infraestruturas de projeto assim como a ocupação temporária pelos estaleiros e, pelas áreas de armazenamento de materiais.

O EIA refere ainda como impacto negativo, permanente e pouco significativo *“a perda definitiva de solos, associada a ações de escavação e limitada à definição da plataforma dos 4 novos aerogeradores. A perda definitiva de solos não suscetíveis de utilização agrícola, constitui um impacto negativo, direto, certo e de magnitude reduzida, irreversível, permanente e pouco significativo”*.

Da análise efetuada, considera-se que a significância dos impactos é desvalorizada. Aquando da desativação do aerogerador o impacto ao nível do solo será sempre permanente e irreversível em alguns locais, sendo dessa forma considerado um impacto significativo. Apesar de numa primeira fase, com a cobertura do cabouco com as terras limpas e escavadas haver uma restituição da condição natural do terreno (impacte positivo), no entanto, o impacto será considerado negativo às ações de erosão, ao longo do tempo.

Aquando da recuperação de zonas como acessos, valas de cabos ou estaleiro, é previsível que os solos recuperados adquiram o seu potencial de uso original Não Agrícola (Florestal), resultando localmente um impacto positivo, direto, permanente, de magnitude reduzida, reversível, certo, e pouco significativo.

Deste modo, conclui-se que quer a instalação, quer a desativação total ou parcial, dos aerogeradores terá impactos, sobre o solo, negativos, permanentes e irreversíveis nalguns locais, logo significativos. E que a recuperação poderá permitir uma restituição da condição natural do terreno, o que diminuirá a significância do impacto, que, contudo, face ao potencial erosivo, importa garantir a implementação de condições adequadas.

Em relação à forma de desmantelamento dos aerogeradores atuais, o EIA refere que *“após a retirada das torres dos aerogeradores, ficará apenas a fundação de cada um, completamente subterrânea. Eventualmente poder-se-á ponderar a remoção total ou parcial (de pelo menos 0,5 m) das fundações de betão dos aerogeradores enviando os materiais resultantes para a reciclagem, quando possível. No entanto, não*

representando a permanência das fundações qualquer perigo ou ameaça para o meio envolvente, poder-se-ão manter intactas, preconizando-se nestes locais o espalhamento de uma camada de terra vegetal, numa espessura da ordem de 0,25 m. A opção de desativação dos 4 novos aerogeradores irá depender da legislação/normas existentes à data de desativação, já que dada a vida útil de 25 anos a legislação/normas existentes poderão deferir das atuais”.

4.4.3 Síntese conclusiva

Face ao exposto, no que se refere aos solos, considera-se que aquando da desativação do aerogerador o impacto ao nível do solo será sempre permanente e irreversível em alguns locais, sendo dessa forma considerado um impacto significativo. Numa primeira fase, com a cobertura do cabouco com as terras limpas e escavadas haverá uma restituição da condição natural do terreno (impacte positivo), no entanto, o impacto será considerado negativo tanto no caso de se deixar parte da fundação (ao longo do tempo, com as ações de erosão), como no caso de se retirar a totalidade da fundação. Aquando da recuperação de zonas como acessos, valas de cabos ou estaleiro, é previsível que os solos recuperados adquiram o seu potencial de uso original Não Agrícola (Florestal), resultando localmente um impacto positivo, direto, permanente, de magnitude reduzida, reversível, certo, e pouco significativo.

Deste modo, conclui-se que quer a instalação, quer a desativação total ou parcial, dos aerogeradores terá impactes, sobre o solo, negativos, permanentes e irreversíveis nalguns locais, logo significativos, e que a recuperação poderá permitir uma restituição da condição natural do terreno, situação que importa acompanhar.

4.5 PAISAGEM

4.5.1 Caracterização da Situação Atual

Análise Estrutural e Funcional da Paisagem

O território em análise abrange um grupo de unidades de paisagem, segundo a tipologia definida por Cancela d'Abreu *et al.* (2004): F. Beira Alta, que inclui várias serras, zonas mais ou menos onduladas com vales muito expressivos. As cumeadas são pontuadas por sólidos blocos de granito e revestidas por urzais e tojais, as encostas por povoamentos florestais; as linhas de água são marcadas por galerias ripícolas frondosas. As áreas agrícolas são formadas por pequenas parcelas onde se cultiva a vinha, o milho, os cereais de sequeiro, as batatas e as árvores de fruto, ou onde se instalaram prados verdejantes; estas parcelas são delimitadas e compartimentadas por muros de pedra, linhas de oliveiras e cordões de vinha. O povoamento é predominantemente aglomerado, ainda que sejam cada vez mais frequentes as novas edificações dispers.

Na área de estudo da paisagem (envolvente de 5 km da área de implantação do projeto) incluem-se as unidades UP37 - Serra de Montemuro, que domina a maior parte da área em análise, e UP36 - Baixo Paiva, restrita a menos de 10% do total, localizada junto ao limite sul.

A área do parque eólico em estudo sobrepõe-se à UP37 - Serra de Montemuro, subunidade 37A - Alto da serra. A UP37 - Serra de Montemuro, subunidade 37B – Encostas da Serra, e a UP 36 - Baixo Paiva, não são afetadas diretamente pelo projeto em análise, sendo passíveis de afetação apenas na sua componente cénica.

A subunidade 37A - Alto da serra, corresponde à característica paisagem de serra, com declives relativamente suaves e um coberto vegetal arbustivo e herbáceo dominante. Existem nesta subunidade vários parques eólicos, que fazem já parte destas paisagens de montanha. Dentro da área de estudo, correspondem ao Parque Eólico do Pinheiro, cujo reequipamento é objeto do presente estudo, e aos parques do Alto do Talefe, Arada/Montemuro, Bustelo, Cabril, Montemuro, São Macário II e Sobrado, num total de quase 100 aerogeradores (figuras seguintes).



Figura 11 – Aspetos da unidade 37, subunidade 37A, a nascente das Portas de Montemuro (Fonte: EIA)



Figura 12 – Aspetos da unidade 37, subunidade 37A, a poente das Portas de Montemuro (Fonte: EIA)

Análise Visual da Paisagem

Qualidade Visual da Paisagem

Esta é uma paisagem globalmente de médio a elevado valor cénico e paisagístico, com apenas algumas áreas pontuais de valor baixo. Quase metade da área de estudo (49%), cerca de 11 400 ha, está incluída na classe de média qualidade paisagística, e 41% da mesma apresenta elevada qualidade paisagística. As zonas de qualidade elevada concentram-se nas áreas expostas a sul e onde se mantêm as tipologias que conferem o carácter rural a estas paisagens, com regadio em redor dos núcleos habitacionais tradicionais e uma envolvente de carvalhais. Os restantes 10% correspondem a áreas de baixa qualidade cénica, concentrando-se sobretudo no quadrante noroeste da área analisada e numa pequena mancha no extremo oposto.

A área do parque eólico corresponde sobretudo a áreas de média e baixa qualidade visual, incluindo algumas pequenas áreas de elevada qualidade.

Absorção Visual da Paisagem

Na área de estudo predomina a classe de elevada capacidade de absorção visual (que corresponde a 40% da área de estudo), com a restante área distribuída equitativamente pelas classes de média e baixa capacidade de absorção visual (correspondendo cada uma a 30% do território analisado). As áreas com maior capacidade de absorção visual correspondem às cotas mais elevadas das serras e ao fundo dos vales mais encaixados, onde a presença de observadores é esporádica. A capacidade de absorção visual é baixa no troço superior dos vales encaixados, onde as encostas estão totalmente expostas às vertentes adjacentes e a presença de observadores permanentes é mais significativa.

A área do parque eólico tem elevada capacidade de absorção visual, embora esteja próxima de uma zona de baixa capacidade de absorção visual no seu extremo sudeste.

Sensibilidade Visual da Paisagem

A área em análise apresenta sensibilidade paisagística variável, com predomínio da classe de média sensibilidade (40%), seguida pelas classes de sensibilidade baixa (31%) e elevada (30%).

A área do parque eólico tem sensibilidade paisagística predominantemente baixa, em consequência sobretudo da baixa presença de observadores na envolvente - existem na área apenas os caminhos de acesso aos parques eólicos existentes - e da ocupação atual do solo nestas áreas, com predomínio de tipologias com baixa e média valorização.

A análise realizada não incorpora a presença de obstáculos sobre o terreno, como é o caso de floresta ou de construções, correspondendo por isso ao pior cenário possível. A presença de coberto florestal resulta num aumento da capacidade de absorção visual do território não contabilizado nesta análise.

4.5.2 Avaliação de Impactes

A área de projeto sofrerá alterações que se traduzirão na substituição dos doze aerogeradores atualmente existentes (85 m de altura) por quatro novos aerogeradores, de maior dimensão (com 114 m de altura de torre). No que respeita às alterações na paisagem do ponto de vista cénico, estas far-se-ão sentir sobretudo na unidade Serra de Montemuro, subunidade Alto da Serra, em áreas de sensibilidade paisagística predominantemente baixa e média, elevada em alguns locais, sobretudo no quadrante sul da área de estudo. Estas alterações traduzem-se em novas intrusões visuais.

Fase de Construção

Na fase de construção são consideradas como principais ações geradoras de impacto:

- A instalação e funcionamento dos estaleiros (incluindo estacionamento de máquinas e viaturas, armazenamento temporário de materiais vários, transporte de materiais e equipamentos para a

obra), assim como a produção de poeiras que tal atividade implica, terão necessariamente um impacto cénico negativo - Será um impacto de baixa significância e baixa magnitude, temporário e reversível, uma vez que implica alterações temporárias na paisagem

- A desmatação das áreas a intervir ocorrerá de forma permanente nas áreas de implantação das estruturas que compõem os novos aerogeradores de reequipamento. Esta ação traduz-se na eliminação do coberto vegetal, que aqui é constituído sobretudo por prados herbáceos e matos. Os impactos estruturais e funcionais decorrentes desta ação serão para a paisagem um impacto cénico nulo a negativo pouco significativo, de baixa magnitude, direto, certo, temporário e irreversível, de dimensão local, que se sentirá a curto prazo.
- A execução de movimentações de terras na área de projeto (sobretudo para criação das plataformas e abertura de valas de cabos) terá um impacto estrutural decorrente da alteração da morfologia do terreno e um impacto cénico devido à criação de taludes, ainda que não se preveja que estes sejam de dimensão significativa. Serão impactos estruturais e cénicos pouco significativos, de baixa magnitude, diretos, certos, permanentes e irreversíveis, de dimensão local, que se sentirão a curto prazo.
- A desativação dos 12 aerogeradores que atualmente formam o parque eólico traduz-se na alteração direta do território na área de implantação das mesmas, com a reconversão de áreas atualmente ocupadas por estruturas produção de energia em áreas de vegetação natural, criando-se assim a possibilidade de reposição da ocupação do solo anterior à instalação do parque eólico. Esta alteração terá um impacto cénico na paisagem envolvente positivo, significativo, de baixa magnitude, direto, certo, permanente e irreversível, de dimensão local, que se sentirá a curto, médio e longo prazo.
- A instalação dos 4 novos aerogeradores traduz-se na alteração direta do território na área de implantação das mesmas, alteração que terá um impacto cénico na paisagem envolvente, uma vez que os aerogeradores a instalar serão claramente percebidas pelos observadores localizados nas suas proximidades.

O parque eólico será observável a partir de cerca de 42% da área sujeita a análise. Cerca de 1 720 ha da bacia visual do parque correspondem a áreas com baixa sensibilidade paisagística, 1 340 ha a áreas de média sensibilidade e 780 ha correspondem a áreas de elevada sensibilidade paisagística. O número de aerogeradores observados a partir de todas as povoações será menor após implementação do projeto em estudo.

Prevê-se assim que desta ação resulte um impacto cénico negativo globalmente significativo - ainda que menos significativo quando comparado com a situação atual de presença de 11 aerogeradores de menor dimensão - e de média magnitude, direto, certo, permanente e irreversível, de dimensão local, que se sentirá a curto, médio e longo prazo.

- O desmantelamento do estaleiro terá um impacto na paisagem semelhante ao da sua instalação, pela presença e movimentação de maquinaria e produção de poeiras, mas, no final, esta ação dará origem a um impacto positivo, pois permitirá a remoção de todos os elementos estranhos à paisagem associados à fase de construção e a recuperação da área assim libertada. Será um impacto positivo pouco significativo e de baixa magnitude, direto, certo, permanente e irreversível, de dimensão local, que se sentirá a curto prazo.

Fase de Exploração

Na fase de exploração, o principal impacto na paisagem decorrerá da presença e operação do parque eólico, incluindo infraestruturas que constituirão intrusões na paisagem, os novos aerogeradores, que serão mais altos do que os atualmente existentes, gerando impacto cénico numa área de sensibilidade paisagística variável. Esta ação consistirá na perpetuação do impacto analisado na fase de construção, constituindo um impacto negativo moderadamente significativo e de média magnitude, direto, certo, permanente e

irreversível, de dimensão local, que se sentirá a curto, médio e longo prazo, pela presença dos 4 novos aerogeradores.

Nas fotomontagens seguintes apresenta-se o enquadramento do Parque Eólico de Pinheiro na situação atual, sendo visíveis os aerogeradores a desmantelar bem como os aerogeradores de Cabril e respetivo Sobreequipamento, São Pedro e Sobreequipamento, e alguns aerogeradores dos parques eólicos de Montemuro e Arada/Montemuro.

Para a situação futura (fase de exploração), é apresentado o mesmo enquadramento panorâmico, mas já sem os 12 aerogeradores a desmantelar.



Figura 13 - Perspetiva do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro (situação atual) (Fonte: EIA)



Figura 14 - Perspetiva do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro (Fase de Exploração) (Fonte: EIA)

Fase de Desativação

Na fase de desativação as obras associadas às várias estruturas que constituem o parque eólico (os 4 novos aerogeradores agora instalados, subestação e linha elétrica que escoam a energia produzida no parque Eólico) terá um impacto muito restrito na paisagem, em tudo semelhante ao descrito para a fase de instalação. Será

um impacto negativo pouco significativo, de baixa magnitude, direto, certo, temporário e de dimensão local. A remoção total das estruturas e a reposição da situação inicial terá um impacto positivo na paisagem.

Impactes Cumulativos

Considerou-se a implementação conjunta do projeto em análise e dos aerogeradores localizados num raio de 10 km em redor do Parque Eólico de Pinheiro, integrados nos seguintes parques eólicos: Alto Do Côto (5 aerogeradores), Alto do Talefe (9), Alto Douro (11), Arada / Montemuro (37), Bustelo (9), Cabril (12), Casais (1), Cinfães (4), Ferreiros (2), Fonte da Quelha (9), Lagoa D. João e Feirão (18), Montemuro (8), Pinheiro (7), Ribabelide (5), São Macário II (10), São Pedro (5), Sobrado (4) e Testos (1).

A implantação do projeto resultará numa diminuição do número de elementos de carácter artificial na paisagem, ainda que alguns desses elementos sejam de maior dimensão do que os atualmente existentes.

É expectável que se mantenha globalmente o carácter rural da paisagem, com manutenção da dominância de coberto vegetal arbustivo e herbáceo, substituindo-se 12 dos aerogeradores já existentes por 4 novos aerogeradores, um pouco maiores.

Cenicamente, a implantação conjunta de todos estes projetos traduz-se numa diminuição da presença de elementos artificiais e visualmente disruptores, com sobreposição de bacias visuais sobretudo nas cotas mais altas, onde não há observadores permanentes, mas também em algumas povoações, nomeadamente, dentro da área de estudo, na povoação de Alhões. Globalmente, o decréscimo da artificialização do território e da intrusão associada à diminuição do número de aerogeradores presentes, cumulativamente com os restantes parques eólicos existentes, terá um impacto positivo pouco significativo, de baixa magnitude, direto, certo, permanente e de dimensão local.

4.6 SOCIOECONOMIA

4.6.1 Caracterização da Situação Atual

O EIA apresenta uma caracterização detalhada do estado atual do ambiente humano e socioeconómico, com base em dados recentes do Instituto Nacional de Estatística (INE), incluindo estimativas para o ano de 2023. Esta caracterização abrange o perfil demográfico, a empregabilidade, as atividades económicas e os equipamentos existentes, tanto ao nível concelhio como ao nível das freguesias mais próximas da área do projeto.

Foi também apresentada uma descrição da envolvente direta ao local do projeto, com identificação das povoações mais próximas e respetivas distâncias à área de implantação do projeto.

O concelho de Castro Daire tem uma área de 379,04 km² e, em 2021, contava com 13 732 habitantes, estando subdividido em 16 freguesias. Já o concelho de Cinfães possui 239,29 km² e uma população de 17 432 habitantes, distribuída por 14 freguesias. Ambos os concelhos evidenciam uma perda populacional entre 2011 e 2021, com um decréscimo de -10,4% em Castro Daire e -13,2% em Cinfães, correspondendo a uma perda superior a mil residentes em cada concelho.

Os concelhos analisados apresentam, de forma geral, um índice de envelhecimento elevado, especialmente em Castro Daire, onde se registam 363,6 idosos por cada 100 jovens, enquanto em Cinfães esse valor é de 246,1 idosos por cada 100 jovens. O envelhecimento é resultado do decréscimo das taxas de natalidade, do aumento da esperança média de vida e da dificuldade de fixar população jovem, o que tem impacto direto no mercado de trabalho e na renovação da população ativa, que se encontra envelhecida e, em muitos casos, pouco qualificada.

Relativamente à estrutura etária, a maioria da população residente em ambos os concelhos encontra-se na faixa dos 25 a 64 anos, com uma ligeira predominância do sexo feminino. As crianças com menos de 14 anos representam 9,15% da população em Castro Daire e 10,91% em Cinfães.

Em termos de atividades económicas, verifica-se uma tendência comum de redução nos setores primário e secundário e aumento do setor terciário entre 2011 e 2021. O setor terciário é dominante, especialmente em Castro Daire, onde emprega entre 59% e 73% da população ativa, enquanto em Cinfães os valores variam entre 38% e 52%, também com maior peso nas freguesias em análise.

No que respeita ao desemprego, o concelho de Cinfães apresenta um número de desempregados superior ao de Castro Daire, no entanto tem também maior população. Destaca-se que, em Cinfães, a maioria dos desempregados está à procura de trabalho há mais de um ano, enquanto em Castro Daire a maioria procura emprego há menos de um ano. Em ambos os concelhos, os desempregados com apenas o 1.º ciclo do ensino básico completo ou incompleto representam uma fatia significativa: 27% em Castro Daire e 24% em Cinfães. A percentagem de desempregados com ensino superior é relativamente baixa: 6% em Castro Daire e 4% em Cinfães.

No âmbito da caracterização da envolvente do projeto, o EIA identifica várias povoações nas proximidades da área de implantação do projeto, designadamente Picão (a 3,3 km), Panchorra (4,2 km), Gralheira (3,0 km), Rossão (3,1 km), Póvoa de Montemuro (2,7 km); Cetos (3,0 km), Bustelo (3,7 km), Alhões (2,1 km), Campo Benfeito (4,7 km); Mós (4,6 km) e Pereira (3,2 km). O parque será também observável a partir de alguns troços: da EN321 (1,6 km), das EM550 (1,6 km), EM550-1 (2,0 km), EM550-2 (2,5 km), EM553-1 (4,5 km) e EM553-2 (2,0 km) e do CM1126 (2,7 km).

O EIA refere que não existem habitações isoladas na envolvente imediata ao local do projeto. Os recetores sensíveis identificados (em termos de ruído e qualidade do ar) localizam-se nas povoações de Carvalhosa e Faifa, no concelho de Castro Daire.

Por fim, importa referir que foi observada a utilização do espaço do projeto para pastoreio de animais.

4.6.2 Avaliação de Impactes

A implantação do projeto, na **fase de construção**, implica o arrendamento de terrenos, induzindo um impacto positivo, direto, permanente, imediato, de magnitude média, reversível e certo, na medida em que, já nesta fase, se verifica a obtenção de receitas a nível local, por parte dos baldios, gerando-se um impacto significativo.

O projeto (4 aerogeradores, valas de cabos e pequenos novos troços de acessos associados) permitirá a criação de novos postos de trabalho, podendo vir a ser utilizada mão-de-obra local. A contratação de população residente nos municípios abrangidos aquando da contratação de pessoal direto poderá gerar um impacto positivo, direto, temporário, imediato, de magnitude reduzida a média (dependendo do n.º de trabalhadores locais contratados), reversível e certo. Face ao número de trabalhadores previstos (em média 50 trabalhadores/mês) e à duração da obra de construção (cerca de 12 meses), considera-se que este impacto como positivo, indireto, de magnitude média, certo, imediato, temporário, reversível e significativo.

Outro impacto positivo, também relacionado com a dinamização da economia local, é o facto de ocorrer a necessidade de contratação de alguns serviços locais e aquisição de equipamentos/matérias-primas a fornecedores locais, entre outros: abastecimento de combustíveis, fornecimento de betão, trabalhos de construção civil não especializados, serviços de serralharia e oficina, prevendo-se um impacto económico positivo a nível regional, direto, temporário, imediato, de magnitude reduzida, reversível, certo e significativo.

As ações associadas à fase de obra, de movimentação de pessoas, máquinas e veículos de transporte de materiais diversos para a construção, irão aumentar o tráfego de veículos pesados e viaturas comerciais, nos acessos à obra, conduzindo a um aumento de emissões de poluentes para atmosfera, assim como de ruído, promovendo uma alteração generalizada da qualidade ambiental, ainda que reduzida, na área de intervenção e envolvente. Refere-se que o efeito do transporte de materiais diversos para a construção (emissão de poluentes e ruído) sobre a população será mais sentido nas povoações ao longo das vias de circulação (Casais, Meridãos, Fermentãos, Carvalhosa e Picão). Considera-se este impacto negativo, indireto, de magnitude reduzida, provável, imediato, temporário, reversível, e pouco significativo.

As ações de movimentação de pessoas, máquinas e veículos afetos às obras poderão ainda conduzir a uma deterioração das vias rodoviárias de circulação, afetando assim indiretamente a sua normal utilização pelas populações locais.

No que diz respeito aos impactos derivados das ações construtivas para desativação dos 12 aerogeradores existentes, estes serão análogos aos identificados para a fase de construção, embora de magnitude e significância mais reduzidas.

O descomissionamento de parte do parque eólico e renaturalização dos terrenos afetos terão igualmente impactos a nível socioeconómico. A cessação do pagamento do arrendamento dos terrenos baldios representará um impacto negativo, direto, permanente, imediato, de magnitude média, irreversível, certo, minimizável, e classificado como significativo a muito significativo, tanto para as entidades gestoras dos baldios como para os proprietários particulares.

Na **fase de exploração** do aproveitamento mantém-se o impacto positivo associado ao arrendamento dos terrenos baldios.

Apesar da população local não beneficiar diretamente da produção de energia, salienta-se o impacto positivo, direto, permanente, imediato, de magnitude reduzida, irreversível, certo e pouco significativo, gerado no âmbito da produção energética nacional, provocado pela utilização de uma fonte de energia renovável, contribuindo para a redução da utilização de combustíveis fósseis.

Ao nível dos recursos humanos, na fase de exploração, será necessária a existência de uma, ou várias, equipas técnicas que assegurem a gestão, operação e manutenção do empreendimento. Para a execução destas tarefas, prevê-se que estejam afetos cerca de 2 trabalhadores diretos e 8 indiretos. Associado a este impacto positivo, pouco significativo, salienta-se a dinamização por parte dos trabalhadores da economia local, nomeadamente, da restauração, abastecimento de viaturas ou mesmo hotéis/turismos rurais existentes na envolvente do projeto. O impacto é positivo, direto, permanente, a longo prazo, de magnitude reduzida, reversível, certo, sendo avaliado como pouco significativo.

Relativamente às atividades económicas no local de implantação ou envolvente do projeto, como o pastoreio ou as caminhadas turísticas, poderão continuar a ocorrer sem qualquer interferência decorrente da exploração do projeto. Face à pequena área de implantação das novas infraestruturas definitivas do presente projeto (quatro aerogeradores e acessos), considera-se a existência de um impacto negativo, indireto, permanente, de magnitude reduzida, irreversível, provável, não minimizável e pouco significativo.

Em relação à renda de 2,5% da faturação mensal atualmente recebida pelos municípios, não existe a manutenção desta remuneração, uma vez que o projeto não beneficia de um regime remuneratório garantido, não sendo devido aos municípios de Cinfães e Castro Daire a referida renda.

O EIA refere que face ao enquadramento legal, a única medida de compensação prevista para as comunidades locais resulta do contrato de cessão de exploração de terreno baldio celebrado com a união de freguesias de Alhões, Bustelo, Ramires e Gralheira, união das freguesias de Parada de Ester e Ester e a Assembleia de Compartes dos Baldios de Póvoa de Montemuro beneficiando as comunidades locais de uma compensação anual.

Em contrapartida, o atual enquadramento legal do projeto permite incluir entre os impactos socioeconómicos positivos, nos termos do Artigo 49.º do DL 15/2022, a cedência ao município de unidades de produção para autoconsumo (UPAC) ou postos de carregamentos de veículos elétricos com potência equivalente a 0,3% da potência de ligação do projeto (25,92MW), ou por opção do município, de 1 500 € por MVA da potência de ligação do projeto (38 880,00 €).

Para a **fase de desativação**, salienta o EIA a dificuldade de prever as condições ambientais locais e instrumentos de gestão territorial e legais em vigor, tendo em conta o horizonte temporal de vida útil dos 4 novos aerogeradores instalados, de 25 anos. A opção poderá passar novamente pelo reequipamento, ou pela desativação do parque eólico, prevendo-se que a tipologia dos impactos seja semelhante à agora referida

para a fase de desativação, variando a sua importância de acordo com a opção tomada à data (reequipamento ou desativação/ descomissionamento total do parque eólico).

4.7 CLIMA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

4.7.1 Caracterização da Situação Atual

O EIA enquadra devidamente os principais e mais recentes instrumentos de referência estratégica, que concretizam as orientações nacionais em matéria de políticas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente a Lei de Bases do Clima (LBC), o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), bem como a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020), o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC) e o Roteiro Nacional para a Adaptação 2100 (RNA 2100).

4.7.2 Avaliação de Impactes

Vertente Mitigação das Alterações Climáticas

A avaliação dos impactes decorrentes de projetos sujeitos a AIA prende-se com a necessidade de calcular as emissões de GEE que ocorrem direta ou indiretamente nas diversas fases do projeto e que as mesmas sejam analisadas numa perspetiva de mitigação das alterações climáticas. Adicionalmente devem ser tidos em conta todos os fatores que concorrem para o balanço das emissões de GEE, quer na vertente emissora de carbono, quer na vertente de sumidouro, se aplicável.

Para a **fase de construção**, o EIA considerou o impacto resultante da utilização de combustíveis fósseis na operação de equipamento pesado e de maquinaria, necessária às atividades previstas nesta fase, tendo apresentado uma estimativa de emissões de GEE de 688,89 tCO₂eq.

Adicionalmente, o EIA considerou o impacto resultante da utilização de combustíveis fósseis associado ao descomissionamento dos aerogeradores a ser substituídos, estimando a respetiva emissão de GEE em cerca de 43,5 tCO₂eq. Não obstante, não foi possível validar esta estimativa dado que se verificam várias discrepâncias entre este valor (constante na página 318 do EIA) e o valor apresentado no Quadro 99 da mesma página (17,5 tCO₂eq). Adicionalmente, nenhum dos valores em causa parece refletir a informação constante do EIA, na qual são apresentados os cálculos intermédios que deram origem à estimativa em causa.

De acordo com o EIA, as estimativas de emissões de GEE associadas ao transporte da equipa afeta à obra e ao transporte de materiais, é de cerca de 1037,38 tCO₂eq e 4,5 tCO₂eq, respetivamente.

A implantação dos novos aerogeradores do parque eólico, afetará uma área de aproximadamente 5,2 ha, constituída predominantemente por matos, vegetação rupícola e vegetação esparsa. De acordo com o EIA, a estimativa de emissões de GEE inerentes à perda de biomassa ocorridas durante a fase de construção é de cerca de 198,3 tCO₂eq.

No que diz respeito à **fase de exploração**, o EIA identifica o impacto positivo do projeto associado às emissões de GEE que serão passíveis de evitar com a implementação do mesmo, apresentando uma estimativa total de 2 975,77 tCO₂eq/ano.

O EIA considera os impactes inerentes ao consumo de combustíveis fósseis na operação de equipamento utilizado nas ações de manutenção, considerando todas as infraestruturas, apresentando uma estimativa de 2,34 tCO₂eq/ano.

Igualmente, o EIA considera os impactes associados à energia elétrica consumida para efeitos de funcionamento de serviços auxiliares e arranque de aerogeradores, apresentando uma estimativa de 1,50 tCO₂eq/ano – valor que não foi possível validar, dado que os respetivos pressupostos de cálculo não foram apresentados.

Adicionalmente, o EIA faz referência ao impacto negativo associado à eventual fuga de gases fluorados dos equipamentos previstos no projeto, considerando neste caso o SF₆, apresentando a respetiva estimativa de emissões de GEE de 0,09 tCO₂eq/ano.

De acordo com o EIA, o contributo, em matéria de sequestro de carbono, das ações de integração paisagística e do Plano de Recuperação das Áreas Intervencionadas (PRAI) é de cerca de 3,6 tCO₂eq/ano.

No que diz respeito à **fase de desativação**, embora não esteja prevista a desativação do projeto, o EIA indica dois cenários possíveis: total desmantelamento das instalações e infraestruturas, com impactos semelhantes aos que ocorrerão na fase de construção, e a manutenção das infraestruturas e desativação das funções, não se prevendo a sua demolição.

Vertente Adaptação às Alterações Climáticas

No essencial, a vertente adaptação às alterações climáticas incide na identificação das vulnerabilidades do projeto face aos efeitos das mesmas, na fase de exploração, tendo em conta, em particular, os cenários climáticos disponíveis para Portugal e eventuais medidas de minimização e de prevenção. Aspetos importantes a considerar englobam a possibilidade de aumento da frequência e intensidade dos fenómenos extremos, devendo, assim, o EIA, abordar a avaliação destes fenómenos tendo em consideração não apenas os registos históricos, mas também o clima futuro para a identificação das vulnerabilidades do projeto no tempo de vida útil do mesmo.

O EIA caracterizou o clima da área em causa, bem como a evolução prevista das principais variáveis climáticas para a região onde o projeto se insere, recorrendo à informação constante do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Viseu Dão Lafões (PIAAC-VDL) e do Plano Municipal de Ação Climática (PMAC) de Cinfães. O EIA identificou, assim, para ambas as regiões, como as principais alterações ao nível do clima: o aumento da temperatura média anual, o aumento do risco de incêndio, a diminuição da precipitação média anual, favorecendo fenómenos de seca, a diminuição do número de dias de geada e o aumento da ocorrência de fenómenos extremos, em particular ondas de calor, vagas de frio e ventos fortes.

De acordo com o referido no EIA, a principal vulnerabilidade do projeto às alterações previstas ao nível do clima são o aumento do risco de incêndio rural. Neste contexto e tendo por base o Mapa de Perigosidade de Incêndio Florestal do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Cinfães (PMDFCI) e do PMDFCI de Castro Daire, o EIA aponta que a área de estudo onde se desenvolve o projeto é classificada com uma perigosidade de incêndio variável entre muito baixa a muito alta, sendo que os aerogeradores se encontram numa área de perigosidade média e muito baixa.

De acordo com o EIA, o projeto em análise não se insere em áreas com potencial risco significativo de inundações, considerando a informação constante do Plano de Gestão do Risco de Inundações da Região Hidrográfica do Douro (RH3), que abrange a área onde se localiza o projeto.

Adicionalmente, o EIA aponta igualmente, considerando a informação constante da cartografia da REN da região em causa, que o projeto em análise não se insere em áreas com potencial risco de erosão hídrica.

Face ao exposto, o EIA identifica as principais vulnerabilidades do projeto, destacando os eventos extremos de vento e precipitação, de onde podem resultar as seguintes consequências para o projeto:

- Interrupção da produção de energia;
- Inoperacionalidade da instalação com consequente perda de resiliência do sistema.
- Síntese Conclusiva

4.8 AMBIENTE SONORO

4.8.1 Enquadramento Legal

O enquadramento legal enunciado inclui o Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, na versão atualizada).

O EIA refere que os recetores sensíveis potencialmente mais afetados pelo ruído, na área envolvente à implantação do parque eólico, estão localizados nos concelhos de Cinfães e Castro Daire. O município de Castro Daire ainda não procedeu à classificação acústica de zonas. O município de Cinfães já efetuou a classificação acústica do seu território.

Assim, terá de cumprir o disposto no artigo 11º do RGR sobre os valores limite de exposição para:

- Zonas ainda não classificadas: $L_{den} \leq 63 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 53 \text{ dB(A)}$;
- Zonas Mistas: $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

O presente projeto está ainda sujeito ao cumprimento do Critério de Incomodidade (artigo 13º do RGR) que determina que:

Período Diurno	Período do Entardecer	Período Noturno
$L_{Ar} - L_{AeqRR} \leq 5 \text{ dB} + D$	$L_{Ar} - L_{AeqRR} \leq 4 \text{ dB} + D$	$L_{Ar} - L_{AeqRR} \leq 3 \text{ dB} + D$

Em relação às operações de construção (atividades ruidosas temporárias), segundo o artigo 14º do RGR, é proibido que se realizem na proximidade de:

- Edifícios de habitação, aos sábados, domingos e feriados e nos dias úteis entre as 20 e as 8 horas;
- Escolas, durante o respetivo horário de funcionamento;
- Hospitais ou estabelecimentos similares.

O EIA refere, ainda, que não prevê que os trabalhos ultrapassem o período diurno.

Atendendo ao contexto territorial concorda-se em relação à não realização de trabalhos fora do regime horário estabelecido pelo artigo 14º do RGR. Pelo que se determina o seu cumprimento integral, em termos de período de ocorrência das operações de construção, não se entendendo como admissível, nos termos do RGR, a possibilidade de invocar circunstâncias excecionais para pedido da LER.

4.8.2 Caracterização da Situação Atual

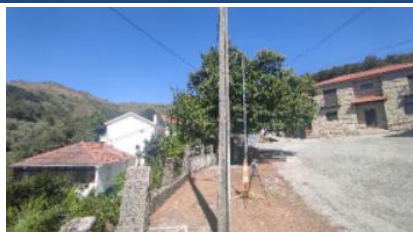
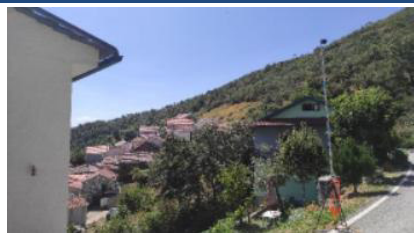
Segundo o EIA, a envolvente do projeto é caracterizada por uma ocupação do solo dominada por matos. Os recetores sensíveis potencialmente mais afetados, correspondem a habitações unifamiliares integradas nas povoações de Alhões, Carvalhosa e Faifa, a mais de 2 km de distância.

As principais fontes de ruído identificadas são o tráfego rodoviário local e da EN321, os aerogeradores dos parques eólicos na envolvente e a natureza típica de meio rural.

Segundo o EIA, atendendo que o reequipamento pressupõe a desativação de 12 aerogeradores existentes (mantendo-se apenas o aerogerador do sobreequipamento, instalado recentemente), considerou adequado, efetuar a determinação do ruído de referência (residual), sem a influência dos aerogeradores do Parque Eólico de Pinheiro, incluindo o aerogerador do sobreequipamento.

Para caracterização do ambiente sonoro, foram selecionados 3 pontos na proximidade do Parque Eólico de Pinheiro. As medições foram realizadas nos dias 6 e 7 e 12 e 13 de agosto de 2024. No quadro seguinte apresenta-se uma síntese dos resultados reportados no EIA.

Quadro 2 – Síntese dos resultados da caracterização da situação existente, correspondente ao ano de 2024.

PR1 (40°58'52.66"N; 8° 0'41.24"W)	PR2 (40°57'3.21"N; 8° 0'11.03"W)	PR3 (40°57'53.43"N; 7°57'12.00"W)
		
Habitações unifamiliares em Alhões, Cinfaes, em meio rural, com até 2 pisos, localizadas a 2100 m a noroeste dos aerogeradores a desativar.	Habitações unifamiliares, em meio rural, em Faifa, Castro Daire, com até 2 pisos, localizadas a 2160 m a sudoeste do aerogerador AG2 proposto, e a 2080 m dos aerogeradores a desativar.	Habitações unifamiliares, em Carvalhosa, Castro Daire, em meio rural, com até 2 pisos, localizadas a 2060 m a este do aerogerador AG4 proposto e a 1700 m dos aerogeradores a desativar.
Fontes de ruído significativas: Tráfego local e natureza.	Fontes de ruído significativas: Tráfego local e natureza.	Fontes de ruído significativas: Tráfego da EN321 e local, aerogeradores na envolvente e natureza.
Classificação Acústica: zona mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)]	Classificação Acústica: zona ainda não classificada [$L_{den} \leq 63$ dB(A); $L_n \leq 53$ dB(A)]	Classificação Acústica: zona ainda não classificada [$L_{den} \leq 63$ dB(A); $L_n \leq 53$ dB(A)]
$L_d \approx 41$ dB(A) $L_e \approx 39$ dB(A) $L_n \approx 39$ dB(A)	$L_d \approx 42$ dB(A) $L_e \approx 41$ dB(A) $L_n \approx 38$ dB(A)	$L_d \approx 43$ dB(A) $L_e \approx 41$ dB(A) $L_n \approx 42$ dB(A)
$L_{den} \approx 46$ dB(A); $L_n \approx 39$ dB(A)	$L_{den} \approx 45$ dB(A); $L_n \approx 38$ dB(A)	$L_{den} \approx 48$ dB(A); $L_n \approx 42$ dB(A)

Atendendo aos resultados obtidos e nas condições em que foram realizadas as medições, com o atual parque eólico desligado, verifica-se o cumprimento do Critério de Exposição.

Relativamente ao parque eólico atual é referido que não são conhecidas reclamações relativas ao ruído. O EIA conclui que “Na envolvente relativamente distante existem outros parques eólicos, contudo de acordo com os resultados das medições e percepção do técnico, os aerogeradores existentes não influenciam significativamente o ambiente de referência dos recetores avaliados, na área de influência do projeto”.

Quanto à *evolução da situação de referência na ausência do projeto*, segundo o EIA o Parque Eólico de Pinheiro encontra-se em exploração, sendo previsível que na ausência do projeto de reequipamento, continue a operar nas condições atuais até ao final da vida útil dos aerogeradores.

4.8.3 Avaliação de Impactes

No EIA e respetivo Aditamento são apresentadas as ações geradoras de impacto, tanto para a fase de construção, como de exploração e, ainda, na fase de desativação.

Genericamente, considera-se que os critérios utilizados para a avaliação de impactes são os comumente usados em avaliações similares. Foi apresentado um quadro (quadro 120 do EIA) com os diversos critérios classificadores de impacto do fator ambiente sonoro.

O cumprimento do RGR₂₀₀₇ está subjacente à avaliação deste fator ambiental. Neste contexto, em fase de exploração, é sempre de esperar o cumprimento dos valores limite de exposição (art.11º) para Zonas ainda não classificadas: $L_{den} \leq 63$ dB(A) e $L_n \leq 53$ dB(A) e mistas: $L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A), assim como do Critério de Incomodidade.

Fase de Construção

São elencadas as atividades de construção que potencialmente induzirão impactes que incluem: “Instalação e utilização dos estaleiros; circulação de viaturas, maquinaria e veículos pesados afetos à obra; movimentação de viaturas e máquinas para a execução das várias intervenções, incluindo o transporte de

terras, materiais e de trabalhadores”. A fase de construção inclui ainda a desmontagem dos aerogeradores a substituir e a instalação dos novos aerogeradores, englobando atividades de circulação de máquinas e viaturas pesadas e operação de diversos equipamentos ruidosos no exterior.

A escavação será efetuada com recurso a uma escavadora hidráulica de rastros, se necessário com martelo hidráulico [potência sonora $L_{wA} = 98$ a 105 dB(A)], e a desmontagem dos aerogeradores e a instalação dos novos será efetuada com recurso a gruas móveis [potência sonora $L_{wA} = 100$ a 108 dB(A)]. Para avaliação dos correspondentes impactes, procedeu-se à estimativa dos níveis sonoros esperados nos recetores considerados mais afetados, considerando duas fontes pontuais de 108 dB (A) e na área de fundação do aerogerador mais próximo de cada recetor.

Os trabalhos que poderão gerar um volume superior de tráfego rodoviário de pesados é a betonagem das fundações dos novos aerogeradores. Está previsto que os trabalhos de betonagem da fundação, de cada um dos 4 novos aerogeradores, decorram durante 4 dias, sendo necessário para cada fundação um total de 80 a 100 camiões, que corresponderá a 160 a 200 viagens por betonagem. Segundo o EIA, a betonagem tem de decorrer de forma contínua e tipicamente tem a duração de 1 dia para cada fundação, pelo que prevê que nos dias de betonagem o tráfego de camiões deverá variar entre 13 a 16 viagens por hora, no período diurno.

Neste contexto, recorreu ao software CadnaA e ao método de cálculo CNOSSOS-EU, considerando 16 viagens por hora, de veículos pesados (Categoria 3: Veículos pesados com três ou mais eixos), para velocidades de circulação de 50 km/h e 70 km/h e pavimento betuminoso regular, sendo que é de prever que, a 5 metros da via, o ruído particular varie de 56 dB(A) a 57 dB(A).

O regime de funcionamento das atividades construtivas será em período diurno.

O programa de simulação utilizado foi o CadnaA com o modelo de cálculo CNOSSOS - Norma “ISO 9613: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2: General method of calculation” e no quadro seguinte são apresentados os resultados obtidos junto dos recetores sensíveis influenciados pela construção do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro. Como se pode constatar, é previsível que se verifique um aumento dos níveis sonoros junto dos recetores sensíveis que poderão ser afetados pelo ruído associado ao tráfego rodoviário gerado durante a betonagem das fundações dos novos aerogeradores.

Quadro 3 - Ruído Ambiente estimado nos recetores sensíveis identificado na envolvente do reequipamento na fase de construção.
(Fonte: adaptado do EIA)

Local de avaliação	Distância à frente de obra (m)	Ruído de Referência (medido) [dB(A)]	Ruído Particular da fase de construção (R.P.) [dB(A)]	Ruído Ambiente (R.A.) (R.A.) = (R.R.) ++ (R.P.) [dB(A)]
		L_d	L_{Aeq}	L_d
PR1	2100	41	29	41
PR2	2080	42	11	42
PR3	1700	43	20	43

Relativamente às medidas de minimização associadas às operações de construção mais ruidosas, estas apenas poderão ocorrer em dias úteis, das 08:00h às 20:00h, não se considerando admissível qualquer extensão do horário de trabalho e das operações de construção.

Fase de Exploração

Para a fase de exploração foi avaliada a situação atual do parque eólico e a situação futura (com o reequipamento e sobreequipamento em funcionamento).

No que se refere à estimativa do nível de ruído, o programa de simulação utilizado foi o CadnaA, com o modelo de cálculo CNOSSOS e as variáveis indicadas no quadro 122 do EIA, e contemplou a modelação do:

- **Parque eólico atual**, foi determinado o nível sonoro médio de longa duração gerado pelos 12 aerogeradores Enercon E66 1,8 MW que têm um nível de potência sonora máximo de 105 dB(A) mais 1 aerogerador do sobreequipamento VESTAS V150 (*sound mode 0*), com uma potência sonora máxima de $104,9$ dB(A).

- **Futuro parque eólico**, foi determinado o nível sonoro médio de longa duração, gerado pelo normal funcionamento dos novos 4 aerogeradores Vestas V172, de 7,2 MW restringidas a 6,48 MW e instalados em torres de 114 m, uma potência sonora máxima de 106,9 dB(A), acrescido do aerogerador do sobreequipamento VESTAS V150 (*sound mode 0*), com altura de rotor de 105 m, com uma potência sonora máxima de 104,9 dB(A).

Os resultados obtidos permitiram apresentar os mapas de ruído particular da configuração atual (à esquerda) e futura (à direita) deste parque eólico, tanto para o período de 24h, na figura 14, como para os períodos diurno (linha superior), do entardecer (linha central) e noturno (linha inferior), na figura 15.

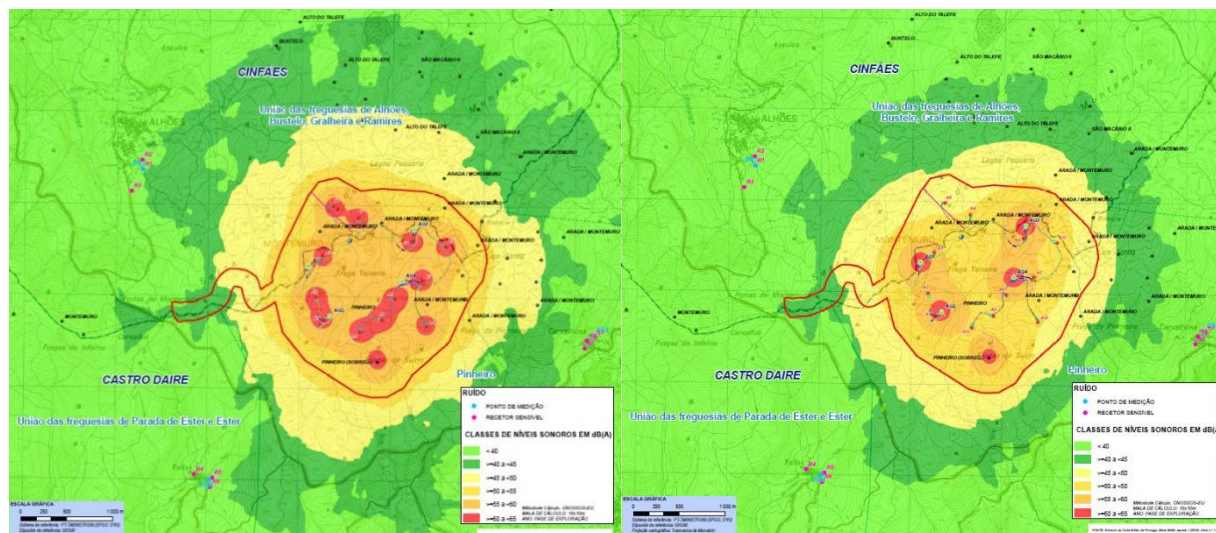


Figura 15 - Mapa de ruído particular associado à operação dos aerogeradores do Parque Eólico de Pinheiro, na situação atual (à esquerda) e na situação futura (à direita), para o indicador Lden. Fonte: adaptado da reedição do EIA, 2025

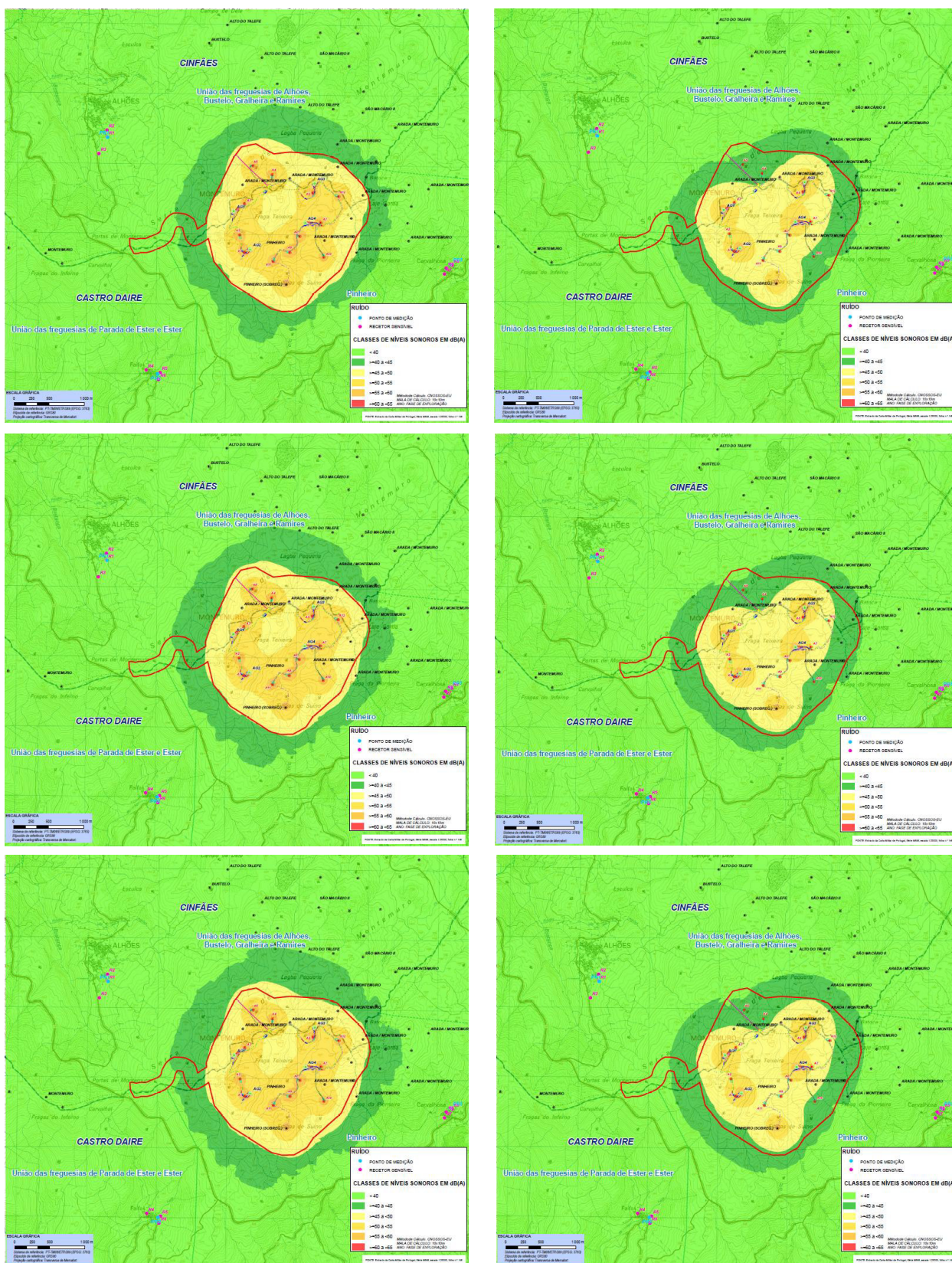


Figura 16 – Mapa de ruído particular associado à operação dos aerogeradores do Parque Eólico de Pinheiro, na situação atual (à esquerda) e na situação futura (à direita), para os indicadores L_d (linha superior), L_e (linha central) e L_n (linha inferior).
(Fonte: adaptado do EIA).

No quadro seguinte são apresentados os resultados numéricos do ruído particular do parque atual (12 aerogeradores a desmontar mais 1 aerogerador do sobreequipamento a manter) e do parque futuro (4 aerogeradores do reequipamento e 1 aerogerador do sobreequipamento), para a fachada e o piso mais desfavorável, considerando a emissão sonora máxima dos aerogeradores a funcionar em contínuo (24 h), em condições de emissão e propagação sonora favoráveis. Antecipa-se uma redução do nível sonoro em quase todos recetores, com a exceção do recetor R3 para o qual se verifica o efeito oposto.

Quadro 4 - Ruído particular previstos nos recetores sensíveis mais próximos, para a atual configuração do parque eólico e para o Reequipamento. (Fonte: EIA)

Locais de Avaliação	Ruído particular atual (R.P.A.) [dB(A)]				Ruído particular futuro (R.P.) [dB(A)]			
	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
R1	31,5	32,5	33,4	39,4	30,2	31,1	31,8	37,9
R2	31,7	32,7	33,5	39,5	30,1	30,9	31,6	37,7
R3	26,4	28,1	29,3	35,2	27,5	29,2	30,4	36,3
R4	28,8	30,5	31,7	37,6	27,1	28,0	28,8	34,9
R5	28,3	29,8	30,9	36,9	26,0	27,2	28,1	34,1
R6	29,3	30,7	31,8	37,8	28,2	28,3	28,4	34,7
R7	14,1	14,4	14,7	20,9	11,3	11,4	11,4	17,7
R8	13,7	14,1	14,5	20,7	10,1	10,3	10,5	16,7
R9	19,7	20,8	21,6	27,6	12,3	12,4	12,5	18,8

Foram igualmente apresentados – no EIA - os resultados das simulações numéricas para os mesmos recetores, nos pisos mais desfavoráveis, para o funcionamento de todo o Parque Eólico de Pinheiro, na configuração final com 5 aerogeradores, que se transcrevem no quadro seguinte.

Como se pode constatar, para a situação futura, antecipa-se o cumprimento dos valores limite de exposição aplicáveis para zonas ainda não classificadas (PR2 e PR3) e para Zonas Mistas (PR1). Relativamente ao Critério de Incomodidade é previsível que, nos recetores sensíveis avaliados, este não seja aplicável em qualquer dos períodos de referência.

Quadro 5 – Ruído Ambiente estimado nos recetores sensíveis identificados na envolvente do reequipamento. (Fonte: adaptado do EIA)

Locais de Avaliação	Ruído de Referência (medido) (R.R.) [dB(A)]				Ruído Particular (R.P.) (modelado) [dB(A)]				Ruído Ambiente (R.A.) (R.A.) = (R.R.) ++ (R.P.) ¹ [dB(A)]				Avaliação do Critério de Incomodidade (Diferença Δ [dB(A)] ²)		
	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln
R1/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	30,2	31,1	31,8	37,9	41,7	39,8	39,7	46,3	NA (0,3)	NA (0,6)	NA (0,8)
R2/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	30,1	30,9	31,6	37,7	41,7	39,8	39,6	46,3	NA (0,3)	NA (0,6)	NA (0,7)
R3/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	27,5	29,2	30,4	36,3	41,6	39,6	39,5	46,1	NA (0,2)	NA (0,4)	NA (0,6)
R4/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	27,1	28,0	28,8	34,9	41,8	40,8	38,8	45,8	NA (0,2)	NA (0,2)	NA (0,5)
R5/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	26,0	27,2	28,1	34,1	41,7	40,8	38,7	45,7	NA (0,1)	NA (0,2)	NA (0,4)
R6/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	28,2	28,3	28,4	34,7	41,8	40,8	38,7	45,8	NA (0,2)	NA (0,2)	NA (0,4)
R7/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	11,3	11,4	11,4	17,7	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)
R8/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	10,1	10,3	10,5	16,7	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)
R9/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	12,3	12,4	12,5	18,8	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)

1 – Obtido por soma logarítmica;

2 - Avaliação do Critério de Incomodidade – NA: Não aplicável; C: Cumpre

Na eventualidade de se proceder à desativação do projeto, que implicará a implementação de ações, de certo modo, equiparadas às da fase de construção, os impactes serão Pouco Significativos.

Impactes Cumulativos

Segundo o EIA, na proximidade do Parque Eólico de Pinheiro, já está em operação o aerogerador do sobreequipamento do Parque Eólico de S. Pedro (localizado junto do aerogerador do sobreequipamento de Cabril), e está previsto o reequipamento do Parque Eólico de Cabril, contudo os respetivos aerogeradores

localizam-se a mais de 4 km de distância, pelo que o impacte cumulativo no ambiente sonoro dos recetores mais próximos se prevê residual.

O projeto de reequipamento do Parque Eólico de Cabril prevê desativar os atuais 11 aerogeradores Enercon e a instalação de 4 aerogeradores Vestas V172, de 7,2 MW, restringidas a 6,06 MW, com uma potência sonora máxima de 106,9 dB(A). Prevê ainda manter 1 aerogerador Vestas V150 (*sound mode 0*), do sobreequipamento com uma potência sonora máxima de 104,9 dB(A).

O aerogerador instalado no sobreequipamento do Parque Eólico de S. Pedro é do modelo Enercon E92, tem uma potência sonora máxima de 104 dB(A).

Com base nos dados de projeto e com recurso ao modelo de simulação acústica, o EIA apresenta os níveis sonoros de ruído particular cumulativo dos reequipamentos dos PE de Cabril e de Pinheiro e do aerogerador do sobreequipamento do PE de S. Pedro, já em operação e os correspondentes níveis de ruído ambiente, que a seguir se reproduz no quadro seguinte. De acordo com os resultados apresentados, considerando a emissão sonora máxima, em condições de emissão e propagação sonora favoráveis dos PE de Cabril, de Pinheiro e do sobreequipamento de S. Pedro, é de esperar o cumprimento do Critério de Exposição e do Critério de Incomodidade.

Quadro 6 – Ruído Ambiente estimado nos recetores para a fase de exploração dos parques eólicos de Cabril, Pinheiro e S. Pedro.
(Fonte: adaptado do EIA)

Locais de Avaliação	Ruído de Referência (medido) (R.R.) [dB(A)]				Ruído Particular dos reequipamentos (R.P.) (modelado) [dB(A)]				Ruído Ambiente (R.A.) (R.A.) = (R.R.) ++ (R.P.) ¹ [dB(A)]				Avaliação do Critério de Incomodidade (Diferença Δ [dB(A)] ²)		
	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln
R1/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	35,0	35,5	36,1	42,2	42,3	40,7	40,7	47,2	NA (0,9)	NA (1,5)	NA (1,8)
R2/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	34,6	35,2	35,6	41,8	42,2	40,7	40,6	47,2	NA (0,8)	NA (1,5)	NA (1,7)
R3/PR1	41,4	39,2	38,9	45,6	33,2	34,1	34,8	40,9	42,2	40,4	40,3	46,9	NA (0,8)	NA (1,2)	NA (1,4)
R4/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	27,4	29,0	30,1	36,0	41,8	40,9	38,9	45,9	NA (0,2)	NA (0,3)	NA (0,6)
R5/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	26,5	27,9	29,0	35,0	41,7	40,8	38,8	45,8	NA (0,1)	NA (0,2)	NA (0,5)
R6/PR2	41,6	40,6	38,3	45,4	28,4	29,0	29,6	35,7	41,8	40,9	38,8	45,8	NA (0,2)	NA (0,3)	NA (0,5)
R7/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	11,3	11,4	11,4	17,7	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)
R8/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	10,1	10,3	10,5	16,7	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)
R9/PR3	43,3	41,4	41,6	48,1	12,3	12,4	12,5	18,8	43,3	41,4	41,6	48,1	NA (0,0)	NA (0,0)	NA (0,0)

1 – Obtido por soma logarítmica;

2 - Avaliação do Critério de Incomodidade – NA: Não aplicável; C: Cumpre

4.8.4 Síntese Conclusiva

Atendendo ao exposto, conclui-se que, da avaliação da fase de construção, mesmo atendendo ao afastamento dos recetores sensíveis na envolvente, a natureza das ações a desenvolver, poderá suscitar situações de incomodidade temporária. No entanto, esse efeito pode ser minimizado com a implementação de medidas de minimização adequadas, nomeadamente a restrição de horário referida.

A avaliação realizada para a fase de exploração, prendeu-se essencialmente com os recetores mais próximos, sendo que se antecipa, genericamente, o cumprimento da legislação em vigor.

4.9 SAÚDE HUMANA

No que se refere a este fator ambiental, importa garantir que do funcionamento do parque eólico não deve resultar quaisquer incómodos ou inconvenientes para terceiros ou para o ambiente.

4.10 PATRIMÓNIO CULTURAL

4.10.1 Caracterização da Situação Atual

Para a caracterização da situação atual, o EIA refere que a metodologia geral da caracterização envolveu três etapas, designadamente: (1) Recolha de informação; (2) Trabalho de campo; e (3) Registo e inventário.

A caracterização da situação atual teve como base de orientação a Lei 107/2001, de 8 de setembro (Lei de Bases do Património Cultural), o Decreto-lei n.º 270/99 de 11 de junho (Regulamento de Trabalhos Arqueológicos), com o aditamento de 10 de novembro de 2000, da portaria n.º 395/2015 de 04 de novembro, o Decreto-lei n.º 151-B/2013 de 31 de outubro e respetivas alterações – Decreto-lei n.º 47/2014 de 24 de março e Decreto-lei n.º 179/2015 de 27 de agosto”. Os trabalhos foram ainda realizados com base na Circular “Termos de Referência para o Património Arqueológico no Fator Ambiental Património Cultural em Avaliação de Impacte Ambiental”, editada em 29 de março de 2023 pela DGPC; e do Decreto-lei n.º 140/2009, de 15 de junho (Regime Jurídico de Estudos Projetos e Obras em Património Classificado), sendo devidamente autorizada pela Direção Regional de Cultura do Norte (DRCN).

Metodologia Aplicada

Como área de estudo (AE) do fator Património Cultural, considerou-se o conjunto territorial formado pela área de incidência (AI) do projeto e por uma zona de enquadramento (ZE).

A AI (direta e indireta), abrange as parcelas de terreno destinadas à construção do projeto. Adicionalmente, para avaliação do potencial arqueológico da AE, adotou-se uma zona envolvente de enquadramento (ZE) até 1 km de distância do limite da área de incidência.

A primeira fase consistiu na recolha de dados acerca da AE procedendo-se ao levantamento dos valores patrimoniais aí existentes através da consulta de bases de dados das entidades da tutela, e bibliografia especializada, nomeadamente:

- Base de dados SIG do PC, IP;
- Base de dados on-line do PC, IP;
- Base de dados on-line do IHRU;
- Cartografia variada;
- EIA e projetos de investigação sobre a área;
- Planos Diretores Municipais (PDM) de Cinfães e Castro Daire.

Procedeu-se igualmente à análise toponímica e fisiográfica da Carta Militar Portuguesa à escala 1:25 000.

Em resultado desta pesquisa assinalaram-se 41 ocorrências patrimoniais (OP), das quais oito se situam na área de incidência do projeto e as restantes na zona envolvente.

Na segunda fase da caracterização da situação atual procedeu-se à prospeção arqueológica sistemática na área de incidência direta (AID) do projeto, com vista à identificação de ocorrências de interesse patrimonial inéditas e à relocalização de ocorrências identificadas em pesquisa documental.

No decurso dos trabalhos de campo foram identificadas duas ocorrências patrimoniais inéditas (OP40 e OP41) de natureza etnográfica. Trata-se de estruturas murárias de parcelamento, de pequena dimensão e baixo valor patrimonial.

A terceira fase consistiu no processamento e compilação da informação recolhida nas fases anteriores. As ocorrências patrimoniais identificadas nas diversas fases do estudo estão registadas em cartografia à escala 1:25 000 (Desenho 24) e nas Fichas de Património Cultural (Anexo 4 do EIA).

Resultados Obtidos

No decorrer da pesquisa documental foram identificadas 41 Ocorrências Patrimoniais (OP) no interior da AE, sendo 3 de natureza arqueológica e as restantes de natureza etnográfica. A OP28 (Portas de Montemuro) Povoado fortificado encontra-se classificado como Imóvel de Interesse Público, mas situa-se fora da AI do projeto.

As ocorrências patrimoniais identificadas na fase de prospeção arqueológica encontram-se sistematizadas no quadro seguinte.

Quadro 7 - Ocorrências patrimoniais identificadas nas diferentes fases do estudo

Nº	Designação	Tipologia / Categoria	Cronologia	Valor cultural
1	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
2	Montemuro	Etnográfico / Recinto	Contemporâneo	1
3	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
4	Montemuro	Etnográfico / Recinto	Contemporâneo	1
5	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
6	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
7	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
8	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
9	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
10	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
11	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
12	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
13	Montemuro	Etnográfico / Abrigo	Contemporâneo	1
14	Montemuro	Etnográfico / Recinto	Contemporâneo	1
15	Montemuro	Etnográfico / Recinto	Contemporâneo	1
16	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
17	Montemuro	Etnográfico / Levadas	Contemporâneo	1
18	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
19	Montemuro	Etnográfico / Recinto e muro	Contemporâneo	1
20	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
21	Fragas do Suíno	Etnográfico / Muros e levada	Contemporâneo	1
22	Montemuro	Arqueológico / Mamoa	Pré-história recente	4
23	Laje Gorda	Arqueológico / Achado isolado	Pré-história recente	2
24	Laje Gorda	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
25	Laje Gorda	Etnográfico / Abrigo	Contemporâneo	1
26	Laje Gorda	Etnográfico / Muros	Contemporâneo	1
27	Laje Gorda	Etnográfico / Abrigo	Contemporâneo	1
28	Portas de Montemuro	Povoado fortificado	Idade do Ferro, romano	5
29	Portas de Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
30	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
31	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
32	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
33	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
34	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
35	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
36	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
37	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
38	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
39	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
40	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1
41	Montemuro	Etnográfico / Muro	Contemporâneo	1

4.10.2 Avaliação de Impactes

A **fase de construção** é considerada a mais lesiva para o fator Património uma vez que tem inerente um conjunto de intervenções e obras potencialmente geradoras de impactes genericamente negativos, definitivos e irreversíveis, nomeadamente relacionadas com operações de preparação do terreno e construção das distintas componentes do projeto.

Considerando o levantamento patrimonial realizado, o EIA identifica os seguintes impactes, identificados no quadro seguinte.

Quadro 8 - Distância dos elementos de projeto em relação às ocorrências patrimoniais.

Nº	Designação	Localização / Distância ao elemento de projeto	Tipo de impacto
1	Montemuro	0 m da plataforma do aerogerador n.º AG3	Indireto
5	Montemuro	0 m da vala de cabos	Indireto
10	Montemuro	0 m da plataforma do aerogerador n.º AG3	Direto
36	Montemuro	12 m da plataforma do aerogerador n.º AG1	Indireto
37	Montemuro	18 m da plataforma do aerogerador n.º AG1	Indireto
40	Montemuro	15 m da plataforma do aerogerador n.º AG2	Indireto
41	Montemuro	0 m da plataforma do aerogerador n.º AG2	Direto

Em resumo, os impactos previstos para a fase de construção são os apresentados no quadro seguinte.

Quadro 9 - Resumo com os impactos previstos para a fase de construção

Tipo de impacto	Ocorrência Patrimonial
Direto	OP10 e OP41
Indireto	OP1, OP5, OP36, OP37 e OP40
Nulos (Zona envolvente)	OP2 a OP4, OP6 a OP9, OP11 a OP35, OP38 e OP39

Realça-se, que podendo existir lacunas de conhecimento no EIA, podem vir a ser identificados elementos patrimoniais nas fases subseqüentes do projeto.

Na **fase de exploração**, a nível de impactos físicos, com base nos dados atuais e salvo a eventual identificação de ocorrências patrimoniais durante a fase de construção, não se prevêem de impactos significativos.

O EIA refere que os eventuais impactos nesta fase poderão resultar das ações de manutenção ou reparação das infraestruturas do projeto.

Quanto à **fase de desativação**, os eventuais impactos negativos devem ser avaliados tendo por base os resultados obtidos durante a fase de construção e de exploração.

A avaliação de **impactes cumulativos** pressupõe o conhecimento da implementação de outros projetos ou planos cujos efeitos possam ser cumulativos – coincidentes no espaço e/ou no tempo – face aos do projeto em avaliação.

No caso do Património Cultural, o EIA conclui que o reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro não contribui para o agravamento da significância dos impactos já gerados por outros empreendimentos na área envolvente.

4.10.3 Síntese Conclusiva

Da análise efetuada, verifica-se que a área de implantação do projeto abrange um território de muito elevada sensibilidade patrimonial, atestada pela existência de testemunhos de ocupação antrópica antiga, localizados na área de projeto e no seu enquadramento e que, em conjunto, constituem uma paisagem cultural única.

O projeto do Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro é potencialmente gerador de impactos negativos, diretos e indiretos sobre ocorrências patrimoniais, sobretudo na fase de construção do mesmo.

Considerando os dados disponíveis, não se deve excluir a forte possibilidade de ocorrência de impactos sobre o património arqueológico, em particular durante a fase de construção, fase esta potencialmente impactante

para eventuais vestígios arqueológicos que se possam encontrar ocultos quer pela vegetação, quer pelo subsolo.

4.11 ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

4.11.1 Conformidade com os Instrumentos de Gestão Territorial (IGT)

No território onde se insere o projeto vigoram os seguintes instrumentos de gestão territorial:

- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT)
- Programa Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT-Norte);
- Programa Regional de Ordenamento do Território do Centro (PROT-Centro);
- Plano Rodoviário Nacional (PRN 2000);
- Plano Nacional da Água (PNA);
- Planos de Gestão de Região Hidrográfica do Douro (RH3);
- Plano de Gestão de Riscos de Inundação da Bacia Hidrográfica do Douro (RH3);
- Programa Regional de Ordenamento Florestal Entre Douro e Minho (PROF EDM) e do Centro Litoral (PROF CL);
- Rede Natura 2000 (Zona Especial de Conservação – Serra de Montemuro – PTCON0025),
- Plano Diretor Municipal de Cinfães;
- Plano Diretor Municipal de Castro Daire

Da análise do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) verifica-se que foi efetuado o enquadramento do projeto nos vários Instrumentos de Gestão Territorial - IGT - (Planos e Programas) de âmbito Nacional, Regional e Setorial.

De seguida, apresenta-se o enquadramento do projeto ao nível do planeamento municipal, nomeadamente o Plano Diretor Municipal de Cinfães e o Plano Diretor Municipal de Castro Daire.

Plano Diretor Municipal de Cinfães

O projeto localiza-se, parcialmente, na extremidade sudeste do município de Cinfães, estando abrangido pelo respetivo Plano Diretor Municipal (PDM) aprovada pelo Aviso n.º 12625/2017 de 20 de outubro e posteriores alterações.

No concelho está prevista a remoção dos aerogeradores A4 e A5 e das infraestruturas associadas. Está igualmente prevista a reutilização de um troço da vala de cabos que servirá os novos aerogeradores a instalar. Posteriormente, prevê-se a renaturalização destas áreas.

De acordo com as cartas de ordenamento, a área de estudo do projeto de Reequipamento, encontra-se classificada como:

- “Espaços Florestais – de Conservação”
- “Estrutura Ecológica Municipal Fundamental e Complementar”

Aos **Espaços Florestais de Conservação**, aplica-se o regime previsto nos artigos 28º e 29º do regulamento do PDM (na sua versão publicada através do Aviso n.º 20222/2022, de 24 de outubro), que refere o seguinte:

Artigo 28.º – Caracterização

1 – Os espaços florestais integram as áreas do território concelhio particularmente vocacionadas para os usos florestais e silvopastoris, que constituem os seus usos dominantes, englobando as áreas atualmente submetidas ao regime florestal, e destinam-se, para além da sua função de preservação do equilíbrio ecológico e de valorização paisagística, a promover a produção florestal e as atividades associadas a esta, no quadro das orientações estabelecidas no PROF EDM e que constam do Anexo IV do presente regulamento.

2 – Os espaços florestais subdividem-se em espaços florestais de conservação, espaços florestais de produção e espaços de uso misto silvícola e agrícola.

3 – Os espaços florestais de conservação correspondem às áreas de uso ou vocação florestal com funções relevantes de conservação.

4 – Os espaços florestais de produção correspondem às áreas onde se privilegia a função principal de produção tal como definida no PROF EDM, destinando-se ao aproveitamento do potencial produtivo nos termos autorizados pelas entidades de tutela.

5 – Os espaços de uso misto silvícola e agrícola correspondem a áreas em que aqueles usos ocorrem de forma alternada e são funcionalmente complementares.

Quanto aos usos complementares e compatíveis com os espaços florestais, e mais concretamente os espaços florestais de conservação, refere o artigo 29º:

Artigo 29.º

Usos complementares e compatíveis – espaços florestais

1 – Constituem usos complementares dos usos dominantes dos espaços florestais, em qualquer das suas subcategorias, as seguintes ações e atividades:

- a) Atividades agrícolas e pecuárias;
- b) Construção e utilização de edifícios de apoio direto e exclusivo a atividades agrícolas, pecuárias ou florestais;
- c) Empreendimentos de turismo de habitação e de turismo no espaço rural que não sejam hotéis rurais, sem prejuízo do disposto na alínea seguinte;
- d) Hotéis rurais que resultem do aproveitamento ou reconversão de edifícios preexistentes.

2 – Nos espaços florestais de conservação são admissíveis como usos compatíveis com os seus usos dominantes:

a) Os seguintes usos especiais do solo de entre os referidos no articulado do capítulo VI, conjugando as condições aí estabelecidas com as restrições abaixo indicadas, e sem prejuízo dos condicionamentos legais aplicáveis:

- i) Exploração de recursos geológicos, em caso de interesse público reconhecido pelas entidades de tutela competentes para o efeito;
- ii) Implantação ou instalação de infraestruturas, desde que compatíveis com o estado de conservação favorável das espécies e habitats afetados pelas mesmas;
- iii) Construção de instalações para aproveitamento de recursos energéticos renováveis compatíveis com o estado de conservação favorável das espécies e habitats afetados pelo empreendimento.
- b) Áreas de recreio e lazer para atividades ao ar livre, cuja natureza e características sejam reconhecidas pelo município como compatíveis com a sua localização em espaço florestal de conservação;
- c) Instalação, por iniciativa pública, de áreas ou recintos adaptados a fins de fruição coletiva;

d) Usos integrados em empreendimentos a que tenha sido reconhecido caráter estratégico de acordo com os procedimentos estabelecidos na secção III do capítulo VI.

(...)

6 – Nas áreas de espaços florestais integradas na Rede Natura 2000, as ações e atividades referidas nos números anteriores apenas são admissíveis se se conformarem com o respetivo regime legal e cumprirem as determinações e orientações de gestão do PSRN2000 a aplicar nos termos estabelecidos no n.º 2 do artigo 23.º.

O n.º 2 do artigo 23º, refere:

2 - Nos termos do estabelecido pelo regime jurídico da Rede Natura 2000 e pelo respetivo plano setorial (PSRN2000), nas áreas abrangidas por este, que se encontram identificadas e delimitadas na planta de condicionantes, as utilizações, ocupações e transformações do solo, potencialmente admissíveis nos termos da disciplina estabelecida pelo presente plano, só podem ser viabilizadas se se verificar a sua compatibilidade com aquele plano setorial, através do cumprimento das disposições materiais e procedimentais decorrentes dos respetivos diplomas legais e das orientações de gestão constantes do referido plano (PSRN2000) para os SIC PTCON0025 Serra de Montemuro e PTCON0059 Rio Paiva e valores naturais (habitats, fauna e flora) associados a cada um deles, bem como das suas determinações transpostas no Anexo V ao presente regulamento, do qual é parte integrante.

Verifica-se, assim, que no item iii) da alínea a) do nº 2 do artigo 29º se refere expressamente, como uso compatível ao uso dominante, “*iii) Construção de instalações para aproveitamento de recursos energéticos renováveis compatíveis com o estado de conservação favorável das espécies e habitats afetados pelo empreendimento*”, desde que cumprido o nº 2 do artigo 23º.

O artigo 65º do Regulamento, relativo a Infraestruturas, também refere o seguinte no seu nº 1:

1 - A implantação ou instalação de infraestruturas, nomeadamente de vias de comunicação, de abastecimento de água, de saneamento básico, de rega, de telecomunicações, ou de produção, transporte e transformação de energia, em qualquer área ou local do território municipal, só pode ser objeto de deliberação favorável por parte do município, no domínio da sua intervenção procedimental, quando for reconhecido, com base em ponderação entre os benefícios esperados e os eventuais efeitos negativos da exploração nos usos dominantes e na qualidade ambiental e paisagística da área em causa, que tal não acarreta prejuízos inaceitáveis para o ordenamento e desenvolvimento locais e para a conservação da natureza.

Assim, a possibilidade de ocupação destes espaços pelo projeto em apreço, ficará sempre condicionada à determinação, pela entidade competente na matéria, da compatibilidade deste uso com “*o estado de conservação favorável das espécies e habitats afetados pelo empreendimento*” e que “*tal não acarreta prejuízos inaceitáveis (...) para a conservação da natureza*”.

No que se refere à Estrutura Ecológica Municipal, é o Capítulo V do Regulamento do PDM que trata esta matéria (artigos 60º - caracterização - e 61º - estatuto de uso e ocupação).

O nº. 2 do artigo 61º - diz o seguinte:

2 - No quadro do regime de ocupação estabelecido no número anterior, nas áreas integradas na estrutura ecológica municipal apenas são admissíveis os usos dominantes previstos para as categorias de espaços em que se inserem, podendo ainda ser viabilizados os seguintes usos com fundamento em avaliação que conclua pela escassa relevância dos eventuais prejuízos ou inconvenientes de ordem funcional, ambiental ou paisagística que possam provocar:

a) Usos e atividades enumerados no n.º 2 do artigo 25.º;

b) Componentes não edificadas nem impermeabilizadas de empreendimentos turísticos;

c) Usos complementares dos usos dominantes;

d) Para além dos referidos nas alíneas anteriores, usos compatíveis com os usos dominantes, na estrutura ecológica complementar.

E o nº 2 do artigo 25º diz o seguinte:

2 - Sem prejuízo de outros condicionamentos legais ou regulamentares aplicáveis, nos espaços naturais e paisagísticos admitem-se como usos compatíveis com o seu estatuto natural:

a) As utilizações e ocupações do solo e as atividades que possam ser consideradas preexistências nos termos dos números 1 e 2 do artigo 18.º, bem como a transformação das mesmas nos termos previstos nos números 4 e seguintes do referido artigo;

b) As ações permitidas pelo regime da Reserva Ecológica Nacional, de acordo com as condições nele estabelecidas;

c) A instalação de áreas de recreio e lazer para atividades ao ar livre;

d) A instalação, por iniciativa pública, de áreas ou recintos adaptados a fins de fruição coletiva sem componentes edificadas;

e) A sua inclusão em áreas verdes de proteção e enquadramento complementares das instalações de parques de campismo e de caravanismo e dos empreendimentos turísticos em geral;

f) Os usos ou atividades integradas em empreendimentos a que tenha sido reconhecido carácter estratégico de acordo com os procedimentos estabelecidos na secção III do capítulo VI.

3 - Nas áreas de espaços naturais e paisagísticos integradas na Rede Natura 2000, as ações enumeradas no número anterior apenas são admissíveis se se conformarem com o respetivo regime legal e cumprirem as determinações e orientações de gestão do PSRN2000 a aplicar nos termos estabelecidos no n.º 2 do artigo 23.º.

Considera-se, assim, que em área de estrutura Ecológica, o projeto poderá ter cabimento, uma vez que se encontra dentro dos projetos previstos na alínea b) do nº 2 do artigo 25º, mas apenas se der resposta ao disposto no nº 2 do artigo 23º (acima reproduzido), isto é, caso mereça a aceitação da entidade competente pela gestão da Rede Natura 2000 – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF). Estando o ICNF representado nesta CA, admite-se que a respetiva pronúncia englobará o acautelamento dos aspetos mencionados.

De acordo com a Planta de Condicionantes do PDM de Cinfães, a área em estudo contém as seguintes condicionantes:

- Perímetro Florestal da Serra de Montemuro;
- Reserva Ecológica Nacional;
- Recursos Ecológicos - Leitos e Margens de Cursos de Água integrados na REN;
- Rede Natura 2000 - Serra de Montemuro (PTCON0025);
- Rede Elétrica - Alta tensão;
- Rede Geodésica – Vértice Geodésico – Montemuro;
- Faixas de Gestão de Combustível:
 - Áreas estratégicas de mosaicos de gestão de combustível;
 - Rede primárias de faixas de gestão de combustível;
 - Rede Secundária – Linhas de distribuição de energia – alta tensão.
- Perigosidade de incêndio florestal – “Alta” e “Muito Alta”;
- Áreas percorridas por incêndios.

Resumidamente, as condicionantes /servidões existentes na área onde se insere o projeto, são as seguintes:

- REN + ZEC Serra de Montemuro – 12,5 hectares;
- REN + ZEC Serra de Montemuro + Perímetro Florestal da Serra de Montemuro – 104,7 hectares;
- ZEC Serra de Montemuro – 2,0 hectares;

- ZEC Serra de Montemuro + Perímetro Florestal da Serra de Montemuro – 14,0 hectares.

Plano Diretor Municipal de Castro Daire

O projeto desenvolve-se, maioritariamente, no concelho de Castro Daire, estando abrangido pelo respetivo PDM Resolução do Conselho de Ministros n.º 111/94 – Diário da República 257, I-B, de 07 de novembro de 1994; Resolução do Conselho de Ministros n.º 11/2000 - Diário da República 70, I-B, de 23 de março de 2000 – 1.ª Alteração: Regulamento, Planta de Ordenamento e Planta de Condicionantes; Aviso n.º 979/2020 - Diário da República 13, II-S, de 20 de janeiro de 2020 – 2.ª Alteração: Regulamento; Aviso n.º 3896/2022 - Diário da República 38, II-S, de 23 de fevereiro de 2022 – 3.ª Alteração-Simplificada: Planta de Ordenamento e Planta de Condicionantes; Aviso n.º 14299/2022 - DR 138, II-S, de 19 de julho de 2022 – 1.ª Correção Material, à 3.ª Alteração: Planta de Ordenamento e Planta de Condicionantes).

No concelho está prevista a instalação de quatro aerogeradores e das respetivas infraestruturas, bem como a remoção de dez aerogeradores (todos à exceção do AG4 e AG5, estes últimos localizados no município de Cinfães) e das infraestruturas associadas. Posteriormente, está prevista a renaturalização das áreas afetadas.

De acordo com a Planta de Ordenamento do PDM, os elementos do projeto de Reequipamento, abrangem os seguintes espaços:

- Espaços Florestais – Áreas de Baldios (Áreas sob Jurisdição do Instituto Florestal)”
- “Espaços Culturais e Naturais – Reserva Ecológica Nacional – Cabeceiras de Linhas de Água”
- “Espaços Culturais e Naturais – Reserva Ecológica Nacional - Linhas de água”

Os elementos/infraestruturas que compõem o projeto de reequipamento não estão explicitamente previstos ou interditos no regulamento do PDM de Castro Daire:

Relativamente aos **Espaços Florestais – Áreas de Baldios** (Áreas sob Jurisdição do Instituto Florestal), é aplicável o artigo 17.º (áreas sob jurisdição do Instituto Florestal) do regulamento do PDM, que remete para a cumprimento da legislação em vigor, devendo ser obtido o parecer do ICNF, IP (entidade representada na CA).

Em relação aos **Espaços Culturais e Naturais – Reserva Ecológica Nacional**, o artigo 14.º (Reserva Ecológica Nacional) remete para o cumprimento do RJREN.

Importa referir, ainda, que o aspeto relevante na avaliação da compatibilidade da instalação de um parque eólico com as regras do PDM, no caso de este ser omissivo quanto a esse tipo de infraestruturas, reside no facto de o Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto, relativo aos critérios de classificação e qualificação do solo, considerar, no seu artigo 16.º, n.º 3, alínea a), *a contrario*, as instalações de comércio, serviços e indústria destinadas à exploração de recursos energéticos como genericamente compatíveis com o solo rústico. O mesmo entendimento aplica-se, concretamente, aos espaços florestais, nos termos do artigo 19.º, n.º 5, podendo aí desenvolver-se outras atividades ou utilizações compatíveis com o uso dominante, nomeadamente o aproveitamento de recursos energéticos.

Condicionantes

São abrangidas **Áreas de Baldios**, áreas sob Jurisdição do Instituto Florestal (atual ICNF, I.P.). Conforme dito anteriormente, a ocupação destas áreas está dependente parecer do ICNF, IP, entidade representada nesta CA.

É abrangida a **Rede Natura 2000** (Zona Especial de Conservação – Serra de Montemuro – PTCON0025), dependente parecer do ICNF, IP, entidade representada nesta CA.

Reserva Ecológica Nacional (REN)

De acordo com as cartas da REN em vigor de Castro Daire (RCM n.º 120/96 - DR 183, I-B, 1996.08.08) e de Cinfães (RCM n.º 123/95 - DR 256, , 1995.11.06, com as alterações promovidas pela RCM n.º 187/2007 e Aviso

n.º 14451/2017, e Correção Material publicada pelo Aviso n.º 8928/2017), são abrangidas áreas da REN, na tipologia “Cabeceiras das linhas de água” – atualmente “Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos” (cerca de 4,7 ha), nos termos do Anexo IV do RJREN (D.L. n.º 166/2008, de 22/08, alterado pelo D.L. n.º 124/2019, de 28/08).

Tendo em conta o projeto e a tipologia da REN em presença, verifica-se que, de acordo com o previsto no Anexo II do RJREN, o projeto é enquadrável na alínea f) – Produção e distribuição de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, do Item II – Infraestruturas, estando sujeito a Comunicação Prévia. O referido projeto não está sujeito a requisitos específicos do Anexo I, da Portaria n.º 419/2012, de 20/12, nem carece de parecer obrigatório e vinculativo da APA, IP, nos termos do artigo 5.º do RJREN e do Anexo II da Portaria n.º 419/2012, de 20 de dezembro.

Relativamente aos acessos e valas de cabos, sendo necessários e indissociáveis do presente projeto, consideram-se como parte integrante do mesmo, englobando-se na mesma alínea f).

Da análise efetuada e considerando as medidas de minimização propostas, considera-se que o projeto não colocará em causa as funções do Anexo I do RJREN, relativas às tipologias da REN abrangidas. Concluindo-se, assim, que o projeto é compatível com a REN, não havendo lugar a Comunicação Prévia, cfr. decorre do n.º 7 do seu artigo 24.º (na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro).

Olival - arranque ou corte raso de oliveiras

O projeto não interfere com olivais. Contudo, no que diz respeito ao arranque ou corte de oliveiras, recomenda-se a necessidade de cumprimento do Decreto-Lei n.º 120/86 de 28 de maio, na sua versão atual caso tal venha a ser equacionado no âmbito da execução do projeto.

Reserva Agrícola Nacional (RAN).

Não são abrangidas áreas da Reserva Agrícola Nacional (RAN).

4.11.2 Síntese Conclusiva

Verifica-se que o PDM de Cinfães e de Castro Daire já contemplam a viabilização da instalação de infraestruturas de produção, transporte e transformação de energia em qualquer área ou local do território municipal. Como praticamente toda a área onde se prevê instalar/desmantelar o projeto se encontra classificada como Reserva Ecológica Nacional, não foi possível evitar a sua afetação, verificando-se a compatibilidade com os objetivos de proteção ecológica, ambiental e de prevenção e redução de riscos naturais das categorias existentes. Não se prevê a afetação de áreas classificadas como Reserva Agrícola Nacional.

5. CONSULTA PÚBLICA

A consulta pública, de acordo com o disposto no artigo 15.º, n.º 1, do DL 151-B/2013, na atual redação, decorreu durante 30 dias úteis, de 01 de julho de 2025 a 11 de agosto de 2025.

Durante este período foram recebidas dez exposições provenientes de: IPMA -Instituto Português do Mar e da Atmosfera; Direção-Geral do Território (DGT); um cidadão a título individual.

O **IPMA**, detentor de um equipamento de grande importância para a sua atividade, o radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG), situado na Serra da Freita, no concelho de Arouca, distrito de Aveiro, emite parecer desfavorável ao projeto, nesta fase e com a configuração atual. Listam-se os pontos que refletem a sua posição sobre o projeto em avaliação:

1. O Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, na configuração proposta, com 4 aerogeradores, irá afetar a qualidade das observações do radar meteorológico de A/PG, aproximadamente entre

nordeste e es-nordeste, num setor azimutal mínimo de cerca de $1,3^\circ$ (figura seguinte), que, em termos práticos, será superior, uma vez que a influência dos aerogeradores se estende lateralmente para lá da sua localização.

2. Como se pode concluir da análise do quadro abaixo, o impacto do potencial reequipamento do parque eólico sobre o feixe radar a meia potência estende-se a ambas as elevações consideradas, de forma muito significativa no que à elevação mais baixa ($0,1^\circ$) diz respeito.

Nesta elevação, a manter-se a localização proposta, a presença dos novos aerogeradores originará ocultações ao nível da cota máxima, variando entre 120,07 % (AG2) e 125,49 % (AG1). Ao nível da cota do hub, as ocultações variam entre 101,61 % (AG2) e 107,10 % (AG1). Estes valores significam que a cota do hub e, consequentemente, a cota máxima do aerogerador se encontram acima da cota do bordo superior do feixe radar a -3 dB.

3. Apesar da percentagem de ocultação ao nível da cota máxima corresponder apenas à situação em que uma das pás está na vertical, o que não está sempre a ocorrer, é de referir que, como os cálculos foram efetuados considerando a abertura do feixe a meia potência e os restantes 50% se espriam também para cotas inferiores e lateralmente, ocorrerá sempre reflexão de potência e ocultação adicional provocada pelos aerogeradores, embora com relevância mais baixa, dada a menor densidade de potência fora do feixe principal. Desta forma, apesar do desmantelamento de 12 aerogeradores poder considerar-se um aspeto positivo do ponto de vista da exploração operacional do radar de A/PG, o reequipamento deste parque eólico com 4 aerogeradores de muito maiores dimensões (aproximadamente o dobro da altura) traduzir-se-á na obtenção de um sinal composto que conduzirá à degradação da informação de diversos pixéis na zona da sua localização e a jusante, afetando o setor azimutal referido e azimutes adjacentes e produzindo impacto negativo na qualidade das observações de radar.
4. Adotando critérios de alguma razoabilidade e considerando admissível uma percentagem máxima de ocultação do feixe de cerca de 15% ao nível da cota máxima, a análise da informação disponibilizada permite concluir que o reequipamento deste parque eólico, na configuração proposta, permite antever um agravamento da situação atual, refletindo uma degradação da capacidade de exploração operacional do radar meteorológico de A/PG, designadamente na zona entre nordeste e es-nordeste relativamente ao radar.
5. Em caso de alteração da tipologia do projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro resultante desta apreciação, o IPMA, I.P. deverá ser sempre previamente consultado a fim de reavaliar a viabilidade de instalação do ponto de vista da exploração operacional do radar meteorológico de A/PG.

2. Cartografia: A cartografia topográfica, vetorial ou imagem, nas escalas entre 1:1 000 e 1:10 000, e também na escala 1:25 000, deve ser homologada ou oficial, conforme o estipulado no Decreto-Lei 193/95, de 28 de julho, na sua atual redação. A utilização de cartografia topográfica sujeita a direitos de propriedade carece de autorização de utilização pela respetiva entidade.
3. Limites Administrativos: A representação dos limites administrativos deve ser realizada recorrendo à Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em vigor, disponível na página de internet da DGT.

O **Cidadão** que, a título individual, apresentou o seu contributo, contestando o projeto, alegando a existência de tecnologias alternativas que dispensariam a instalação de grandes equipamentos eólicos, hídricos, fotovoltaicos e de combustíveis sólidos. No entanto, a tecnologia referida, supostamente capaz de converter radiofrequência em energia limpa e renovável, não apresenta qualquer base científica credível, nem foi validada através de replicações independentes ou testes controlados.

6. CONCLUSÕES

O projeto em análise corresponde ao Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, que consiste no desmantelamento de 12 aerogeradores, que se encontram em fim de vida, por 4 aerogeradores de maior potência, com ganhos ao nível da eficiência e eficácia de produção e diminuição da área de ocupação pelos aerogeradores existentes.

O Parque Eólico do Pinheiro, localizado na Serra de Montemuro, foi projetado em 1998 com 12 aerogeradores de 1,8 MW de potência unitária, correspondendo a uma potência total instalada de 21,6 MW. Recentemente, o parque eólico foi alvo de um sobreequipamento com a instalação de mais um aerogerador de 4,2 MW

Atualmente, o Parque Eólico de Pinheiro é constituído por 13 aerogeradores, com uma capacidade total instalada de 25,8 MW. O projeto consiste em retirar os 12 aerogeradores mais antigos e instalar 4 aerogeradores de 6,48 MW. Assim, com o Reequipamento, o parque eólico passará a ser constituído por 5 aerogeradores (o aerogerador construído no projeto de Sobreequipamento manter-se-á), e uma potência total instalada de cerca de 30,12 MW.

No que se refere à produção de energia elétrica, atualmente, o parque eólico produz anualmente cerca de 45 747 MWh. Com o reequipamento, prevê-se um aumento anual de cerca de 57 354 MWh, o que corresponde a 55,6% da produção total prevista (103 101 MWh).

O projeto é assim, constituído pela implantação de quatro aerogeradores e respetivas plataformas, rede enterrada de cabos elétricos, acessos (a beneficiar e a construir), e pelo desmantelamento de 12 aerogeradores e recuperação e integração paisagística das áreas afetadas às suas plataformas.

No que concerne a áreas integradas no Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC), estruturado pelo Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 242/2015, de 15 de outubro, o projeto insere-se na Zona Especial de Conservação (ZEC) Serra de Montemuro (PTCON0025). Em termos de Regime Florestal a área de implantação do projeto está sujeita a este regime, inserindo-se no Perímetro Florestal da Serra de Montemuro.

Em matéria de Ordenamento do Território, verifica-se que o projeto é compatível com o Plano Diretor Municipal (PDM) de Castro Daire e o PDM de Cinfães.

Verifica-se ainda a afetação de áreas integrantes da REN. Considera-se que o projeto é passível de se enquadrar nos usos e ações previstos no Anexo II do respetivo regime jurídico, especificamente no item II – Infraestruturas, Alínea f) Produção e distribuição de eletricidade a partir de fontes renováveis. Neste contexto, e de acordo com o n.º 7 do artigo 24.º do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na sua atual redação, nomeadamente decorrente da alteração introduzida pelo Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro, a pronúncia favorável da CCDR no âmbito do presente procedimento de AIA dispensa a comunicação prévia prevista no referido regime jurídico.

No âmbito da avaliação desenvolvida procurou-se não só avaliar os impactos decorrentes da construção de um parque eólico com 4+1 aerogeradores, mas também dos impactos causados pela desativação e desmantelamentos dos 12 aerogeradores existentes, além dos impactos cumulativos, considerando os parques eólicos existentes na envolvente do Parque Eólico de Pinheiro.

No desmantelamento dos aerogeradores, os trabalhos terão início na desativação elétrica dos aerogeradores e descarregamento de todas as potenciais fontes eletrostáticas, e na montagem de gruas para desmontagem dos aerogeradores. Após a remoção de cada torre de suporte, restará apenas a respetiva fundação em sapata de betão armado enterrada. O projeto preconiza a demolição do plinto da fundação numa profundidade que permita o recobrimento com terra vegetal com espessura mínima de 50 cm.

Relativamente à rede interna do parque eólico original (em vala de cabos), o projeto não contempla a total remoção dos cabos elétricos. Para a rede interna, considera-se que a rede de cabos subterrânea que será desativada deveria ser totalmente removida, de forma a não se manter materiais alóctones no terreno, sobretudo, quando se trata de uma área de montanha. São materiais que além do cobre são de natureza plástica. Acresce ainda que se trata de áreas que já serão perturbadas com a desativação de acessos e passagem de maquinaria para chegar aos aerogeradores a desmantelar. Assim, apesar da reabertura de valas implicar movimentações de terras que irão destruir o coberto vegetal já regenerado, considera-se que com a implementação do Plano de Recuperação das Áreas Intervencionadas (PRAI) essas áreas afetadas poderiam voltar a ter condições para uma regeneração natural da vegetação.

Como impactos positivos destaca-se o próprio objetivo do projeto, uma vez que o reequipamento irá permitir o aumento em cerca de 125% da produção de energia elétrica (de 45,74 GWh/ano para 103,10 GWh/ano), face ao parque eólico atual, o que se traduz em impactos positivos a nível nacional, tendo em conta a contribuição do projeto para a atingir o cumprimento dos compromissos assumidos pelo Estado Português no que diz respeito à produção de energia a partir de fontes renováveis e à redução em 55% da emissão de gases com efeito de estufa até 2030.

Também se verifica como impactos positivos relacionados com o desenvolvimento local, decorrente da compensação auferida aos municípios, em particular pela compensação auferida pelo Fundo Ambiental (nos termos do art.º 4.º-B do Decreto-Lei n.º 72/2022, de 19 de outubro). Ainda a nível local, o arrendamento dos terrenos baldios, beneficia as comunidades locais de uma compensação anual. Tratando-se de uma fonte de rendimento segura e com continuidade para os Baldios, o impacto gerado é considerado positivo e significativo. No entanto, com a redução do número de aerogeradores, a área de terrenos também será menor, o que terá um efeito negativo nas receitas atuais.

Por outro lado, salientam-se os impactos negativos nos sistemas ecológicos, tendo em conta a localização do projeto na ZEC da Serra de Montemuro, a sua tipologia, e os valores ecológicos identificados na área diretamente afetada pelo projeto, como a presença de habitats classificados (4030, 8220 e 8230); a existência de abrigos de quirópteros nas proximidades da área do projeto; a sua localização dentro da área de distribuição de lobo-ibérico (*Canis lupus* subsp. *signatus*), em particular no interior da área definida como centro de atividade da alcateia de Cinfães; e a coincidência com área de reprodução de tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*).

Os habitats naturais afetados, protegidos legalmente pela Diretiva Habitats, são vitais para diversas espécies da flora e fauna, incluindo espécies ameaçadas ou subavaliadas, como a fauna invertebrada, briófitas e líquenes. Com a implantação do projeto irá resultar na destruição de afloramentos rochosos (habitats 8220 e 8230) constitui uma perda irreversível, com impactos potencialmente significativos na ZEC de Montemuro, dada a reduzida representatividade destes habitats na área. Estes afloramentos assumem um papel vital como biótopo para espécies de flora como *Narcissus asturiensis*, *Teucrium salviastrum*, *Echinospartum ibericum*, *Anarrhinum longipedicellatum* e *Jasione sessiliflora*, bem como para fitocenoses rupícolas e epifíticas caracterizadas por um elevado nível de endemismos.

Assim, considera-se que, os impactos negativos mais relevantes irão resultar da destruição de afloramentos rochosos, estruturas físicas que constituem Habitat Natural, e biótopo de espécies da flora e da fauna,

decorrente da construção da plataforma de montagem do aerogerador AG2. Estes impactos são negativos, diretos, não minimizáveis e não passíveis de compensação.

Por outro lado, o efeito de exclusão da fauna poderá ser minimizado através da implementação de medidas de minimização dirigidas, sendo expectável que as espécies regressem progressivamente à área do projeto.

Já a mortalidade causada pela colisão com as infraestruturas será um impacto irreversível. Nesse sentido, é crucial considerar a ocorrência de espécies de aves e de quirópteros com estatuto de ameaça na área de estudo, e que o impacto da redução de efetivos de uma população de uma espécie ameaçada e cujo efetivo populacional já é diminuto pode ser, na verdade, bastante significativo. A localização de cada um dos aerogeradores é um atributo primordial na significância deste impacto.

Na paisagem, os impactos negativos na fase de construção, prendem-se, essencialmente, com a construção das infraestruturas necessárias ao funcionamento dos novos aerogeradores, e das áreas ocupadas necessárias à sua execução. Estas ações implicam modificações na estrutura da paisagem, em particular, fruto da alteração dos usos atuais. Há ainda que considerar, nesta fase, a desorganização espacial e funcional da paisagem, que é própria de uma obra. Este impacto é, contudo, pouco significativo, temporário e minimizável.

Na fase de exploração os principais impactos na paisagem, decorrem da reconfiguração da estrutura do parque eólico existente, e do seu efeito na leitura da paisagem local. O reequipamento permitirá uma redução expressiva do número de aerogeradores presentes nesta cumeada da Serra de Montemuro. A instalação dos 4 novos aerogeradores traduz-se na alteração direta do território na área de implantação das mesmas, alteração que terá um impacto cénico na paisagem envolvente, uma vez que os aerogeradores a instalar serão claramente percebidos pelos observadores localizados nas suas proximidades.

O parque eólico será observável a partir de cerca de 42 % da área sujeita a análise. Cerca de 1 720 ha da bacia visual do parque correspondem a áreas com baixa sensibilidade paisagística, 1 340 ha a áreas de média sensibilidade e 780 ha correspondem a áreas de elevada sensibilidade paisagística. O número de aerogeradores observados a partir de todas as povoações será menor após implantação do projeto, embora haja um pequeno aumento da bacia visual global em relação à anterior. Prevê-se assim que desta ação resulte um impacto cénico negativo globalmente significativo - ainda que menos significativo quando comparado com a situação atual de presença de 12 aerogeradores de menor dimensão.

No que se refere ao ambiente sonoro, na fase de construção, poderão existir situações de incomodidade apesar do afastamento da obra aos recetores sensíveis na envolvente. No entanto, estes impactos negativos são temporários e poderão ser minimizados através de possíveis medidas de minimização, onde se inclui a restrição do horário de trabalho.

Na fase de exploração, a avaliação realizada prendeu-se essencialmente com os recetores mais próximos. Apesar de se preverem ligeiros aumentos no ruído ambiente para a situação futura, junto de um recetor, antecipa-se o cumprimento da legislação em vigor.

Relativamente a impactos cumulativos, prevê-se também o cumprimento do Critério de Exposição e do Critério de Incomodidade junto dos recetores identificados.

No que se refere ao património cultural, a área de implantação do projeto abrange um território de muito elevada sensibilidade patrimonial, atestada pela existência de testemunhos de ocupação antrópica antiga, localizados na área de projeto e no seu enquadramento e que, em conjunto, constituem uma paisagem cultural única.

O projeto do Reequipamento do Parque Eólico do Pinheiro é potencialmente gerador de impactos negativos, diretos e indiretos sobre ocorrências patrimoniais, sobretudo na fase de construção do mesmo. Assim, considerando os dados disponíveis, não se deve excluir a forte possibilidade de ocorrência de impactos negativos sobre o património arqueológico, em particular durante a fase de construção, fase esta potencialmente impactante para eventuais vestígios arqueológicos que se possam encontrar ocultos quer pela vegetação, quer pelo subsolo.

Além dos fatores já referidos, foram também analisados os fatores ambientais geomorfologia e geologia, recursos hídricos, solos e uso do solo, clima e alterações climáticas, ambiente sonoro, saúde humana, embora estes tenham assumido menor relevância no âmbito da avaliação desenvolvida.

No que se refere às exposições recebidas em sede de consulta pública, o parecer do IPMA é determinante. Esta entidade conclui que o projeto, na configuração proposta, irá afetar a qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG), pelo que emite um parecer desfavorável ao mesmo.

Face ao exposto, e considerando os resultados da avaliação efetuada, conclui-se que, não obstante os impactes positivos do projeto para a Estratégia Nacional de Energia, a Comissão de Avaliação, atendendo aos impactes negativos significativos, não minimizáveis, principalmente decorrentes da destruição de afloramentos rochosos — estruturas físicas que integram Habitat Natural, nos termos do Anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, emite parecer desfavorável relativamente ao aerogerador AG2.

Por outro lado, face à relevância dos radares meteorológicos na deteção e monitorização de fenómenos meteorológicos perigosos, essenciais para a salvaguarda de vidas humanas e bens, a comissão de avaliação emite parecer desfavorável ao projeto do Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.

PELA COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

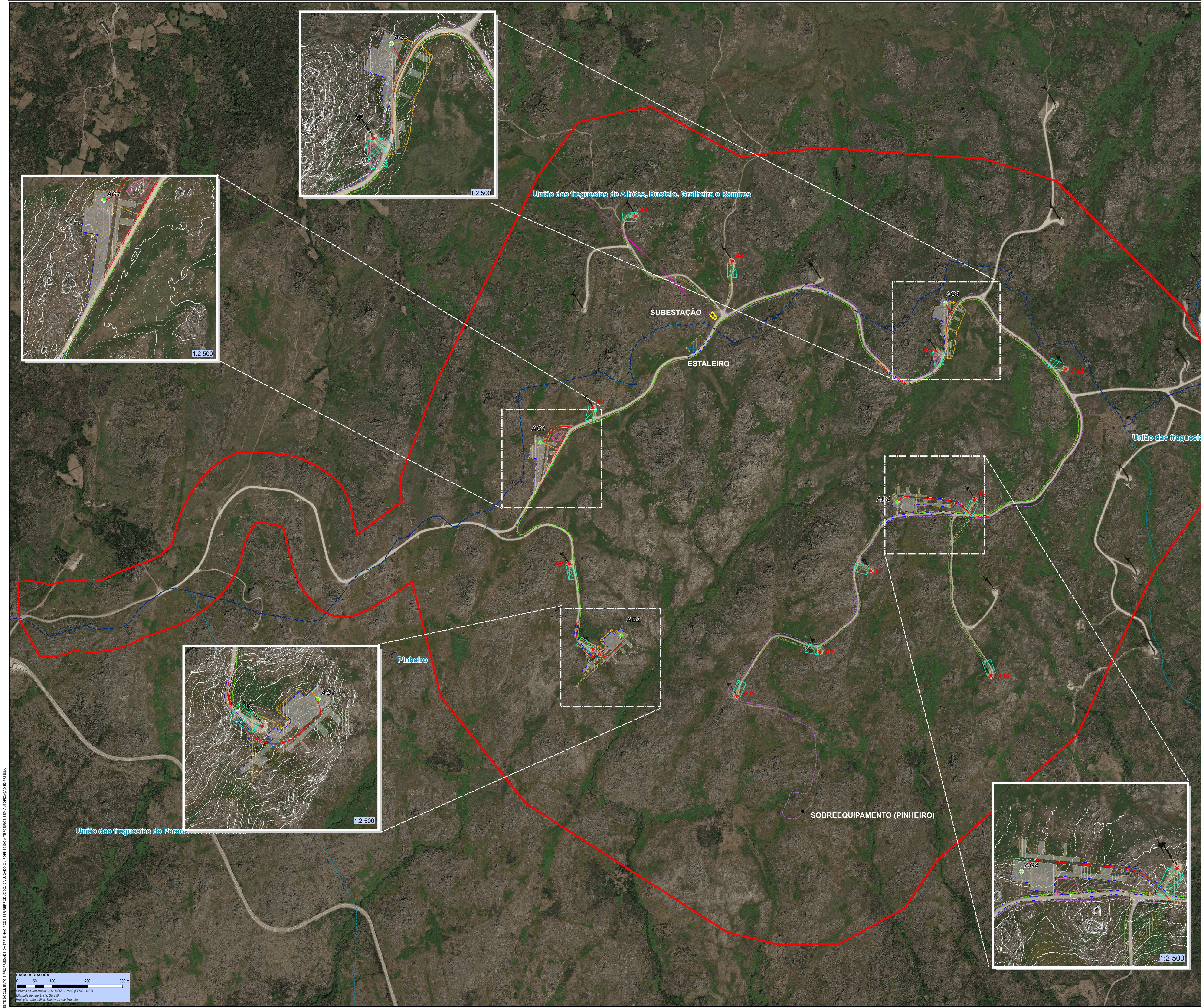
Catarina
Fialho Heleno

Assinado de forma
digital por Catarina
Fialho Heleno
Dados: 2025.09.26
15:50:44 +01'00'

Catarina Fialho

ANEXOS

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO DO PROJETO



PROJETO

ÁREA DE ESTUDO DO REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE PINHEIRO

CONSTRUÇÃO

ACESSOS

- ACESSO A CONSTRUIR
- ACESSO EXISTENTE (alargamento)
- ACESSO EXISTENTE (a beneficiar)
- ACESSOS PROVISÓRIOS

VALA DE CABOS

- VALA DE CABOS (construir)
- VALA EXISTENTE (a reutilizar)

DRENAGEM

- VALETAS DE DRENAGEM (terra compactada)
- PH (existente)
- NOVA PASSAGEM HIDRÁULICA (não galgável)

AEROGERADOR E PLATAFORMA

AG4

- TALUDES A RENATURALIZAR (Área de Exceção)
- ACESSO A DESATIVAR E RENATURALIZAR
- ACESSO A DESATIVAR E RENATURALIZAR
- ZONA DA LANÇA GRUA (terra simples compactada - recobrir com terra vegetal)
- ACESSO DEFINITIVO E RAQUETE DO AEROGERADOR (ÁREA DEFINITIVA)
- ÁREAS A INCORPORAR COM ÁREAS TEMPORÁRIAS (a remover e recobrir com terra vegetal)

OUTRAS INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

- SUBESTAÇÃO
- LINHA ELÉTRICA 60 kV (E-REDES)
- AEROGERADOR DO SOBREEQUIPAMENTO
- VALA DE CABOS DO SOBREEQUIPAMENTO

LIMITES ADMINISTRATIVOS

- MUNICÍPIO
- FREGUESIA

(Fonte: CAOP, 2024; DGT, 2024; Aviso n.º 1901/2024 do Diário da República, 2.ª série, n.º 18, de 25 de janeiro)

Imagem de base:
- OrtoSat2023 (DGT, 2023) Mosaico de ortomogras criado em processamento automático por Inicos usando pontos de referência da Airbus SPP e o modelo digital de elevação WorldDEMOrto

REV	DESCRIÇÃO	DESENHOU	VERIFICOU	DATA
A	Resposta aos Elementos Adicionais	A. Gonçalves	A. Gil	MAI 2025
0	Emissão Inicial	A. Gonçalves	A. Gil	DEZ 2024

PROJETISTA:

TPF

TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A. (www.tpf.pt)

CLIENTE:

Eólica da Cabreira, S.A.

PROJETO:

**ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE PINHEIRO**

FASE: Projeto de Execução

ESPECIALIDADE: Ambiente

TÍTULO DO DESENHO:

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

PROJETOU: Albertina Gil; António Gonçalves	DESENHOU: António Gonçalves	ESCALAS: 1:5000; 1:2500
VERIFICOU: Albertina Gil	APROVOU: Paulo Oliveira	DATA: Maio 2025

24037-PE-AMB-DES-002-01-A

CONTRATO	FASE	ESPECIALIDADE	TÍTULO DO DOCUMENTO	N.º DESEJO	FOLHA	REVISÃO
24037-PE-AMB-DES-002-01-A.mxd					FOLHA: 01/01	



*PROJETO DE REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE
PINHEIRO
ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
PROJETO DE EXECUÇÃO
REFORMULAÇÃO AO ABRIGO DO N.º 2 DO ARTIGO 16.º
DO DECRETO-LEI N.º 151-B/2013, DE 31 DE OUTUBRO
VOLUME 1 – RELATÓRIO SÍNTESE DA REFORMULAÇÃO
DO PROJETO*

ANEXO 2

**PARECER TÉCNICO DE ANÁLISE DO IMPACTE DO “PROJETO DE REEQUIPAMENTO DO PARQUE EÓLICO DE
PINHEIRO SOBRE O RADAR METEOROLÓGICO DE AROUCA DO IPMA**

02 abril 2026



Parecer Técnico

Análise do impacto do “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” da Finerge sobre o Radar Meteorológico de Arouca do IPMA

Mário Jorge Leitão

Luís Manuel Pessoa

Filipe Sampaio Ribeiro

Destinatário: Finerge

Refª: PP2025-0363/2



Índice

Sumário executivo	4
1. Introdução	5
1.1.Enquadramento	5
1.2.Metodologia de trabalho	5
2. Perturbações do terreno e de outros alvos nos radares meteorológicos	7
2.1.Obstrução do relevo local do terreno no volume de radar explorado	7
2.1.1. Filtragem de ecos não meteorológicos.....	7
2.1.2. Degradação das estimativas de precipitação com obstrução do terreno.....	8
2.2.Obstrução do relevo do terreno nos percursos radar – aerogeradores	8
2.2.1. Considerações gerais	8
2.2.2. Modelo de propagação com obstrução.....	9
2.3.Resumo de indicadores de obstrução do radar devida ao relevo do terreno	9
3. Caracterização do impacte de aerogeradores sobre radares meteorológicos	11
3.1.Danos no recetor do radar	11
3.2.Obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores.....	11
3.2.1. Quantificação da obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores.....	11
3.2.2. Efeito da obstrução na estimativa da taxa de precipitação	11
3.3.Ecos dos aerogeradores	13
3.3.1. Ecos dos aerogeradores recebidos no lobo principal do feixe.....	13
3.3.2. Estimativa da refletividade das torres eólicas	14
3.3.3. Ecos fantasma dos aerogeradores recebidos nos lobos secundários do feixe	16
3.4.Ecos fantasma dos aerogeradores devidos a multipercursos	17
3.4.1. Cálculo dos ecos de multipercursos.....	17
3.4.2. Configurações de multipercursos de três saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal	18
3.4.3. Configurações de multipercursos de três saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal e num lobo secundário	20
3.4.4. Configurações de multipercursos de quatro saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal	20
3.4.5. Multipercursos em condições anormais de propagação	21
3.4.6. Medidas de mitigação de efeitos de multipercursos.....	21
3.5.Perturbações dos aerogeradores nas medidas de efeito Doppler.....	21
4. Coexistência entre radares meteorológicos e aerogeradores	23
4.1.Recomendações da rede europeia EUMETNET – Grupo OPERA	23
4.2.Recomendações da OMM – Organização Meteorológica Mundial	24
4.3.Orientações da NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (EUA).....	26
5. Indicadores quantitativos de avaliação de impacte dos aerogeradores	27
5.1.Indicadores de obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores.....	27
5.2.Indicadores de refletividade	28
5.2.1. Fator de refletividade de aerogeradores estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal	28
5.2.2. Fator de refletividade fantasma estimada a partir de ecos recebidos nos lobos secundários	

5.3. Indicadores de multipercursos.....	29
5.4. Zona afetada pelo parque eólico	29
5.5. Indicadores incrementais em projetos de reequipamento.....	30
5.6. Resumo de indicadores de impacte de parques eólicos.....	30
6. Caracterização dos aerogeradores e das ligações radar – aerogeradores do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro	32
6.1. Localização, dimensão e vista frontal dos aerogeradores.....	32
6.2. Análise de obstrução nas ligações radar – aerogeradores.....	33
7. Análise do Parecer do IPMA sobre o Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.....	35
7.1. Modelo adotado pelo IPMA.....	35
7.2. Reformulação do modelo do IPMA.....	36
7.3. Avaliação crítica do modelo do IPMA	36
8. Resultados da aplicação da metodologia de avaliação de impacte do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro.....	38
8.1. Indicadores de obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores.....	38
8.2. Indicadores de refletividade	43
8.3. Zona afetada pelo parque eólico	43
9. Conclusões.....	49
9.1. Síntese de resultados	49
9.1.1. Elevação de 0,1°	50
9.1.2. Elevação de 1°	51
9.2. Parecer final	51
Bibliografia	53

Anexo – Parecer do IPMA

Sumário executivo

A sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., tem planeado executar o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro”, que inclui a substituição de 12 aerogeradores existentes por 4 novos aerogeradores, estando ainda prevista a manutenção de um aerogerador que tinha sido instalado no âmbito de um projeto anterior de sobreequipamento.

O projeto de reequipamento encontra-se em fase de avaliação de impacte ambiental, tendo sido realizada em fase de consulta pública uma exposição desfavorável pelo IPMA, considerada pela Comissão de Avaliação, que remete para um potencial impacte negativo no que respeita à degradação significativa da qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG).

Nestas circunstâncias, a Finerge resolveu solicitar um parecer técnico ao INESC TEC que visasse não só analisar a metodologia aplicada pelo IPMA na sua avaliação, mas também identificar outros aspetos de relevo para a análise de impacte ambiental, que, eventualmente, não tivessem sido considerados pelo IPMA, e que, uma vez incorporados numa nova avaliação, pudessem contribuir com uma análise crítica, de um ponto de vista científico, quanto ao impacto real do projeto.

O estudo realizado pelo INESC TEC teve como referência uma análise extensa e detalhada da literatura científica que endereça os efeitos de aerogeradores sobre radares meteorológicos e considera as recomendações e práticas de organismos internacionais que estabelecem orientações para a coexistência entre radares meteorológicos e parque eólicos. Este estudo conduziu ao estabelecimento de um modelo de avaliação baseado em vários indicadores que foi aplicado ao parque eólico de Pinheiro, nas configurações existente e futura (reequipamento e sobreequipamento existente).

Os resultados permitem confirmar que, para as elevações operacionais do radar de 0,1° e de 1°, os indicadores incrementais, ponderados pela sua relevância, apontam para uma redução global de impacte, sendo os respetivos valores muito inferiores aos limites máximos conhecidos de recomendações e práticas internacionais.

Em conclusão, os resultados deste estudo técnico apontam no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA, podendo concluir-se que o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” da sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., causa um impacte reduzido e até globalmente menor do que no caso do parque existente, pelo que o referido projeto não deverá comprometer a missão operacional do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro, na configuração de localizações e dimensões propostas para os novos aerogeradores e manutenção do aerogerador de sobreequipamento existente.

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., tem planeado executar o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro”, que inclui a substituição de 12 aerogeradores existentes por 4 novos aerogeradores, estando ainda prevista a manutenção de um aerogerador que tinha sido instalado no âmbito de um projeto anterior de sobreequipamento.

O Projeto localiza-se nas freguesias de Pinheiro, União das Freguesias de Picão e Ermida e União das Freguesias de Parada de Ester e Ester do concelho de Castro Daire, e na freguesia de União das Freguesias de Alhões, Bustelo, Gralheira e Ramires do concelho de Cinfães.

O IPMA, I.P. opera o radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro, situado na Serra da Freita, concelho de Arouca, situando-se os novos aerogeradores a uma distância média do radar de cerca de 25 km. As coordenadas geográficas do local do radar são 40,84502° N, 8,27972° W e a cota de emissão do feixe é de 1097 m.

O projeto de reequipamento encontra-se em fase de avaliação de impacte ambiental, de acordo com o disposto no Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental (RJAIA) na sua atual redação, tendo sido realizada em fase de consulta pública uma exposição desfavorável pelo IPMA, considerada pela Comissão de Avaliação, que remete para um potencial impacte negativo no que respeita à degradação significativa da qualidade das observações do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro (A/PG). Considerando a exposição do IPMA anteriormente descrita, a Comissão de Avaliação emitiu parecer desfavorável ao projeto, tendo a Autoridade de AIA iniciado o procedimento previsto no n.º 2 do artigo 16.º do RJAIA no âmbito do qual o promotor deverá apresentar o projeto reformulado num prazo não superior a seis meses.

Nestas circunstâncias, a Finerge resolveu solicitar um parecer técnico que visasse não só analisar a metodologia aplicada pelo IPMA na sua avaliação, mas também identificar outros aspetos de relevo para a análise de impacte ambiental, que, eventualmente, não tivessem sido considerados pelo IPMA, e que, uma vez incorporados numa nova avaliação, pudessem contribuir com uma análise crítica, de um ponto de vista científico, quanto ao impacto real do projeto.

Para esse efeito, a Finerge recorreu ao INESC TEC, instituição privada sem fins lucrativos, reconhecida de utilidade pública, dedicada à investigação científica e desenvolvimento tecnológico, transferência de tecnologia, consultoria e formação avançada e pré-incubação de novas empresas de base tecnológica.

Relevam para este convite as competências do INESC TEC na área de telecomunicações, aprofundadas pela participação em numerosos projetos de I&D, nacionais e europeus, a ainda pela realização de atividades de consultoria. De destacar ainda o facto de as suas equipas integrarem docentes da Faculdade de Engenharia com extensa atividade letiva e de investigação nessa área. Neste contexto, este parecer é subscrito pelos seguintes relatores:

- Mário Jorge Leitão, PhD, professor associado aposentado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e Diretor do INESC TEC, com anterior atividade letiva e de investigação em radiocomunicações, envolvendo, em particular, a utilização de dados de radares meteorológicos de dupla polarização;
- Luís Manuel Pessoa, PhD, professor na FEUP e responsável pela área de engenharia de rádio e eletrónica do Centro de Telecomunicações e Multimédia (CTM) do INESC TEC;
- Filipe Sampaio Ribeiro, Eng., Coordenador do CTM.

1.2. Metodologia de trabalho

Numa primeira fase, foi efetuado um estudo aprofundado da literatura científica publicada e das melhores práticas internacionais nas seguintes áreas:

- mitigação de perturbações do terreno nos radares meteorológicos (Secção 3);
- caracterização do impacto de aerogeradores sobre radares meteorológicos (Secção 4);
- identificação de recomendações internacionais de coexistência entre radares meteorológicos e aerogeradores (Secção 5).

Este estudo conduziu ao estabelecimento de uma nova metodologia de avaliação de impacto de parques eólicos sobre radares meteorológicos, suportada em indicadores quantitativos de avaliação de impacto (Secção 6), alinhada com as referidas práticas internacionais, que procuram estabelecer compromissos razoáveis entre as políticas públicas de descarbonização da economia e a missão principal dos radares meteorológicos de detetar, medir e monitorizar fenómenos atmosféricos em tempo real, especialmente os que possam produzir efeitos adversos no território.

O estudo concreto deste projeto começou por analisar a localização dos novos aerogeradores e correspondente visibilidade radioelétrica por parte do radar meteorológico (Secção 7).

Seguidamente, foi analisada a metodologia adotada pelo IPMA que conduziu aos resultados considerados excessivos do indicador de compatibilidade entre o radar e os quatro aerogeradores do parque (Secção 8). Contudo, esta análise revelou diversas debilidades que colocam em causa a razoabilidade da métrica de avaliação de impacto adotada pelo IPMA.

A presente metodologia de avaliação de impacto do projeto de parque eólico sobre o radar meteorológico foi então aplicada, sendo calculados os indicadores relevantes, ilustrados por diversas figuras elucidativas (Secção 9). De acordo com as boas práticas de avaliação de impacto ambiental, é efetuada uma avaliação de dois cenários baseada num conjunto abrangente de indicadores:

- a situação base (preexistente) de 12 aerogeradores que serão desmantelados, a que acresce o aerogerador relativo a um anterior projeto de sobreequipamento, que será mantido;
- situação futura (planeada) de 4 novos aerogeradores que serão instalados em conjunto com o aerogerador que será mantido.

A avaliação do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, por si só, reforçada pela comparação com a situação base preexistente, permite sustentar o parecer final de que o projeto introduz um nível de perturbação aceitável no radar meteorológico (Secção 10), de acordo com as práticas internacionalmente adotadas para a avaliação da coexistência entre radares meteorológicos e projetos eólicos, apontando no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA.

2. Perturbações do terreno e de outros alvos nos radares meteorológicos

2.1. Obstrução do relevo local do terreno no volume de radar explorado

2.1.1. Filtragem de ecos não meteorológicos

A mitigação de ecos fixos é uma das tarefas centrais de processamento de sinal de um radar meteorológico para eliminar ecos fortes que podem mascarar precipitação real eventualmente presente num determinado volume de amostragem do radar, definido pela abertura angular do feixe e pela resolução de distância.

Estes ecos resultam da presença do relevo do terreno, mas também incluem vegetação e construções humanas acima do solo, e podem resultar da presença destes alvos nas direções abrangidas não só pelo lobo principal da antena do radar, mas também dos lobos secundários.

Existem várias técnicas que são aplicadas em radares de dupla polarização de efeito Doppler:

a) Mapas de eco estático

- Através da identificação de ecos persistentes em tempo limpo, o radar constrói um mapa estático permanente das zonas onde existem obstáculos que produzem ecos fixos.
- Recorrendo a modelos digitais de terreno, é criada uma máscara espacial que ajusta as medidas de potência de eco recebida e do fator de refletividade correspondente, para todos os volumes de radar de um determinado azimute situados a distâncias para além de cada um dos obstáculos identificados.
- Devido às flutuações estatísticas do nível de sinal que ocorrem em condições de propagação real na atmosfera, a remoção da parcela estimada do eco fixo mantém uma componente variável que introduz ruído na componente correspondente às medidas de precipitação.
- Esta técnica é especialmente útil para a mitigação dos efeitos do relevo, vegetação, e infraestruturas permanentes, incluindo torres de aerogeradores, mas não de alvos móveis não meteorológicos, como os efeitos que resultam da rotação do rotor de aerogeradores.

b) Filtragem Doppler

- A medida do efeito Doppler, isto é, da diferença de frequência entre os impulsos transmitidos e recebidos, permite identificar a velocidade radial de deslocamento das estruturas de precipitação, devida ao vento.
- Constitui um indicador positivo da presença de precipitação.
- Há o risco de falsos positivos devido a alvos móveis não meteorológicos, designadamente as pás de aerogeradores, em especial quando o rotor se apresenta de perfil.

c) Largura espectral Doppler

- A largura espectral Doppler constitui um indicador de turbulência de hidrometeoros que apresentam diferentes movimentos, designadamente resultantes da ocorrência de um gradiente vertical da velocidade do vento.
- Os ecos fixos apresentam um espectro Doppler muito estreito.
- Filtros adaptativos removem ecos com baixa largura espectral.
- Esta técnica poderá no futuro ser capaz de remover os ecos das pás de aerogeradores.

d) Polarimetria

- As medidas relativas de amplitude e fase nas duas polarizações vertical e horizontal permitem a identificação positiva de precipitação, incluindo a sua classificação automática.
- Em especial, a ocorrência consistente de refletividade diferencial ZDR positiva ($Z_H > Z_V$) é um indicador efetivo de precipitação, devido ao achatamento das gotas de chuva.

2.1.2. Degradação das estimativas de precipitação com obstrução do terreno

Quanto maior for a penetração do relevo local do terreno no volume de radar explorado, maior será a componente fixa dos ecos e o correspondente ruído sobreposto relativamente à componente variável da precipitação, pelo que as medidas do fator de refletividade associado à precipitação tornam-se progressivamente pouco confiáveis.

A taxa de precipitação estimada em cada volume de radar baseia-se no fator de refletividade e na assinatura de dupla polarização, estabelecendo-se níveis operacionais de rigor de medidas da refletividade e da taxa de precipitação em função da obstrução, conforme exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Nível de rigor de medidas de precipitação resultante da obstrução do relevo local do terreno

Nível	Percentagem de obstrução	Impacte no rigor de medidas	Ação corretiva
N0	0% - 10%	Desprezável	Nenhuma ou correção mínima
N1	10% - 50%	Moderado Erro crescente	Aplica-se um fator de correção geométrica
N2	50% - 70%	Grave Pouco confiável	
N3	> 70%	Inaceitável	O dado é geralmente descartado (perda de sinal)

Esta redução do rigor das medidas ocorre de forma acentuada no volume de radar onde ocorre a obstrução, mas também se manifesta em menor grau para além do ponto de obstrução, no mesmo azimuth, devido à dificuldade em determinar com precisão a perda de potência por obstrução, e ainda pelo facto de esta perda variar estatisticamente com as condições reais de propagação na atmosfera.

2.2. Obstrução do relevo do terreno nos percursos radar – aerogeradores

2.2.1. Considerações gerais

Existem muitas referências que recomendam a importância de as avaliações de impacte considerarem o efeito da obstrução devida a elevações naturais no percurso, que poderão ter o efeito benéfico de “esconder” os aerogeradores da visibilidade radioelétrica do radar. Contudo, não são propostas metodologias adequadas de cálculo de obstrução excessiva no percurso que permitam concluir que uma parte ou a totalidade de cada aerogerador não é visível pelo radar.

A abordagem que deverá ser usada nesta análise deverá assentar em práticas de engenharia de radiocomunicações há várias décadas consagradas na recomendação ITU-R P.530-10 da União Internacional de Telecomunicações “Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems”.

Caso ocorra obstrução no percurso, a aplicação desta metodologia resulta no cálculo da cota limite de visibilidade do radar no local de cada aerogerador, que, por sua vez, conduz à determinação objetiva da visibilidade radioelétrica dos aerogeradores em relação ao radar, com o seguinte efeito:

- Se a cota limite de visibilidade do radar estiver acima da cota da base do aerogerador, então a porção de cada aerogerador abaixo da referida cota limite não afeta a missão operacional do radar, devendo ser excluída dos cálculos de impacte.

2.2.2. Modelo de propagação com obstrução

Como será demonstrado na secção 7.2, a totalidade do parque eólico projetado encontra-se em linha de vista radioelétrica do radar meteorológico, pelo que se omite neste parecer a descrição da metodologia de cálculo da cota de visibilidade decorrente da obstrução no percurso, abaixo da qual o radar é incapaz de cumprir a sua missão operacional.

2.3. Resumo de indicadores de obstrução do radar devida ao relevo do terreno

A Figura 1 mostra a geometria de cálculo da obstrução, aplicável no caso geral em que ocorrem cumulativamente os seguintes efeitos:

- Existe obstrução do feixe pelo relevo do terreno no local de cada aerogerador, uma vez que a cota do terreno no local de implantação do aerogerador está acima da cota do bordo inferior do feixe.
- Existe obstrução significativa criada pelo relevo do terreno no percurso, uma vez que a respetiva cota limite está acima da cota do terreno no local de implantação do aerogerador.

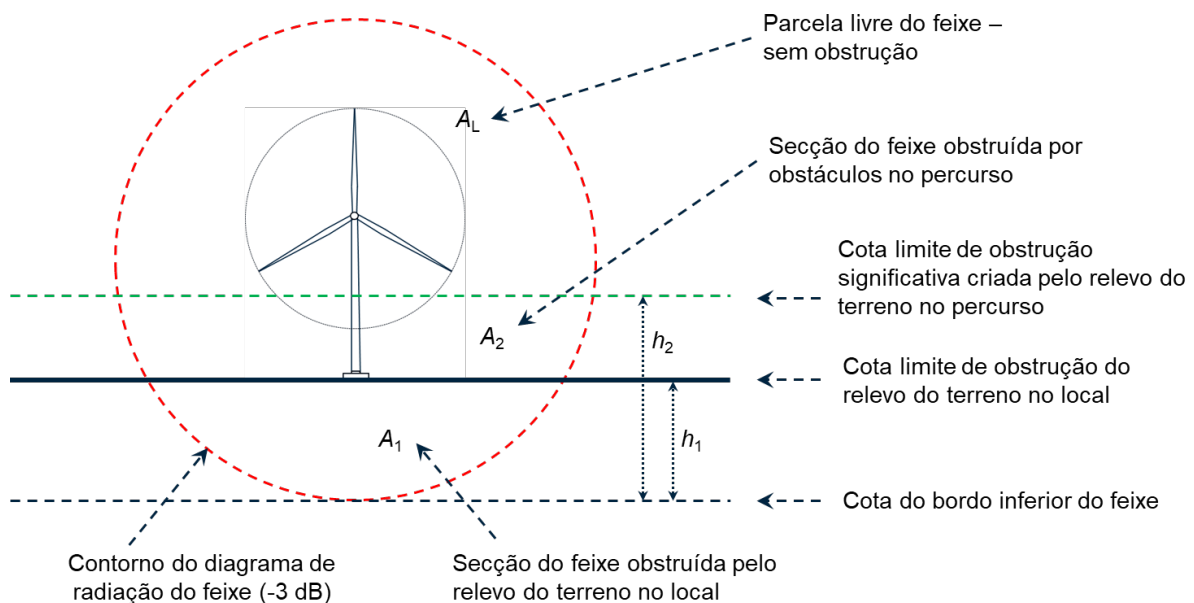


Figura 1 - Geometria de cálculo de obstrução do feixe

Tendo esta geometria como referência, são calculadas seguintes percentagens indicativas da obstrução do feixe pelo terreno:

- Percentagem da secção do feixe obstruída pelo relevo do terreno no volume de radar explorado - exprime a razão entre a área de secção do feixe obstruída pelo relevo do terreno no local de cada aerogerador e a área total da secção do feixe nesse local.
- Percentagem da secção do feixe obstruída pelo relevo do terreno no percurso (se aplicável) - exprime a razão entre a área de secção do feixe obstruída pelo relevo do terreno em cada percurso radar – aerogerador e a área total da secção do feixe nesse local.

As cotas limite definidas na Figura 1 e as percentagens resultantes acima definidas permitem estabelecer indicadores sintéticos de obstrução do radar devida ao perfil do terreno, conforme mostra a Tabela 2 que relevam para a avaliação de impacto de parques eólicos sobre radares meteorológicos, na medida em que as limitações decorrentes da orografia não podem contribuir para a degradação dos indicadores de impacto.

Tabela 2 – Indicadores de obstrução do radar devida ao relevo do terreno

Indicador		Aplicação
I1 – Obstrução do feixe do radar pelo terreno	I1.1 – Nível de rigor de medidas de precipitação resultante da obstrução do relevo local do terreno	Indica o nível qualitativo de impacto do terreno no local dos aerogeradores sobre as medidas do radar meteorológico nesse local e a maiores distâncias nesse azimuth, tendo como referência o referencial definido na Tabela 1.
	I1.2 – Cota limite de obstrução significativa criada pelo relevo do terreno no percurso (se aplicável), por aerogerador	Constitui um indicador intermédio para determinar a parcela de cada aerogerador em linha de vista radioelétrica do radar, responsável pela respetiva obstrução efetiva. Qualquer parcela de um aerogerador que esteja situada abaixo desta cota encontra-se numa situação de obstrução significativa, não afetando a missão operacional do radar.

3. Caracterização do impacte de aerogeradores sobre radares meteorológicos

Foi efetuado uma análise extensiva da bibliografia publicada nesta área, de que resultou a síntese apresentada nesta secção focada na identificação dos fenómenos físicos associados, sem entrar em detalhes técnicos excessivos, mas apenas os necessários para a determinação das métricas de avaliação de impacte adotadas neste relatório.

Como exemplos de estudos efetuados por organizações de âmbito regional, refiram-se, em especial, as conclusões de trabalhos efetuados no âmbito do grupo OPERA da rede EUMETNET, a que pertence o IPMA (Leijnse et al, 2022) e as orientações publicadas no sítio web “WIND FARM INTERACTION WITH NEXRAD RADAR” (NOAA-ROC, 2026), gerido pelo Radar Operations Center integrado na National Oceanic and Atmospheric Administration (EUA).

3.1. Danos no recetor do radar

Objetos de grandes dimensões próximos do radar provocam sinais refletidos (ecos) de elevada potência que podem exceder o limite de proteção do recetor do radar.

A distâncias curtas acrescem outros efeitos descritos nas secções seguintes, pelo que é habitual ser definida uma zona de exclusão total para os radares de banda C aplicável a distâncias até 5 km.

3.2. Obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores

3.2.1. Quantificação da obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores

A obstrução do feixe por um determinado aerogerador resulta do facto de, a essa distância, a parcela não obstruída da secção do feixe ser ocupada parcialmente pela área da secção da torre, da nacelle e das pás do aerogerador, como mostra a Figura 1. Esta situação tem como efeito potencial bloquear uma parte significativa da radiação do feixe, reduzindo os ecos de precipitação eventualmente presentes no mesmo azimuth, a distâncias superiores.

Em termos relativos, para uma determinada dimensão do aerogerador, situado a uma distância d do radar, o efeito da obstrução decresce com d^2 devido ao aumento da área da secção do feixe, sendo expectável que a distâncias mais curtas, tipicamente menores do que 20 km, a obstrução do feixe pelos aerogeradores de um parque eólico possa ser significativa e afetar a operação do radar.

Para distâncias em que a área da secção do feixe é pelo menos o dobro da dimensão dos aerogeradores, a obstrução do feixe por um determinado aerogerador pode ser quantificada através de uma razão entre a projeção da estrutura física do aerogerador num plano perpendicular à direção do feixe no local do aerogerador e a área de interseção do feixe com este plano (aproximação de primeira ordem aplicável na prática a distâncias superiores a 20 km).

Para cada azimuth do radar, poderemos ter uma sucessão radial de N aerogeradores, cada um deles introduzindo uma percentagem de bloqueio b_i . Se quisermos calcular o efeito cumulativos B desses geradores nesse azimuth, na literatura é recomendado que o cálculo seja efetuado através de um produto, sendo possível utilizar como majorante aproximado um somatório como indicado na equação seguinte, sempre que os valores b_i sejam muito reduzidos.

$$B = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - b_i) \approx \sum_{i=1}^N b_i \quad (1)$$

3.2.2. Efeito da obstrução na estimativa da taxa de precipitação

Para se compreender o efeito da obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores será necessário relacionar a potência de eco medida pelo radar com o preenchimento do volume de radar por partículas de precipitação.

Em sistemas de radar, a secção transversal do radar (*radar cross section*, RCS) de um alvo exprime a sua capacidade de refletir uma onda eletromagnética incidente em todas as direções, por efeitos de espalhamento (*scattering*).

Em radares meteorológicos, se o comprimento de onda ser muito maior do que a dimensão das gotas de chuva, aplica-se condição de Rayleigh que exprime o facto de que o RCS σ é proporcional à sexta potência da dimensão das gotas, ou seja:

$$\sigma = \frac{\pi^5}{\lambda^4} |K|^2 D^6 \quad (2)$$

sendo λ o comprimento de onda, K o índice de refração da água e D o diâmetro da gota, considerada esférica.

Por outro lado, a potência recebida P_r obtém-se a partir da equação

$$P_r = \frac{P_e G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 r^4} \quad (3)$$

em que P_e é a potência emitida, G o ganho da antena do radar e r a distância do radar ao alvo.

A grandeza efetivamente medida em radares meteorológicos é o fator de refletividade Z , que para uma população de n partículas no volume de radar V_m , se define através de

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^6}{V_m} \quad (4)$$

Combinado as Equações (1), (2) e (3), a potência recebida por unidade de volume virá então em função de Z

$$\frac{P_r}{V_m} = \frac{P_e G^2 \pi^5 |K|^2}{(4\pi)^3 r^4 \lambda^2} Z \quad (5)$$

Deste modo, a partir de medidas de P_r/V_m efetuadas pelo radar, calcula-se Z . Por sua vez, considerando determinadas distribuições da dimensão das gotas de precipitação, conforme a sua natureza, e ainda a correspondente velocidade terminal de queda, calcula-se a taxa de precipitação R (em mm/h) a partir de equações semiempíricas do tipo

$$Z = aR^b \quad (6)$$

em que Z se exprime em mm^6/m^3 .

Os exemplos práticos mais relevantes de expressões Z - R são $Z = 200R^{1.6}$ para chuva estratiforme e $Z = 300R^{1.4}$ para chuva convectiva, mas em radares de polarização simples, o grau de incerteza é muito grande pelo efeito dominante do diâmetro das gotas de maior dimensão na medida de Z (potência de 6), que têm um impacto muito menor na taxa de precipitação R (potência de 3).

Em radares de dupla polarização, como os operados pelo IPMA, mede-se simultaneamente a refletividade no plano horizontal Z_H e no plano vertical Z_V , sendo a diferença designada de refletividade diferencial Z_{DR} . Como as gotas de maior dimensão são mais achatadas e produzem maiores valores de Z_{DR} , esta grandeza tem informação complementar sobre o peso relativo das gotas de maior dimensão. Deste modo, a medida de Z_{DR} pode ser usada para calibrar automaticamente os coeficientes a e b da relação Z - R , reduzindo assim o erro das estimativas de precipitação. Outras medidas polarimétricas são ainda usadas para identificar o tipo de precipitação. Ainda que seja adotado o método polarimétrico para estimar a taxa de precipitação, a incerteza continua a ser significativa.

Uma vez que os erros da medida de potência decorrentes da obstrução do feixe do radar se refletem proporcionalmente em erros nas medidas do fator de refletividade, podemos assim concluir que expressão Z - R aplicável permite converter erros de medida de potência em erros das estimativas da taxa de precipitação.

A Tabela 3 estabelece uma correspondência meramente indicativa da relação entre fator de refletividade e taxa de precipitação, a que será útil recorrer sempre que se pretenda obter uma percepção

qualitativa do efeito de valores calculados do fator de refletividade. Os intervalos da taxa de precipitação da tabela correspondem aos valores definidos pelo IPMA para aguaceiros de chuva.

Tabela 3 – Correspondência indicativa entre refletividade e intensidade de precipitação instantânea

Fator de refletividade	Taxa de precipitação	Aplicação
< 28 dBZ	< 2 mm/h	Chuva fraca ou neve
28 - 40 dBZ	2 - 10 mm/h	Chuva moderada
40 - 50 dBZ	10 - 50 mm/h	Chuva forte
> 50 dBZ	> 50 mm/h	Chuva violenta
> 60 dBZ		Probabilidade de granizo

3.3. Ecos dos aerogeradores

3.3.1. Ecos dos aerogeradores recebidos no lobo principal do feixe

A torre e a nacele, sendo constituídas por materiais metálicos com alta condutividade elétrica, apresentam um elevado RCS, refletindo os impulsos de radar de forma eficiente, criando medidas incorretas do fator de refletividade Z , que é usado para estimar a taxa de precipitação, conforme explicado na secção 4.2.2. O efeito das torres poderá agravar-se no caso de a direção de chegada do feixe for perpendicular a superfície da torre, considerando que esta tem a forma de uma secção cónica. Nesta situação singular, ocorre uma reflexão especular com eficiência máxima.

No que se refere às pás, sendo constituídas por materiais compósitos de baixa condutividade, absorvem uma parte significativa da potência incidente, pelo que apresentam, de um modo geral, baixa refletividade.

Os ecos das torres podem ser removidos conforme explicado na secção 3.1.1, embora subsista um nível de ruído significativo que afeta as medidas de refletividade de alvos meteorológicos.

Há ainda diversos aspetos problemáticos com as pás e a nacele:

- Caso o material usado nas pás inclua compósitos de carbono, a condutividade é maior, apresentando, por isso, maior refletividade.
- Na superfície das pás, e em especial nas pontas, são montados discos ou placas metálicas (geralmente em aço inoxidável, alumínio ou cobre), constituindo terminais aéreos para atrair os raios, que são depois conduzidos para a terra por condutores.
- Em certas condições geométricas, poderá ocorrer uma reflexão especular nas pás ou na nacele que poderá criar ecos da mesma ordem de grandeza dos que ocorrem nas torres.
- Os ecos da nacele e das pás, devido ao seu movimento de rotação, são dinâmicos e não são removidos pelos filtros, embora no futuro tal possa vir a acontecer.

Podemos, assim, concluir que a presença de aerogeradores num determinado volume de radar afeta as medidas de refletividade nesse volume, e presumivelmente em alguns dos volumes adjacentes, embora para um alvo de dimensão fixa e não distribuído, como é o caso das torres, o fator de refletividade decresça com d^2 , uma vez que, pela definição de refletividade, presume-se que, no caso da precipitação, as partículas de água preenchem uniformemente o volume de radar.

3.3.2. Estimativa da refletividade das torres eólicas

3.3.2.1 RCS monostático de uma torre eólica

Se o emissor e o recetor estão na mesma posição, diz-se que estamos numa situação de RCS monostático, e o efeito designa-se de retrodispersão ou retroespalhamento (*backscattering*).

Quando as dimensões de um alvo são muito maiores do que o comprimento de onda, é possível calcular o RCS através da aproximação ótica. No caso de torres eólicas, apesar do seu formato de secção cónica, pode aplicar-se o modelo teórico de um cilindro equivalente com um diâmetro igual à média dos diâmetros da base e do topo da torre, sendo além disso necessário ter em conta a inclinação da aresta da secção cónica em relação à direção incidente do radar.

De acordo com Angulo et al (2015), o cálculo teórico do RCS σ de uma estrutura com a forma de secção cónica pode ser efetuado através da equação

$$\sigma = krL^2 \sin(\theta + \alpha) \left[\frac{\sin(krL \cos(\theta + \alpha))}{krL \cos(\theta + \alpha)} \right]^2 \quad (7)$$

em que $k = 2\pi/\lambda$, λ é o comprimento de onda, r é o raio médio da secção cónica da torre e L o seu comprimento, θ é o ângulo de chegada do feixe relativamente à vertical no local, α é a inclinação da superfície cónica da torre e $\theta + \alpha$ é o ângulo de incidência na superfície da torre.

Se considerarmos uma torre eólica de nova geração com 120 m de altura e 4,2 m de diâmetro médio em comparação com uma torre eólica de geração anterior com 60 m de altura e 3,2 m de diâmetro médio, obtemos valores de σ (RCS) em função do ângulo de incidência conforme representados na Figura 2.

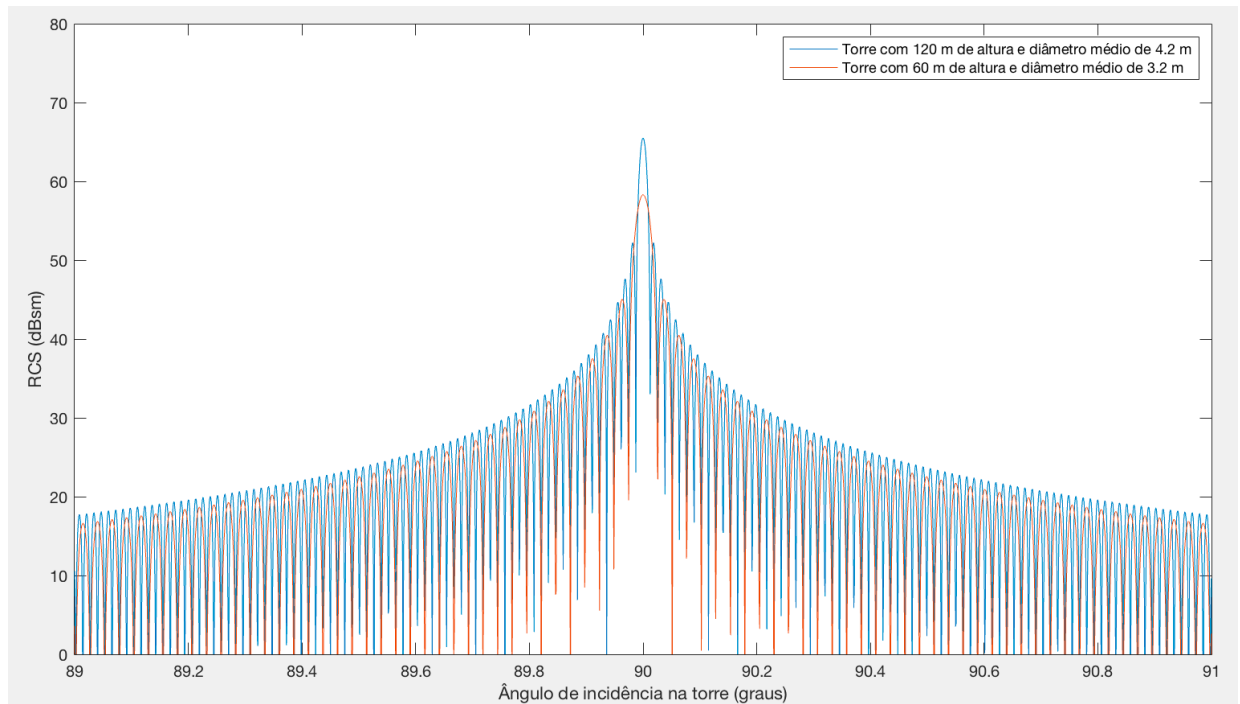


Figura 2 – RCS monostático de duas torres eólicas típicas, em função do ângulo de incidência na superfície da torre (frequência de 5,6 GHz)

A situação particular de um ângulo de incidência de 90° corresponde à condição de reflexão especular que deve ser evitada, uma vez que, conforme evidencia a Figura 2, tem como consequência a criação de valores de RCS e consequentemente de refletividade muito elevados, excedendo em mais de 30 dB os valores correspondentes a ângulos superiores ou inferiores a 90°, ainda que marginalmente diferentes. Nesse caso, o RCS σ_{max} é proporcional ao diâmetro da torre e ao quadrado da sua altura, sendo calculada através de

$$\sigma_{max} = krL^2 \quad (8)$$

Resulta da equação anterior que o acréscimo de RCS da torre menor para a torre maior corresponde a 6 dB relativos à duplicação da altura e cerca de 1 dB relativos ao acréscimo do raio. Para valores afastados da incidência especular, o RCS depende sobretudo do raio médio da torre, pelo que na Figura 2 identificamos uma diferença de apenas 1 dB entre os máximos locais de cada curva, para o mesmo ângulo de incidência.

O risco de reflexão especular nas torres eólicas conduz à tomada de medidas preventivas, neste caso através da pintura das torres com propriedades difusoras que atenuam este efeito.

No que se refere à dependência com a distância ao radar, a refletividade decresce com o quadrado do respetivo valor, como mostra a Figura 3, que exemplifica esta dependência para três valores de RCS. Como se pode observar, apesar de o ângulo de incidência estar afastado da reflexão especular em cerca de $0,5^\circ$, para o valor intermédio de $RCS = 23 \text{ dBm}^2 \text{ (dBsm)}$, os valores da refletividade são muito elevados, demonstrando a importância da aplicação das referidas medidas de mitigação de ecos não meteorológicos.

Pode ainda constatar-se que, para distâncias superiores a cerca de 60 km, a presença de aerogeradores continua a produzir ecos significativos, mas não compromete a capacidade operacional do radar meteorológico de detetar eventos meteorológicos relevantes, desde que sejam aplicadas medidas de mitigação.

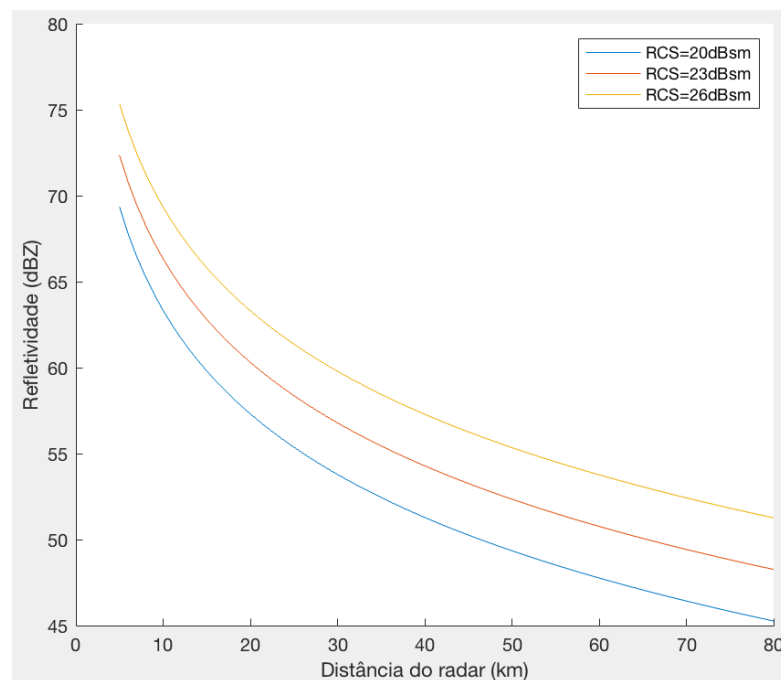


Figura 3 – Relação entre refletividade de uma torre eólica e distância

3.3.2.2 RCS biestático de uma torre eólica

No caso de o emissor e o recetor não partilharem a mesma localização, o RCS diz-se biestático. Uma situação particular corresponde à deflexão de ondas de pequenos ângulos, que se designa de dispersão progressiva (*forward scattering*).

A compreensão da capacidade de uma torre eólica radiar a energia eletromagnética incidente noutras direções é importante para a análise dos efeitos de multipercursos, que serão discutidos adiante.

O modelo teórico de um cilindro condutor é igualmente aplicável, conduzindo aos resultados exibidos na Figura 4, para uma torre de 120 m de altura e 4,3 m de diâmetro médio., de acordo com Ruck et al (1970).

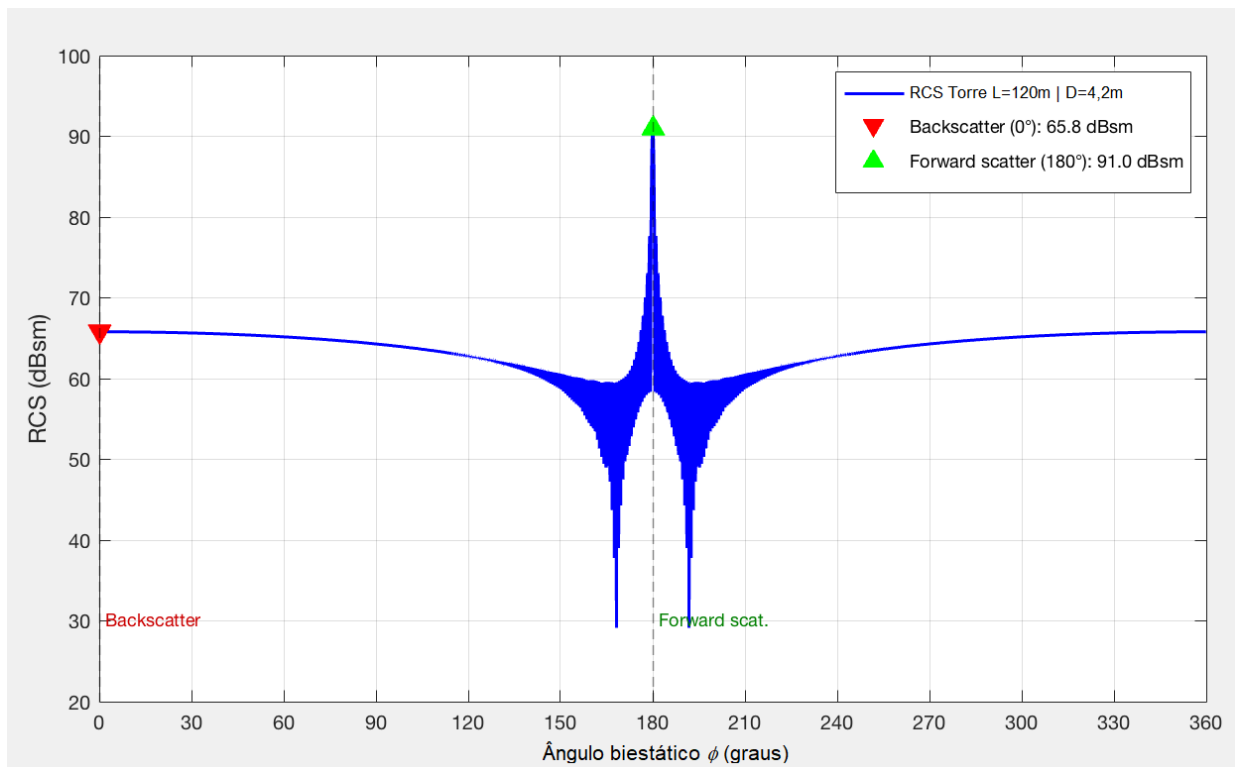


Figura 4 – RCS biestático de uma torre eólica de 120 m de altura e 4,2 m de diâmetro, em função do azimute – ângulo biestático (frequência de 5,6 GHz)

Estes resultados permitem extrair diversas conclusões:

- A radiação lateral é relevante em comparação com a reflexão monostática.
- No intervalo aproximado entre 177° e 183° ocorre um reforço da energia radiada, com um pico significativo na direção radial do radar para a torre eólica.
- O alinhamento perfeito entre torres em relação ao radar deve ser evitado.

3.3.3. Ecos fantasma dos aerogeradores recebidos nos lobos secundários do feixe

As antenas parabólicas usadas em radares meteorológicos exibem um lobo principal bem definido, mas apresentam igualmente lobos secundários e radiação residual em todas as direções.

Para os radares do IPMA do modelo Vaisala WRM200, de acordo com a respetiva especificação, o lobo secundário mais importante tem um ganho de pelo menos 29 dB abaixo do ganho do lobo principal, ocorrendo a uma determinada distância angular do eixo principal.

Considerando o exemplo deste lobo secundário, quando o radar aponta num determinado azimute recebe ecos do terreno, edifícios ou de aerogeradores situados num azimute que difere daquele de um valor correspondente à distância angular de separação dos lobos, interpretando esse eco como sendo de um alvo situado na direção principal (eco fantasma deslocado em azimute).

Neste caso, aos ecos recebidos nos lobos secundários, não se distinguindo dos ecos não meteorológicos recebidos no lobo principal, serão aplicadas as medidas de mitigação apresentadas na secção 3.1.1, destacando-se os seguintes comentários:

- O facto de ocorrer uma perda de ida e volta nos lobos secundários de pelo menos 58 dB, resulta numa medida refletividade de torres eólicas tipicamente inferior a 63 dBZ – 58 dB = 5 dBZ a distâncias superiores a 20 km, de acordo com a Figura 3, permitindo a sua redução pelas medidas de mitigação, sem riscos de ruído residual.

- Os ecos variáveis da nacele e pás não são removidos, podendo em certas condições excepcionais atingir a ordem de grandeza dos ecos das torres, mas também neste caso vêm reduzidos de pelo menos 58 dB, pelo que não terão impacto significativo nem relevância estatística.

Como destacado na secção anterior a respeito da dependência da refletividade com a distância, a Figura 3 aplica-se a um ângulo de incidência não especular. Se a condição radioelétrica aplicável for de reflexão especular, a refletividade será muito maior e o efeito dos ecos recebidos nos lobos secundários não poderá ser excluído a distâncias superiores a 20 km.

3.4. Ecos fantasma dos aerogeradores devidos a multipercursos

Como discutido anteriormente, os aerogeradores produzem fortes ecos dos impulsos de radar devido às suas grandes estruturas refletoras (torre, nacele) e, no caso das pás em movimento, devido à possibilidade de reflexões especulares, a que crescem as alterações do campo de efeito Doppler.

Cada aerogerador está inserido num ambiente complexo que cria condições para a ocorrência de propagação por múltiplos caminhos (multipercursos), em que o sinal de radar atinge o recetor por trajetórias secundárias envolvendo alvos intermédios, produzindo ecos fantasma correspondentes a falsos positivos de alvos que aparecem para além da posição real dos aerogeradores. Estes ecos provocam o alongamento dos ecos dos aerogeradores para volumes de radar posteriores (rastos radiais).

As principais causas destes multipercursos são:

- Reflexões em edificações, incluindo outros aerogeradores – tendem a ocorrer de forma permanente, especialmente a distâncias mais curtas.
- Reflexões no solo ou caminhos múltiplos em condições anormais de propagação – ocorrem de forma menos previsível e mais esporádica, tendo maior intensidade em baixas elevações e maior probabilidade em dias húmidos ou superfícies molhadas.

De um modo geral, os multipercursos causados por um aerogerador envolvem sempre os seguintes percursos:

- um percurso primário com um salto de ida até ao alvo primário (aerogerador) e um salto de eco até ao radar;
- um ou mais percursos secundários envolvendo cada um deles três ou mais saltos entre o radar, o alvo primário e um ou mais alvos secundários.

3.4.1. Cálculo dos ecos de multipercursos

O cálculo de ecos de multipercursos requer a generalização da equação básica do radar, de modo a contemplar mais de dois saltos.

A Equação (2) pode ser reescrita sob a forma

$$P_r = \frac{P_e G^2 \lambda^2}{(4\pi r)^2} \cdot \frac{\sigma}{4\pi r^2} \quad (9)$$

em que o primeiro termo corresponde à potência recebida para uma ligação ponto-a-ponto, enquanto a parcela $\sigma/4\pi r^2$ representa o fator de *backscattering* do alvo passivo primário introduzido numa ligação de dois saltos.

Se agora considerarmos um percurso secundário com três saltos, em que r_1 é a distância entre o alvo primário e o alvo secundário, e r_2 a distância entre o alvo secundário e o radar, é fácil chegar-se à relação

$$P_r = \frac{P_e G_1 G_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2} \cdot \frac{\sigma_1}{4\pi r_1^2} \cdot \frac{\sigma_2}{4\pi r_2^2} \quad (10)$$

em que σ_1 e σ_2 correspondem ao RCS do alvo primário e secundário, respetivamente, nas direções aplicáveis. Note-se o seguinte:

- o RCS σ do alvo primário no percurso primário difere do RCS σ_1 desse alvo no percurso secundário, porque as direções são diferentes;
- tal como quando se passa de uma ligação ponto-a-ponto para uma ligação de dois saltos com um alvo passivo, a introdução de cada novo salto resultante da interação com um alvo adicional tem como efeito a inclusão de uma nova parcela multiplicativa do tipo $\sigma/4\pi r^2$, em que r é a distância entre os dois alvos;
- para valores correntes de RCS e distâncias entre alvos que interferem entre si, esta parcela introduz uma perda adicional significativa, razão pela qual os multipercursos podem continuar a ser detetáveis, mas com um fator de refletividade estimado muito menor do que o aplicável a ecos diretos dos aerogeradores.

3.4.2. Configurações de multipercursos de três saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal

Começamos por considerar o caso particular em que o percurso de ida e os percursos de volta ocorrem com emissão e receção através do lobo principal.

A Figura 5 exemplifica duas configurações típicas de multipercursos nessa situação que envolvem os seguintes saltos:

- um percurso primário que envolve um salto de ida e um de volta, ou seja, Radar – AG1 – Radar;
- um percurso secundário A que envolve um salto de ida e dois de volta, ou seja, Radar – AG1 – AG2 – Radar, em que o alvo secundário se encontra mais próximo do radar do que o alvo primário;
- um percurso secundário alternativo B que envolve igualmente um salto de ida e dois de volta, ou seja, Radar – AG1 – Terreno – Radar, mas em contraste com o anterior, o alvo secundário encontra-se mais distante do radar do que o alvo primário.

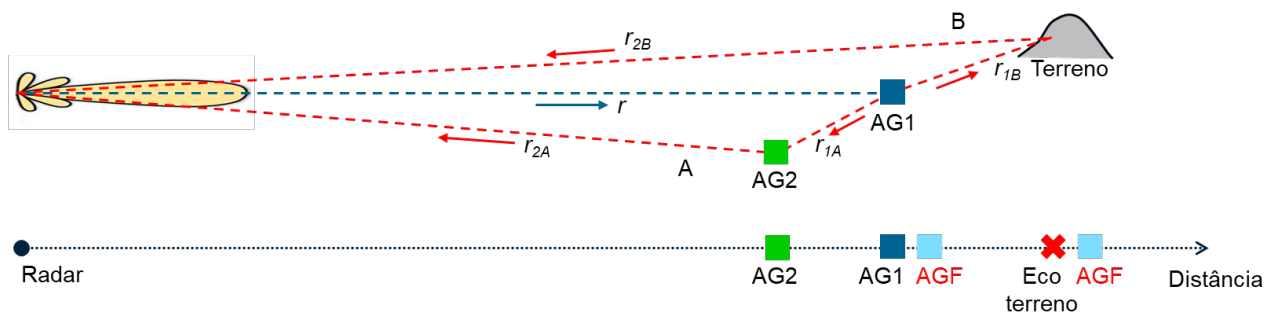


Figura 5 – Configurações de multipercursos de três saltos com emissão e receção no lobo principal

Qualquer dos percursos resulta de um mecanismo físico genérico designado de *scattering* (espalhamento), através do qual a energia incidente num determinado alvo condutor é espalhada em todas as direções, com maior ou menor eficiência. O percurso primário é um caso particular de um eco enviado pelo alvo na mesma direção e sentido contrário do raio incidente, sendo o mecanismo designado de *backscattering*.

Tomando como exemplo o multipercurso Radar – AG1 – AG2 – Radar, a distância total percorrida é

$$r_{total} = r + r_{1A} + r_{2A} \quad (11)$$

Por sua vez, o radar, ao receber um eco secundário posterior ao eco primário, com um tempo de atraso que resulta da distância total percorrida, infere a presença de um alvo fantasma situado a uma distância r_{radar} que presume que as distâncias de ida e volta são iguais, ou seja

$$r_{radar} = \frac{r_{total}}{2} = \frac{r+r_{1A}+r_{2A}}{2} = r + \frac{r_{1A}+r_{2A}-r}{2} \quad (12)$$

em que o segundo termo da equação anterior representa metade da diferença entre os comprimentos do percurso primário e do percurso secundário.

A Figura 5 inclui na parte inferior a representação dos ecos que são recebidos no radar, os quais se presume estarem situados espacialmente na mesma na linha de azimute e elevação central do feixe. A largura do feixe está muito exagerada na figura (é apenas $0,95^\circ$ nos radares do IPMA), mas há um efeito geral que a figura ilustra, que é o facto de ocorrer um deslocamento de azimute para a mesma linha radial correspondente a uma determinada posição de varrimento, que introduz erros que crescem com a distância.

Os ecos representados na linha radial de varrimento têm a seguinte origem, por ordem crescente da distância:

- AG2 – eco correspondente ao percurso primário na direção de AG2, à distância d_{2A} ;
- AG1 – eco correspondente ao percurso primário na direção de AG1, à distância d ;
- AGF – eco fantasma resultante da interação de AG1 e AG2, correspondente ao percurso secundário na direção de AG2, a uma distância igual a metade da diferença entre os comprimentos do percurso primário e do percurso secundário;
- Eco terreno – eco correspondente ao percurso primário de eco numa direção do terreno envolvente, à distância d_{2B} , o qual deverá ser eliminado através da aplicação das medidas de mitigação de ecos fixos.
- AGF – eco fantasma resultante da interação de AG1 e do terreno, a uma distância igual a metade da diferença entre os comprimentos do percurso primário e do percurso secundário.

Estes resultados permitem extrair as seguintes conclusões:

- A interação entre dois alvos tem um potencial de criação de um eco fantasma relativamente próximo do alvo mais distante.
- No caso de a emissão e a receção ocorrer no lobo principal, o aerogerador correspondente ao eco primário e o outro alvo estão no mesmo volume cónico do feixe de radar para uma determinada posição de varrimento.
- Resulta do ponto anterior que a situação mais desfavorável que cria um eco fantasma mais afastado do eco real ocorre quando os dois alvos estão à mesma distância, separados entre si do diâmetro do feixe do radar a essa distância.
- Conclui-se, assim, que a separação máxima entre o eco fantasma e o alvo mais próximo se pode estimar como sendo metade do diâmetro do feixe do radar a essa distância.

Para os radares do IPMA, a abertura de feixe nominal é de $0,95^\circ$ pelo critério de 50% da potência (-3 dB). Contudo, a estimativa de multipercursos no lobo principal deve considerar um critério mais relaxado, por exemplo 90% da potência (-10 dB). Para este limiar de -10 dB, considera-se na prática que a abertura do feixe correspondente a uma antena parabólica duplica em relação ao critério de -3dB.

Tendo em conta este enquadramento, o modelo apresentado neste estudo considera que a principal causa para este efeito é a interação entre torres eólicas, conforme ilustrado na Figura 5: radar – AG1 – AG2 – radar. Nestas condições, com base nos resultados teóricos apresentados na Secção 4.3.2 para o RCS monostático em função do ângulo de incidência e o RCS biestático em função do azimute, são efetuados os seguintes cálculos para estimar os rastros de ecos fantasma envolvendo alvos dentro do lobo principal, em que θ é o ângulo de chegada do feixe ao AG1 e α é a inclinação da superfície da torre:

- AG1: ângulo de incidência na superfície da torre: $\theta + \alpha$ | reflexão especular biestática em direção a AG2 com uma elevação $\theta + 2\alpha$ (por definição de reflexão especular, o ângulo de reflexão na superfície da torre é igual ao ângulo de incidência $\theta + \alpha$, mas como a perpendicular à superfície da torre faz um ângulo α com a horizontal, a elevação da reflexão em relação à horizontal será $\theta + 2\alpha$).
- AG2: ângulo de incidência na superfície da torre: $\theta + 3\alpha$ | reflexão biestática em direção ao radar.

Como o modelo considera torres metálicas com características de condutores perfeito, não tendo em conta o revestimento das torres com propriedades difusoras, que reduz a reflexão especular, os resultados são majorantes dos valores esperados em situações reais.

3.4.3. Configurações de multipercursos de três saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal e num lobo secundário

O mecanismo de multipercursos pode envolver o lobo principal e um lobo secundário em configurações semelhantes às da Figura 5, aplicando-se as seguintes diferenças em relação ao caso anterior:

- A separação máxima entre o potencial eco fantasma e o alvo mais próximo pode aumentar significativamente, acrescendo a possibilidade de ocorrerem reflexões significativas em elevações próximas, mas a redução da eficiência com o quadrado da separação acaba por reduzir este efeito potencial.
- Além disso, como os lobos secundários introduzem uma atenuação suplementar de cerca de 29 dB, é de esperar que este efeito seja relevante para distâncias até 20 km, mas tenha impacto reduzido a distâncias superiores a 20 km, em condições normais de propagação.

3.4.4. Configurações de multipercursos de quatro saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal

A ocorrência de multipercursos de quatro saltos envolvendo emissão e receção no lobo principal é particularmente relevante quando inclui uma reflexão significativa num alvo próximo, a que corresponde a configuração da Figura 6.

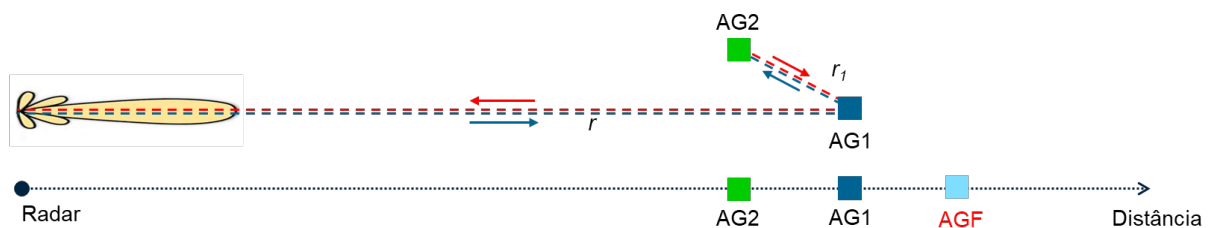


Figura 6 – Configurações de multipercursos de quatro saltos com emissão e receção no lobo principal

Esta configuração distingue-se das anteriores nos seguintes aspetos, para além de envolver quatro saltos no percurso secundário:

- O eco fantasma pode ocorrer sem outros ecos próximos, e a uma distância considerável do eco do aerogerador envolvido no percurso primário (neste caso esta distância é r_1), criando nas imagens de radar rastros profundos posteriores à posição do aerogerador, no mesmo azimuth.
- Este mecanismo é particularmente eficiente quando envolve reflexões entre torres eólicas, especialmente no caso de parques com um elevado número de aerogeradores.
- Para distâncias até 20 km, os efeitos de elevações naturais do terreno, vegetação e edifícios nas proximidades têm de ser considerados, mas este cálculo de multipercursos é particularmente complexo por exigir a aplicação de técnicas de *ray-tracing* sobre um modelo digital de altimetria

do terreno, incorporando ainda informação complementar do tipo de terreno, vegetação e ocupação do solo.

- Para distâncias superiores a 20 km, o efeito de elevações naturais do terreno, vegetação e edifícios será consideravelmente menor, a não ser que estes alvos se situem relativamente próximos dos aerogeradores, em posições que favoreçam reflexões eficientes.

Tal como no caso de multipercurso de três saltos, o modelo apresentado neste estudo considera que a principal causa para este efeito é a interação entre torres eólicas, conforme ilustrado na Figura 6: radar – AG1 – AG2 – AG1 – radar. Os cálculos são semelhantes ao caso anterior:

- AG1: ângulo de incidência na superfície da torre: $\theta + \alpha$ | reflexão especular biestática em direção a AG2 com uma elevação $\theta + 2\alpha$.
- AG2: ângulo de incidência na superfície da torre: $\theta + 3\alpha$ | reflexão monostática em direção a AG1.
- AG1: recíproco do caminho inverso.

3.4.5. Multipercursos em condições anormais de propagação

Numa atmosfera normal com um gradiente do índice de refração da atmosfera considerado médio, os raios propagam-se não em linha reta, mas com um ligeiro encurvamento para a Terra. Excepcionalmente, poderão existir condições na atmosfera que proporcionam a propagação de um raio direto em simultâneo com um raio secundário que percorre outras camadas da atmosfera, num percurso mais longo.

Estas ocorrências de multipercursos estão normalmente associadas a inversões do gradiente do índice de refração da atmosfera, que acontecem com maior probabilidade de madrugada ou ao fim do dia.

Em radares meteorológicos, o efeito deste tipo de multipercursos é semelhante ao descrito anteriormente envolvendo alvos secundários, e tem como efeito a criação esporádica de rastros radiais de ecos fantasma posteriores aos aerogeradores.

3.4.6. Medidas de mitigação de efeitos de multipercursos

A discussão dos efeitos dos multipercursos não ficaria completa sem uma referência às medidas de mitigação, que tendem a ser cada vez mais eficazes no sentido de deteção deste efeitos e subsequente exclusão dos dados dos volumes de radar afetados:

- Os multipercursos estatísticos que dependem das condições do terreno e da atmosfera têm menores efeitos, mas são mais difíceis de identificar; em contraste, os multipercursos que resultam de estruturas fixas verticais têm maiores efeitos, mas são mais fáceis de identificar.
- Poderão ser usadas as medidas de variáveis polarimétricas, identificando Inconsistências entre polarizações – com precipitação, é expectável termos $Z_H > Z_V$ e a fase das duas polarizações ser coerente.
- Como os multipercursos ocorrem habitualmente sob a forma de rastros radiais, a deteção deste padrão poderá ser eficaz.
- Há também a possibilidade de aplicação de correções baseadas na “climatologia” local de ecos falsos: certos azimutes têm maior probabilidade de serem afetados por reflexões no solo e propagação anómala, sendo aplicados filtros mais agressivos nessas zonas.

3.5. Perturbações dos aerogeradores nas medidas de efeito Doppler

Os radares meteorológicos usam a informação do campo Doppler para extrair a seguinte informação relativa a estruturas de precipitação:

- A velocidade radial de precipitação permite inferir a direção e intensidade do vento dentro da precipitação e, no caso de mudanças bruscas na velocidade Doppler, a presença de células convetivas responsáveis por chuva muito forte.
- A variância ou largura espectral permite identificar o grau de turbulência dentro das células de precipitação e variações da intensidade do vento com a altitude, fornecendo assim informação relevante para identificar o tipo de precipitação, nomeadamente convetiva mais intensa ou estratiforme mais estável.
- As medidas de efeito Doppler, em conjunto com as medidas da refletividade diferencial, melhoram a separação entre chuva, neve e granizo e ajudam a identificar regiões onde a relação Z-R deve ser ajustada.

A ausência de efeito Doppler em volumes de radar com ecos detetados é também um indicador da presença de alvos não meteorológicos, ajudando assim à sua eliminação.

Sem entrar em explicações técnicas que não são relevantes para este estudo, podemos referir que a literatura é abundante no sentido de evidenciar que o movimento rotativo das pás gera um tipo específico de interferência que afeta diretamente a medição Doppler do radar, produzindo assinaturas que se confundem com ecos meteorológicos, com o risco de serem produzidos falsos positivos de eventos meteorológicos significativos.

Infelizmente, a complexidade desta interferência é elevada, e apesar de existirem estudos que demonstram a viabilidade de remoção deste tipo de efeitos através do processamento da informação polarimétrica dos ecos de radar, ainda teremos de esperar alguns anos até que estas técnicas sejam utilizadas em radares meteorológicos comerciais.

Por estas razões, a informação de efeito Doppler dos volumes de radar ocupados com aerogeradores não poderá ser utilizada para obtenção da informação anteriormente referida. Esta limitação ocorre igualmente, em menor grau, nos volumes de radar onde são criados ecos fantasma resultantes de multipercursos.

4. Coexistência entre radares meteorológicos e aerogeradores

Os organismos responsáveis pela elaboração de previsões de alertas meteorológicos e hídricos estão conscientes da importância de estabelecer compromissos entre a sua missão específica e o objetivo global de minimização do efeito das alterações climáticas decorrentes do aumento global das temperaturas, que passa pela redução das emissões de gases de efeito de estufa através da transição energética para fontes renováveis.

Por outro lado, operam há largos anos radares meteorológicos em áreas já ocupadas por parques eólicos, o que lhe permite conhecer operacionalmente os efeitos dos aerogeradores sobre os seus próprios radares. As orientações de coexistência emanadas pelos próprios organismos meteorológicos, assentes na literatura científica e estudos de evidências práticas são, por isso, merecedoras de toda a credibilidade.

Nas secções seguintes são apresentadas as principais recomendações de organizações meteorológicas europeias e internacionais, acrescentando-se ainda o exemplo da organização meteorológica dos Estados Unidos da América pelo facto de publicar com detalhe a sua própria metodologia de avaliação e de ter uma enorme experiência com fenómenos meteorológicos extremos.

4.1. Recomendações da rede europeia EUMETNET – Grupo OPERA

A EUMETNET é uma rede colaborativa composta por 33 Serviços Meteorológicos Nacionais Europeus, criada para fomentar a cooperação em diversas áreas da meteorologia. Esta aliança proporciona uma estrutura para a organização de programas conjuntos entre os seus membros, que apoiam as suas atividades fundamentais, disponibilizando sistemas de observação coletiva, capacidades de troca e processamento de dados, produtos básicos de previsão, investigação e desenvolvimento, apoio à formação profissional e uma troca eficaz de conhecimentos e experiências.

O grupo OPERA foi constituído no âmbito da EUMETNET com o principal objetivo de harmonizar e melhorar a troca operacional de informação de radares meteorológicos entre os Serviços Meteorológicos Nacionais.

Na sequência dos estudos desenvolvidos pelo grupo OPERA, a EUMETNET adotou em 2009 uma recomendação sobre coabitação entre radares meteorológicos e aerogeradores, nos termos a seguir reproduzidos na íntegra, na sua versão original (EUMETNET, 2009).

Statement of the OPERA group on the cohabitation between weather radars and wind turbines

Adopted at the 16th meeting of the OPERA Programme on 18-20 October 2006 and by the 2nd EIG EUMETNET Assembly of members on 3-4 November 2009.

The OPERA group of EUMETNET :

Considering the studies showing that the impacts of wind turbines on weather radars are of three main types:

- beam blocking
- clutter
- Doppler mode

Considering the experience of cohabitation of European Meteorological Services, in particular Danish Meteorological Institute (DMI), Deutscher Wetterdienst (DWD), National Institute of Meteorology of Spain (INM), Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), Météo-France and UK Metoffice,

Considering that the most critical impact of wind turbines concerns the Doppler mode,

State:

1) that no wind turbine should be deployed at a range from radar antenna lower than:

- 5 kilometers for C-band radars
- 10 kilometers for S-band radars

2) that projects of wind parks should be submitted to an impact study when they concern ranges lower than :

- 20 kilometers for C-band radars
- 30 kilometers for S-band radars

Destaca-se o facto de que a recomendação ser omissa a distâncias superiores a 20 km para radares da banda C, sugerindo que a coexistência será possível.

Note-se, em especial, a referência explícita à experiência nesta área dos serviços meteorológicos da Dinamarca, Alemanha, Espanha, Países Baixos, França e Reino Unido.

Os resultados da fase 4 do grupo OPERA foram atualizados através de um relatório publicado em 2022 (EUMETNET, 2022), que constitui um documento central de suporte à metodologia proposta neste estudo.

Apesar de incluir uma avaliação posterior à aprovação das referidas orientações de coabitação entre radares meteorológicos e aerogeradores, o relatório destaca o facto de não pretender atualizar essas orientações, apesar de reconhecer a existência de diferenças de abordagem na forma como os diferentes serviços meteorológicos são consultados e emitem pareceres de avaliação de impacto.

Decorre atualmente um trabalho de revisão destas orientações.

4.2. Recomendações da OMM – Organização Meteorológica Mundial

A OMM (WMO – World Meteorological Organization) é uma agência especializada das Nações Unidas cujo mandato abrange a meteorologia, o clima e os recursos hídricos.

Em 2010, a Comissão para Instrumentos e Métodos de Observação (Commission for Instruments and Methods of Observation) da OMM aprovou uma recomendação sobre a localização de radares meteorológicos e aerogeradores, conforme reproduzido a seguir na íntegra, na versão original (WMO, 2010).

CIMO-XV

Commission for Instruments and Methods of Observation – Fifteenth session
Abridged final report with resolutions and recommendations
Helsinki, 2–8 September 2010

ANNEX VI

Annex to paragraph 5.13 of the general summary
WMO GUIDANCE STATEMENT ON WEATHER RADAR/WIND TURBINE SITING

The WMO expresses concern over increasing impacts of wind turbine farms on weather radar and stresses the need for adequate consultation, protection and mitigation efforts. The WMO addresses its concern to policy makers, to national radio administration agencies, to national hydrological and meteorological societies, to wind turbine farm developers, to commercial vendors of wind turbine equipment and to the meteorological community.

Protection of weather radar data is critical to the continued function and improvement of weather sensing, monitoring, forecasting, and warning, and is therefore in the best interests of public safety

and security. Weather prediction models and localized operational forecasts increasingly depend on national networks of ground-based Doppler weather radars and wind profilers for severe weather warnings such as tornadoes, flash flooding and land-falling hurricanes, precipitation (rain, snow, hail) forecasts, aircraft icing and air traffic/weather avoidance. Worldwide, Doppler radar and wind profile networks are now contending with increasing pressures by wind farms.

Wind farms have already had an impact on operational weather radar networks, creating confounding ground echoes that create a significant loss of data or create false precipitation for hydrological applications. The rotating blades can create velocities which could potentially be mistaken to be severe weather such as a tornado. While, weather radars have been moved by the wind farm developers; generally, the meteorological community has no jurisdiction on the location of the wind farms and relies on cooperative “good neighbour” policies for mitigation.

Development of new radar and wind profiler networks and wind farms will require strategic planning for mitigation by the meteorological and wind farm communities. The WMO and the meteorological community rely on and support mandated international and national radio agencies and will proactively encourage and support these agencies' efforts to promote and to protect the meteorological use of unobstructed space. The WMO encourages national radio agencies to develop acceptable obstruction criteria and to provide tools to help the wind farm developer on site selection.

The range between wind turbines and the weather radar can be used to generally describe the impact on radar quality data and also used to provide a mitigation strategy for cooperative siting of weather radars and wind turbines. Below are the general guidelines for typical radars, flat terrain situation and that may require modifications for specific situations and for particular radars. Higher powered radars such as S Band (10 cm wavelength) radars with less attenuation may necessitate increasing the range limits in the table.

Range	Potential Impact	Guideline
0–5 km	The wind turbine may completely or partially block the radar and can result in significant loss of data that cannot be recovered.	Definite Impact Zone: Wind turbines should not be installed in this zone.
5–20 km	Multiple reflection and multi-path scattering can create false echoes and multiple elevations. Doppler velocity measurements may be compromised by rotating blades.	Moderate Impact Zone: Terrain effects will be a factor. Analysis and consultation is recommended. Re-orientation or re-siting of individual turbines may reduce or mitigate the impact.
20–45 km	Generally visible on the lowest elevation scan; ground-like echoes will be observed in reflectivity; Doppler velocities may be compromised by rotating blades.	Low Impact Zone: Notification is recommended.
> 45 km	Generally not observed in the data but can be visible due to propagation conditions.	Intermittent Impact Zone Notification is recommended.

The WMO encourages funding and implementation of studies to develop technologies to mitigate the impact. Weather radar signal processing techniques or use of other materials to construct wind turbines may be able to mitigate clutter at long ranges. Further, the WMO recommends the results of these studies be made available to weather radar and wind turbine manufacturers.

It is in all nations' best interests to protect unobstructed space for weather radars and wind profilers that are essential and critical to the accurate forecasting of adverse weather. Local, national and technological solutions are sought. The WMO will support and provide guidance material and tools to protect unobstructed space for weather radars and wind profilers.

4.3. Orientações da NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (EUA)

A NOAA é a organização nacional dos EUA que inclui nas suas competências serviços de projeções meteorológicas, relatórios, previsões e alertas meteorológicos e hídricos.

Inclui um organismo central designado Radar Operations Center (ROC) que suporta a rede de radares meteorológicos da NOAA. O ROC disponibiliza um sítio web “WIND FARM INTERACTION WITH NEXRAD RADAR” (NOAA-ROC, 2026), com o objetivo de aumentar a consciencialização e a compreensão da potencial interação dos aerogeradores com os radares meteorológicos Doppler. Fornece um ponto de contacto, resume o processo de análise de impacte potencial e apresenta possíveis medidas de mitigação.

O referido sítio inclui uma análise detalhada dos impactes de aerogeradores sobre radares meteorológicos que suportam igualmente o presente parecer. Importa destacar a metodologia de avaliação de impactes adotada pela NOAA, explicitada no excerto a seguir reproduzido na íntegra, na versão original (NOAA–ROC, 2026).

HOW THE ROC ANALYSES WIND TURBINE SITING PROPOSALS

The ROC has developed a four zone scheme that takes terrain, distance, and the number of elevation angles impacted into account while. The four zones use terminology that communicates to wind farm developers the desired action. These zones, defined below, are: no build, mitigation, consultation and notification.

1. The No Build Zone is a 3-km radius red circle around the WSR-88D [radar]. The ROC is requesting that developers do not build turbines in the RLOS within 3 km of the radar due to the potential for serious impacts, including turbine nacelles blocking the radar beam and potential receiver damage if sited in the radar's near field.
2. The Mitigation Zone (...) is the area between 3 km and 36 km where a 160-meter turbine would penetrate more than one elevation angle. Wind farms sited within the mitigation zone have the potential for moderate to high impacts. Therefore, the ROC will work with the developer to get detailed project information, do a thorough impact analysis, and discuss potential mitigation solutions.
3. The Consultation Zone (...) is the area between 3 km and 36 km where a 160-meter turbine only penetrates the 1st elevation angle or when a 160-meter tall turbine will penetrate more than one elevation angle between 36 km and 60 km. Due to the increased potential for impact to operations the ROC is requesting consultation with the developer to track the project and acquire additional information for a thorough impact analysis.
4. The Notification Zone (...) is the area between 36 km and 60 km where a 160-meter tall turbine will only penetrate one elevation angle, or any area beyond 60 km that a 160-meter tall turbine is in the RLOS. Since impacts are typically minimal beyond 60 km and workarounds are available for penetration of only one elevation angle, the ROC is making consultation optional; however, NOAA would still like to know about the project.

5. Indicadores quantitativos de avaliação de impacto dos aerogeradores

Com base na extensa literatura científica publicada nesta área, e na experiência operacional de organismos que operam radares meteorológicos, as políticas regulatórias de alguns países definem diversos indicadores de impacto, alguns deles com limites admissíveis, os quais são especialmente relevantes para distâncias inferiores a 20 km, em que a coexistência entre radares meteorológicos e aerogeradores é mais problemática.

Nos estudos publicados e nas práticas adotadas em diversos países, foram identificados os indicadores mais relevantes a seguir caracterizados.

5.1. Indicadores de obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores

Para distâncias tipicamente superiores a 20 km, a percentagem de obstrução do feixe por um determinado aerogerador pode ser calculada através de uma aproximação geométrica de primeira ordem, como referido na secção 4.2, através de uma razão entre a projeção da estrutura física do aerogerador num plano perpendicular à direção do feixe no local do aerogerador e a área de interseção do feixe com este plano.

A obstrução da torre é previsível, causa uma atenuação constante facilmente calculável e, por isso, potencialmente corrigível; a obstrução da nacele e das pás, é menor, mas depende da direção do vento e é imprevisível.

A abordagem prática para o cálculo da obstrução das partes móveis é a seguinte:

- Pode considerar-se o caso mais desfavorável em que o rotor se apresenta em posição frontal relativamente à direção do radar.
- Nesse caso, a visibilidade do aerogerador corresponde à parcela da torre, das pás orientadas para o radar e do cubo central do rotor.
- A nacele encontra-se atrás do cubo do rotor (*hub*), e a sua visibilidade frontal corresponde aproximadamente à visibilidade do *hub*.
- Como as pás estão em movimento, calcula-se a chamada solidez do rotor, correspondente à razão entre a área das pás e a área do círculo definido pelo rotor.
- A obstrução média das pás é calculada considerando uma ocupação espacial do feixe correspondente à totalidade do rotor, mas com uma área equivalente igual ao produto da área do rotor pela solidez do rotor, ou seja, uma área total igual à área das pás.

Para a totalidade dos aerogeradores de um parque eólico, a percentagem de obstrução do feixe pelo parque eólico será obtida efetuando o cálculo anterior em função do azimuth do radar, acumulando-se os valores obtidos para cada aerogerador presentes no respetivo azimuth. Este cálculo presume a situação mais pessimista em que os efeitos de obstrução são independentes e totalmente cumulativos, e será válida se a percentagem de obstrução de cada aerogerador individual for muito reduzida, conforme discutido na Secção 4.2.1.

Não sendo aplicada qualquer correção para a componente de obstrução da torre, e tendo em conta que a deteção de estruturas de precipitação para além do parque vem afetada de uma atenuação nos percursos de ida e volta, podemos estimar o erro resultante nas medidas da potência recebida. Conforme explicado na secção seguinte, este erro corresponde numericamente ao erro no cálculo da refletividade que, por sua vez, se traduz num erro na estimativa da taxa de precipitação, que resulta da relação refletividade – taxa de precipitação (Z-R) aplicável. Podemos, assim, concluir que o indicador da percentagem de obstrução do feixe pelo parque eólico permite determinar o erro máximo de estimativas da refletividade e da taxa de precipitação que possa ocorrer para além da localização do parque.

Embora seja expectável que a obstrução do feixe afete a operação do radar apenas para localizações de parques a distâncias inferiores a 20 km, este indicador deve ser calculado para qualquer distância, sendo o valor de 10%/0,5 dB mais citado como limite na literatura e em regulamentos nacionais.

5.2. Indicadores de refletividade

5.2.1. Fator de refletividade de aerogeradores estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal

O cálculo da refletividade da secção dos aerogeradores iluminada pelo radar fornece um indicador relevante da perturbação nas medidas de refletividade de sistemas de precipitação, efetuadas pelo radar.

5.2.1.1 Fator de refletividade das torres eólicas

No modelo adotado, o fator de refletividade das torres foi calculado nas seguintes condições:

- Foi aplicado o procedimento teórico descrito na Secção 4.3.2.
- Presumiu-se que a secção da torre eólica visível pelo radar tem uma forma geométrica de uma secção cónica, com as dimensões que resultam da especificação do respetivo modelo de aerogerador.
- Calculou-se o ângulo de incidência da direção do feixe do radar relativamente à face da torre, considerando as condições de propagação numa atmosfera normal, a elevação do feixe e a inclinação da face da torre.
- Determinou-se o máximo local do fator de refletividade, considerando pequenas variações do ângulo de incidência em torno do valor central.

Como discutido na Secção 4.3, são esperados valores muito elevados que inviabilizam a utilização dos volumes de radar afetados por ecos recebidos pelo lobo principal do radar.

Os valores calculados são ainda usados para avaliar o impacto de ecos recebidos pelos lobos secundários, que introduzem uma perda de ida e volta superior a 58 dB.

5.2.1.2 Fator de refletividade das pás e nacele

Embora seja possível identificar na literatura científica diversos modelos que permitem estimar o fator de refletividade das pás e da nacele, a sua aplicação prática nas avaliações de impacto é muito limitada, devido à complexidade em termos de representação da configuração geométrica e dos materiais utilizados e à natureza estatística dos resultados em consequência da orientação variável do rotor na direção do vento.

Como referido na secção 4.2.2, caso não ocorram condições excecionais de reflexão especular nas pás e na nacele, o fator de refletividade esperado deverá ser muito menor do que no caso das torres.

Nas condições particulares de reflexão especular, os ecos das pás poderão ter a mesma ordem de grandeza dos ecos das torres, agravado pelo facto de serem variáveis, pelo que, caso as pás e nacele se situem em linha de vista, será considerado um indicador indireto incorporado no cálculo da zona afetada pelo parque eólico, nos termos descritos na Secção 6.4.

5.2.2. Fator de refletividade fantasma estimada a partir de ecos recebidos nos lobos secundários

A partir da refletividade estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal e do isolamento dos lobos secundários relativamente ao lobo principal, que no caso dos radares do IPMA excede 29 dB, calcula-se a refletividade correspondente aos ecos recebidos nos lobos secundários que, sendo presumidos ocorrer na direção do lobo principal, criam os já referidos ecos fantasma deslocados em azimute.

Como o referido isolamento se traduz numa perda mínima de ida e volta de 58 dB, este efeito não deve ocorrer a distâncias superiores a 20 km, exceto nas condições de reflexão especular anteriormente referidas, que têm de ser evitadas.

5.3. Indicadores de multipercursos

Como discutido na Secção 4.4, o principal efeito dos multipercursos é a ocorrência de rastos de ecos fantasma em linhas radiais a distâncias imediatamente superiores às dos aerogeradores envolvidos.

Os processos físicos que criam os multipercursos são muito complexos e difíceis de modelizar, especialmente a distâncias inferiores a 20 km, em que poderão ocorrer interações entre o lobo principal e lobos laterais envolvendo os aerogeradores e toda a envolvente ambiental. Para distâncias superiores a 45 km, o impacto de multipercursos será intermitente, conforme consta nas orientações da OMM, pelo que a operação dos radares meteorológicos não será afetada de forma significativa.

Neste estudo, não é definido nenhum indicador explícito de multipercursos. Em alternativa, os volumes de radar correspondentes aos rastos radiais presumivelmente afetados serão incluídos na zona afetada pelo parque eólico, conforme explicado na secção seguinte.

5.4. Zona afetada pelo parque eólico

Neste estudo, considerou-se que cada volume de radar é definido pela abertura angular do feixe de $0,95^\circ$, tendo em conta a elevação e azimute centrais aplicáveis à amostra em causa, e ainda pela resolução de distância considerada de 250 m. Este valor corresponde à resolução operacional dos radares do IPMA para medidas de refletividade.

Define-se a zona afetada pelos aerogeradores como a projeção no plano horizontal do conjunto de volumes de radar que, por aplicação das medidas de mitigação, são excluídos da informação de base usada para gerar os diversos indicadores meteorológicos (produtos de radar).

O modelo incorpora os principais efeitos previstos, sendo considerados como afetados os seguintes volumes de radar:

- Localização do aerogerador, desde que uma parte da torre ou do rotor estejam em linha de vista com o radar, na direção do lobo principal – perturbação de relevância máxima.
- Volumes de radar adjacentes em azimute relativamente aos anteriores, para contemplar a radiação de energia fora do lobo principal – perturbação de relevância média.
- Volumes de radar posteriores aos anteriores, para contemplar o alargamento de ecos devido a multipercursos de causa não especificada que envolvem o lobo principal – perturbação de relevância inferior aos anteriores.
- Volumes de radar adicionais, na mesma linha radial em que se situa cada aerogerador, para contemplar rastos de multipercursos de 3 e 4 saltos envolvendo interação entre aerogeradores – perturbação com relevância estimada pela aplicação do modelo de cálculo de refletividade.
- Volumes de radar não afetados por aplicação dos critérios anteriores, mas considerados com perturbação de relevância menor, se enquadrados em azimute ou distância por volumes de radar afetados.

Esta definição de zona afetada pelo parque eólico é aplicável na gama de distância entre 20 e 60 km, pelas seguintes razões:

- Para distâncias inferiores a 20 km será necessário considerar informação ambiental mais detalhada, nomeadamente perfil do terreno, tipo de vegetação, edificações e eventualmente outros parques na mesma área, de modo a estimar reflexões de lobos laterais e multipercursos mais profundos.
- Para distâncias superiores a 60 km, as metodologias internacionais de avaliação de impacto a consideram unanimemente a coexistência aceitável entre radares e parques eólicos, sem

necessidade de estudos detalhados, exigindo apenas a notificação dos projetos aos serviços meteorológicos para serem incorporadas as necessárias medidas de mitigação de efeitos, necessariamente de menor dimensão.

Uma vez definida a zona afetada para cada elevação operacional do radar, calculam-se os seguintes indicadores:

- máximo comprimento da zona afetada pelo parque eólico;
- área afetada pelo parque eólico.

Em termos de avaliação de impacto, diversos estudos referem a importância de a zona excluída não comprometer a capacidade de deteção de eventos meteorológicos relevantes, pelo que analisam a correlação espacial e temporal numa quantidade de eventos estatisticamente relevantes em termos de diversidade. Decorre destes estudos o estabelecimento de um valor indicativo de referência de 10 km, acima do qual a correlação espacial e temporal é baixa.

Nestas condições, e com fundamento meteorológico-operacional, esses estudos recomendam que a dimensão espacial da zona afetada não ultrapasse 10 km, correspondente à ordem de grandeza da escala horizontal de células de precipitação intensa cuja deteção pode ser comprometida por zonas extensas de perturbação. Este valor consta explicitamente nas conclusões do já referido estudo realizado no âmbito do grupo OPERA da rede EUMETNET (Leijnse et al, 2022), que não ignora o facto de que haverá sempre alguma degradação da qualidade dos dados relativamente à situação de não afetação pelo parque eólico.

5.5. Indicadores incrementais em projetos de reequipamento

Nos projetos de reequipamento, em que há a substituição de aerogeradores em funcionamento por novos aerogeradores, deve ser efetuada uma comparação entre os indicadores relativos ao projeto de reequipamento planeado (situação futura) e os indicadores do parque eólico existente (situação base).

Estes indicadores a permitem determinar o impacto marginal (adicional), ou seja, o acréscimo ou redução do impacto do projeto de reequipamento sobre o radar meteorológico.

Esta comparação é efetuada para cada uma das elevações operacionais do radar. Caso uma das elevações não seja afetada no parque eólico existente, a avaliação de impacto do parque eólico futuro é efetuada de forma autónoma para essa elevação.

5.6. Resumo de indicadores de impacto de parques eólicos

A Tabela 4 apresenta o resumo de indicadores de impacto definidos neste estudo e, como tal, aplicados na avaliação do parque eólico objeto deste parecer.

Tabela 4 – Matriz de indicadores de impacto de parques eólicos sobre radares meteorológicos

Indicador		Aplicação
I2 – Obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores	I2.1 – Percentagem máxima de obstrução do feixe pelo parque eólico	Comparação com o valor de 10% definido como limite acima do qual a obstrução se considera excessiva, de acordo com os estudos do grupo OPERA da rede EUMETNET
	I2.2 – Erro máximo da taxa precipitação estratiforme – efeito da obstrução	Estes erros máximos resultam diretamente do efeito da obstrução do feixe
	I2.3 – Erro máximo da taxa precipitação convetiva – efeito da obstrução	São considerados irrelevantes se forem muito menores do que a incerteza que resulta da aplicação da relação Z-R

Indicador		Aplicação
I3 – Fator de refletividade	I3.1 – Fator de refletividade das torres estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal	Confirma o cenário mais provável de valores elevados que perturbam as medidas de refletividade da precipitação que ocorra no volume de radar, e presumivelmente nos volumes adjacentes Constitui um indicador intermédio para o cálculo do indicador seguinte
	I3.2 – Fator de refletividade fantasma das torres estimada a partir dos ecos recebidos nos lobos secundários	Confirma se os valores são suficientemente baixos para distâncias superiores a 20 km, permitindo concluir que não têm impacte significativo nem relevância estatística
I4 – Zona afetada pelo parque eólico	I4.1 – Comprimento máximo da zona afetada pelo parque eólico	Comparação com o limite máximo de 10 km recomendado pelos estudos do grupo OPERA da rede EUMETNET
	I4.2 – Área afetada pelo parque eólico	Especialmente relevante para a determinação do impacte marginal em projetos de reequipamento

Esta tabela é replicada para cada elevação operacional do radar e, no caso de projetos de reequipamento, permite a comparação entre a situação base (existente) e a situação futura.

6. Caracterização dos aerogeradores e das ligações radar – aerogeradores do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

Como foi referido na secção inicial, o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” inclui a substituição de 12 aerogeradores existentes por 4 novos aerogeradores, estando ainda prevista a manutenção de um aerogerador que tinha sido instalado no âmbito de um projeto anterior de sobreequipamento.

Deste modo, nos termos da discussão efetuada na secção 6.5, este estudo irá considerar duas situações de referência:

- A situação base, adiante designada de “Parque eólico existente”, constituída pelos 12 aerogeradores atualmente instalados, que serão desmantelados, e o aerogerador que será mantido (sobreequipamento existente).
- A situação futura, adiante designada de “Parque eólico futuro”, em que teremos 4 aerogeradores novos (reequipamento) e o aerogerador que será mantido (sobreequipamento existente).

6.1. Localização, dimensão e vista frontal dos aerogeradores

Foram solicitados à FINERGE dados rigorosos sobre as localizações e cotas de implantação dos aerogeradores existentes e novos, bem como diversas características dos modelos de aerogeradores relevantes para a determinação dos seguintes dados que são usados no modelo de avaliação de impacto:

- Altura do *hub* e diâmetro do rotor, que são usados para o cálculo das cotas do *hub* e máxima, esta última correspondente à situação em que uma das pás está na vertical (cota do *hub* + raio do rotor).
- Características geométricas dos aerogeradores que permitem calcular a área de interseção do feixe do radar pelos aerogeradores, quando este se apresenta na posição frontal, que é a mais desfavorável para o cálculo da obstrução e a refletividade das torres.

A Tabela 5 e a Tabela 6 mostram os dados de localização e cotas dos aerogeradores considerados neste parecer, indicando-se igualmente as distâncias calculadas do radar a cada um dos aerogeradores, e respetivos azimutes. Em cada uma das tabelas, o aerogerador referenciado por AGS1 é comum aos dois cenários, e corresponde ao aerogerador instalado no projeto anterior de sobreequipamento.

A Tabela 7 e a Tabela 8 mostram a área de interseção do feixe do radar pelos aerogeradores, na vista frontal, decomposta nas seguintes parcelas: área da torre, área do *hub* e área das pás. Note-se que, na vista frontal, a contribuição da nacele é omitida, uma vez que se encontra atrás do *hub*. Para este cálculo, foram consideradas as características geométricas aplicáveis aos modelos de cada aerogerador, indicado na coluna “Modelo”.

Tabela 5 – Parque eólico futuro | Localização e dimensão dos aerogeradores

Aerogerador	Latitude (°)	Longitude (°)	Cota terreno (m)	Cota hub (m)	Cota máxima (m)	Altura hub (m)	Diâmetro rotor (m)	L - Distância radar (km)	Azimute radar (°)
AG1	40.971806	-7.990111	1 344.5	1 458.5	1 544.5	114	172	28.1	59.82
AG2	40.966861	-7.987417	1 315.8	1 429.8	1 515.8	114	172	28.1	61.03
AG3	40.975333	-7.976417	1 348.9	1 462.9	1 548.9	114	172	29.3	60.28
AG4	40.970250	-7.978056	1 341.3	1 455.3	1 541.3	114	172	28.9	61.12
AGS1	40.962461	-7.981334	1 272.5	1 383.5	1 452.6	111	138.25	28.3	62.39

Tabela 6 – Parque eólico existente / Localização e dimensão dos aerogeradores

Aerogerador	Latitude (°)	Longitude (°)	Cota terreno (m)	Cota hub (m)	Cota máxima (m)	Altura hub (m)	Diâmetro rotor (m)	L - Distância radar (km)	Azimute radar (°)
AG1	40.966493	-7.988362	1 318.0	1 383.0	1 418.0	65	70	28.0	61.02
AG2	40.968678	-7.989174	1 342.0	1 407.0	1 442.0	65	70.0	28.0	60.52
AG3	40.972693	-7.988350	1 347.0	1 412.0	1 447.0	65	70.0	28.3	59.80
AG4	40.977603	-7.986887	1 340.0	1 405.0	1 440.0	65	70.0	28.7	58.98
AG5	40.976448	-7.983649	1 343.0	1 408.0	1 443.0	65	70.0	28.9	59.47
AG6	40.974135	-7.976740	1 349.0	1 414.0	1 449.0	65	70.0	29.2	60.48
AG7	40.973657	-7.972347	1 356.0	1 421.0	1 456.0	65	70.0	29.5	60.92
AG8	40.970306	-7.975426	1 346.0	1 411.0	1 446.0	65	70.0	29.1	61.32
AG9	40.968493	-7.978948	1 346.0	1 411.0	1 446.0	65	70.0	28.8	61.39
AG10	40.966425	-7.980674	1 327.0	1 392.0	1 427.0	65	70.0	28.5	61.66
AG11	40.965297	-7.983513	1 319.0	1 384.0	1 419.0	65	70.0	28.3	61.66
AG12	40.965779	-7.974904	1 303.0	1 368.0	1 403.0	65	70.0	28.9	62.24
AGS1	40.962461	-7.981334	1 272.5	1 377.5	1 452.5	105	150.0	28.3	62.39

Tabela 7 – Parque eólico futuro / Áreas da vista frontal dos aerogeradores

Aerogerador	Modelo	Altura hub (m)	Diâmetro rotor (m)	Torre			Vista frontal			
				Altura (m)	Diâmetro base (m)	Diâmetro topo (m)	Área Torre (m²)	Área Hub (m²)	Área Pás (m²)	Área Total (m²)
AG1	V172	114	172	111.5	4.7	3.725	469.7	14.8	649.0	1 133.5
AG2	V172	114	172	111.5	4.7	3.725	469.7	14.8	649.0	1 133.5
AG3	V172	114	172	111.5	4.7	3.725	469.7	14.8	649.0	1 133.5
AG4	V172	114	172	111.5	4.7	3.725	469.7	14.8	649.0	1 133.5
AGS1	E-138	111	138.25	109.8	4.95	3.56	467.2	19.2	480.0	966.5

Tabela 8 – Parque eólico existente / Áreas da vista frontal dos aerogeradores

Aerogerador	Modelo	Altura hub (m)	Diâmetro rotor (m)	Torre			Vista frontal			
				Altura (m)	Diâmetro base (m)	Diâmetro topo (m)	Área Torre (m²)	Área Hub (m²)	Área Pás (m²)	Área Total (m²)
AG1	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG2	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG3	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG4	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG5	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG6	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG7	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG8	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG9	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG10	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG11	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AG12	E-66	65	70	63	4.13	2.186	199.0	19.6	189.4	408.0
AGS1	V150	105	150	103	4.4	3.3	396.6	11.3	563.4	971.3

6.2. Análise de obstrução nas ligações radar – aerogeradores

A Figura 7 mostra a envolvente geográfica do radar e dos aerogeradores do parque eólico futuro, que inclui os quatro novos aerogeradores de reequipamento e o aerogerador de sobreequipamento existente.

Embora existam elevações importantes a NE do radar, foi efetuada uma análise de cada ligação radar – aerogerador que mostrou não existir obstrução do relevo do terreno nos respetivos percursos.

A Figura 8 mostra o exemplo do perfil correspondente a um dos aerogeradores (AG1), bem como os resultados da análise de propagação radioelétrica. Para o efeito, foi criada uma ligação ponto-a-ponto fictícia entre a cota do radar e a cota do *hub* de cada aerogerador que simula o alcance teórico do radar de 300 km em linha de vista. Com esta parametrização, é possível verificar na Figura 8 que o radar tem em linha de vista uma parte da encosta e a cumeada onde se situa o parque eólico futuro, a que corresponde a linha de perfil do terreno a verde. Nos segmentos em que a linha de perfil de terreno está

a vermelho, existe obstrução significativa do terreno que impediriam a observação de precipitação por parte do radar, se apontasse nessa direção.

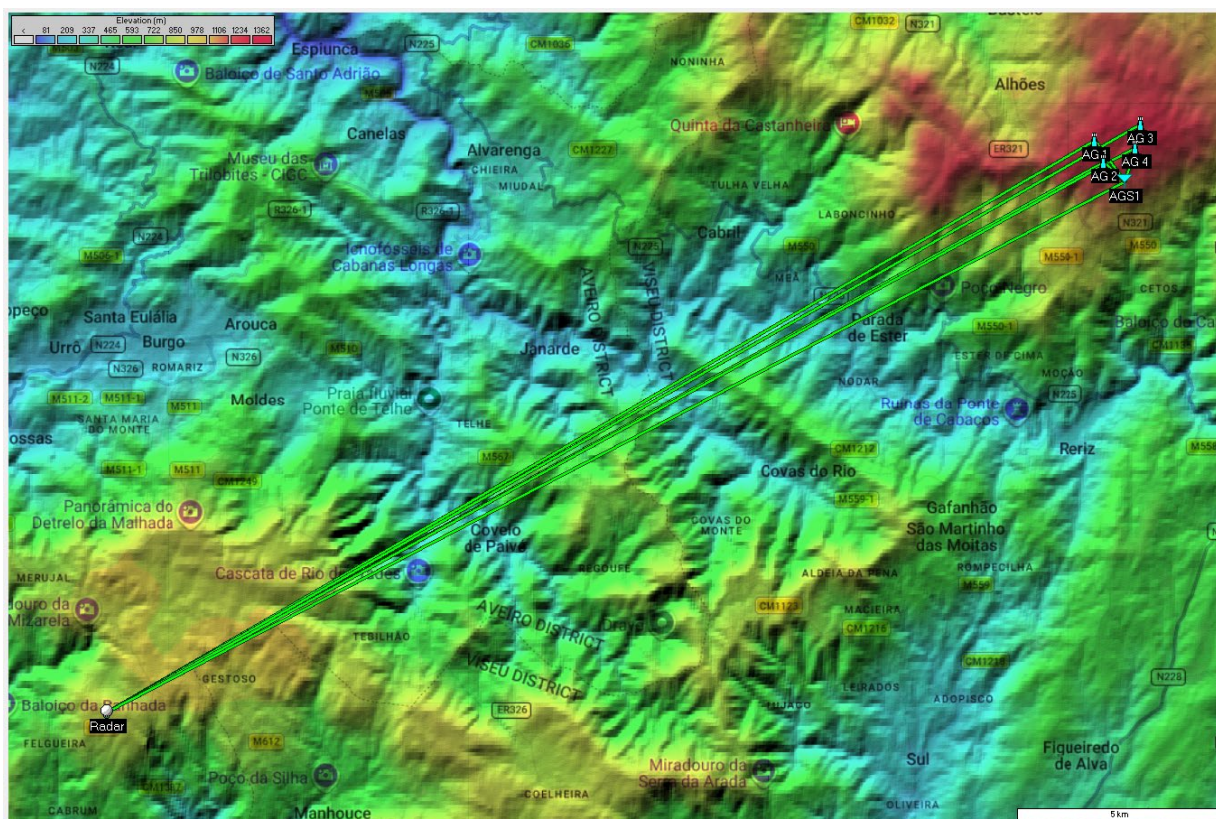


Figura 7 – Envolvente geográfica do radar e do parque eólico futuro

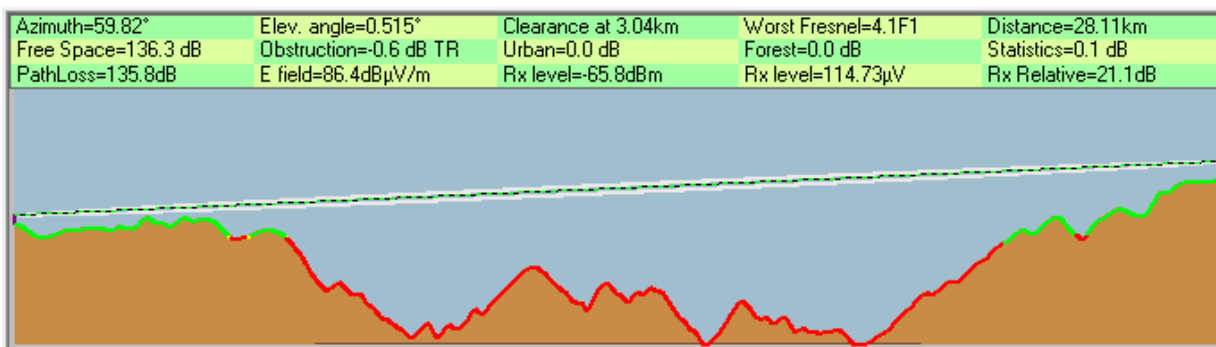


Figura 8 – Perfil da ligação radar – AG1 com indicação das áreas de visibilidade do radar e análise de propagação radioelétrica

7. Análise do Parecer do IPMA sobre o Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

7.1. Modelo adotado pelo IPMA

A Tabela 9 apresenta os valores calculados do indicador de ocultação, reproduzindo integralmente a metodologia definida no parecer do IPMA. Foram usados os dados de localização, cotas do terreno, alturas dos aerogeradores e correspondentes dados do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro que constam no referido parecer, designadamente a abertura do feixe de $0,95^\circ$, a meia potência (-3 dB), e as elevações operacionais de $0,1^\circ$ e 1° .

Tabela 9 – Parque eólico futuro (reequipamento) | Resultados do modelo de avaliação do IPMA

Aerogerador	h_1 - Cota emissão (m)	Cotas aerogeradores (m)			L - Distância radar (km)	α - Elevação feixe (graus)			h_2 - Cota feixe no aerogerador (m)			Ocultação feixe radar (%)	
		Terreno	Hub	Máxima		Central	Bordo superior	Bordo inferior	Bordo superior	Bordo inferior	Diferença	Cota hub	Cota máxima
AG1	1097	1 346.0	1 460.0	1 546.0	28.2	0.100	0.575	-0.375	1 426.8	959.2	467.6	107.1%	125.5%
AG2	1097	1 319.0	1 433.0	1 519.0	28.1	0.100	0.575	-0.375	1 425.5	959.6	465.9	101.6%	120.1%
AG3	1097	1 352.0	1 466.0	1 552.0	29.4	0.100	0.575	-0.375	1 442.9	955.4	487.5	104.7%	122.4%
AG4	1097	1 344.0	1 458.0	1 544.0	29.0	0.100	0.575	-0.375	1 437.5	956.7	480.8	104.3%	122.1%
AG1	1097	1 346.0	1 460.0	1 546.0	28.2	1.000	1.475	0.525	1 869.7	1 402.2	467.5	12.4%	30.8%
AG2	1097	1 319.0	1 433.0	1 519.0	28.1	1.000	1.475	0.525	1 866.8	1 400.9	465.8	6.9%	25.3%
AG3	1097	1 352.0	1 466.0	1 552.0	29.4	1.000	1.475	0.525	1 904.6	1 417.3	487.4	10.0%	27.6%
AG4	1097	1 344.0	1 458.0	1 544.0	29.0	1.000	1.475	0.525	1 892.9	1 412.2	480.7	9.5%	27.4%

A obtenção de percentagens superiores a 100% pode causar alguma estranheza, mas o IPMA justifica esta circunstância assinalando que se trata de casos em que o cota dos aerogeradores excede a cota do bordo superior do feixe.

A reprodução dos resultados que constam no parecer do IPMA permitiu confirmar os seguintes aspetos do modelo do IPMA aplicado a este parque eólico:

a) Modelo de propagação

Apesar de este facto não constar no parecer, foram considerados raios retilíneos sobre uma terra fictícia com $4/3$ do raio médio, correspondente a uma atmosfera normal. Este modelo está de acordo com a recomendação da União Internacional de Telecomunicações ITU-R P.310-9 “DEFINITIONS OF TERMS RELATING TO PROPAGATION IN NON-IONIZED MEDIA”.

b) Obstrução no percurso

Não foi considerada qualquer obstrução no percurso devida ao terreno.

c) Indicador de ocultação do feixe do radar

Considerou-se que a ocultação ocorre entre o cota do bordo inferior e a cota do hub ou a cota máxima.

d) Critério de impacto

Definiu-se um limite máximo de 15% para o indicador de ocultação, por critérios de razoabilidade.

e) Resultados da avaliação

A totalidade dos novos aerogeradores do parque eólico futuro ultrapassam o limite máximo de 15% definido pelo IPMA para o indicador de ocultação ao nível da cota do *hub* e da cota máxima, para a elevação de $0,1^\circ$, enquanto para a elevação de 1° , apenas é excedido o valor do AG3 correspondente à cota máxima.

7.2. Reformulação do modelo do IPMA

Na análise seguinte, foram usados os dados de localização, cotas do terreno e alturas dos aerogeradores fornecidos pela FINERGE que são considerados na reformulação do Estudo de Impacte Ambiental, e que diferem marginalmente dos que constam no parecer do IPMA.

Nestas condições, foi efetuada uma revisão dos resultados apresentados no parecer do IPMA, corrigindo a metodologia de cálculo do indicador de compatibilidade nos seguintes aspetos que relevam para a elevação do radar a 0,1°:

- Como a cota do bordo inferior está abaixo da cota do terreno de todos os aerogeradores, o segmento entre estes dois pontos está a contribuir indevidamente para o indicador de ocultação - deveria ter sido excluído da análise, considerando o valor máximo entre a cota do bordo inferior e a cota do terreno, para evitar que o terreno afete o indicador de ocultação.
- De forma análoga, em todos os casos a cota dos aerogeradores excede a cota do bordo superior do feixe, pelo que o segmento acima do bordo superior do feixe deveria ter sido excluído da análise, ou seja, de um modo geral, deveria ter sido considerado o valor mínimo entre a cota dos aerogeradores e a cota do bordo superior para evitar que um segmento acima do bordo superior afete o indicador de ocultação.

Após esta reformulação, obtiveram-se os resultados que constam na Tabela 10, mostrando que o limite máximo de 15% definido pelo IPMA para o indicador de ocultação continua a ser excedido nas mesmas situações, mas com valores muito menores.

Tabela 10 – Parque eólico futuro (reequipamento) | Resultados do modelo de avaliação do IPMA reformulado

Aerogerador	h_1 - Cota emissão (m)	Cotas aerogeradores (m)			L - Distância radar (km)	α - Elevação feixe (graus)			h_2 - Cota feixe no aerogerador (m)			Ocultação feixe radar (%)	
		Terreno	Hub	Máxima		Central	Bordo superior	Bordo inferior	Bordo superior	Bordo inferior	Diferença	Cota hub	Cota máxima
AG1	1 097	1 344.5	1 458.5	1 544.5	28.1	0.100	0.575	-0.375	1 425.8	959.5	466.3	17.4%	17.4%
AG2	1 097	1 315.8	1 429.8	1 515.8	28.1	0.100	0.575	-0.375	1 424.8	959.7	465.1	23.5%	23.5%
AG3	1 097	1 348.9	1 462.9	1 548.9	29.3	0.100	0.575	-0.375	1 441.8	955.7	486.1	19.1%	19.1%
AG4	1 097	1 341.3	1 455.3	1 541.3	28.9	0.100	0.575	-0.375	1 436.5	956.9	479.6	19.9%	19.9%
AG1	1 097	1 344.5	1 458.5	1 544.5	28.1	1.000	1.475	0.525	1 867.5	1 401.3	466.2	12.3%	30.7%
AG2	1 097	1 315.8	1 429.8	1 515.8	28.1	1.000	1.475	0.525	1 865.4	1 400.4	465.0	6.3%	24.8%
AG3	1 097	1 348.9	1 462.9	1 548.9	29.3	1.000	1.475	0.525	1 902.2	1 416.2	486.0	9.6%	27.3%
AG4	1 097	1 341.3	1 455.3	1 541.3	28.9	1.000	1.475	0.525	1 890.7	1 411.3	479.5	9.2%	27.1%

7.3. Avaliação crítica do modelo do IPMA

Para além da correção do método de cálculo da percentagem de ocultação referida na secção anterior, que é indispensável para excluir parcelas não atribuíveis aos aerogeradores, há outros aspetos do modelo que merecem crítica:

- A percentagem de ocultação dos aerogeradores, tal como foi definida, não constitui um indicador adequado para os dois impactos mais relevantes de aerogeradores sobre radares meteorológicos, a obstrução da energia transmitida para além do parque e a reflexão de ecos para o radar, não só pelo facto de não exprimir uma grandeza fisicamente relacionada com esses efeitos, mas também por não contemplar devidamente a dependência com a distância.
- No que se refere à obstrução, a percentagem de ocultação do feixe é definida através de uma razão de grandezas lineares – a altura da secção do aerogerador em linha de vista radioelétrica é comparada com o diâmetro do lobo principal do feixe no local do aerogerador, decrescendo assim com a distância de forma linear. Em contraste, para distâncias em que a secção do feixe tem uma dimensão razoavelmente maior do que a dimensão dos aerogeradores, toda a literatura nesta área calcula a percentagem de obstrução do feixe através de uma razão entre a

projeção da estrutura física do aerogerador no plano perpendicular à direção do feixe no local do aerogerador e a área de interseção do feixe com este plano, o que implica que este efeito decresça com o quadrado da distância e se torne irrelevante para distâncias tipicamente superiores a 20 km.

- No que se refere aos ecos, a grandeza efetivamente medida pelos radares meteorológicos é a refletividade. Como já foi explicado na secção 4.3, sucede que o cálculo da refletividade de alvos concentrados nos volumes de radar, como acontece com os aerogeradores, presume que os alvos estão uniformemente distribuídos nesse volume, o que implica que a refletividade decresça com o quadrado da distância. Os valores da refletividade continuam a ser significativos até distâncias da ordem dos 60 km, mas outros efeitos de segunda ordem, como ecos recebidos nos lobos secundários e multipercursos passam a ter impacte reduzido ou desprezável para distâncias superiores a cerca de 20 km do radar.

Em síntese, o impacte global de um parque eólico tem associado um conjunto complexo de aspetos que não podem ser representados por um único indicador, sem qualquer enquadramento na literatura da área, e que se revela ser muito restritivo. Pelo contrário, terão de ser considerados outros indicadores com relevância física e meteorológica devidamente sustentada em publicações científicas e nas melhores prática adotadas internacionalmente.

Refira-se ainda que, se esta metodologia de avaliação tão restritiva estivesse em vigor antes da criação dos atuais parques eólicos instalados em Portugal, certamente que um número significativo desses parques seria inviabilizado se os projetos tivessem sido sujeitos a procedimentos formais de avaliação com consulta pública. A questão coloca-se agora para os novos parques e para os parques que entram na fase de sobreequipamento ou reequipamento, em que, para todos os efeitos práticos, os radares meteorológicos passariam a criar uma zona de exclusão muito extensa.

Acresce o facto de que os parques eólicos não sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental ou Avaliação de Incidências Ambientais escapam a este crivo extremamente apertado, o que coloca dúvidas de equidade de tratamento.

8. Resultados da aplicação da metodologia de avaliação de impacte do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

Esta avaliação baseia-se nas evidências científicas publicadas nesta área e nas práticas internacionais adotadas na definição de indicadores de coexistência entre radares meteorológicos e parques eólicos, conforme explicado nas secções anteriores.

Os resultados a seguir apresentados, quer na forma de tabelas quer em gráficos, são orientados no sentido da obtenção dos indicadores de obstrução do radar devida ao relevo do terreno (Secção 3.3 e Tabela 2) e dos indicadores de impacte de parque eólicos (Secção 6.6 e Tabela 4).

A análise é efetuada de forma independente para o parque eólico futuro e para o parque eólico existente para se extraírem os indicadores incrementais nos termos da Secção 6.5.

A discussão dos resultados ficará reservada para a Secção 10.

8.1. Indicadores de obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores

Para uma melhor compreensão dos resultados apresentados nesta secção, recorrendo aos dados de localização e de dimensão dos aerogeradores indicados na Tabela 7.1, foram produzidas figuras elucidativas que mostram a vista do parque eólico a partir do radar – ver Figura 9 para o parque eólico futuro e Figura 10 para o parque eólico existente.

Cada uma destas figuras mostra os seguintes elementos projetados no mesmo plano, embora os aerogeradores estejam situados a distâncias diferentes:

- a vista frontal de cada aerogerador;
- a respetiva base de implantação (linha tracejada a negro);
- a linha de horizonte vista do radar (linha contínua a negro);
- as bandas de varrimento do feixe com 0,1 e 1 grau de elevação (respetivamente sombreadas a azul e a verde);
- a secção do feixe em cada uma das bandas, de acordo com a respetiva largura de 0,95°.

A escala de azimuth, quando convertida em distância, foi ajustada de modo a ficar igual à escala da cota.

Note-se que, ao apresentar os resultados da obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores, que resultam do cálculo da interseção da secção do feixe com a projeção de cada aerogerador, a figura poderá sugerir que será obtido um valor relativamente elevado, quando na realidade a contribuição das pás não corresponde à área do rotor – conforme já referido na Secção 6.1, a obstrução média das pás é calculada considerando uma ocupação espacial do feixe correspondente à totalidade do rotor, mas com uma área equivalente igual ao produto da área do rotor pela solidez do rotor, ou seja, uma área total igual à área das pás.

A Tabela 11 mostra os resultados obtidos para os indicadores de obstrução dos aerogeradores sobre o radar meteorológico, para as duas elevações operacionais, incluindo igualmente explicações sobre o significado dos valores exibidos em cada coluna, com comentários sobre o impacte dos aerogeradores no radar.

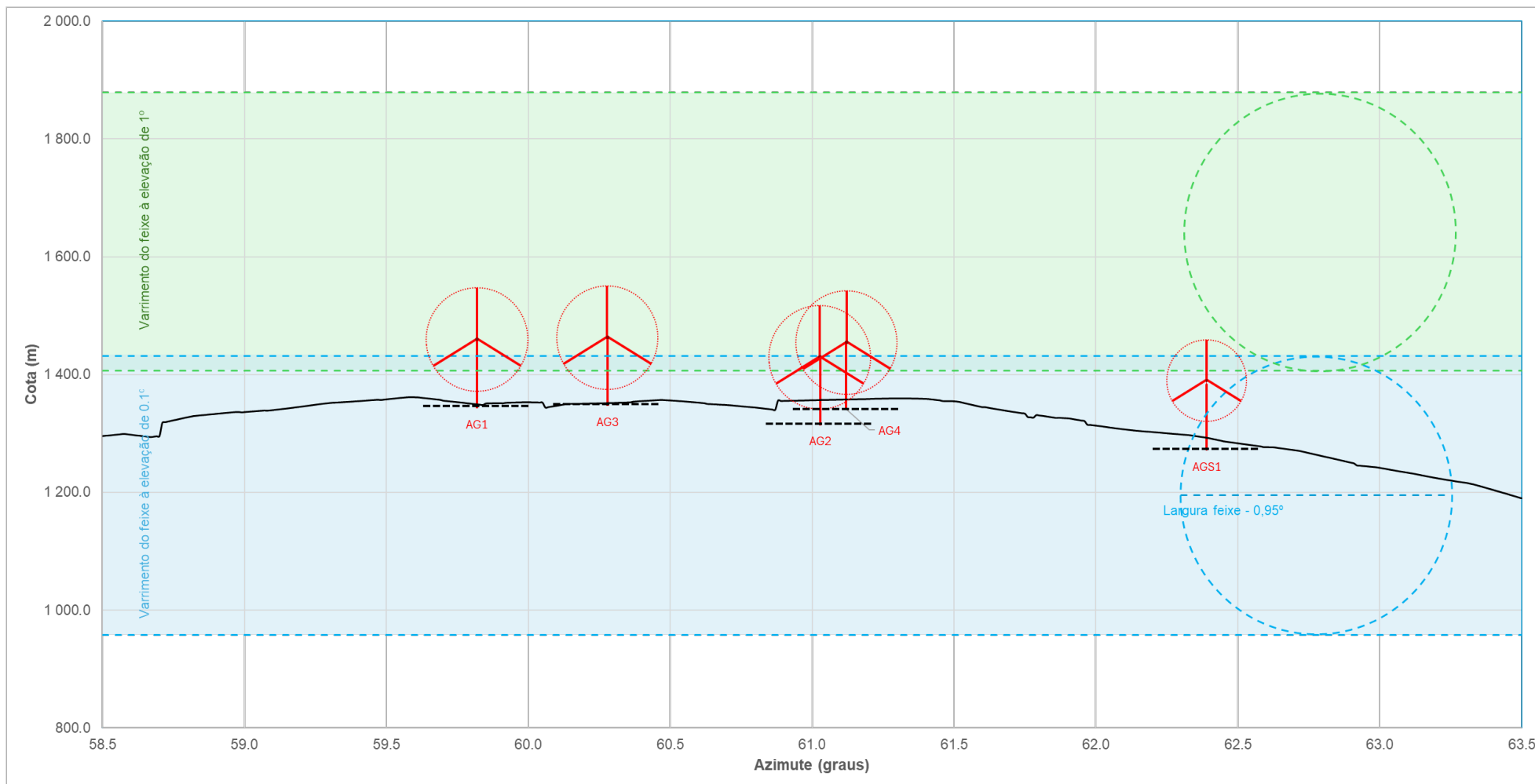


Figura 9 – Parque eólico futuro | Visibilidade radioelétrica dos aerogeradores para os dois varrimentos de elevação do radar

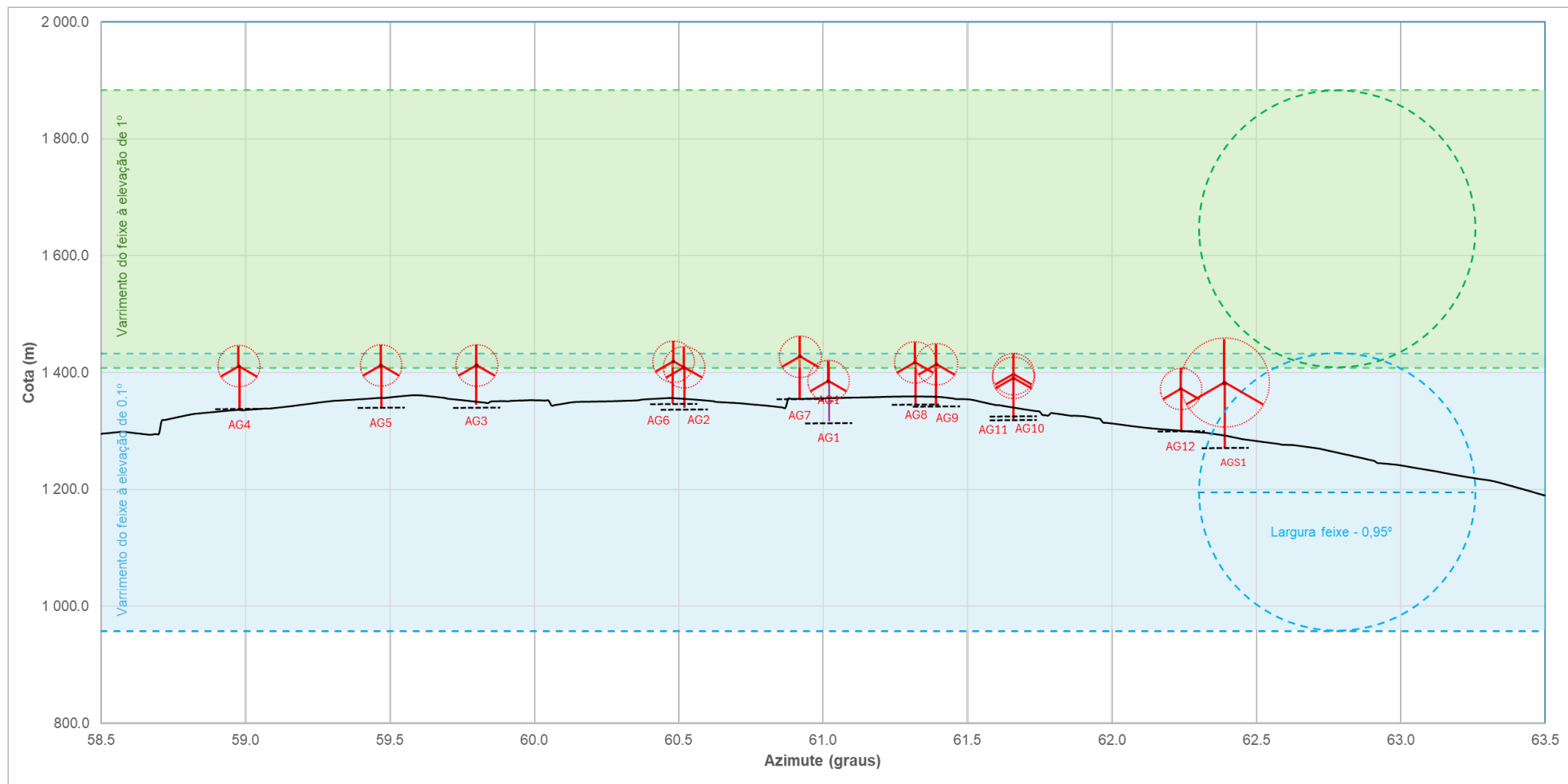


Figura 10 – Parque eólico existente | Visibilidade radioelétrica dos aerogeradores para os dois varrimentos de elevação do radar

Tabela 11 – Parque eólico futuro | Indicadores globais de impacto da obstrução dos aerogeradores

Aerogerador	Cotas aerogeradores (m)			Distância radar (km)	Azimute radar (°)	Elevação feixe (°)	Cota feixe no aerogerador (m)			Dimensão AG no volume operacional do radar (m)		Obstrução do feixe do radar pelo terreno			Obstrução do feixe do radar pelos AG		
	Terreno	Hub	Máxima				Bordo superior	Bordo inferior	Diferença	Cota hub	Cota máxima	Elevação no local dos AG			Obstrução relativa (%)		
												Limite (m)	Área (m²)	Obstr. (%)	Torre + Hub	Pás	Total
AG1	1 344.5	1 458.5	1 544.5	28.1	59.82	0.1	1 425.8	959.5	466.3	81.3	81.3	385.0	150 831	88.3%	0.2%	0.1%	0.3%
AG2	1 315.8	1 429.8	1 515.8	28.1	61.03	0.1	1 424.8	959.7	465.1	109.1	109.1	356.0	139 564	82.1%	0.3%	0.2%	0.5%
AG3	1 348.9	1 462.9	1 548.9	29.3	60.28	0.1	1 441.8	955.7	486.1	93.0	93.0	393.2	160 814	86.6%	0.2%	0.1%	0.3%
AG4	1 341.3	1 455.3	1 541.3	28.9	61.12	0.1	1 436.5	956.9	479.6	95.2	95.2	384.3	155 167	85.9%	0.2%	0.1%	0.4%
AGS1	1 272.5	1 383.5	1 452.6	28.3	62.39	0.1	1 427.8	959.0	468.8	111.0	155.3	313.5	122 665	71.1%	0.3%	0.2%	0.5%
AG1	1 344.5	1 458.5	1 544.5	28.1	59.82	1.0	1 867.5	1 401.3	466.2	57.2	143.2				0.1%	0.3%	0.5%
AG2	1 315.8	1 429.8	1 515.8	28.1	61.03	1.0	1 865.4	1 400.4	465.0	29.4	115.4				0.1%	0.3%	0.3%
AG3	1 348.9	1 462.9	1 548.9	29.3	60.28	1.0	1 902.2	1 416.2	486.0	46.6	132.6				0.1%	0.3%	0.4%
AG4	1 341.3	1 455.3	1 541.3	28.9	61.12	1.0	1 890.7	1 411.3	479.5	44.0	130.0				0.1%	0.3%	0.4%
AGS1	1 272.5	1 383.5	1 452.6	28.3	62.39	1.0	1 871.8	1 403.1	468.7		49.5				0.0%	0.1%	0.1%

Cota feixe no aerogerador	Cálculo tem em conta a elevação do feixe e a geometria de propagação numa atmosfera normal, de acordo com a recomendação da União Internacional de Telecomunicações ITU-R P.310-9 “DEFINITIONS OF TERMS RELATING TO PROPAGATION IN NON-IONIZED MEDIA”. A diferença entre as cotas do bordo superior e inferior exprime o diâmetro da secção do feixe no local do aerogerador.	
Dimensão AG no volume operacional do radar	Indica as parcelas do aerogerador em linha de vista do radar, isto é, tendo em conta as cotas do aerogerador e as cotas do feixe no local do aerogerador. São indicados dois valores, o primeiro considerando a parcela do aerogerador até à cota do <i>hub</i> , e o segundo considerando a totalidade do aerogerador com uma pá na vertical.	
Obstrução do feixe do radar pelo terreno – Elevação no local dos AG	Limite	Indica o limite de obstrução do relevo do terreno no local do aerogerador, em relação ao bordo inferior do feixe do radar (h_1 - Figura 1).
	Área	Exprime a área da secção do feixe obstruída pelo relevo do terreno no local (A_1 - Figura 1).
	Obstrução	Mostra a percentagem de penetração do solo no volume de radar no local do aerogerador.
Obstrução do feixe do radar pelos AG – Obstrução relativa	Torre + Hub	Usando os valores apresentados na Tabela 7, indica a razão entre a soma das áreas da torre e do <i>hub</i> e a área da seção do feixe calculada a partir do diâmetro indicado na coluna “Diferença”, tendo ainda em conta a dimensão do aerogerador no volume operacional do radar.
	Pás	Efetua o cálculo correspondente para as pás na posição frontal, aplicando a metodologia descrita na Secção 6.1.
	Total	Mostra o total das duas parcelas.

Tendo em conta estes resultados, destacam-se as seguintes observações:

- Coluna “Obstrução” – de acordo com o referencial da Tabela 1 da Secção 3.1.2, os 4 novos aerogeradores do projeto vão ser instalados numa área fortemente afetada por obstrução do terreno (nível N3 da tabela), pelo que as medidas de refletividade serão pouca ou nenhuma utilidade para a elevação operacional de 0,1°.
- Como seria de esperar para um parque situado a cerca de 25 km do radar, cada gerador interseta uma área muito reduzida da área total da seção do feixe nessa distância, o qual já se encontra fortemente obstruído pelo terreno no local dos novos aerogeradores planeados, para a elevação operacional de 0,1°.

A metodologia de avaliação da obstrução foi igualmente aplicada aos aerogeradores do parque eólico existente, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Parque eólico existente | Indicadores globais de impacto da obstrução dos aerogeradores

Aerogerador	Cotas aerogeradores (m)			Distância radar (km)	Azimute radar (°)	Elevação feixe (°)	Cota feixe no aerogerador (m)			Dimensão AG no volume operacional do radar (m)		Obstrução do feixe do radar pelo terreno			Obstrução do feixe do radar pelos AG		
	Terreno	Hub	Máxima				Bordo superior	Bordo inferior	Diferença	Cota hub	Cota máxima	Elevação no local dos AG			Obstrução relativa (%)		
												Limite (m)	Área (m²)	Obstr. (%)	Torre + Hub	Pás	Total
AG1	1 318.0	1 383.0	1 418.0	28.0	61.02	0.1	1 423.6	960.0	463.6	65.0	100.0	358.0	139 888	82.9%	0.1%	0.1%	0.2%
AG2	1 342.0	1 407.0	1 442.0	28.0	60.52	0.1	1 424.4	959.8	464.6	65.0	82.4	382.2	149 217	88.0%	0.1%	0.1%	0.2%
AG3	1 347.0	1 412.0	1 447.0	28.3	59.80	0.1	1 428.2	958.9	469.3	65.0	81.2	388.1	152 965	88.4%	0.1%	0.1%	0.2%
AG4	1 340.0	1 405.0	1 440.0	28.7	58.98	0.1	1 433.3	957.7	475.6	65.0	93.3	382.3	153 064	86.2%	0.1%	0.1%	0.2%
AG5	1 343.0	1 408.0	1 443.0	28.9	59.47	0.1	1 435.6	957.1	478.4	65.0	92.6	385.9	155 351	86.4%	0.1%	0.1%	0.2%
AG6	1 349.0	1 414.0	1 449.0	29.2	60.48	0.1	1 440.6	956.0	484.6	65.0	91.6	393.0	160 245	86.9%	0.1%	0.1%	0.2%
AG7	1 356.0	1 421.0	1 456.0	29.5	60.92	0.1	1 444.6	955.1	489.5	65.0	88.6	400.9	165 003	87.7%	0.1%	0.1%	0.2%
AG8	1 346.0	1 411.0	1 446.0	29.1	61.32	0.1	1 439.1	956.3	482.8	65.0	93.1	389.7	158 341	86.5%	0.1%	0.1%	0.2%
AG9	1 346.0	1 411.0	1 446.0	28.8	61.39	0.1	1 434.4	957.4	476.9	65.0	88.4	388.6	155 855	87.2%	0.1%	0.1%	0.2%
AG10	1 327.0	1 392.0	1 427.0	28.5	61.66	0.1	1 431.2	958.2	473.0	65.0	100.0	368.8	147 006	83.7%	0.1%	0.1%	0.2%
AG11	1 319.0	1 384.0	1 419.0	28.3	61.66	0.1	1 427.6	959.0	468.5	65.0	100.0	360.0	142 137	82.4%	0.1%	0.1%	0.2%
AG12	1 303.0	1 368.0	1 403.0	28.9	62.24	0.1	1 436.5	956.9	479.5	65.0	100.0	346.1	139 558	77.3%	0.1%	0.1%	0.2%
AGS1	1 272.5	1 377.5	1 452.5	28.3	62.39	0.1	1 427.8	959.0	468.8	105.0	155.3	313.5	122 665	71.1%	0.2%	0.3%	0.5%
AG1	1 318.0	1 383.0	1 418.0	28.0	61.02	1.0	1 862.8	1 399.2	463.6		18.8				0.0%	0.0%	0.0%
AG2	1 342.0	1 407.0	1 442.0	28.0	60.52	1.0	1 864.5	1 400.0	464.5	7.0	42.0				0.0%	0.1%	0.1%
AG3	1 347.0	1 412.0	1 447.0	28.3	59.80	1.0	1 872.7	1 403.5	469.2	8.5	43.5				0.0%	0.1%	0.1%
AG4	1 340.0	1 405.0	1 440.0	28.7	58.98	1.0	1 883.8	1 408.3	475.5		31.7				0.0%	0.0%	0.0%
AG5	1 343.0	1 408.0	1 443.0	28.9	59.47	1.0	1 888.7	1 410.4	478.3		32.6				0.0%	0.0%	0.0%
AG6	1 349.0	1 414.0	1 449.0	29.2	60.48	1.0	1 899.6	1 415.1	484.5		33.9				0.0%	0.0%	0.0%
AG7	1 356.0	1 421.0	1 456.0	29.5	60.92	1.0	1 908.3	1 418.8	489.4	2.2	37.2				0.0%	0.1%	0.1%
AG8	1 346.0	1 411.0	1 446.0	29.1	61.32	1.0	1 896.5	1 413.7	482.7		32.3				0.0%	0.0%	0.0%
AG9	1 346.0	1 411.0	1 446.0	28.8	61.39	1.0	1 886.1	1 409.3	476.8	1.7	36.7				0.0%	0.1%	0.1%
AG10	1 327.0	1 392.0	1 427.0	28.5	61.66	1.0	1 879.2	1 406.3	472.9		20.7				0.0%	0.0%	0.0%
AG11	1 319.0	1 384.0	1 419.0	28.3	61.66	1.0	1 871.4	1 402.9	468.4		16.1				0.0%	0.0%	0.0%
AG12	1 303.0	1 368.0	1 403.0	28.9	62.24	1.0	1 890.7	1 411.2	479.5						0.0%	0.0%	0.0%
AGS1	1 272.5	1 377.5	1 452.5	28.3	62.39	1.0	1 871.8	1 403.1	468.7		49.4				0.0%	0.1%	0.1%

Poderão ser extraídas as seguintes conclusões:

- Como seria previsível, devido à menor dimensão dos aerogeradores, o parque eólico existente apresenta resultados da obstrução de cada aerogerador menores do que no caso do parque eólico futuro, mas, como veremos adiante, o efeito cumulativo até é menor para a elevação de 0,1°, se considerarmos a totalidade do parque em cada situação.
- Como os aerogeradores do parque eólico existente intersejam o feixe nas elevações de 0,1° e 1°, a avaliação de impacto do parque eólico futuro será efetuada na modalidade de indicadores incrementais, nos termos da Secção 6.5.

Uma vez calculados os valores da obstrução aplicáveis a cada aerogerador, são estimados os valores cumulativos para cada um dos parques, aplicando o seguinte procedimento:

- Para cada elevação operacional do radar, efetua-se um varrimento em azimute do setor do parque, com uma resolução de 0,02°.
- Para cada azimute e cada aerogerador, calcula-se a correspondente obstrução relativa, tendo em conta a interseção do feixe com o aerogerador.
- Calcula-se o efeito cumulativo da obstrução de todos os aerogeradores do parque eólico, para a qual contribuem apenas os que são visíveis em cada azimute, conforme discutido na Secção 4.2.1.

A Figura 11 mostra os resultados obtidos para o parque eólico futuro nas duas elevações operacionais, enquanto a Figura 12 mostra os resultados equivalentes para o parque eólico existente.

A parte inferior de cada figura inclui uma tabela de síntese com os seguintes resultados que constituem indicadores globais de impacto:

- I2.1 – Percentagem máxima de obstrução do feixe pelo parque eólico

- I2.2 – Erro máximo da taxa precipitação estratiforme – efeito da obstrução
- I2.3 – Erro máximo da taxa precipitação convetiva – efeito da obstrução

Os erros na taxa de precipitação são estimados através da relação $Z-R$ aplicável, ou seja, $Z = 200R^{1.6}$ para chuva estratiforme e $Z = 300R^{1.4}$ para chuva convetiva.

8.2. Indicadores de refletividade

Os cálculos da refletividade da secção da torre dos aerogeradores foram efetuados aplicando o modelo definido na Secção 6.2, que remete para a Secção 4.3.2, sendo apresentados na Tabela 13 para o parque eólico futuro e na Tabela 14 para o parque eólico existente.

Estes resultados, e o facto de, para o lobo secundário mais relevante, serem esperados valores da refletividade 58 dB abaixo dos obtidos para o lobo principal do feixe do radar, permitem obter os seguintes indicadores globais de impacte:

- I3.1 – Fator de refletividade das torres estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal.
- I3.2 – Fator de refletividade fantasma das torres estimada a partir dos ecos recebidos nos lobos secundários

Comparando os valores dos novos aerogeradores com os aerogeradores existentes, exceto o gerador de sobreequipamento, identifica-se um aumento relativo da refletividade maior do que seria esperado pelo aumento do diâmetro das torres devido à menor inclinação das torres eólicas dos novos aerogeradores do parque futuro, que conduz a que o ângulo de incidência esteja mais próximo da condição especular de 90° .

Para o lobo secundário mais relevante, são esperados não mais de 0 dBZ para os novos aerogeradores e não mais de -8 dBZ para os aerogeradores existentes, exceto o gerador de sobreequipamento. Para este último, os resultados aproximam-se da situação dos novos aerogeradores.

8.3. Zona afetada pelo parque eólico

Aplicando a metodologia de análise descrita na Secção 6.4, foram elaborados os mapas de zonas afetadas representados na Figura 13 para o parque eólico futuro (elevações de $0,1^\circ$ e 1°) e na Figura 14 para o parque eólico existente (elevações de $0,1^\circ$ e 1°).

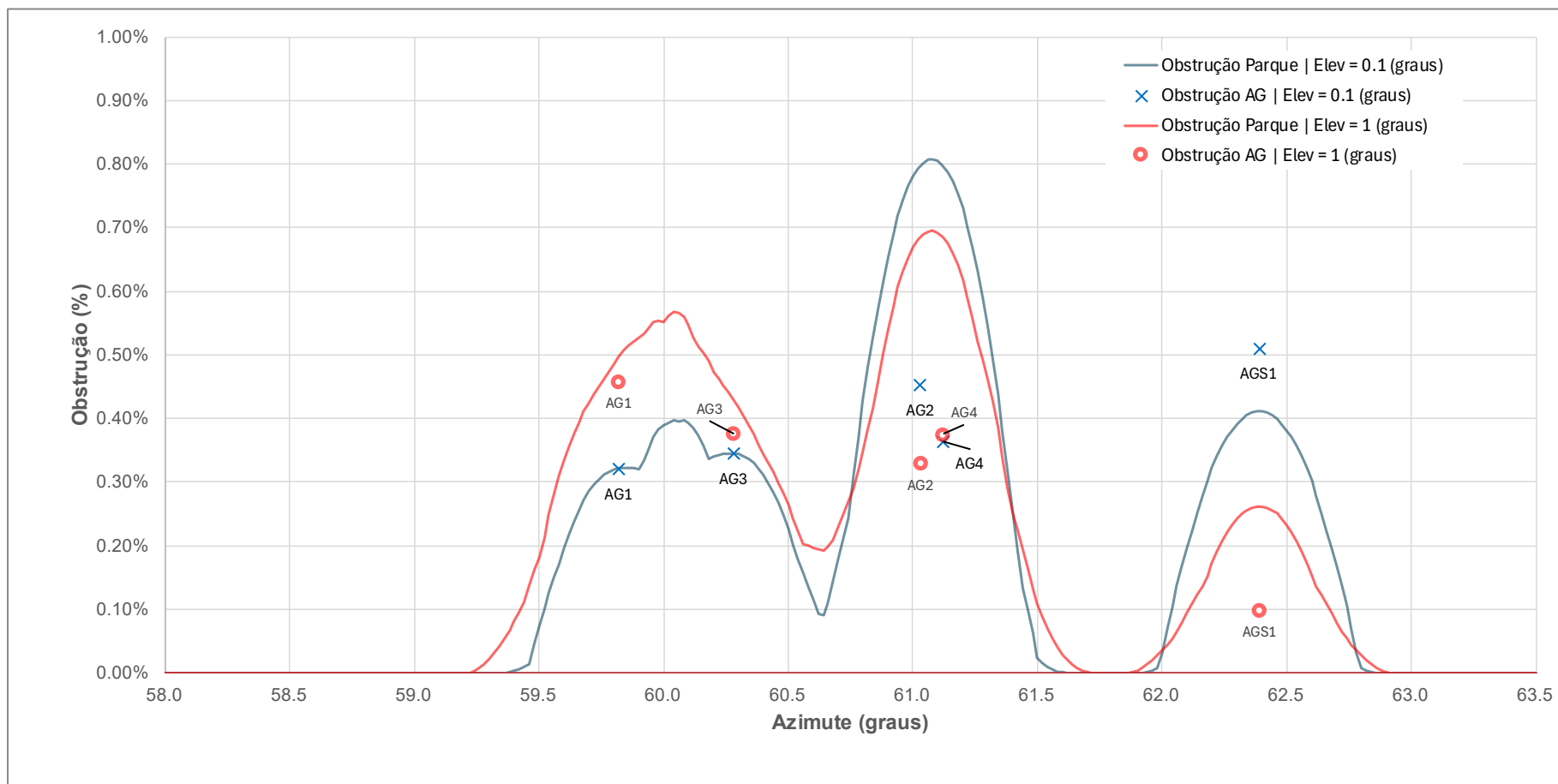
Em cada uma das figuras, são assinaladas 3 zonas de impacte crescente:

- volumes de radar com medidas de refletividade com perturbação elevada e efeito Doppler perturbado;
- volumes de radar com medidas de refletividade com perturbação média e efeito Doppler perturbado;
- volumes de radar com medidas de refletividade com perturbação menor e efeito Doppler perturbado.

São igualmente apresentados os seguintes indicadores sintéticos identificados na Secção 6.4:

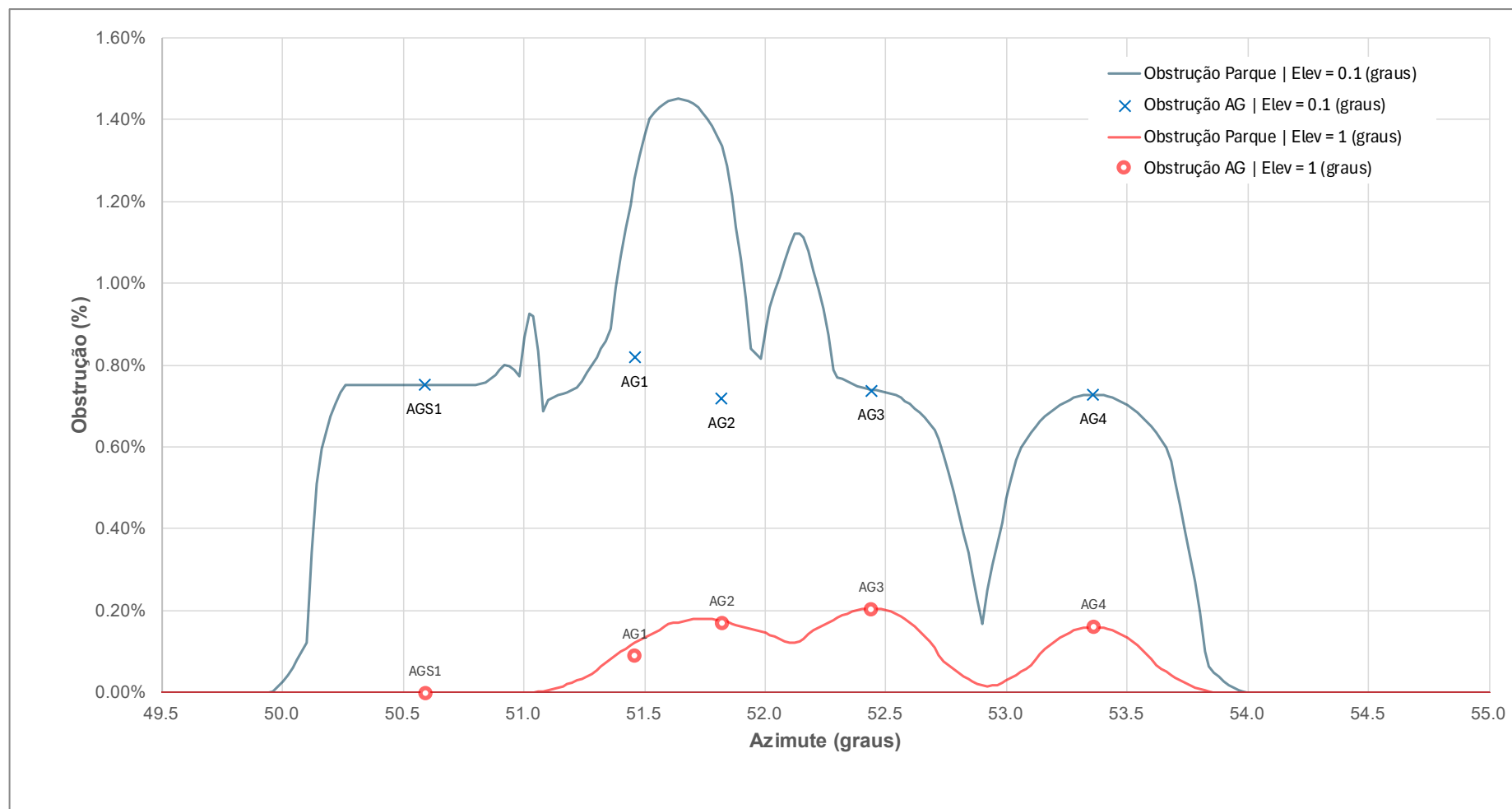
- I4.1 – Comprimento máximo da zona afetada pelo parque eólico;
- I4.2 – Área afetada pelo parque eólico.

Nos mapas de zonas afetadas identificam-se alguns rastros de ecos quer no parque eólico existente, quer no parque eólico futuro.



	Elevação (°)		Relação Z-R
	0.1	1.0	
Obstrução máxima do parque eólico	0.8%	0.7%	
Erro máximo taxa precipitação estratiforme	1.0%	0.9%	$Z = 200 R^{1.6}$
Erro máximo taxa precipitação convetiva	1.2%	1.0%	$Z = 300 R^{1.4}$

Figura 11 – Parque eólico futuro | Obstrução dos aerogeradores – elevações do feixe de 0,1° e 1°



	Elevação (°)		Relação Z-R
	0.1	1.0	
Obstrução máxima do parque eólico	1.5%	0.2%	
Erro máximo taxa precipitação estratiforme	1.8%	0.3%	$Z = 200 R^{1.6}$
Erro máximo taxa precipitação convectiva	2.1%	0.3%	$Z = 300 R^{1.4}$

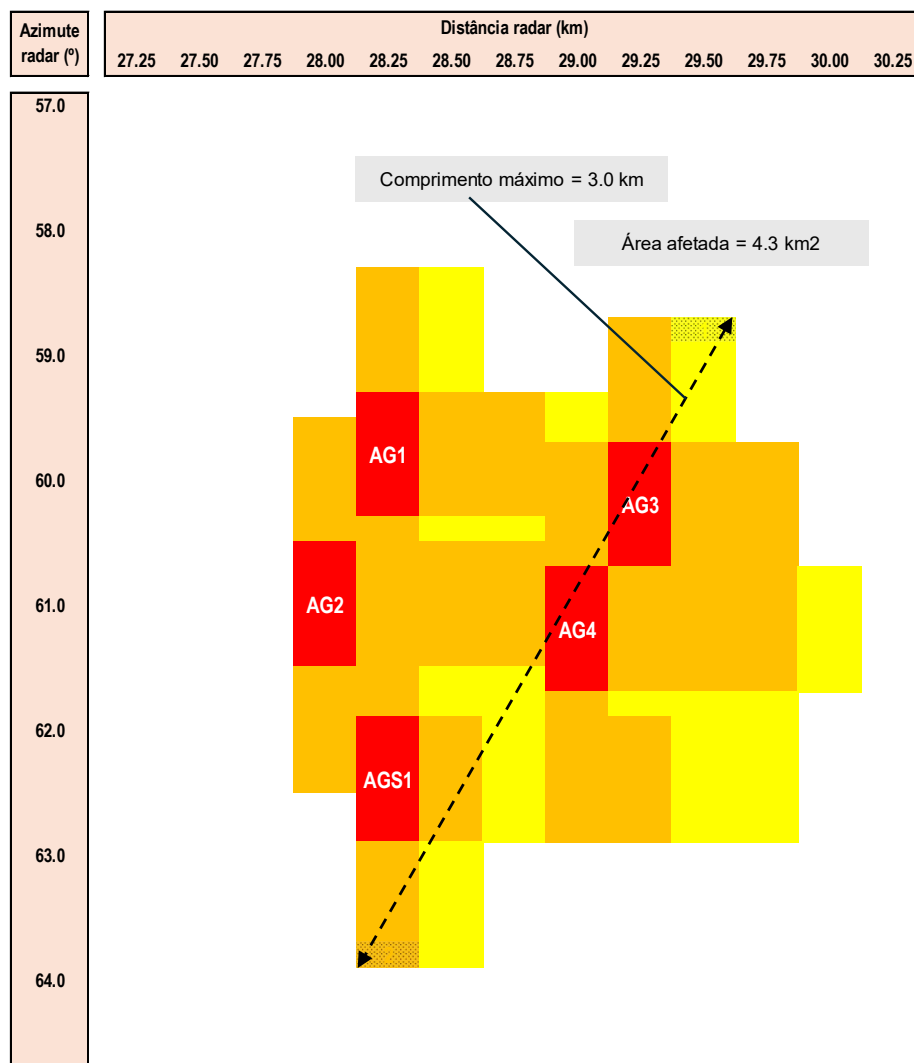
Figura 12 – Parque eólico existente | Obstrução dos aerogeradores – elevações do feixe de 0,1° e 1°

Tabela 13 – Parque eólico futuro | Estimativa da refletividade das torres dos aerogeradores

Aerogerador	Cota emissão (m)	Cota terreno (m)	Distância radar (km)	Geometria torre				Reflexão monostática torre visível						
				Altura (m)	Diâmetro base (m)	Diâmetro topo (m)	Inclinação torre (°)	Elevação feixe (°)	Ângulo chegada (°)	Ângulo incidência (°)	Visibilidade torre		RCS (dBm ²)	Refletiv. (dBZ)
											Mínima (m)	Máxima (m)		
AG1	1 097	1 344.5	28.1	111.5	4.700	3.725	0.25	0.1	90.29	90.54	0.0	81.3	23.5	58.0
AG2	1 097	1 315.8	28.1	111.5	4.700	3.725	0.25	0.1	90.29	90.54	0.0	109.1	23.5	58.0
AG3	1 097	1 348.9	29.3	111.5	4.700	3.725	0.25	0.1	90.30	90.55	0.0	93.0	23.5	57.6
AG4	1 097	1 341.3	28.9	111.5	4.700	3.725	0.25	0.1	90.30	90.55	0.0	95.2	23.4	57.7
AGS1	1 097	1 272.5	28.3	109.8	4.950	3.560	0.36	0.1	90.29	90.65	0.0	109.8	21.8	56.3
AG1	1 097	1 344.5	28.1	111.5	4.700	3.725	0.25	1.0	91.19	91.44	56.8	111.5	14.4	48.9
AG2	1 097	1 315.8	28.1	111.5	4.700	3.725	0.25	1.0	91.19	91.44	84.6	111.5	14.1	48.6
AG3	1 097	1 348.9	29.3	111.5	4.700	3.725	0.25	1.0	91.20	91.45	67.4	111.5	14.2	48.3
AG4	1 097	1 341.3	28.9	111.5	4.700	3.725	0.25	1.0	91.20	91.45	70.0	111.5	14.3	48.6
AGS1	1 097	1 272.5	28.3	109.8	4.950	3.560	0.36	1.0	91.19	91.55	0.0	0.0		

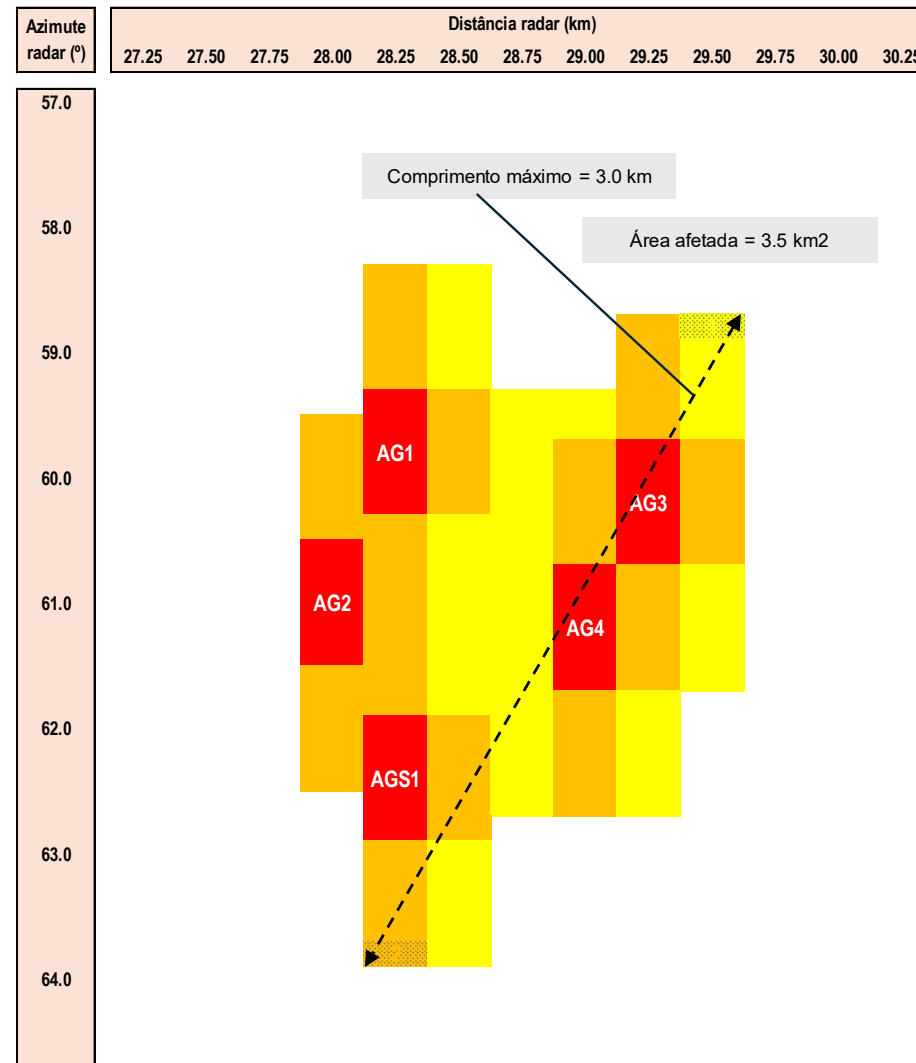
Tabela 14 – Parque eólico existente | Estimativa da refletividade das torres dos aerogeradores

Aerogerador	Cota emissão (m)	Cota terreno (m)	Distância radar (km)	Geometria torre				Reflexão monostática torre visível						
				Altura (m)	Diâmetro base (m)	Diâmetro topo (m)	Inclinação torre (°)	Elevação feixe (°)	Ângulo chegada (°)	Ângulo incidência (°)	Visibilidade torre		RCS (dBm²)	Refletiv. (dBZ)
											Mínima (m)	Máxima (m)		
AG1	1 097	1 318.0	28.0	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.17	0.0	63.0	15.2	49.8
AG2	1 097	1 342.0	28.0	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.17	0.0	63.0	15.2	49.7
AG3	1 097	1 347.0	28.3	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.17	0.0	63.0	15.2	49.7
AG4	1 097	1 340.0	28.7	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.18	0.0	63.0	15.2	49.5
AG5	1 097	1 343.0	28.9	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.18	0.0	63.0	15.2	49.5
AG6	1 097	1 349.0	29.2	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.30	91.18	0.0	63.0	15.2	49.4
AG7	1 097	1 356.0	29.5	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.30	91.18	0.0	63.0	15.2	49.3
AG8	1 097	1 346.0	29.1	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.30	91.18	0.0	63.0	15.2	49.4
AG9	1 097	1 346.0	28.8	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.18	0.0	63.0	15.2	49.5
AG10	1 097	1 327.0	28.5	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.18	0.0	63.0	15.2	49.6
AG11	1 097	1 319.0	28.3	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.29	91.17	0.0	63.0	15.2	49.7
AG12	1 097	1 303.0	28.9	63.0	4.130	2.186	0.88	0.1	90.30	91.18	0.0	63.0	15.2	49.5
AGS1	1 097	1 272.5	28.3	103.0	4.400	3.300	0.31	0.1	90.29	90.60	0.0	103.0	22.1	56.6
AG1	1 097	1 318.0	28.0	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.07	0.0	0.0		
AG2	1 097	1 342.0	28.0	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.07	58.0	63.0	7.5	42.0
AG3	1 097	1 347.0	28.3	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.07	56.5	63.0	7.7	42.2
AG4	1 097	1 340.0	28.7	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.08	0.0	0.0		
AG5	1 097	1 343.0	28.9	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.08	0.0	0.0		
AG6	1 097	1 349.0	29.2	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.20	92.08	0.0	0.0		
AG7	1 097	1 356.0	29.5	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.20	92.08	62.8	63.0		
AG8	1 097	1 346.0	29.1	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.20	92.08	0.0	0.0		
AG9	1 097	1 346.0	28.8	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.08	63.0	63.0		
AG10	1 097	1 327.0	28.5	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.08	0.0	0.0		
AG11	1 097	1 319.0	28.3	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.19	92.07	0.0	0.0		
AG12	1 097	1 303.0	28.9	63.0	4.130	2.186	0.88	1.0	91.20	92.08	0.0	0.0		
AGS1	1 097	1 272.5	28.3	103.0	4.400	3.300	0.31	1.0	91.19	91.50	0.0	0.0		



LEGENDA

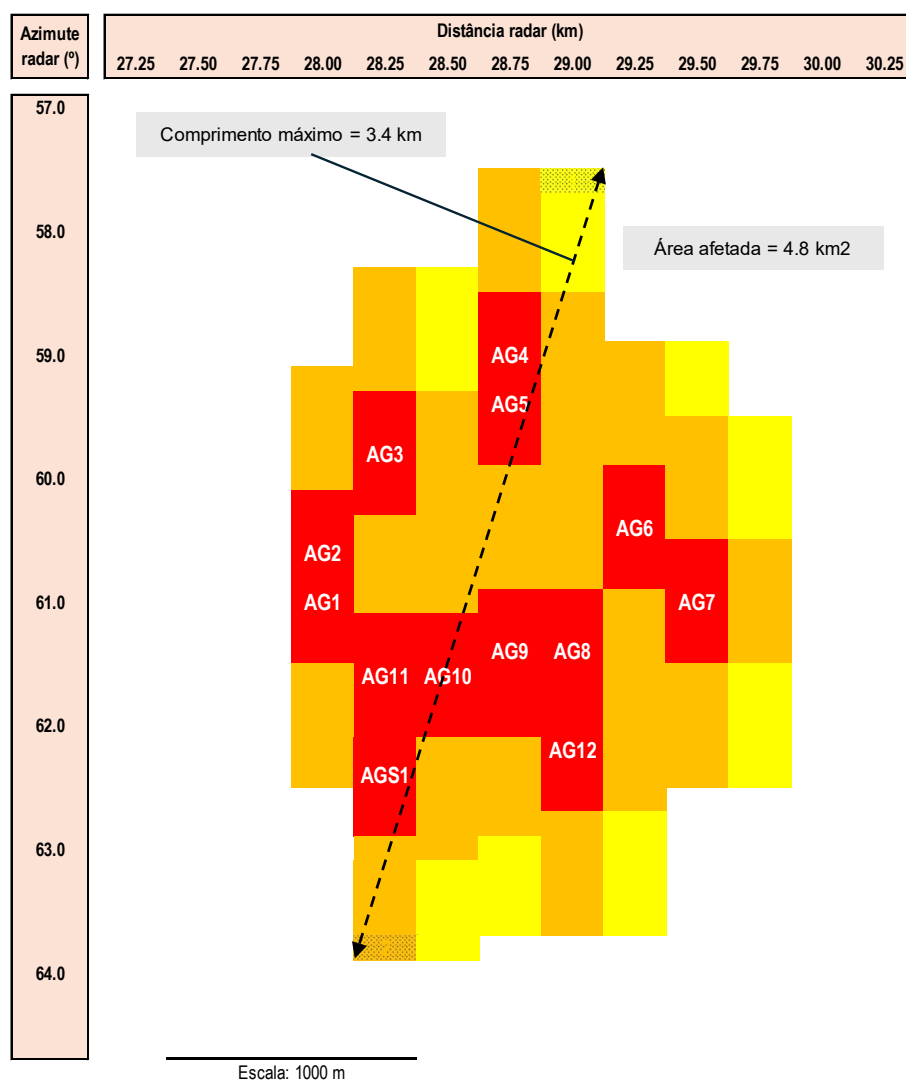
- Medidas de refletividade com perturbação elevada | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação média | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação menor | Efeito Doppler perturbado



LEGENDA

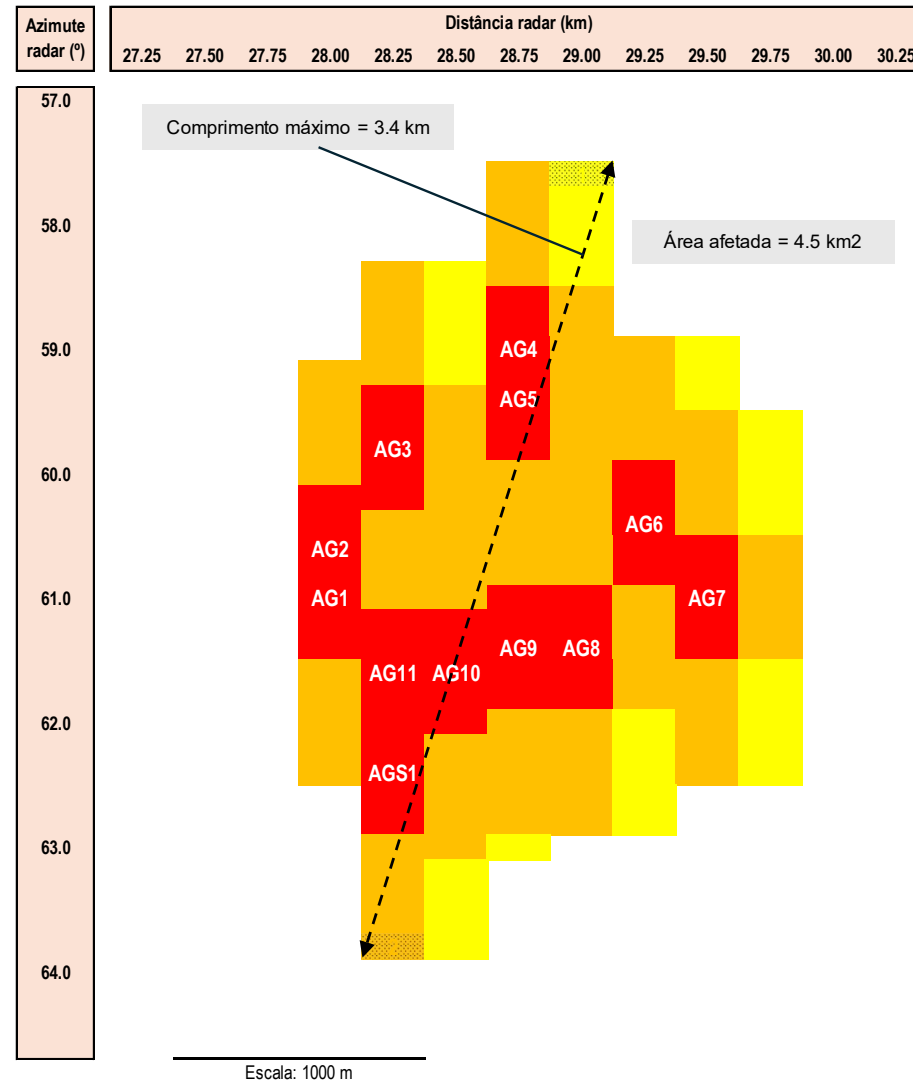
- Medidas de refletividade com perturbação elevada | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação média | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação menor | Efeito Doppler perturbado

Figura 13 – Parque eólico futuro | Área afetada por ecos dos aerogeradores – elevação do feixe de 0,1° (figura da esquerda) e 1° (figura da direita)



LEGENDA

- Medidas de refletividade com perturbação elevada | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação média | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação menor | Efeito Doppler perturbado



LEGENDA

- Medidas de refletividade com perturbação elevada | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação média | Efeito Doppler perturbado
- Medidas de refletividade com perturbação menor | Efeito Doppler perturbado

Figura 14 – Parque eólico existente | Área afetada por ecos dos aerogeradores – elevação do feixe de 0,1° (figura da esquerda) e 1° (figura da direita)

9. Conclusões

9.1. Síntese de resultados

Os resultados apresentados na Tabela 15 permitem uma avaliação do impacto global do projeto futuro, baseada num conjunto abrangente de indicadores. Como ambas as elevações são afetadas nas elevações de 0,1º e 1º a avaliação de impacto do parque eólico futuro será efetuada na modalidade de indicadores incrementais, nos termos da Secção 6.5.

A Tabela 15 indica ainda na coluna “Referência” a origem dos resultados incluídos nesta síntese, os quais incorporam de forma direta ou indireta os seguintes efeitos analisados ao longo deste estudo:

- Obstrução do relevo local (Secção 3.1);
- Obstrução do relevo do terreno nos percursos radar – aerogeradores (Secção 3.2): não aplicável;
- Obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores (Secção 4.2);
- Ecos dos aerogeradores recebidos no lobo principal do feixe (Secção 4.3.1);
- Ecos fantasma dos aerogeradores recebidos nos lobos secundários do feixe (Secção 4.3.2.2): não aplicável;
- Ecos fantasma dos aerogeradores devidos a multipercursos (Secção 4.4);
- Perturbações dos aerogeradores nas medidas de efeito Doppler (Secção 4.5).

Tabela 15 – Matriz de indicadores globais de impacto do Parque Eólico de Pinheiro

Indicador		Referência	Elevação 0,1º		Elevação 1º	
			Futuro	Existente	Futuro	Existente
I1 – Obstrução do feixe do radar pelo terreno	I1.1 – Nível de rigor de medidas de precipitação resultante da obstrução do relevo local do terreno	Tabela 1 Tabela 11	N3 - 5 AG	Não relevante	Sem obstrução	Não relevante
I2 – Obstrução do feixe do radar pelos aerogeradores	I2.1 – Percentagem máxima de obstrução do feixe pelo parque eólico	Figura 11 Figura 12	0,8%	1,5%	0,7%	0,2%
	I2.2 – Erro máximo da taxa precipitação estratiforme – efeito da obstrução		1,0%	1,8%	0,9%	0,3%
	I2.3 – Erro máximo da taxa precipitação convetiva – efeito da obstrução		1,2%	2,1%	1,0%	0,3%
I3 – Fator de refletividade	I3.1 – Fator de refletividade das torres estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal	Tabela 13	58 dBZ (máximo)	57 50 dBZ (máximo)	49 dBZ (máximo)	42 dBZ (máximo)
	I3.2 – Fator de refletividade fantasma das torres estimada a partir dos ecos recebidos nos lobos secundários	Tabela 14	0 dBZ (máximo)	-1 -8 dBZ (máximo)	-9 dBZ (máximo)	-16 dBZ (máximo)
I4 – Zona afetada pelo parque eólico	I4.1 – Comprimento máximo da zona afetada pelo parque eólico	Figura 13	3,0 km	3,4 km	3,0 km	3,4 km
	I4.2 – Área afetada pelo parque eólico	Figura 14	4,3 km ²	4,8 km ²	3,5 km ²	4,5 km ²

9.1.1. Elevação de 0,1º

As principais conclusões a extrair da Tabela 15 são as seguintes:

- a) Nível de rigor de medidas de precipitação resultante da obstrução do relevo local do terreno
- Indica-se o número de aerogeradores que se encontram em cada um dos níveis de obstrução pelo terreno no local do parque eólico (códigos N0 a N3 definidos na secção 3.1.2).
 - Os resultados mostram que os quatro novos aerogeradores do projeto futuro e o gerador existente se situam numa área em que os dados de refletividade terão pouca ou nenhuma utilidade (Nível N3 | > 70% | Inaceitável).
- b) Percentagem máxima de obstrução do feixe pelo parque eólico e erros máximos da taxa de precipitação
- Nos dois cenários do parque eólico futuro e do parque eólico existente, os valores dos indicadores de impacto da obstrução dos aerogeradores são muito reduzidos e em nenhum caso criam erros relevantes nas estimativas da taxa de precipitação que possa ocorrer para além da localização do parque, a que acresce o facto de a incerteza de medidas de precipitação obtidas através de relações Z-R ser muito superior à gama de valores obtidos.
 - A avaliação incremental mostra que os indicadores do projeto futuro são superiores aos indicadores do parque eólico existente, mas em ambos os casos sem nenhuma relevância prática.
- c) Fator de refletividade estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal (máximo)
- Os valores da refletividade para o projeto futuro, estimados a partir do valor aplicável às torres, são maiores do que os correspondentes ao parque atual, devido sobretudo ao ângulo de incidência ser ligeiramente mais próximo da condição especular.
 - A torre do aerogerador de sobreequipamento que será mantido está numa situação equivalente às novas torres que serão instaladas.
 - Este indicador é usado para aferir o potencial impacto de ecos recebidos nos lobos secundários – o impacto incremental nas medidas do radar encontra-se refletido nos indicadores de zona afetada pelo parque eólico.
- d) Fator de refletividade fantasma estimada a partir dos ecos recebidos nos lobos secundários (máximo)
- Com a perda de refletividade de pelo menos 58 dB resultante do isolamento de pelo menos 29 dB dos lobos secundários, as refletividades expectáveis não excedem 0 dBZ nos dois cenários, pelo que a receção de ecos pelos lobos secundários será desprezável à distância a que se situa o parque eólico, não se prevendo qualquer impacto relativo a este efeito.
- e) Zona afetada pelo parque eólico
- Os valores dos indicadores do máximo comprimento e da área da zona afetada pelos aerogeradores do parque eólico futuro são globalmente mais favoráveis do que os correspondentes indicadores do parque eólico existente.
 - Este é o resultado mais expressivo que mostra uma redução incremental efetiva do parque eólico futuro relativamente ao parque eólico existente, resultante da redução do número de aerogeradores e da respetiva pegada no território.
 - Além disso, o máximo comprimento da zona afetada pelo parque eólico é de 2,9 km, valor este que é considerado reduzido relativamente a recomendações conhecidas, nomeadamente no âmbito do grupo OPERA da rede EUMETNET (Leijnse et al, 2022), que aponta para um máximo admissível de 10 km.

9.1.2. Elevação de 1º

As principais conclusões a extrair da Tabela 15 são as seguintes:

- a) Nível de rigor de medidas de precipitação resultante da obstrução do relevo local do terreno
 - Não aplicável, não há obstrução do terreno nesta elevação.
- b) Percentagem máxima de obstrução do feixe pelo parque eólico e erros máximos da taxa de precipitação
 - Nos dois cenários do parque eólico futuro e do parque eólico existente, os valores dos indicadores de impacto da obstrução dos aerogeradores são muito reduzidos e em nenhum caso criam erros relevantes nas estimativas da taxa de precipitação que possa ocorrer para além da localização do parque, a que acresce o facto de a incerteza de medidas de precipitação obtidas através de relações Z-R ser muito superior à gama de valores obtidos.
 - A avaliação incremental mostra que os indicadores do projeto futuro são superiores aos indicadores do parque eólico existente, mas em ambos os casos sem nenhuma relevância prática.
- c) Fator de refletividade estimada a partir dos ecos recebidos no lobo principal (máximo)
 - Comparando as duas torres visíveis nesta elevação em ambos os cenários, os valores da refletividade para o projeto futuro, estimados a partir do valor aplicável às torres, são maiores do que os correspondentes ao parque atual, devido sobretudo ao ângulo de incidência ser ligeiramente mais próximo da condição especular.
 - Este indicador é usado para aferir o potencial impacto de ecos recebidos nos lobos secundários – o impacto incremental nas medidas do radar encontra-se refletido nos indicadores de zona afetada pelo parque eólico.
- d) Fator de refletividade fantasma estimada a partir dos ecos recebidos nos lobos secundários (máximo)
 - Tendo em conta os efeitos muito reduzidos que ocorrem na elevação de 0,1º, em que as torres estão em linha de vista numa parcela maior do que a que ocorre nesta elevação, e, por maioria de razão, nos casos em que há apenas uma visibilidade parcial do rotor, os efeitos serão desprezáveis em ambos os cenários.
- e) Zona afetada pelo parque eólico
 - Não estando as torres em linha de vista para alguns aerogeradores do parque existente, mas apenas uma parte do rotor, considera-se que continua a haver impacto nas medidas de grandezas meteorológicas, mas com menor expressão.
 - Os valores dos indicadores do máximo comprimento e da área da zona afetada pelos aerogeradores do parque eólico futuro são globalmente mais favoráveis do que os correspondentes indicadores do parque eólico existente.
 - Tal como na elevação de 0,1º, este é o resultado mais expressivo que mostra uma redução incremental efetiva do parque eólico futuro relativamente ao parque eólico existente, resultante da redução do número de aerogeradores e da respetiva pegada no território.

9.2. Parecer final

Tendo como referência uma análise extensa e detalhada da literatura científica que endereça os efeitos de aerogeradores sobre radares meteorológicos e considerando as recomendações e práticas de organismos internacionais que estabelecem orientações para a coexistência entre radares meteorológicos e parque eólicos, foi estabelecido um modelo de avaliação baseado em vários

indicadores que foi aplicado ao parque eólico de Pinheiro, nas configurações existente e futura (reequipamento e sobreequipamento existente).

Os resultados permitem confirmar que, para as elevações operacionais do radar de 0,1° e de 1°, os indicadores incrementais, ponderados pela sua relevância, apontam para uma redução global de impacto, sendo os respetivos valores muito inferiores aos limites máximos conhecidos de recomendações e práticas internacionais.

Em conclusão, os resultados deste estudo técnico apontam no sentido contrário ao parecer desfavorável do IPMA, podendo concluir-se que o “Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro” da sociedade Eólica da Cabreira, S.A., empresa do grupo Finerge S.A., causa um impacto reduzido e até globalmente menor do que no caso do parque existente, pelo que o referido projeto não deverá comprometer a missão operacional do radar meteorológico de Arouca/Pico do Gralheiro, na configuração de localizações e dimensões propostas para os novos aerogeradores e manutenção do aerogerador de sobreequipamento existente.

Mário Jorge Leitão

Bibliografia

Angulo, I., Grande, O., Jenn, D., Guerra, D., and Vega, D. (2015). Estimating reflectivity values from wind turbines for analyzing the potential impact on weather radar services. *Atmos. Meas. Tech.*, 8, 2183–2193.

EUMETNET (2009). Statement of the OPERA group on the cohabitation between weather radars and wind turbines. https://eumetnet.eu/wp-content/uploads/2017/01/OPERA_2010_14_Statement_on_weather_radars_and_wind_turbines.pdf. Consultado em 9 fevereiro 2026.

Leijnse, H., Teschl, R., Paulitsch, H., Teschl, F., Holmes, G. e Sidselrud, L. (2022). OPERA-4: On the coexistence of weather radars and wind turbines. https://eumetnet.eu/wp-content/uploads/2022/08/OPERA_wind_turbine_report_20220225.pdf. Consultado em 9 fevereiro 2026.

NOAA–ROC (2026). WIND FARM INTERACTION WITH NEXRAD RADAR. <https://www.weather.gov/roc/WindFarms>. Consultado em 9 fevereiro 2026.

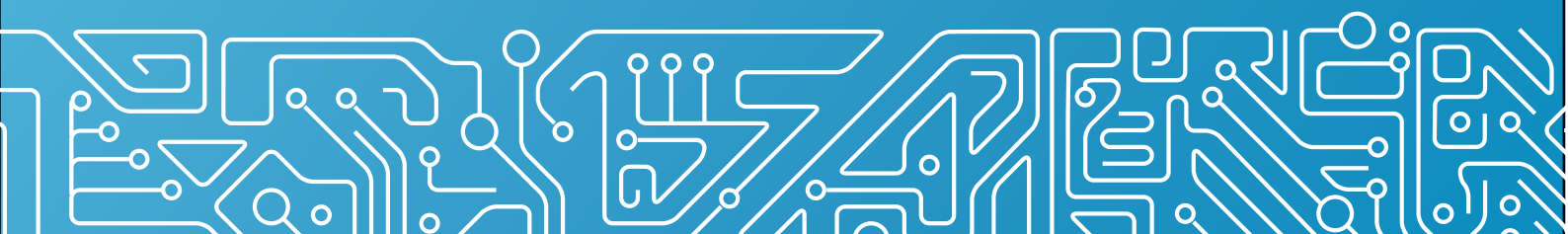
Ruck, G. T., Barrick, D. E., Stuart, W. D. and Krichbaum, C. K., *Radar Cross Section Handbook*, vol. 1, Plenum Press, New York, 1970. Capítulo 4 (Cilindros).

WMO (2010), Commission for Instruments and Methods of Observation – Fifteenth session, Abridged final report with resolutions and recommendations, ANNEX VI. Helsinki, 2–8 September 2010. <https://library.wmo.int/idurl/4/32298>. Consultado em 9 fevereiro 2026.

Contactos

Campus da FEUP
Rua Dr. Roberto Frias
4200 - 465 Porto, Portugal

t +351 222 094 000
www.inesctec.pt
info@inesctec.pt





RELATÓRIO DE CONSULTA PÚBLICA

Avaliação de Impacte Ambiental n.º 3797

Projeto Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

agosto de 2025

Título: Relatório de Consulta Pública
AIA 3797
Projeto Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro

Autoria: Agência Portuguesa do Ambiente
Departamento de Comunicação e Cidadania Ambiental
Divisão de Cidadania Ambiental
Cristina Sobrinho

Data: agosto de 2025

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. PERÍODO DE CONSULTA PÚBLICA	3
3. MODALIDADES DE PUBLICITAÇÃO/ DOCUMENTOS PUBLICITADOS	3
4. PROVENIÊNCIA DAS EXPOSIÇÕES RECEBIDAS.....	3
5. ANÁLISE DAS EXPOSIÇÕES RECEBIDAS	4

1. INTRODUÇÃO

Em cumprimento do disposto no Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua redação atual, procedeu-se à Consulta Pública do Estudo de Impacte Ambiental do Projeto “Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro”

O proponente do Projeto é a Empresa Eólica da Cabreira, S.A.

2. PERÍODO DE CONSULTA PÚBLICA

A consulta pública deste Projeto decorreu durante 30 dias úteis, de 01 de julho a 11 de agosto de 2025.

3. MODALIDADES DE PUBLICITAÇÃO/ DOCUMENTOS PUBLICITADOS

A publicitação do Estudo de Impacte Ambiental (EIA), incluindo o Resumo Não Técnico (RNT), foi feita por meio de:

- Afixação de Anúncios:
 - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro.
 - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
 - Câmara Municipal de Cinfães.
 - Câmara Municipal de Castro Daire.
- Envio de nota de imprensa para os órgãos de comunicação social.

Divulgação na Internet no site da Agência Portuguesa do Ambiente e no Portal PARTICIPA.PT.

- Envio de comunicação às ONGA constantes no RNOE.
- Envio de comunicação a entidades.

Encontrando-se, também, disponível para consulta em www.apambiente.pt e em WWW.PARTICIPA.PT.

4. PROVENIÊNCIA DAS EXPOSIÇÕES RECEBIDAS

No âmbito da consulta pública foram recebidas 3 exposições com a seguinte proveniência:

- Direção-Geral do Território (DGT).
- IPMA – Instituto do Mar e da Atmosfera
- 1 Cidadão em nome individual.

5. ANÁLISE DAS EXPOSIÇÕES RECEBIDAS

Direção-Geral do Território (DGT)

Informa:

Rede Geodésica: Da análise da localização do Projeto verificou que este Projeto não interfere com nenhum vértice geodésico pertencente à Rede Geodésica Nacional (RGN), nem nenhuma marca de nivelamento pertencente à Rede de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão (RNGAP). O Projeto, não constitui impedimento para as atividades geodésicas, desenvolvidas pela Direção-Geral do Território (DGT).

2 - Cartografia: A cartografia topográfica, vetorial ou imagem, nas escalas entre 1:1 000 e 1:10 000, e também na escala 1:25 000, deve ser homologada ou oficial, conforme o estipulado no Decreto-Lei 193/95, de 28 de julho, na sua atual redação. A utilização de cartografia topográfica sujeita a direitos de propriedade carece de autorização de utilização pela respetiva entidade.

3 - Limites Administrativos: A representação dos limites administrativos deve ser realizada recorrendo à Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em vigor, disponível na página de internet da DGT.

O parecer da DGT é favorável, no pressuposto do cumprimento do referido na Cartografia e nos Limites Administrativos.

IPMA – Instituto do Mar e da Atmosfera emite parecer desfavorável ao Projeto, nesta fase e com a configuração atual.

Listam-se os pontos que refletem a sua posição sobre o Projeto em avaliação:

1. O reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro, na configuração proposta, com 4 aerogeradores, irá afetar a qualidade das observações do radar meteorológico de A/PG, aproximadamente entre nordeste e es-nordeste, num setor azimutal mínimo de cerca de 1,3°, que, em termos práticos, será superior, uma vez que a influência dos aerogeradores se estende lateralmente para lá da sua localização.

2. Como se pode concluir da análise da Tabela 1, o impacto do potencial reequipamento do parque eólico sobre o feixe radar a meia potência estende-se a ambas as elevações consideradas, de forma muito significativa no que à elevação mais baixa (0,1°) diz respeito.

Nesta elevação, a manter-se a localização proposta, a presença dos novos aerogeradores originará ocultações ao nível da cota máxima, variando entre 120,07 % (AG2) e 125,49 % (AG1). Ao nível da cota do *hub*, as ocultações variam entre 101,61 % (AG2) e 107,10 % (AG1). Estes valores significam que a cota do *hub* e, consequentemente, a cota máxima do aerogerador se encontram acima da cota do bordo superior do feixe radar a -3 dB.

3. Apesar da percentagem de ocultação ao nível da cota máxima corresponder apenas à situação em que uma das pás está na vertical, o que não está sempre a ocorrer, é de referir que, como os cálculos foram efetuados considerando a abertura do feixe a meia potência e os restantes 50% se espalham também para cotas inferiores e lateralmente, ocorrerá sempre reflexão de potência e ocultação adicional provocada pelos aerogeradores, embora com relevância mais baixa, dada a menor densidade de potência fora do feixe principal.

Desta forma, apesar do desmantelamento de 12 aerogeradores poder considerar-se um aspeto positivo do ponto de vista da exploração operacional do radar de A/PG, o reequipamento deste parque eólico com 4 aerogeradores de muito maiores dimensões (aproximadamente o dobro da altura) traduzir-se-á na obtenção de um sinal composto que conduzirá à degradação da informação de diversos pixéis na zona da sua localização e a jusante, afetando o setor azimutal referido e azimutes adjacentes e produzindo impacto negativo na qualidade das observações de radar.

4. Adotando critérios de alguma razoabilidade e considerando admissível uma percentagem máxima de ocultação do feixe de cerca de 15% ao nível da cota máxima, a análise da informação disponibilizada permite concluir que o reequipamento deste parque eólico, na configuração proposta, permite antever um agravamento da situação atual, refletindo uma degradação da capacidade de exploração operacional do radar meteorológico de A/PG, designadamente na zona entre nordeste e es-nordeste relativamente ao radar.

5. Em caso de alteração da tipologia do Projeto de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro resultante desta apreciação, o IPMA, I.P. deverá ser sempre previamente consultado a fim de reavaliar a viabilidade de instalação do ponto de vista da exploração operacional do radar meteorológico de A/PG.

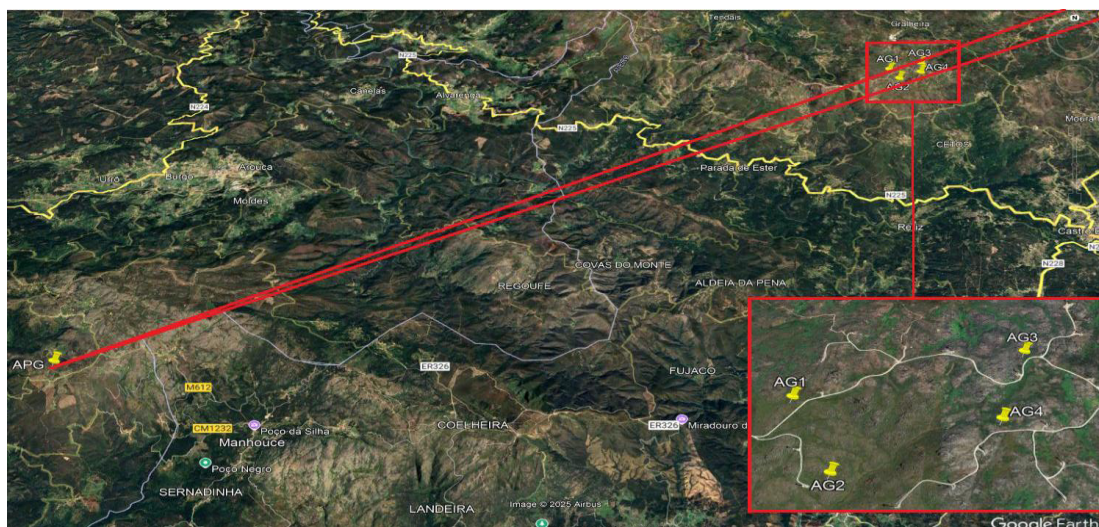


Figura 1 - Marcação dos 4 aerogeradores, radar de A/PG, setor azimutal de potencial interferência e posição relativa dos aerogeradores (Google Earth)

Tabela 1

Estudo de compatibilidade entre o radar de Arouca/Pico do Gralheiro e a proposta de Reequipamento do Parque Eólico de Pinheiro									
Localização do radar:	40,84502° N	8,27972° W							
Cota de emissão do feixe radar:	1097,0 m								
Aerogerador	Distância ao radar (km)	Cota do terreno (m)	Cota do hub (m)	Cota máxima (m)	Elevação feixe (°)	Cotas de referência do feixe radar (m) a -3 dB		% de ocultação do feixe radar	
						Bordo superior	Bordo inferior	Ao nível da cota do hub	Ao nível da cota máxima
AG1	28,2	1346,0	1460,0	1546,0	0,1	1426,8	959,2	107,10	125,49
					1,0	1869,9	1402,2	12,36	30,75
AG2	28,1	1319,0	1433,0	1519,0	0,1	1425,5	959,6	101,61	120,07
					1,0	1867,0	1401,0	6,87	25,32
AG3	29,4	1352,0	1466,0	1552,0	0,1	1442,9	955,5	104,74	122,38
					1,0	1904,9	1417,3	9,99	27,63
AG4	29,0	1344,0	1458,0	1544,0	0,1	1437,5	956,7	104,26	122,15
					1,0	1893,2	1412,2	9,52	27,40

Nota: Valores da ocultação do feixe radar superiores a 100% significam que a cota do *hub* e/ou a cota máxima do aerogerador se encontram acima da cota do bordo superior do feixe radar a -3 dB.

Cidadãos:

Um cidadão apresentou uma exposição individual contestando o projeto, argumentando que já existem tecnologias alternativas que dispensam a instalação de grandes equipamentos eólicos, hídricos, fotovoltaicos e de combustíveis sólidos. Como exemplo, sugere a consulta de uma notícia sobre um inventor africano que desenvolveu uma tecnologia capaz de converter radiofrequência em energia limpa e renovável (<https://www.stylourbano.com.br/inventor-africano-desenvolveu-tecnologia-queconverte-radiofrequencia-em-energia-limpa-e-renovavel/>).

Os Originais das exposições, apresentadas durante o período de Consulta Pública, encontram-se arquivadas no processo administrativo da Autoridade de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).



TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A.
Avenida Almirante Gago Coutinho, n.º 30, Piso 2, Fração A
1050-138 Lisboa, Portugal
Tel. +351 218 410 400
Fax +351 218 410 409
geral@tpf.pt