

2º CICLO DE ESTUDOS

MESTRADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO.

SIG Aplicado às Energias Renováveis

Matícia Souza Alves

M

2025



Matícia Souza Alves

SIG Aplicado às Energias Renováveis

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em sistemas de informação geográfica e ordenamento do território, orientada pela Professora Doutora Gabriela Narcizo de Lima.

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

2025

A Nahun Silva, que me inspirou a ser destemida.

Sumário

Declaração de honra / Declaration of Honour	6
Agradecimentos.....	7
Resumo	8
Abstract	9
Índice de Figuras	10
Índice de Tabelas	11
Lista de abreviaturas e siglas	12
Introdução	13
1.Enquadramento Geral	14
1.1. Objetivos	14
1.2. Pertinencia do Tema	14
1.3. Metodologia.....	15
1.3.1. Revisão Bibliográfica	15
1.3.2. Análise documental legal	16
1.3.3. Delimitação do tema	16
1.3.4. Criação da base cartográfica	17
1.3.5. Vetorização da camada elétrica	19
1.3.6. Criação da área de estudo.....	19
1.3.7. Análise das cartas de uso do solo.	21
2.Enquadramento Teórico.....	22
2.1. As mudanças climáticas e as metas da União Europeia	22
2.2. O crescimento das energias eólicas em Portugal	23
2.3. A Rede Natura 2000.....	24
2.3.1. As zonas especiais da RN2000	25
2.4. As condicionantes ambientais	27
2.4.1. SIG aplicado a análise das condicionantes ambientais	27
2.5. Caracterização da área de estudo	28
3.Análises da área de estudo.....	30
3.1. Evolução temporal do uso do solo.....	30
3.1.1. Carta de uso e ocupação do solo	31

3.2. Evolução das áreas das classes de uso e ocupação do solo	34
3.2.1. Cobertura Natural.....	34
3.2.2. Uso agrícola e pastoril.	36
3.2.3. Territórios artificializados	37
3.3. A evolução dos territórios artificializados	38
3.3.1. Identificação dos territórios artificializados	41
3.3.2. A densidade da artificialização em torno das turbinas.....	43
4.0 Condicionantes Ambientais Prioritárias.....	46
4.1. Lobo-ibérico (<i>Canis lupus signatus</i>): corredores e zonas de conflito.....	47
4.2. Os morcegos cavernícolas (<i>Myotis myotis</i>)	60
4.2.1 Risco de colisão entre a espécie e as turbinas.	61
4.2.2. Análise da distância euclidiana	62
5.0 Análise geral dos resultados.....	64
Considerações Finais	65
Referências Bibliográficas	66

Declaração de honra / Declaration of Honour

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizada previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (textos, trabalhos, ideias) respeitam escrupulosamente as regras de atribuição de autoria e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referência. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Declaro, ainda, que utilizei ferramentas de inteligência artificial generativa (chatbots baseados em grandes modelos de linguagem) para realizar pesquisas bibliográficas sanar dúvidas gerais do conteúdo da dissertação, encontrando-se todas as interações (prompts e respostas) transcritas em anexo ao trabalho.

I hereby declare that this thesis/dissertation/report is of my authorship and has not been used previously in another course, degree, curricular unit or subject, at this or any other institution. References to other authors (statements, ideas, thoughts) scrupulously respect the rules of attribution and are duly indicated in the text and bibliographical references, in accordance with the rules of referencing. I am aware that the practice of plagiarism and self-plagiarism is an academic offence.

I further declare that I used generative artificial intelligence tools (chatbots based on large language models) to conduct bibliographic research and clarify general doubts about the content of the dissertation, and that all interactions (prompts and responses) have been transcribed in the annex to this work.

Faculdade de Letras do Porto, 25 de setembro de 2025.

Matícia Souza Alves.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Professora Doutora Gabriela Narcizo de Lima, pela atenção, paciência e ensinamentos valiosos. A sua orientação, aliada a exigência científica foram fundamentais para a conclusão desse trabalho e ao meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao colega de curso e amigo Ricardo Rey Londono, agradeço a amizade e pela generosidade em partilhar os seus conhecimentos técnicos em diversos momentos do curso tornando os desafios mais leves.

Por fim, ao meu companheiro Nahun Silva, deixo um agradecimento especial pelo suporte incondicional, tanto emocional quanto técnico. A sua presença ofereceu força, inspiração e porto seguro em todas etapas, tornando possível a concretização dessa jornada.

Resumo

Esta dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ao monitoramento das condicionantes ambientais em áreas de influência de parques eólicos inseridos em sítios da Rede Natura 2000 (RN2000), reconhecidos pela sua elevada sensibilidade ecológica. Como estudo de caso, foi selecionado o Parque Eólico da Serra do Alvão, situado no concelho Vila Real, em Portugal. A área de estudo foi delimitada considerando que o parque concentra integralmente as suas infraestruturas dentro das áreas da RN2000 e da Rede de Habitats.

Como principal metodologia recorreu-se às ferramentas de SIG e análises espaciais e vetorização das condicionantes ambientais com fins de monitorização. Além disso, foram realizados a recolha e o processamento de dados geográficos, a sobreposição de camadas ambientais, a identificação de áreas de conflito associados à implementação do parque eólico.

Os resultados evidenciam a eficácia do SIG enquanto instrumentos de apoio à monitorização ambiental e ao ordenamento do território, reforçando a sua relevância como ferramenta estratégica no cumprimento das metas de descarbonização estabelecidas pela União Europeia no âmbito do Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal, que prevê alcançar a neutralidade climática até 2050).

Palavras-chave: Sistemas de Informação Geográfica (SIG); Monitoramento Ambiental; Parques Eólicos; Condicionantes Ambientais.

Abstract

This dissertation, developed as part of the Master's in Geographic Information Systems and Spatial Planning, aims to demonstrate the applicability of Geographic Information Systems (GIS) to monitoring environmental constraints in the areas of influence of wind farms located within the Natura 2000 Network (RN2000) sites, recognized for their high ecological sensitivity. The Serra do Alvão Wind Farm, located in the municipality of Vila Real, Portugal, was selected as a case study. The study area was delimited considering that the farm concentrates all of its infrastructure within the RN2000 and Habitat Network areas.

The main methodology used was GIS tools, spatial analysis, and vectorization of environmental constraints for monitoring purposes. Furthermore, geographic data collection and processing, environmental layering, and identification of conflict areas associated with the wind farm's implementation were performed. The results demonstrate the effectiveness of GIS as instruments to support environmental monitoring and land use planning, reinforcing their relevance as a strategic tool in meeting the decarbonization goals established by the European Union under the European Green Deal, which aims to achieve climate neutrality by 2050.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS); Environmental Monitoring; Wind Farms; Environmental Constraints.

Índice de Figuras

FIGURA 1- RN2000	26
FIGURA 2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
FIGURA 3- EVOLUÇÃO TEMPORAL DO SOLO	32
FIGURA 4- COBERTURA NATURAL	35
FIGURA 5. USO AGRÍCOLA E PASTORIS.....	36
FIGURA 6- TERRITÓRIOS ARTIFICIAIS.....	37
FIGURA 7-EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS TERRITÓRIOS ARTIFICIALIZADOS	39
FIGURA 8. TERRITÓRIOS ARTIFICIALIZADOS. 2018	42
FIGURA 9- ARTIFICIALIZAÇÃO NO RAI0 DAS TURBINAS	44
FIGURA 10-FRAGMENTAÇÃO DOS HABITATS DO LOBO-IBÉRICO	53
FIGURA 11- INTERPRETAÇÃO RESUMIDA DOS RESULTADOS.....	59
FIGURA 12- DISTÂNCIAS DOS REGISTOS DE MYOTIS MYOTIS AOS AEROGERADORES	61
FIGURA 13- DISTÂNCIA EUCLIDIANA.....	63

Índice de Tabelas

TABELA 1- <i>RESUMO DA BASE CARTOGRÁFICA</i>	18
TABELA 2- CLASSES E CATEGORIAS DO USO DO SOLO	22
TABELA 3 – ÁREAS CLASSIFICADAS PELAS DIRETIVAS AVES E HABITATS EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	25
TABELA 4- ESPÉCIES PRIORITÁRIAS ABORDADAS NO ESTUDO	47
TABELA 5- CRITÉRIO DE RECODIFICAÇÃO DO USO DO SOLO PARA ADEQUAÇÃO DE HABITAT.	48
TABELA 6 - SÍNTESE DA METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DO HABITAT DO LOBO-IBÉRICO.....	49
TABELA 7- COMPARAÇÃO TEMPORAL DA ADEQUABILIDADE DO HABITAT EM HECTARES	50
TABELA 8. CONDIÇÃO TEMPORAL DOS HABITATS DO LOBO-IBÉRICO	51
TABELA 9- METODOLOGIA APLICADA A ANÁLISE DA AFRAGMENTAÇÃO DOS HABITATS	52

Lista de abreviaturas e siglas

GEE	GASES EFEITO ESTUFA
PDM	PLANO DIRETOR MUNICIPAL
U.PORTO	UNIVERSIDADE DO PORTO
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
REN	RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL
UE.....	UNIÃO EUROPEIA
ZPE	ZONAS DE PROTEÇÃO ESPECIAL
RN2000	REDE NATURA 2000
ICNF	INSTITUTO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DAS FLORESTAS.
LNEG	LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA
APREN	ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
RN2000	REDE NATURA 2000
AIA.....	AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
CA.....	COMISSÃO DE AVALIAÇÃO
RECAPE.....	RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO
UTM.....	UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR
DGEG	DIREÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA
CAOP	CARTA ADMINISTRATIVA OFICIAL DE PORTUGAL
DGT	DIREÇÃO GERAL DO TERRITÓRIO
MACF	MECANISMO DE AJUSTAMENTO DE CARBONO NA FRONTEIRA

Introdução

A produção de energia renovável em Portugal, particularmente a energia eólica, é considerada uma das maiores do mundo, ocupando a lista dos maiores produtores, juntamente com a Dinamarca, Irlanda, Uruguai e Reino Unido. Segundo a Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN, 2024), de eletricidade produzida em território nacional, mais de 75 % provém de fontes renováveis, representando ganhos tanto económicos quanto em sustentabilidade.

A transição da matriz energética, das fontes convencionais para as energias renováveis consideradas sustentáveis, apresenta grandes desafios para o ordenamento territorial, principalmente quando os projetos se sobrepõem a áreas ambientalmente sensíveis e protegidas, como as integradas à Rede Natura 2000 (RN2000). Nesses contextos, torna-se necessário equilibrar a produção de energia limpa e a preservação ecológica através de estudos e monitorizações ambientais.

Portugal possui diversos instrumentos de proteção ambiental, como a Reserva Ecológica Nacional (REN) e a RN2000. Segundo o Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG, 2023), apenas cerca de 3 % do território continental é considerado apto à instalação de projetos de energia renovável sem comprometer o ambiente, revelando que grande parte das áreas possuem condicionantes ambientais importantes.

Diante do exposto, esse estudo buscou responder à seguinte pergunta de investigação: Como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem contribuir para a monitorização espacial e ambiental das condicionantes impostas pela RN2000 em áreas de empreendimentos eólicos.

1. Enquadramento Geral

1.1. Objetivos

Esse estudo teve como objetivo principal demonstrar a importância da aplicação das ferramentas integradas ao SIG para a monitorização das condicionantes ambientais na área de influência do Parque Eólico da Serra do Alvão, inserido em território classificado pela RN2000. Como objetivos específicos, buscou-se aplicar técnicas de análise espacial com recurso a SIG para identificar e monitorizar os potenciais impactos ambientais associados à presença de parques eólicos em áreas sensíveis da RN2000 e analisar as políticas que regulamentam a instalação de parques eólicos em zonas ambientalmente protegidas e avaliar a utilidade do SIG como instrumento de apoio à tomada de decisão na gestão e ordenamento do território, com enfoque na conservação da biodiversidade.

1.2. Pertinência do Tema

De acordo com Amaral (2009), no estudo “Análise Comparativa da Avaliação de Impacto Ambiental de Parques Eólicos em Portugal” o crescimento da preocupação com as alterações climáticas, somado a uma elevada dependência de combustíveis fósseis, tem impulsionado o desenvolvimento da produção de energia a partir de fontes renováveis; nesse contexto, a União Europeia vem criando estratégias e normas para realizar a transição energética de forma efetiva, com a implementação de diretivas que promovem a produção de energias renováveis, com especial destaque para a energia eólica.

Em Portugal, o crescimento da tecnologia eólica e a instalação de novos parques seguem a mesma dinâmica do restante da Europa, com uma concentração acentuada nas regiões Norte, Centro e Litoral, o que pode estar associado às condições de ventos favoráveis dessas regiões (Amaral, 2009).

O relatório *“Mainstreaming Biodiversity into Renewable Power Infrastructure”* (OECD 2024), destaca que a expansão das energias renováveis são essenciais para a transição energética e o cumprimento dos objetivos do Acordo de Paris e do *“Marco Global da Biodiversidade de Kunming-Montreal”*; por outro lado, podem exacerbar outras pressões sobre a diversidade, inclusive através da perda de habitat e fragmentação ecológica, tornando cada vez mais necessária a discussão sobre a proteção das condicionantes e a minimização dos impactos ambientais dos empreendimentos.

Diante disso, a análise das condicionantes ambientais do Parque Eólico da Serra do Alvão, inserido nas áreas da RN2000, torna-se pertinente uma vez que motiva a revisão e monitorização dos impactos ambientais diretos e indiretos na biodiversidade local.

Outro fator relevante é a aplicabilidade do SIG tanto às questões ambientais e quanto as questões relacionadas ao ordenamento do território. O estudo *“The case of the Natura 2000 ecológica network in Basilicata” (Southern Italy)*, destaca que os SIG, aliados ao sensoriamento remoto, permitem avaliar a saúde dos habitats da RN2000 através da identificação de áreas sensíveis e degradadas, possibilitando a detecção precoce de impactos ambientais e a análise de padrões geoespaciais (Ibrenda, et al 2022).

1.3. Metodologia

1.3.1. Revisão Bibliográfica

Essa etapa consiste em fundamentar teoricamente a temática e situar o estudo no estado da arte das pesquisas sobre energias renováveis, impactos ambientais e ordenamento do território. Foram consultadas bases de dados científicas reconhecidas como *Scopus*, *Web of Science (WoS)* e *Google Scholar*, que possibilitaram o acesso a artigos revisados e publicações de elevada relevância. Adicionalmente utilizou-se o *“Bibliometrix”*, desenvolvido em linguagem R, para estruturar a análise bibliométrica que permitiu analisar a evolução científica relacionada aos temas centrais da dissertação, como impactos ambientais,

descarbonização da União Europeia, e a conservação da biodiversidade em áreas classificadas, como a RN2000 (Aria e Cucurullo, 2017).

1.3.2. Análise documental legal

Com o objetivo de compreender as restrições legais e as diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental aplicadas aos empreendimentos localizados em áreas da RN2000, procedeu-se à análise documental de normas e planos reguladores. Entre os documentos analisados estão: a Diretiva Habitats (92/43/EEC), que estabelece medidas para a conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens; Diretiva Aves (2009/147/CE), que determina a proteção de todas as espécies de aves nativas da União Europeia e o *Plano Sectorial da Rede Natura 2000*, elaborado pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas- ICNF (ICNF,2008).

1.3.3. Delimitação do tema

A delimitação do estudo teve como base a seleção do Parque Eólico da Serra do Alvão/Marão, escolhido por estar inteiramente localizado em uma área classificada da RN2000, representando elevada sensibilidade ecológica da área. Esta condição justificou a escolha do local visando identificar os principais documentos oficiais disponíveis para compreender os procedimentos de licenciamento e as avaliações ambientais aplicadas ao empreendimento. Os principais documentos oficiais do parque encontrados foram:

- a) Resumo Não Técnico do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do Parque Eólico da Serra do Alvão/ Marão, (2004) que fornece informações fundamentais sobre o processo de licenciamento, as exigências legais e os resultados dos estudos técnicos realizados, enfatizando a participação pública devido à localização do parque em uma área de elevada sensibilidade ecológica, inserida no Sítio Alvão/Marão da RN2000 (APA,2004).

- b) Estudo de Impacte Ambiental- EIA, que realiza a análise da compatibilidade dos projetos com os valores ecológicos da área. O estudo foi realizado com o objetivo de garantir que os impactos ambientais fossem evitados ou minimizados. De acordo com o documento, foram realizados: o Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE); o Plano de Medidas Compensatórias em cumprimento à Diretiva Habitats; o Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra – PAAO; e os Planos de Monitorização da avifauna, quirópteros, flora, vegetação e populações de lobo-ibérico (APA,2025).
- c) Monitorização do Parque Eólico da Serra do Alvão e Linha de Transporte de Energia - Fase de Exploração, que tem como objetivo principal avaliar os possíveis impactos da instalação e funcionamento do parque sobre as populações locais do lobo ibérico, com especial atenção aos habitats, padrões de movimentação e presença de presas silvestres (APA,2025).

1.3.4. Criação da base cartográfica

A base cartográfica desse projeto foi elaborada através de camadas vetoriais obtidas em páginas web de dados geoespaciais públicos. Todos os dados foram tratados no sistema ETRS89/PT-TM06 e inseridos em ambiente SIG utilizando o software ArcGIS Pro. Para a estruturação da base cartográfica foram coletadas as camadas que se descrevem a seguir e de resumem na Tabela 1.

A camada “Parques Eólicos” foi obtida em formato *vetorial* na página da DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG,2025), a qual serviu de base para a criação de uma nova camada (Parque Eólico da Serra do Alvão), permitindo trabalhar esse parque de forma isolada. A delimitação dos territórios municipais e nacional foi realizada através da CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2022 enquanto a análise da ocupação do solo utilizou a COS –Carta de Uso e Ocupação do Solo de 2018, 2010 e 1995, disponíveis na página web da Direção Geral do Território (DGT) (DGT,2022). Para a caracterização das áreas ambientalmente sensíveis,

foi utilizada a camada das Zonas de Proteção Especial (ZPE) da RN2000, fornecida pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), através do portal SIAIA – Sistema de Informação de Avaliação de Impacte Ambiental (SIAIA, 2024). Após a criação da área de estudo, todas as camadas foram recortadas por meio da ferramenta “clip” restringindo as análises a área delimitada.

Tabela 1- Resumo da base cartográfica.

Nome da Camada	Fonte	Resultado	Objetivos atendidos
Parques Eólicos	DGEG, 2025	camada Parque Eólico da Serra do Alvão.	-Delimitação do parque; -Análises de proximidades das condicionantes.
Delimitação Nacional e Municipal (CAOP)	DGT, 2022 (SNIG)	Mapa de localização da área de estudo.	-Enquadrar área de estudo.
Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) 1995/ 2010 / 2018	DGT, 2022 (SNIG)	Mapas temáticos harmonizados.	-Quantificar e mapear mudanças do solo; -Avaliar a fragmentação; -Base métrica de conectividade.
Rede Elétrica Vetorizada	OpenStreet Map Contributors ,2024	Mapa da rede elétrica para análise da área de influência do parque.	-Mapear corredores de linhas e subestações; -Definir zonas de influência para delimitação da área de estudo.
Rede Natura 2000	APA,2024 (SIAIA)	Identificação e mapa temático da Rede Natura 2000 em Portugal e na área de estudo.	- Realizar interseções com a ZEC Alvão/Marão; -Verificar compatibilidade com objetivos de conservação.

Fonte: Elaborado pela autora com base em DGT (2022, SNIG); DGEG (2025); APA, (2024, SIAIA) OpenStreetMap contributors (2024).

1.3.5. Vetorização da camada elétrica

A vetorização da rede elétrica na área de influência do parque foi realizada de forma manual, usando o *OpenStreetMap* (*Open Street Maps Contributors, 2024*) como base cartográfica de fundo, que permitiu identificar visualmente os traçados das linhas elétricas e vetorizar sua localização espacial com precisão.

Primeiramente foi gerada uma *shapefile* do tipo *polyline feature class*, a vetorização foi realizada através da ferramenta “*Create Features*” utilizando o recurso “*Snapping*” para garantir a precisão da conectividade. Posteriormente, a camada foi integrada com as outras camadas do projeto, o que ajudou a determinar a delimitação da área de estudo.

1.3.6. Criação da área de estudo.

A delimitação da área de estudo, foi definida a partir da consulta de documentos técnicos de referência, nomeadamente o “*Relatório Final de Monitorização do Parque Eólico da Serra do Alvão*” (APA,2024), complementado por estudos de impacto ambiental de empreendimentos similares. O referido relatório delimitou a área de influência ecológica do parque com base na mobilidade e ocupação média do Lobo-Ibérico (*Canis lupus signatus*), espécie de elevada relevância ecológica local.

A metodologia aplicada no relatório criou uma grelha de 20 quadrículas UTM de 4x4 km equivalente a 320 km², centrada sobre os aerogeradores do parque eólico e a subestação de energia, gerando uma classificação das áreas de influência dos impactos causados pelas turbinas eólicas em três níveis: O nível de Impacto potencial elevado que contém as quadrículas com aerogeradores e a subestação; o nível de Impacto potencial intermédio com as quadrículas próximas sem aerogeradores, e o nível de Área de controle que inclui as quadrículas sem impactos diretos do aerogeradores considerando a distribuição espacial das atividades da fauna local, especialmente do lobo ibérico (APA,2014).

Essa estrutura permitiu a análise dos impactos ecológicos em diferentes níveis de proximidade e intensidade, englobando quase toda a Serra do Alvão e áreas adjacentes (Ecosativa, 2014).

Segundo a “Análise Comparativa da Avaliação de Impactos Ambientais em Portugal” (Amaral, 2009) os planos de monitorização ambiental devem ser ajustados de acordo com as características de cada projeto, regidos pelas orientações técnicas estabelecidas por normas nacionais e internacionais; os parâmetros devem estar alinhados com as particularidades do contexto local considerando os recursos humanos e financeiros disponíveis (Amaral, 2009).

Apesar de não haver legislação específica que defina uma distância de exclusão, a Agência Portuguesa do Ambiente orienta que a delimitação da área de estudos e das zonas de influência deve considerar características ecológicas locais, podendo exigir buffers ampliados em casos de habitats sensíveis (APA, 2023).

Em relação a definição da distância de influência da rede elétrica, o “Manual de Apoio a Análise de Projetos Relativos a Instalação de Linhas de Distribuição e Transporte de Energia Elétrica” (ICNF, 2019) estabelece que a distância fixa para linhas elétricas em áreas da RN2000 deve ser estabelecida individualmente de acordo com as necessidades de cada projeto, com base na sensibilidade dos habitats e espécies afetadas (ICNF, 2019).

Para fins comparativos e metodológicos, o presente estudo toma como referência os “Estudos de Impacto Ambiental do Parque Eólico da Arada (Sítio Serra de Montemuro - PTCON0025 e Sítio Serras da Freita e da Arada - PTCON0047)” (APA, 2015). que possui características naturais similares a área do parque eólico da Serra do Alvão, ambos estão inseridos em áreas montanhosas, de elevada sensibilidade ecológica e com a presença de espécies protegidas como o Lobo Ibérico. O EIA do parque eólico da Arada fornece um importante precedente técnico para a delimitação e avaliação das áreas de influência ambiental pois aplica como metodologia de monitorização ecológica a utilização de uma grelha

UTM às áreas centrais dos aerogeradores e zonas de influência, com a finalidade de avaliar os impactos sobre as condicionantes ambientais (APA,2015).

Seguindo esse modelo, o presente estudo aplicou a grelha UTM realizando ajustes metodológicos, considerando a importância de integrar não apenas o núcleo do parque eólico, mas também a linha de transporte de energia associada, abrangendo a totalidade do traçado da linha elétrica até a sua conexão com a subestação. Com essa adaptação, a grelha aplicada contém 25 quadriculas e passou a englobar uma área maior, cobrindo 625 Km², garantindo uma representação espacial contínua dos diferentes níveis de impacto tanto do parque eólico quanto da linha de transporte de energia, permitindo uma análise mais ampla dos efeitos cumulativos da infraestrutura sobre os habitats e espécies locais, em conformidade com as orientações relativas à monitorização de linhas elétricas em áreas sensíveis da RN 2000.

1.3.7. Análise das cartas de uso do solo.

As cartas de Uso e Ocupação do Solo - COS foram obtidas através da plataforma oficial do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), disponibilizadas em formato vetorial, contendo a classificação temática no nível 2 – versão L, que apresenta um detalhamento adequado para análises ambientais de médio porte (DGT, 2022). As etapas incluíram a aquisição e preparação dos dados, o recorte da área de estudo, a harmonização das classes temáticas devido a inconsistência das nomenclaturas das classes entre as diferentes versões da COS, o que resultou em quatro classes e nove categorias finais, uniformes para os três anos e a elaboração dos mapas temáticos.

A harmonização das classes de uso do solo foi feita com a base na nomenclatura da carta de uso do solo de 1995 (Tabela 2), com o objetivo de realizar a comparação temporal das classes e categorias.

Tabela 2- Classes e categorias do uso do solo

Classe	Categoria
Cobertura Natural.	Espaços descobertos ou com pouca vegetação
	Matos
	Florestas
	Massas de água
Uso agrícola e pastoris	Culturas temporárias
	Culturas permanentes
	Áreas agrícolas heterogêneas
	Pastagens
Áreas artificializadas.	Territórios artificializados

Fonte: Elaborado pela autora baseado nos dados da DGT (DGT,2022).

2. Enquadramento Teórico

2.1. As mudanças climáticas e as metas da União Europeia

A União Europeia estabeleceu metas para combater as mudanças climáticas e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE); os Estados Membros devem implementar as seguintes estratégias em comum: neutralidade carbónica até 2050, reduzindo em pelo menos 55% as emissões de GEE até 2030; isso poderá ser feito com o plantio de árvores e com tecnologias de captura e armazenamento de carbono na atmosfera. Outra estratégia em comum é o incentivo ao aumento das energias consideradas verdes, focando em fontes renováveis como solar, eólica e hídrica (Silva e Pereira, 2021).

Para atingir essa meta de descarbonização, foram implementadas regras como o Regime de Comércio de Emissões (CELE) que estabelece um preço para as emissões de carbono, incentivando empresas a reduzirem suas emissões; o Mecanismo de Ajustamento de Carbono na Fronteira (MACF) que visa evitar a fuga de carbono para países com legislações menos rigorosas em relação às emissões; e a Diretiva de Energias Renováveis que estabelece metas para a utilização de energias renováveis nos Estados Membros da União (Silva e Pereira, 2021).

A meta de descarbonização é um esforço conjunto de todos os Estados membros da União Europeia para garantir que os protocolos sejam cumpridos e para reduzir o efeito estufa global. As energias renováveis são aquelas produzidas a partir de fontes naturais e que se renovam na natureza independentemente da ação humana, como o sol, vento, água e calor. Isso é importante para a redução da dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, contribuindo para a redução da poluição e para a preservação dos recursos naturais.

As principais formas de energias renováveis são: a energia solar, obtida através da luz do sol usando painéis solares; a eólica, que é gerada pela força do vento; energia hídrica, produzida pela força da água dos rios através de barragens; e a geotérmica, que provém do calor interno da Terra (Silva e Pereira, 2021).

2.2. O crescimento das energias eólicas em Portugal

De acordo com Pereira & Coelho (2023), a produção de energia eólica vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas em todo o mundo. Na Europa a produção anual aumentou em mais de 50 % na última década; países como Alemanha, Suécia, Finlândia, França e Reino Unido lideram a produção *onshore* de energia eólica.

Portugal tem se destacado no cenário de produção de energias renováveis, a meta de descarbonização implementada pela EU tornou-se um dos grandes impulsos para a transição energética nos últimos anos, promovendo um aumento significativo dos empreendimentos que produzem energias consideradas limpas. Segundo a Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN, 2025), a capacidade de produção de energia limpa cresce em média de 8% a cada ano, o que significa que o país vem caminhando positivamente para cumprir as metas estabelecidas.

Portugal possui cerca de 260 parques eólicos distribuídos pelo seu território, com uma produção média anual de 5,5 Gigawatts. A maior parte desses parques foram instalados entre 2004 e 2012, período de grande expansão de produção de energia eólica em Portugal e no mundo; a maior parte da infraestrutura atual

corresponde a usinas acima de 15 anos, refletindo sobre a necessidade de modernização para que se possa operar de maneira mais eficiente no futuro e alcançar as metas de descarbonização estabelecidas (Pereira e Coelho, 2023)

2.3. A Rede Natura 2000.

Segundo o ICNF (2025), a RN2000 é uma rede de áreas de conservação ecológica com cerca de 1.220.387 Km², definida para o espaço europeu fundamental para a conservação da biodiversidade, obtida pela Diretiva 79/409/CEE do Conselho de 2 de abril de 1979 e pela Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de maio de 1992 (ICNF, 2015). Possui como principal interesse assegurar a longo prazo a conservação de habitats naturais e de espécies ameaçadas, oferecendo manutenção da integridade dos ecossistemas europeus, através de regulamentações rigorosas sobre o uso do solo em áreas sensíveis, a fim de minimizar ao máximo os impactos das atividades humanas (ICNF,2025).

O artigo “Rede Natura 2000, Procurando a Consolidação” (Brito, 2025), reafirma o papel fundamental da RN2000 na proteção da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável, suas áreas protegidas permitem atividades humanas, como a agricultura e o turismo, que respeitem os critérios ambientais; outro fator importante é o fornecimento de serviços dos Ecossistemas, como a purificação da água, a captação de carbono, a prevenção de desastres naturais e a geração de emprego e renda para as comunidades locais, o que reforça a necessidade de equilibrar a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento económico (Brito,2025).

A implementação e gestão da RN2000 são monitoradas pela Agência Europeia do Ambiente e por entidades nacionais em cada Estado Membro, a rede está regida pelo Pacto Ecológico Europeu e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) (Diretiva Aves,ICNF, 2025).

2.3.1. As zonas especiais da RN2000

De acordo com o ICNF, a RN2000 se subdivide em zonas especiais que possuem diferentes níveis e diretrizes, as Zonas de Proteção Especial (ZPEs) estabelecidas pela Diretiva Aves e destinadas a preservação de aves selvagens e seus habitats; estão sujeitas a medidas preventivas que visam evitar poluição, degradação e perturbações ecológicas. Zonas Especiais de Conservação (ZECs), destinadas a proteção de habitats naturais e de espécies da fauna e flora ameaçadas. Cada ZEC corresponde a um sítio de importância comunitária; essas zonas são identificadas e delimitadas com critérios científicos e legais, abrangendo habitats prioritários e espécies protegidas catalogados pela Diretiva Habitats (Tabela 3) (ICNF,2025).

Em território continental português, a RN2000 abrange 20 % da área terrestre e possui uma importância central no cumprimento das metas de conservação da biodiversidade estabelecidas pelo Pacto Ecológico Europeu e pela Estratégia da UE para a Biodiversidade de 2030 (*European Commission, 2022*).

Tabela 3 – Áreas classificadas pelas Diretivas Aves e Habitats em Portugal Continental

Exemplo de tabela	Número Total	Área Total (Hectares)
Diretiva Aves	42	1 612 710
Diretiva Habitats	63	4 543 180,7

Fonte: REA/ICNF,2024

A **Figura 1**, apresenta a distribuição da RN2000 em Portugal continental e nas zonas costeiras, evidenciando um padrão não uniforme. Observam-se extensas áreas definidas como ZEC no interior e em áreas serranas, as ZPE's se concentram sobretudo na faixa costeira e nos principais estuários e zonas húmidas, refletindo a importância destes sistemas para a avifauna. (APA, 2025).

Figura 1- RN2000



Fonte: Elaborado pela autora baseado nos dados do ICNF (ICNF,2025).

2.4. As condicionantes ambientais

O levantamento das condicionantes ambientais é crucial para garantir aos empreendimentos as análises das viabilidades económicas, sociais e ambientais. Isso auxilia a preservação do solo através da identificação das áreas de risco, erosão, desertificação, ou baixa capacidade de recuperação ambiental, que podem ser agravadas pelos empreendimentos instalados, (Pereira e Ventura, 2004).

A análise das condicionantes ambientais contribui para: a manutenção de uma distância segura em relação as áreas de património histórico, cultural e edificações protegidas; a conformidade com a legislação e as políticas ambientais, em alinhamento com os regulamentos dos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA,2022); a otimização da localização dos projetos, mediante a seleção de áreas com maior potencial energético e a minimização de conflitos com o meio ambiente e com as comunidades locais, promovendo a coexistência com outras atividades, como a agricultura e a conservação da natureza; e a proteção da biodiversidade, dos ecossistemas sensíveis e dos corredores ecológicos da RN2000, permitindo o redirecionamento do projeto para zonas menos vulneráveis,(Pereira e Ventura, 2004).

2.4.1. SIG aplicado a análise das condicionantes ambientais

Esse estudo destaca a importância dos SIG no monitoramento e controle das condicionantes ambientais no contexto do ordenamento territorial.

O relatório técnico produzido pela Agência de Região Hidrográfica destaca a integração de diversas camadas ambientais em áreas da RN2000 para a análise espacial em ambiente SIG, cruzando informações territoriais, para a tomada de decisões no ordenamento territorial, assegurando o cumprimento de restrições legais e a preservação de recursos ecológicos (Condeça,2009). Essa prática acelera os processos técnicos e realiza a identificação de áreas críticas de maneira eficaz dentro do processo de licenciamento ambiental.

O estudo “*GIS-Based Models as Tools for Environmental Issues: Applications in the South of Portugal*” (Isidoro, 2012), mostra as aplicabilidades das ferramentas SIG para monitorizar condicionantes naturais, como erosão, inundação e pressão das áreas urbanas, contribuindo para a tomada de decisões no âmbito do ordenamento territorial. Por sua vez, o artigo “Condicionantes ambientais no ordenamento do território” destaca o papel dos SIG no apoio à delimitação de condicionantes naturais, riscos de incêndio e sensibilidade ecológica (Pereira e Ventura, 2004).

Com base nos estudos citados, observa-se que o SIG apresenta um papel relevante para o desenvolvimento de estratégias e ao suporte de análise integrada das variáveis ambientais dentro do contexto do ordenamento do território, oferecendo suporte à avaliação de condicionantes para a preservação dos ecossistemas sensíveis e cumprimentos das normas ambientais.

2.5. Caracterização da área de estudo

De acordo com o ICNF, o Parque Eólico da Serra do Alvão situa-se em uma área classificada como Sítio de Importância Comunitária (SIC): O Sítio Alvão/Marão (PTCON0003), pertencente a primeira fase da lista Nacional de Sítios da RN2000, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97, de 28 de agosto de 1997. A região é formada pelo maciço montanhoso da Serra do Alvão em uma região de elevado valor ecológico, paisagístico e geomorfológico, considerada prioritária ao abrigo da Diretiva Habitats - 92/43/CEE (ICNF, 2025).

A área do parque abrange os concelhos de Vila Real, Ribeira da Pena e Vila Pouca de Aguiar, no norte de Portugal. De acordo com a *Global Energy Monitor* (2024), o parque é operado pela empresa *Iberdrola Renovables Energia S.A* desde 2009, quando entrou em operação. O empreendimento possui uma capacidade instalada de 42 megawatts (MW) distribuídos por 21 turbinas do modelo *Gamesa G87/2000*, com potência de 2MW cada, que produzem energia limpa e diminuem a dependência de combustíveis fósseis (Global Energy Monitor, 2024).

A área da implementação do parque insere-se numa região quase despovoada; o entorno possui ocupação humana dispersa, utilização social económica reduzida e aproveitamento agrícola limitado devido a baixa aptidão de cultivo do solo e práticas pastorícias em declínio. Não foram identificadas nascentes de águas minerais ou concessões de pedreiras e mineradoras que pudessem gerar condicionantes. A freguesia mais próxima ao parque eólico é Alvadia, localizada a cerca de um quilómetro de distância, porém a linha de interligação a subestação de Lamas e Telões atravessa áreas agrícolas, fazem intersecção com as áreas urbanas Soutelinho de Mezio e Telões e possuem 24 elementos patrimoniais identificados de natureza arqueológicas e etnográficas, incluindo elementos atribuídos à ocupações romanas (Gamesa, 2024).

Em relação ao ambiente afetado, a área é composta predominantemente por manchas de mato e áreas de florestas, abrangidas pela RN2000 e pelo Parque Natural do Alvão; integra as várzeas dos rios Congo e Poio, que pertencem à bacia hidrográfica do Douro, e as encostas da Serra do Alvão. A área possui diversos habitats de interesse para a conservação prioritários nos termos da Diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE), como charnecas húmidas e turfeiras, manchas arbóreas de carvalho e bétulas que possuem alto valor ecológico. Em relação à fauna, encontram-se vinte e cinco espécies classificadas como avifauna, nove espécies de mamíferos como lobos, morcegos, gatos selvagens além de répteis e anfíbios (Gamesa, 2024).

Localização da área de estudo

The map displays the study area in northern Portugal, specifically in the municipalities of Viana do Castelo, Braga, and Vila Real. The study area is highlighted in light green, corresponding to the ZPE (RN2000). The map also shows the electrical grid (red line with dots) and the locations of wind turbines (black dots). The legend indicates the following elements:

- Rede elétrica (Electrical grid)
- Turbinas eólicas (Wind turbines)
- Área de Estudo (Study area)
- ZPE (RN2000)
- Municípios (Municipalities)

An inset map in the top right corner provides a broader geographical context, showing the study area's location relative to the Atlantic Ocean and the surrounding regions of Viana do Castelo, Braga, and Vila Real. The inset map also includes a scale bar (0 to 40 km) and a north arrow.

Autor: Matícia Alves.
Fonte: DGT, APA, Esri, e OSM

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAOP, 2022; Esri, 2025 e Ineg, 2025.

3. Análises da área de estudo

3.1. Evolução temporal do uso do solo

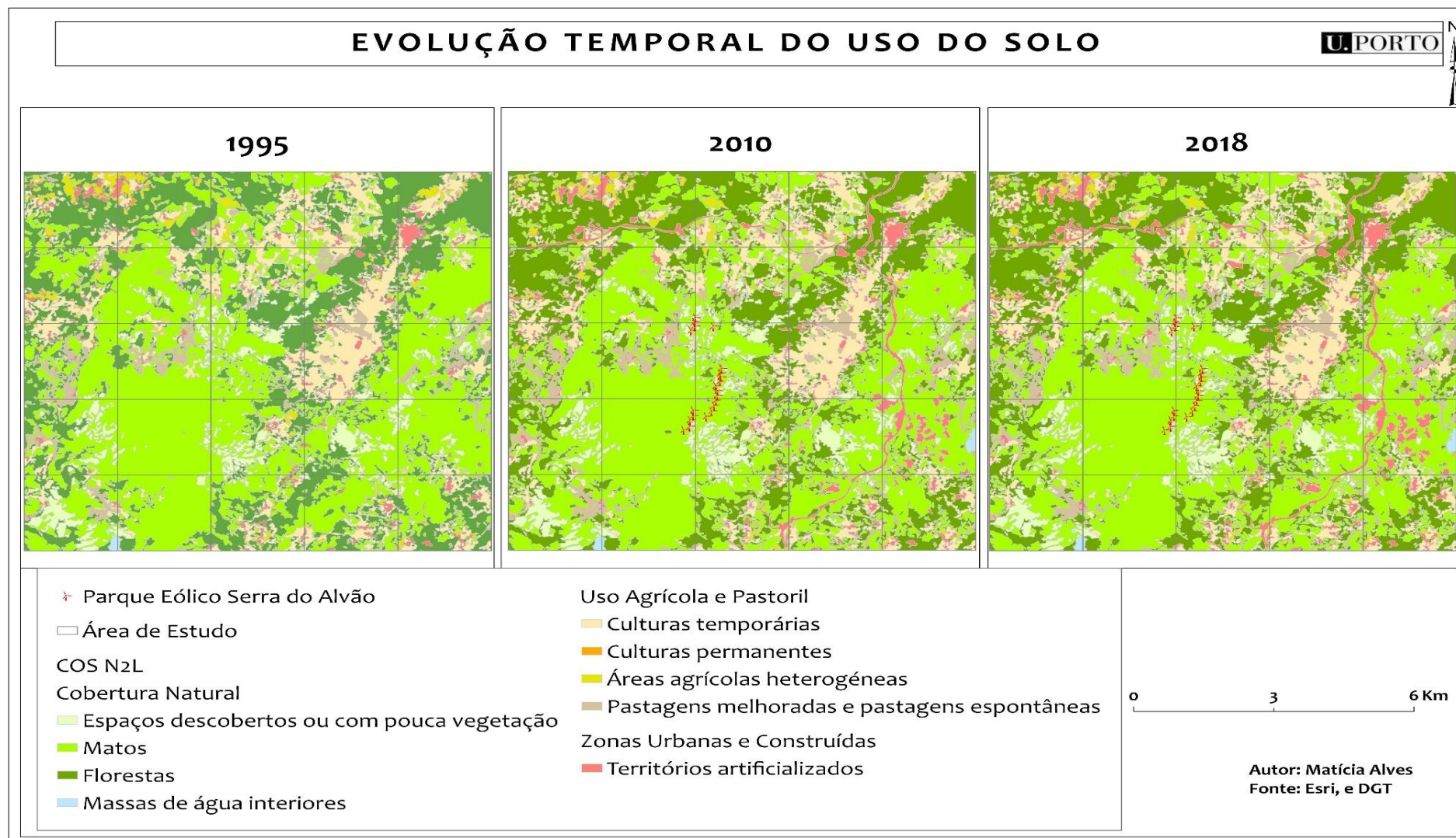
A análise temporal do uso e ocupação do solo é fundamental para a monitorização dos impactos ambientais de parques eólicos, permitindo a observação das alterações significativas na fragmentação dos habitats e a manutenção do equilíbrio entre áreas naturais e artificializadas (Khanna,2022).

Nesse estudo, a avaliação foi realizada a partir da classificação temática da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS), Nível 2 versão L, que permite delimitar com precisão tanto as áreas de vegetação, as áreas de desenvolvimento de atividades agrícolas e pastoris e os solos artificializados (DGT,2022). Outro fator determinante para a aplicabilidade do nível 2 L foi o fato de favorecer a consistência com a harmonização das classes feitas com a COS de 1995, que possui classes menos detalhadas, em relação as cartas de 2010 e 2018.

3.1.1. Carta de uso e ocupação do solo

A análise considerou três momentos distintos: 1995, que corresponde à situação do uso e ocupação do solo antes da implementação do parque eólico; 2010, correspondente ao primeiro ano completo após a inauguração (inaugurado em 2009);2018, relativa à versão mais recente da COS, harmonizável com as anteriores, o que possibilitou uma comparação consistente da evolução temporal. Optou-se por não utilizar a versão da COS de 2021, uma vez que representa diferenças metodológicas e de classificação em relação as edições anteriores, o que comprometeria a compatibilidade dos dados e a coerência da análise evolutiva.

Figura 3- Evolução temporal do solo



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022).

Os mapas evidenciam as mudanças na cobertura natural e artificial entre os anos de 1995 e 2010.

No que se refere à cobertura natural, observa-se que as massas de água aparecem apenas de forma residual. Matos e florestas mantêm-se dominantes na área central, enquanto, nas áreas periféricas, expandiram-se consideravelmente, sobretudo em zonas onde houve uma redução expressiva das culturas temporárias e das pastagens. Já as áreas agrícolas permanecem de forma residual junto às zonas povoadas.

O abandono de áreas agrícolas é apontado como um dos principais fatores para o avanço de matos e florestas secundárias em diversas regiões da Europa (Lieskovsky, 2022); isso reflete a tendência nacional de abandono da agricultura em regiões de montanhas, resultando na transição para a vegetação natural ou seminatural e provocando alterações significativas na composição e configuração da paisagem (Azevedo e Castro, 2010). As intervenções associadas às infraestruturas eólicas representadas pelas faixas de cobertura artificial linear representam características típicas de acesso rodoviários construídos para a construção e manutenção do parque, conforme previsto no Estudo de Impacto Ambiental AIA 1174 SIAIA, (APA, 2021).

Embora a expansão de matos e florestas seja frequentemente interpretada como um processo positivo de recuperação ecológica, no contexto de áreas com empreendimentos eólicos esse fenómeno pode gerar efeitos adversos. O adensamento florestal pode interromper corredores ecológicos que mantêm a conectividade dos habitats, dificultando os fluxos das espécies e a manutenção da diversidade. Além disso pode substituir zonas agrícolas em mosaico que funcionam como áreas de suporte à biodiversidade, reduzindo a heterogeneidade essencial para espécies que dependem de ambientes mistos (Silva, 2024).

Outro fator recorrente em áreas de parques eólicos é a pressão sobre espécies sensíveis, como o lobo-ibérico, que tende a evitar zonas com maior atividade humana e acessos rodoviários, especialmente durante a fase de construção e a operação inicial, conforme constatado no monitoramento do Parque Eólico do Sabugal (Santos, 2017).

O mapa de uso do solo de 2018 revela continuidade das transformações observadas anteriormente. O aumento das áreas de cobertura vegetal com matos e florestas. As pastagens, áreas agrícolas e espaços descobertos em muitos pontos foram transformadas em áreas de culturas temporárias, principalmente ao norte da área de estudo. As culturas permanentes resistem ainda que em áreas restritas, isso pode estar relacionado à instalação de vinhas e oliveiras estimuladas por políticas públicas da União Europeia de incentivo a agricultura (Meneses, 2017).

Os territórios artificializados mostram pequenas extensões de área em 2018, principalmente junto às vias de acesso e nas proximidades do parque eólico, o que é coerente com a implementação das infraestruturas do parque, como estradas internas e áreas de apoio técnico (APA, 2015).

De maneira geral a área de estudo apresenta estabilidade relativa da cobertura natural e aumento das áreas florestais; outro fator relevante é o declínio das áreas agrícolas e crescimento das pastagens, além de um crescimento expressivo das áreas artificializadas.

3.2. Evolução das áreas das classes de uso e ocupação do solo

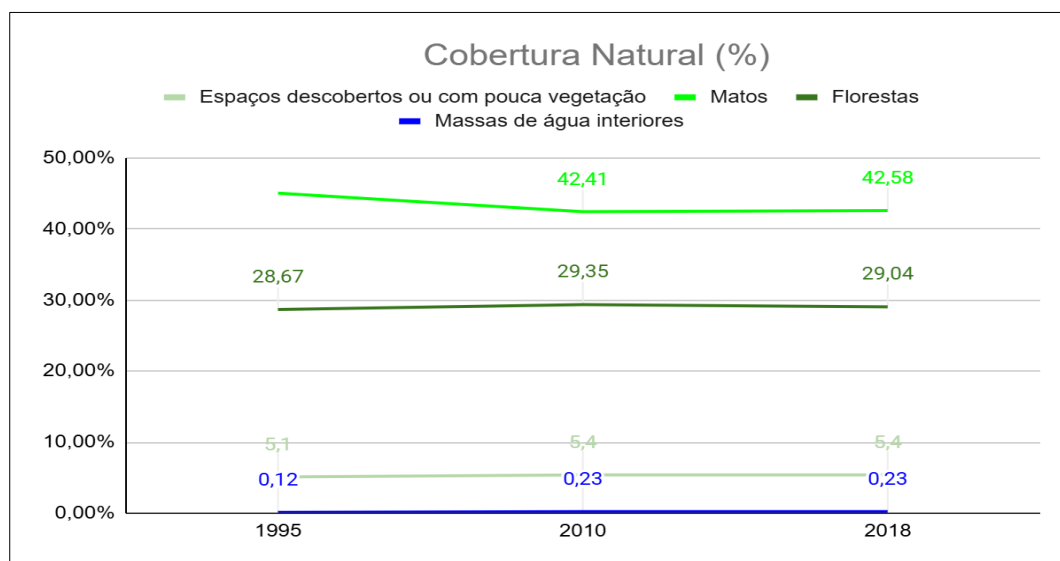
Com base nos dados coletados da COS, calculou-se a percentagem ocupada por cada classe em cada período analisado, possibilitando a compreensão da distribuição dessas classes.

3.2.1. Cobertura Natural

A classe “Espaços descobertos ou com pouca vegetação” representava em 1995 cerca de 5,1% da área de estudo, nos anos seguintes cresceu um pouco e estabilizou em 5,4%, demonstrando que as áreas rochosas, solos expostos e vegetação esparsa não sofreram grandes mudanças estruturais. O programa Florestas.pt confirma que nesse período, a nível nacional, o uso do solo apresentou um crescimento de áreas de florestas e pastagens em detrimento dos espaços descobertos (Florestas, 2025).

A cobertura de matos apresenta valores elevados, em 1995 correspondia a 45,3% do valor total da área, nos anos seguintes sofreu uma pequena redução, e em 2018 apresentou valores de 42,58% da área. A nível nacional, as pastagens e matos representam a segunda categoria de uso do solo e registram crescimento contínuo desde 1995 (Carita,T, 2020).

Figura 4- Cobertura Natural



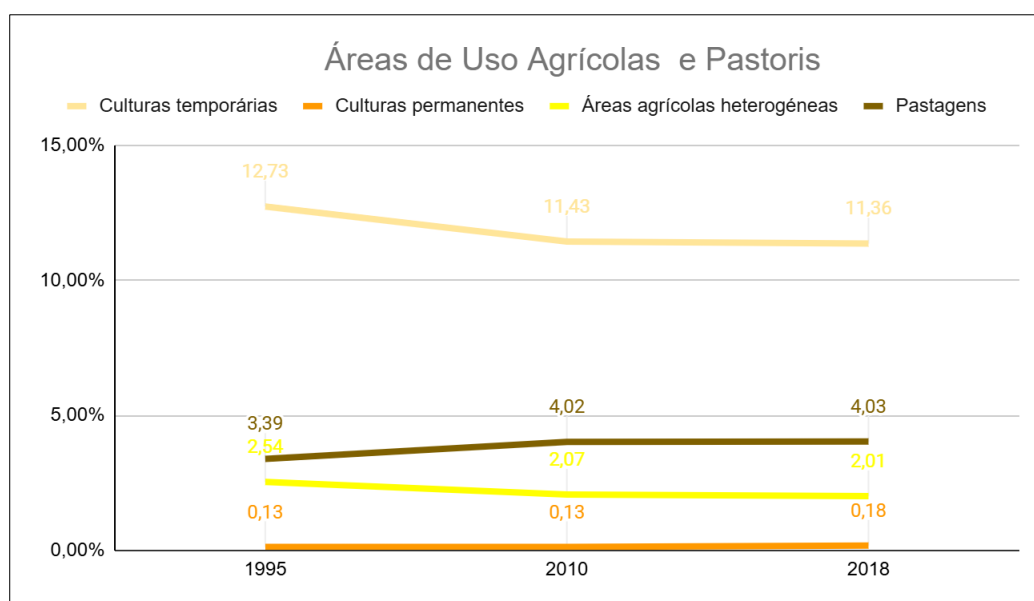
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022)

Em 1995, as florestas representavam 28,67 % da área de estudo, apresentando crescimento nos anos seguintes, chegando a 2018 com valores de 29,04%. Essa tendência é confirmada pelos dados do 6º Inventário Florestal Nacional, que indica que as florestas ocupavam 37,1% do território continental em 1995, reduzindo para 35,5% em 2010 (ICNF,2015). Em 2018, a cobertura florestal voltou a crescer, atingindo 38% do território continental, equivalente a um terço da superfície nacional (Agroportal,2019). As massas de água interiores, registavam 0,12% da área em 1995, nos anos seguintes esse valor subiu para 0,23%. Apesar do crescimento relativo, a sua representatividade se manteve residual ao longo do período analisado (Figura 4).

3.2.2. Uso agrícola e pastoril.

As áreas destinadas a atividades agrícolas e pastoris, observa-se uma redução contínua das culturas temporárias, que ocupavam 12,73% da área em 1995 e em 2018 encontrava-se em 11,36 %. As áreas agrícolas heterogêneas caíram ligeiramente de 2,54% em 1995 para 2,1% em 2018. As culturas permanentes tiveram um crescimento muito pequeno de 0,13% em 1995 para 0,18% em 2010, estabilizadas nesse mesmo valor em 2018. As pastagens apresentavam um valor de 3,39% em 1995, crescendo para 4,03% da área em 2018 (Figura 5). Os dados do Observatório da Paisagem confirmam que entre os anos 1995 e 2010 houve em Portugal uma redução geral das atividades agrícolas e aumento de matos e pastagens (Florestas,2020).

Figura 5. Uso Agrícola e Pastoril

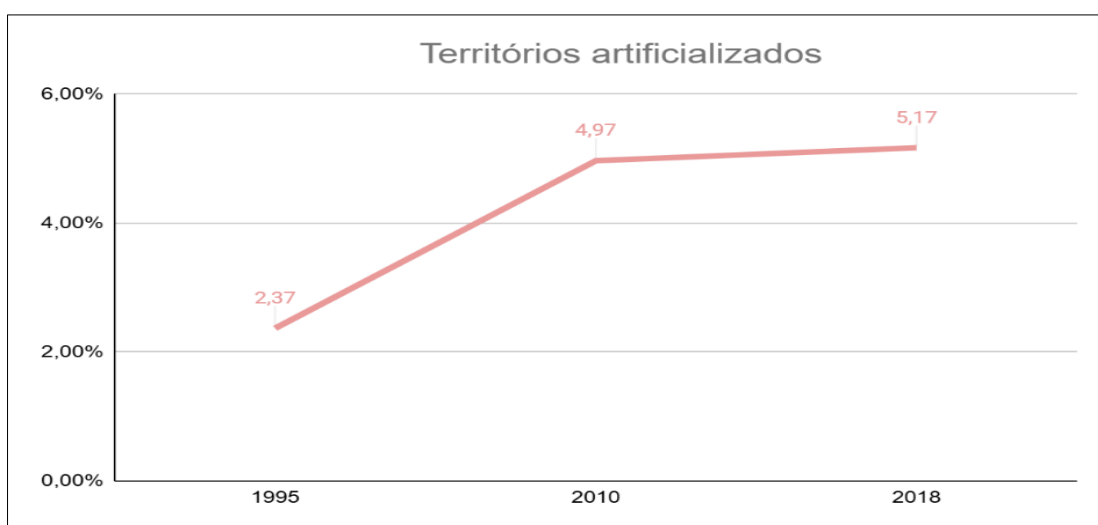


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022)

3.2.3. Territórios artificializados

A classe “Territórios Artificializados” apresentou o maior crescimento percentual no período analisado. Em 1995, antes da construção do parque eólico, ocupava 2,37% da área de estudo. Após a instalação do parque, a percentagem aumentou para 4,97% em 2010 e seguiu crescendo, apresentando 5,17% em 2018.

Figura 6- Territórios Artificiais



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022).

Esse crescimento pode estar associado à instalação das infraestruturas necessárias para o funcionamento do parque, incluindo estradas de acesso, plataformas para os aerogeradores, áreas técnicas e redes elétricas. A expansão de territórios artificializados em áreas rurais tende a concentrar em torno de projetos de grande porte devido a criação de acessos permanentes e a dinamização económica que geram (DGT, 2022).

Esse padrão é reforçado por dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2019), que mostram que, em zonas de baixa densidade populacional, a instalação de infraestruturas energéticas está frequentemente associada a alterações estruturais no uso do solo (INE, 2019).

Estudos sobre os impactos territoriais de parques eólicos em Portugal mostram que as infraestruturas associadas aos parques, como estradas, redes elétricas e áreas de apoio em geral, contribuem para a fragmentação do solo, com a criação de edificações dispersas (Silva e Delicado, 2017).

A análise espacial da evolução das áreas artificializadas, aliadas a sobreposição dos elementos do parque eólico, reforça a hipótese de que a instalação do empreendimento atuou como um motivador das mudanças na ocupação do solo na área de estudo.

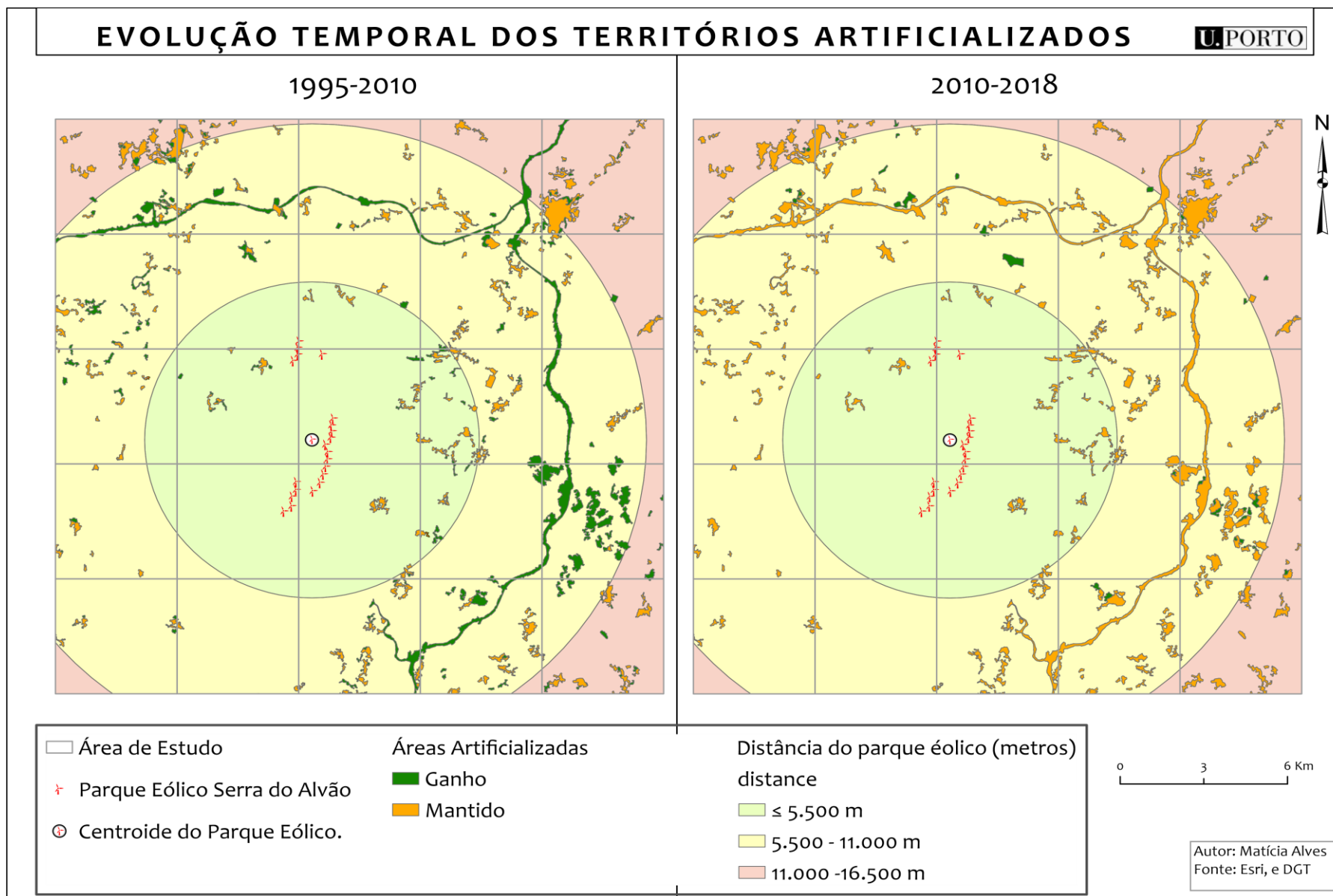
3.3. A evolução dos territórios artificializados

A artificialização é um dos principais incentivos de alteração do uso do solo na Europa, cada vez mais associada à expansão de infraestruturas energéticas, transportes e pressão urbana (EEA, 2019).

Em Portugal, o Relatório do Estado do Ordenamento do Território (DGT, 2020) destaca que as regiões de maior valor ambiental, como áreas classificadas da RN2000, têm sofrido impactos crescentes da fragmentação territorial, mesmo quando os projetos possuem medidas de mitigação (REOT-DGT, 2020).

A Figura 7 – Evolução temporal dos territórios artificializados – compara a transformação espacial das áreas artificializadas no entorno do parque eólico nos intervalos de 1995-2010 e 2010-2018. A escolha desses intervalos temporais permite avaliar a evolução da artificialização do solo tanto na fase anterior à implementação do empreendimento quanto após a sua consolidação, bem como os impactos cumulativos no território. O mapa evidencia a quantidade de solo convertido e a distância, em metros, em relação ao centro médio do parque, reforçando a hipótese de que a implantação do parque eólico e das infraestruturas de suporte pode estar associada ao incremento da artificialização do solo na área de estudo.

Figura 7-Evolução temporal dos territórios artificializados



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022).

Entre 1995 e 2010, ocorre um crescimento expressivo das áreas artificializadas, sobretudo dentro do raio de 11 km a partir do centroide do parque. Essa expansão revela novas manchas urbanizadas e infraestruturas lineares, que sugerem a presença de acessos rodoviários, refletindo a preparação e implantação das estruturas necessárias ao funcionamento do parque eólico. Essas alterações tendem a ser parcialmente concentradas, acompanhando as vias de circulação e pontos estratégicos para a manutenção e operação. Estudos como o de Silva e Delicado (2017), sobre parques eólicos em Portugal, confirmam que as fases iniciais da implementação dos empreendimentos geram impactos significativos sobre a rede viária e na morfologia do território, ainda que de forma relativamente localizada. Esta dinâmica também se enquadra no padrão nacional de artificialização do solo, registrado entre o período de 1995 e 2010, em paralelo ao crescimento económico e ao investimento em infraestruturas energéticas e viárias (DGT,2022).

No intervalo entre 2010 e 2018, observa-se um crescimento percentual menor. O mapa revela maior dispersão das áreas artificializadas, algumas distantes dos acessos principais de circulação, indicando uma fragmentação territorial que pode ser causada por construções secundárias originárias de atividades económicas diversificadas, sugerindo outros usos económicos do solo. Esta evolução ultrapassa a logica exclusivamente funcional da instalação energética e passa a refletir a dinâmica mais ampla da ocupação do território, com efeitos na acessibilidade, na fixação de atividades produtivas e em padrões de urbanização difusa (*European Environment Agency-EEA, 2019*).

A instalação do parque eólico da Serra do Alvão se insere em um processo mais vasto de artificialização, inicialmente concentrado e funcional, que evoluiu para uma lógica de dispersão territorial e diversificação de usos. Esse processo, além de revelar a interação entre energia renovável e dinâmicas de ordenamento, coloca em evidência a necessidade de gestão integrada do território, de forma a minimizar impactos sobre ecossistemas sensíveis, corredores ecológicos e a conectividade paisagística (ICNF, 2010; Silva, 2019).

3.3.1. Identificação dos territórios artificializados

A figura 8 - Territórios Artificializado 2018 - permite refinar a análise da evolução territorial, detalhando não apenas o crescimento quantitativo das áreas artificializadas, mas também a tipologia, distinguindo usos como tecido edificado, comércio, indústria, infraestruturas, agricultura, áreas de extração de inertes, entre outros.

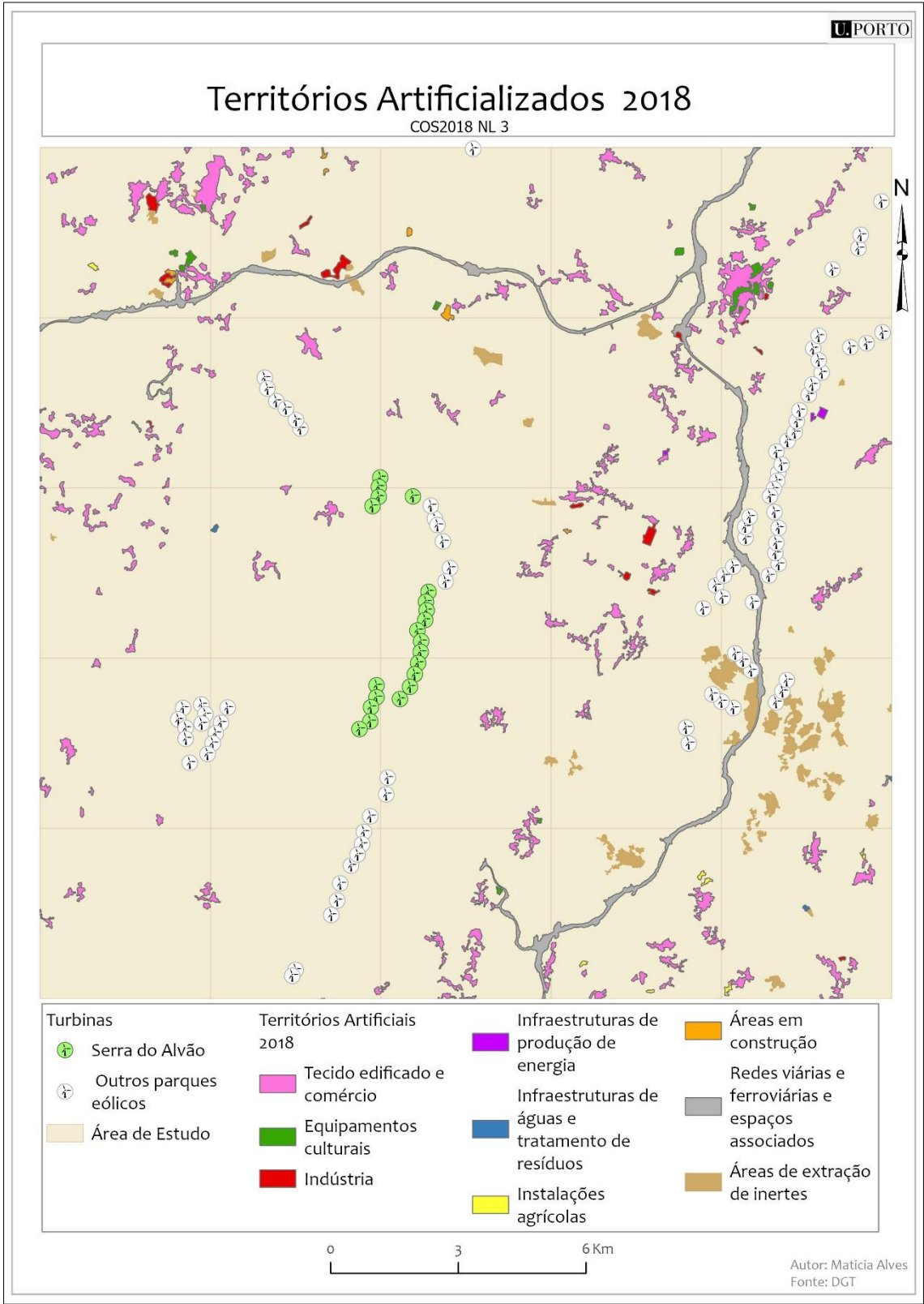
Observa-se a predominância de tecido edificado e áreas de comércio, que se concentram junto às vias principais, revelando o papel estruturante da acessibilidade no processo de urbanização; estudos associam a dispersão de pequenas manchas edificadas à melhoria da rede viária (EEA,2019; DGT,2020).

As áreas de “*extração de inertes*” representam um vetor de artificialização ligado às atividades económicas locais; esse espaço de extração tem forte impacto na paisagem e contribuem para a fragmentação ecológica (ICNF,2010).

A presença de indústrias e instalações agrícolas reforçam a ideia de que a artificialização não se limita a urbanização e abrange variedades formas de ocupação do solo. As infraestruturas de produção de energia, águas e tratamento de resíduos demonstram intensificação funcional da artificialização, pois estão associadas à manutenção da atividade industrial e urbana e, embora de menor expressão espacial, exercem função relevante na consolidação da artificialização do solo (DGT,2022).

A área em construção reforça a continuidade do processo de artificialização, confirmando estudos que apontam os territórios rurais como espaços de tensão permanente entre a conservação ambiental e o desenvolvimento económico (Silva e Delicado, 2017).

Figura 8. Territórios Artificializados. 2018



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT. (DGT,2022).

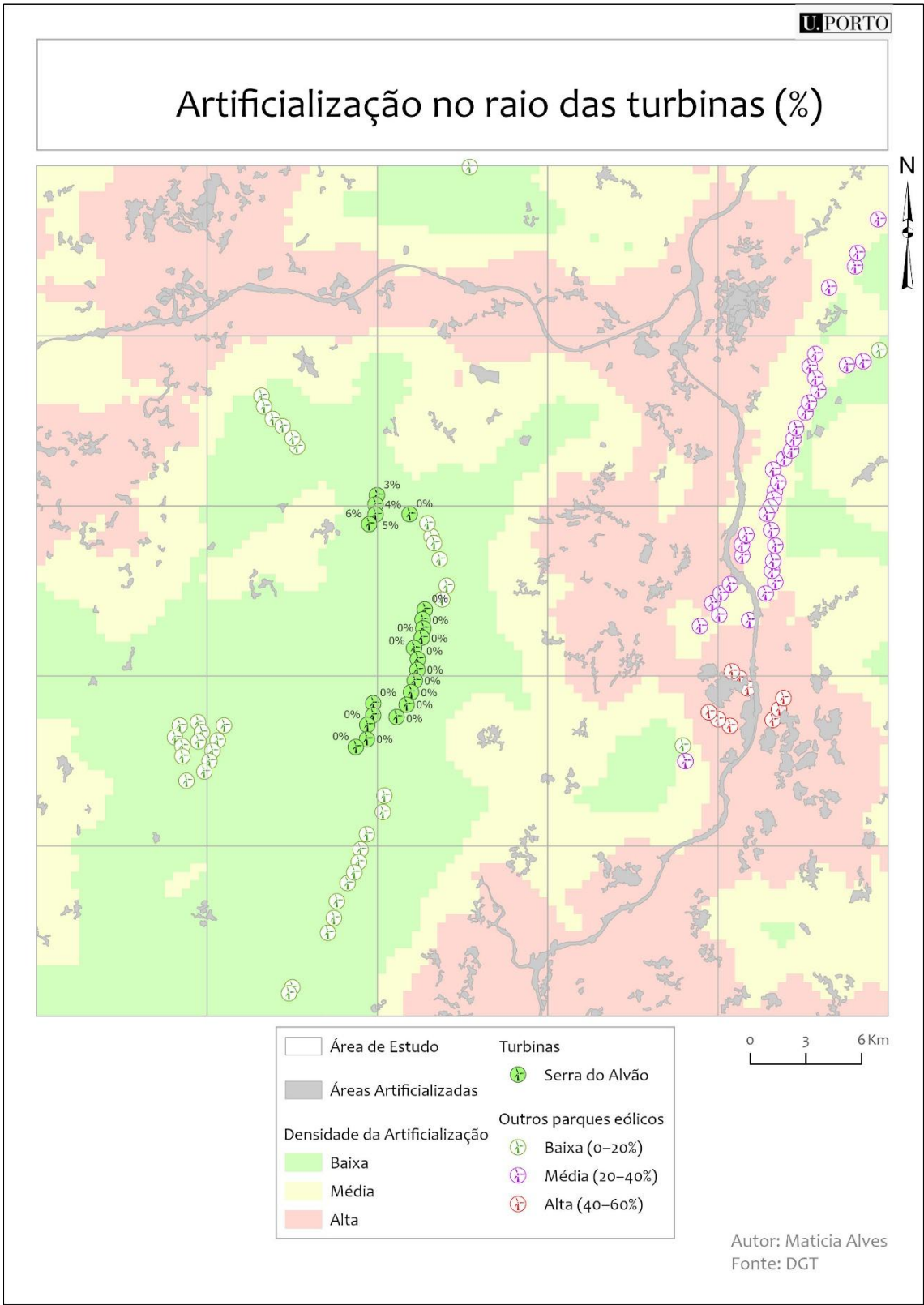
A presença de outros parques eólicos inseridos na área de estudo demonstra que a artificialização do território não está associada inteiramente à implantação do Parque Eólico da Serra do Alvão. Essa sobreposição de empreendimentos energéticos amplia a pressão sobre o território e intensifica o processo de fragmentação (Silva e Delicado, 2017).

3.3.2. A densidade da artificialização em torno das turbinas.

Procurando compreender o quão urbanizado é o entorno das turbinas, buscou-se realizar a percentagem de área artificializada no raio de cada turbina de todos os parques eólicos que compõem a área de estudo. Quantificar o contexto urbano e rural de cada turbina, contribui para a a pressão que os parques eólicos exercem sobre a artificialização do solo e realizar a comparação com as turbinas do parque eólico da serra do Alvão. A literatura prática de licenciamento mostra que a proximidade a assentamentos e superfícies artificializadas influencia conflitos, impactos acumulados e aceitabilidade social dos parques eólicos (Silva e Delicado, 2017).

A metodologia dessa etapa usou como base a seleção das classes COS correspondente a territórios artificializados, que foram convertidas para raster através da ferramenta *“Polygon to Raster”*, posteriormente foi realizado o cálculo de densidade local em percentual aplicando a ferramenta Focal *“Statistics (Mean)”* com a vizinhança circular das turbinas e o valor das áreas artificializadas por células do raster e a extração do valor em percentagem por turbina com a ferramenta *“Extract Multi Values to Point”*. Todas etapas desse processo seguiram a documentação da Esri (Esri, n.d.).

Figura 9- Artificialização no raio das turbinas



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT (DGT,2022)

O mapa apresenta um raster contendo os gradientes de artificialização, com classes de baixa percentagem (<20%) e de alta percentagem (40-60%) de território artificializado na vizinhança. As turbinas são simbolizadas por cores que correspondem à percentagem de artificialização no seu entrono imediato. Na área leste do mapa, os aerogeradores exibem valores médios e elevados, compatíveis com a proximidade de áreas artificializadas indicadas pelo raster de densidade. Na área central, predominam valores inferiores a 20 %. As turbinas do Parque Eólico da Serra do Alvão, em sua maioria, apresentam valores de 0 %, enquanto as turbinas situadas a norte do parque apresentam valores máximos de 6 % de artificialização em um raio de 1.500 metros de distância, o que indica o entorno com predominantemente rural.

Portando, a artificialização identificada resulta de um conjunto de fatores interligados, energéticos, industriais, extrativos e urbanização. Os impactos territoriais na área de estudo, são resultados de uma diversidade de vetores económicos em que o parque eólico da Serra do Alvão constitui apenas um dos elementos dessa transformação. Esta constatação reforça a importância de políticas de ordenamento integradas, capazes de articular os diferentes setores que pressionam o solo, com o objetivo de mitigar os efeitos cumulativos e conservar a conectividade ecológica das áreas da RN2000 (ICNF, 2010; DGT, 2020).

4.0 Condicionantes Ambientais Prioritárias

A implementação de parques eólicos em áreas da RN2000 inseridas na Serra do Alvão exigem que a avaliação e a monitorização estejam alinhadas com as medidas de conservação estabelecidas para a ZEC Alvão/Marão (PTCON003). Em Portugal, o Decreto-Lei nº 28/2025, de 20 de março, aprova o Plano de Gestão, definindo as prioridades de conservação e estruturando a base legal para o acompanhamento de projetos na área (Decreto-Lei n.º 28/2025, 2025; Portaria n.º 135/2025/1, 2025). Estas obrigações operam no quadro do artigo 6.º da Diretiva Habitats 92/43/CEE, que realiza o requerimento das medidas de gestão e avaliação de incidências para planos/projetos que podem afetar de maneira significativa um sítio RN2000 (Comissão Europeia, 2021). O Plano de Gestão da ZEC Alvão/Marão identifica a presença relevante de múltiplos habitats e espécies listadas, destacando um conjunto prioritário para o qual se impõem medidas de conservação e monitorização reforçadas (Portaria n.º 135/2025/1, 2025).

A análise espacial realizada através da interseção das camadas oficiais com a área de estudo permitiu realizar a identificação de 11 espécies prioritárias, 5 da fauna e 6 da flora. Por razão prática e para demonstrar a aplicabilidade dos SIG na monitorização dos impactos do Parque Eólico da Serra do Alvão, neste estudo realizou-se a análise espacial de duas espécies da fauna local, o lobo-ibérico (*Canis lupus signatus*) e os morcegos cavernícolas (*Myotis myotis*) (Tabela 4), selecionados a partir do critério da reconhecida vulnerabilidade dessas espécies a empreendimentos eólicos, considerando que o plano de gestão da ZEC estabelece que a área deve ser gerida com base nos habitats e espécies de presença significativa, definindo medidas e ações de conservação a monitorizar (Rodrigues et al., 2015).

Tabela 4- Espécies prioritárias abordadas no estudo

Grupo/Espécie	Relevância	Objetivo de conservação	Indicadores	Metas
Lobo-ibérico (<i>Canis lupus</i>)	Sensível a perturbação e conectividade com o território (alcateias)	Assegurar a proteção rigorosa da espécie;	1 - Estado de conservação dos habitats 2 - Número de grupos reprodutores (alcateias)	Aumentar o número de grupos reprodutores
Morcegos cavernícolas (<i>Myotis myotis</i>)	Risco direto de colisão com os aerogeradores	Manter o grau de conservação do habitat	Nº de abrigos de importância nacional na ZEC.	1 - Manter os abrigos de importância 2 - Tendência populacional estável
Fonte: Elaborado pela autora baseado em fontes do ICNF (ICNF, 2025)				

4.1. Lobo-ibérico (*Canis lupus signatus*): corredores e zonas de conflito.

O Lobo-ibérico é uma espécie considerada de interesse comunitário com monitorização regular em Portugal em sua distribuição de alcateias, reprodução e áreas de presença (ICNF-2017-2025). A espécie representa um predador topo que depende da manutenção de corredores ecológicos funcionais e da redução de conflitos com as atividades humanas (ICNF, 2025). Estudos evidenciam uso intensivo de corredores estruturados por relevo e cobertura natural e a eficácia de modelos de custo para mapear conectividade e identificar conflitos com vias de acesso (Rio-Maior et al.,2018; Nunes et al.,2015).

Devido a relevância do lobo-ibérico torna-se fundamental a aplicação de ferramentas SIG capazes de apoiar a monitorização do cumprimento das metas estabelecidas, pois possibilita a integração de diferentes fontes de dados e a análise espacial em diversos níveis de detalhamento (ICNF,2017).

4.1.1. A reclassificação do uso e ocupação do solo para adequação de habitat do lobo-ibérico

Para avaliar a adequação do habitat do lobo-ibérico na área de estudo, foi realizada a reclassificação da COS para os anos de 1995, 2010 e 2018 (nível 2- versão L) em três categorias: “Habitat favorável”, “Habitat neutro” e “Habitat desfavorável” (Tabelas 5 e 6). A escolha do nível 2 da COS se deve ao equilíbrio entre comparabilidade temporal e detalhe temático que permite distinguir formações relevantes para o lobo (matos, florestas, mosaicos agro-pastoris, etc.). O critério ecológico de recodificação considerou dois princípios alinhados com o enquadramento legal e a ecologia da espécie:

- a) Conservar a cobertura natural- o lobo seleciona paisagens com cobertura vegetal continua (matos e florestas) e mosaicos de baixa perturbação (pastagens e áreas agrícolas heterogêneas) que oferecem abrigo, rotas discretas e disponibilidade de presas (ICNF,2017).
- b) Minimizar perturbação e fragmentação – o lobo evita zonas com forte presença humana e infraestrutura viária/urbana; a conectividade funcional entre núcleos de habitat é crítica para a persistência das alcateias (ICNF,2017).

Tabela 5- Critério de recodificação do uso do solo para adequação de habitat.

Grupo de Habitat	Classe COS N2	Justificação ecológica
Favorável	-Matos; Áreas agrícolas heterogêneas; Pastagens	- Elevada cobertura da vegetação, - Continuidade estrutural para abrigo e deslocação.
	-Mosaicos agro-pastoris.	-Disponibilidade de presas
Neutro	-Culturas permanentes; Massas de águas interiores.	-Baixa capacidade de abrigo.
Desfavorável	-Culturas temporárias; - Espaços descobertos ou com pouca vegetação; - Territórios artificializados -Infraestruturas	- Perturbação antrópica; - Maior potencial de fragmentação; -Redução da conectividade funcional; - Aumento de risco de conflito.
Fonte: elaborado pela autora baseado nos dados da Diretiva Habitats (ICNF,2017).		

Este enquadramento é consistente com o objetivo de gestão definido para a espécie, que visa manter e melhorar o grau de conservação do habitat e reduzir as perturbações significativas, em conformidade com o artigo 6º da Diretiva Habitats e com o “*Plano de Ação para a Conservação do Lobo-Ibérico em Portugal*” (PACLobo) (ICNF,2017).

Tabela 6 - Síntese da metodologia da avaliação do habitat do lobo-ibérico

Etapa	Descrição	Ferramentas utilizadas	Produto gerado
Reclassificação	Reclassificação das classes originais da COS N2 em três categorias	Reclassify	Camada da COS reclassificadas (1995, 2010 e 2018).
Cálculo da área	Quantificação da área de cada classe de habitat em hectares	Calculate Geometry Attributes	Campo de área em hectares em cada camada da COS
Comparação temporal	Criação de uma tabela resumo com a percentagem dos habitats “favorável”, “neutro” e “desfavorável” para cada ano	Summary Statistics	Tabela comparativa com valores em percentagem por classe
Análise de fragmentação	Avaliação do número e tamanho das manchas de cada classe de habitat, comparando anos distintos	Multipart to Singlepart + Summary Statistics	Indicadores de fragmentação.

Fonte: Elaborado pela autora baseado em dados do ICNF, APA e Esri (ICNF, 2017; APA, 2024; Esri, 2022)

Com base na metodologia descrita, segue à análise comparativa da adequabilidade do habitat do lobo-ibérico nos três momentos temporais considerados (1995, 2010 e 2018). As áreas resultantes da reclassificação das classes de uso e ocupação do solo foram quantificadas em hectares e organizadas segundo as categorias de habitats. Essa abordagem permitiu avaliar as variações na disponibilidade e na qualidade do habitat ao longo do período, o que possibilitou a análise de tendências de estabilidade, retração ou expansão de cada classe.

Tabela 7- Comparação temporal da adequabilidade do habitat em hectares (1995, 2010 e 2018)

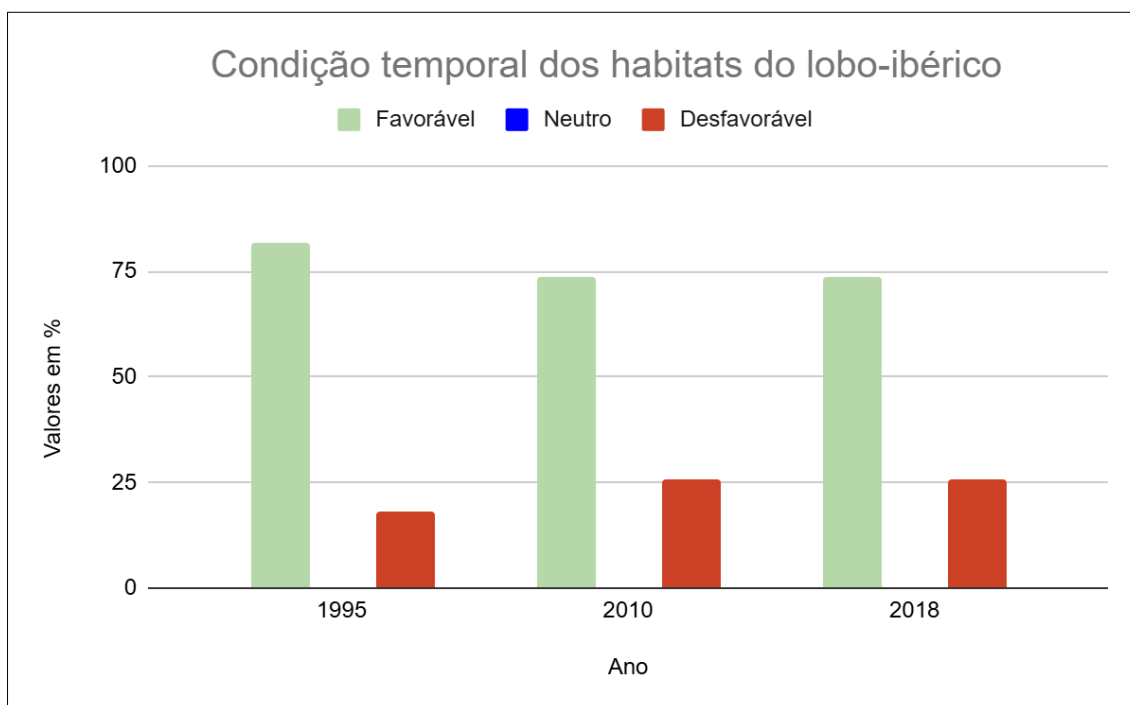
Habitat	1995	2010	2018	Variação Absoluta
Favorável	1990,85	1845,69	1840,67	-150,18
Neutro	6,29	8,84	10,17	+3,88
Desfavorável	443,33	645,48	649,16	+250,83
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT (COS, 1995,2010,2018)				

O resultado revela tendência de estabilidade na classe considerada favorável, com uma ligeira redução ao longo do período analisado. Em 1995, os habitats classificados como favoráveis representavam 1990,85 hectares, esse valor reduziu-se para 1840,67 hectares em 2018, correspondendo a uma variação negativa (perda de habitat “favorável”) de aproximadamente 150,18 hectares no intervalo total. Essa redução pode indicar uma pressão progressiva sobre as áreas mais adequadas, ainda que o núcleo principal de habitat se mantenha estável, o que é consistente com os requisitos de continuidade estrutural e disponibilidade de presas descritos em estudos sobre a espécie (ICNF,2017).

Ao mesmo tempo, foi identificada uma tendência de aumento da classe de habitat desfavorável, que passou de 443,33 hectares em 1995, crescendo ao longo do período e atingindo o valor de 649,16 hectares em 2018. Essa variação positiva de 250,83 há, sugere a intensificação de fatores antrópicos e alterações no uso do solo, os quais podem fragmentar o território e comprometer a conectividade ecológica essencial para a persistência das alcateias (Pimenta et al., 2023).

A classe de habitat neutro, embora possua valores menores, apresentou crescimento gradual de 6,29 ha em 1995 para 10,17ha em 2018 (Figura 10). Essa condição reflete a presença de áreas intermediárias que não oferecem condições ideais de refúgio e reprodução, mas podem funcionar como zonas de transição ou dispersão (Ribeiro e Fonseca, 2020).

Figura 10. Condição temporal dos habitats do lobo-ibérico



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da DGT (COS, 1995,2010,2018).

O cenário de relativa estabilidade estrutural do habitat favorável, acompanhado pela expansão de áreas desfavoráveis reforça a necessidade de monitorização continua, uma vez que a manutenção de habitats favoráveis é diretamente relacionada ao cumprimento da Diretiva Habitats, que estabelece como metas para a espécie tanto aumento do número de grupos reprodutores como a salvaguarda das condições do habitat (ICNF,2005; APA,2024).

O aumento das áreas desfavoráveis revela os riscos crescentes para a conectividade ecológica. Nesse contexto, torna-se essencial aprofundar a avaliação dos corredores funcionais e das potenciais zonas de conflito, de forma a orientar as medidas de conservação mais eficazes para a manutenção do lobo-ibérico (Metzger, 2001).

4.1.2 Análise da fragmentação dos habitats do lobo-ibérico

A análise da fragmentação da paisagem constitui um passo essencial para compreender a dinâmica de transformação dos habitats e os efeitos recorrentes sobre a conservação da biodiversidade. Em ecossistemas sujeitos à pressão antrópica, a perda de continuidade espacial e subdivisão dos habitats em manchas menores reduzem a disponibilidade de áreas adequadas para espécies sensíveis, aumentam o isolamento populacional e favorecem a expansão de usos desfavoráveis, no caso do lobo-ibérico, a fragmentação dos habitats favoráveis compromete a conectividade ecológica e a persistência de alcateias a médio e longo prazo (Metzger, 2001).

Para quantificar a evolução da ocupação do solo em diferentes classes de habitats, foi aplicada a metodologia de estatística descritiva aplicada aos polígonos das COS 1995, 2010 e 2018, após a classificação das categorias originais em três grupos analíticos “Favorável”, “Desfavorável” e “Neutro”. A unidade espacial de análise foi o “patch” (manchas contínuas de uma mesma classe do uso do solo). Aplicou-se a ferramenta “*Summary Statistics*”, para cada classe e ano (Tabela 8).

Tabela 8- Síntese da metodologia aplicada ao cálculo de fragmentação da área dos habitats

Indicador	Descrição	Unidade de medida	Finalidade
<i>Frequency</i>	Nº de manchas por classe e ano	Contagem absoluta (nº)	Indica o grau de fragmentação: quanto maior, mais subdividida está a classe
<i>Sum patch ha</i>	Soma da área de todos os <i>patches</i> da classe	Hectares	Representa a área total ocupada pela classe do ano analisado
<i>Mean patch ha</i>	Média de área dos <i>patches</i> da classe	Hectares	Avalia o tamanho médio das manchas, relacionando área total e número.
Fonte: Elaborado pela autora com base na aplicação da ferramenta Summary Statistics no ArcGis Pro (Esri, 20204)			

Os valores dos resultados do cálculo da fragmentação da área dos habitats do lobo-ibérico, estão representados nos dois gráficos a seguir, que possuem funções distintas

e complementares. O primeiro mostra a proporção relativa da área total por classe de habitat, permitindo comparar a percentagem do domínio dos diferentes habitats, buscando compreender qual classe domina e como evolui. O segundo apresenta a área média de cada fragmento de habitat por classe e por ano, o que evidencia se os “patches” se mantêm contínuos ou se se tornam progressivamente menores.

Figura 10 - Fragmentação dos habitats do lobo-ibérico

Figura 11-a

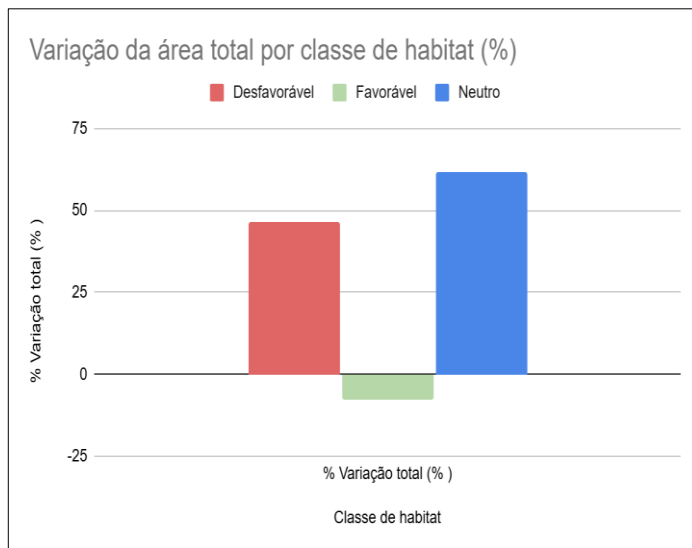
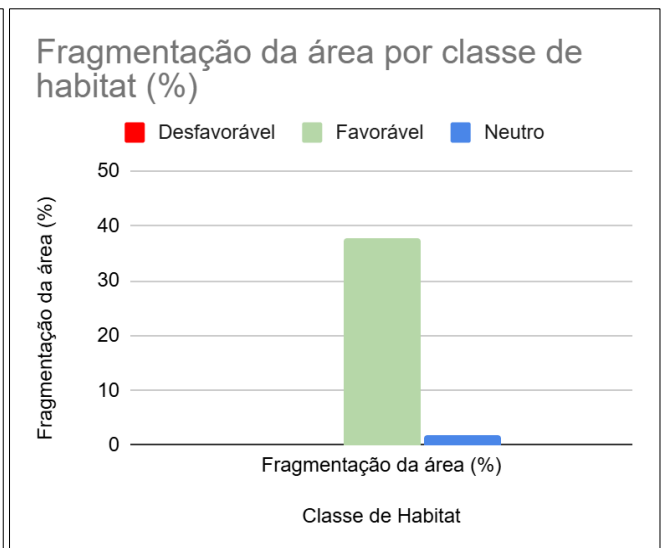


Figura 11-b



Fonte: Elaborado pela autora baseado no Multipart to Singlepart + Summary Statistics do ArcGIS Pro (Esri,2025)

A **Figura 11 -a** apresenta a variação da área total por classe de habitat (%) com o objetivo de compreender quanto cada classe de habitat expandiu ou retraiu ao longo do período analisado. Os resultados mostram que a classe “Desfavorável” teve um aumento expressivo da sua área (+46,42%). A classe “Neutro” cresceu significativamente (+61,77%), ao mesmo tempo em que a área considerada “Favorável” para os habitats do lobo reduziu (-7,55%). Esse resultado sugere que, ao

longo do tempo, as pressões antrópicas e as alterações no uso do solo favorecem a expansão de áreas não favoráveis para os habitats do lobo-ibérico na área de estudo.

A **Figura 11-b** apresenta a variação da fragmentação da área em percentagem por classe de habitat, respondendo a seguinte questão: os fragmentos de cada classe cresceram ou diminuíram ao longo do tempo? Os dados mostram que a classe “Favorável” sofreu elevada rutura de continuidade, apresentando crescimento de 37,75% na fragmentação das suas áreas. A classe “Neutro” sofreu leve fragmentação dentro do mesmo período de tempo (+1,77%), enquanto a classe “Desfavorável” não sofreu fragmentações significativas (0%).

A análise integrada dos dois gráficos permite concluir que os habitats favoráveis ao lobo-ibérico diminuíram e se fragmentaram ao longo do tempo, comprometendo a sua qualidade ecológica e conectividade entres patches. O crescimento dos habitats neutros e desfavoráveis formam um desafio significativo à conservação da espécie, já que reduz as condições adequadas para o estabelecimento e deslocamento das alcateias no território (Metzger, 2001).

4.1.3. Indicador de mudança de ocupação por alcateia.

Para avaliar de forma objetiva se as metas de conservação do lobo, especificamente o aumento do número de grupos reprodutores, estão a ser alcançadas, torna-se necessário construir indicadores que traduzam essa variação espaço temporal da ocupação por alcateias.

Com isso, foi elaborado um indicador de mudança de ocupação a partir da sobreposição de duas bases oficiais de referência (levantamento de 2002-2003 e 2021-2022) com uma grelha UTM de 5x5 km que delimita a área de estudo. Para cada célula da grelha, contabilizaram-se as ocorrências confirmadas de alcateias em cada período, utilizando a ferramenta “Spatial Join”, aplicando o critério “Intersect” (Esri, 2024).

Assim, cada célula recebeu dois valores distintos referentes às camadas dos períodos analisados. Essa classificação espacial fornece um diagnóstico territorializado, de acordo com o Censo Nacional do Lobo 2019/2021 (Pimenta et al., 2023), possibilitando documentar a presença do lobo por quadrículas UTM, identificar a localização das alcateias e comparar diferentes períodos. Além disso, permite avaliar os processos de expansão e retração no território (Pimenta et al., 2023).

A aplicabilidade do indicador é direta para os objetivos de conservação ao quantificar e espacializar a evolução do número de alcateias; torna-se possível verificar em que medida a meta está a ser cumprida. Além disso, a análise apoia a gestão adaptativa da ZEC Alvão/Marão, permitindo identificar áreas prioritárias para a intervenção e conservação das espécies (ICNF, 2025).

O indicador realiza a medição da mudança espacial de ocupação ao nível da célula e não da demografia. Em espécies territoriais como o lobo, os deslocamentos são esperados, devido a diversos fatores como disponibilidade de presas, perturbação antrópica entre outros (Mech e Boitani, 2003), assim, uma célula que tenha sido classificada como perda ou ganho pode, na verdade, representar deslocamento. O mapa de alcateias é válido para analisarmos onde a ocupação mudou, para utilização de gestão territorial e para a mitigação de conflitos.

Com isso, um padrão em uma célula que representa “Perda” ou “Extinto” pode representar deslocamento para a célula adjacente, onde se observa “Novo” ou “Ganho”, sem que tenha ocorrido o declínio ou surgimento real de uma nova alcateia na área.

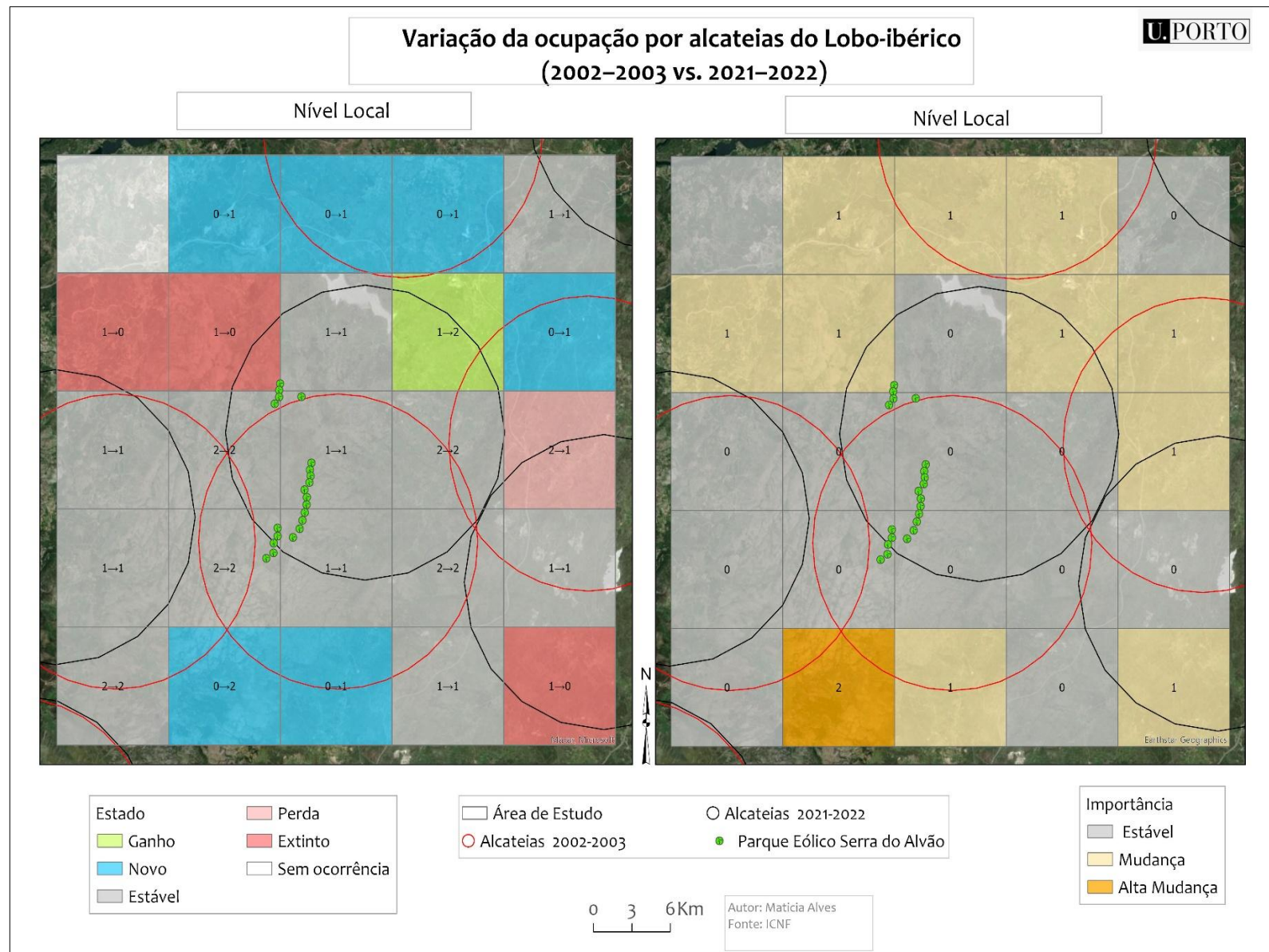
Para interpretar corretamente os resultados, foi elaborado um enquadramento adicional em nível agregado, em que o saldo do número de alcateias resume se houve aumento, estabilidade ou decréscimo no conjunto da área, sintetizando as informações de maneira generalizadas em vez de descrever cada transição específica. Esse método avalia o padrão predominante em cada célula, reduzindo a complexidade da informação e permitindo uma leitura da dinâmica espacial (Fernandes, 2009; Câmara e Monteiro, 2004).

As áreas onde ocorreram alterações pontuais que não foram dominantes tendem a ser classificadas como estáveis, enquanto áreas com alterações consistentes são categorizadas como mudança ou alta mudança. Desse modo, o resultado pode ser comparado com a medida de troca, que indica quanto de mudança é redistribuição espacial em vez de variação líquida (Fernandes,2009; Câmara e Monteiro, 2004).

A principal diferença entre os dois mapas está no grau de detalhamento. O nível local é mais analítico, adequado para identificar processos de colonização ou abandono por áreas específicas; o nível agregado auxilia na interpretação de tendências gerais. Em síntese, os mapas são complementares, pois o nível local mostra onde e como ocorrem as alterações, enquanto o nível agregado permite identificar áreas prioritárias de gestão e conservação (ICNF,2025).

A aplicabilidade desta abordagem SIG para a monitorização do lobo-ibérico é significativa, uma vez que, o uso de grelhas padronizadas, indicadores de transição e níveis de síntese permite transformar dados ecológicos em informação espacial comparável, essencial para apoiar a gestão adaptativa em áreas sensíveis. Essa metodologia fornece indicadores robustos para avaliar as tendências de conservação, identificar áreas prioritárias de intervenção e analisar potenciais relações com infraestruturas humanas, como parques eólicos, vias ou áreas urbanizadas (ICNF,2024; Chapron et al,2014).

Figura 11- Ocupação por alcateias



Fonte: Elaborado pela autora baseado nos resultados da ferramenta Spatial Join (Esri,ArcGIS) e do ICNF (ICNF, 2022)

No nível local (Figura 12), verificou-se a predominância de células classificadas como estáveis, concentradas no núcleo central e meridional da área de estudo, onde ocorrem casos de manutenção dos valores das células entre os períodos analisados. Simultaneamente, observaram-se processos de expansão a norte e a Leste, com ocorrência de células novas e de ganho; a sudoeste do mapa identificou-se a transição de ausência para duas alcateias. Por outro lado, foram identificadas áreas de perda e extinção no quadrante a oeste e sudeste, indicando retração localizada da ocupação. A sobreposição dos círculos representando as alcateias em ambos os períodos demonstram forte continuidade espacial no núcleo central, acompanhada pelo deslocamento da mancha de ocupação no sentido leste e sudeste.

O nível agregado sintetiza essas transições em três categorias, onde a maioria das células apresenta condição estável, confirmando a persistência de um núcleo consolidado de ocupação. Em contrapartida, forma-se um cinturão de mudança na periferia norte e leste, refletindo processos de colonização identificados; a sudoeste emerge uma célula de alta mudança compatível com o nível local. Essa síntese permite distinguir as áreas de estabilidade estrutural daquelas sujeitas a transformação significativa, oferecendo uma leitura integrada da dinâmica espacial (Fernandes, 2009; Câmara e Monteiro, 2004).

A comparação entre os dois níveis confirma a coerência espacial dos resultados: as categorias de mudança do nível agregado correspondem às transições mais marcadas do nível local. As áreas estáveis coincidem com as células de manutenção, revelando um cenário predominantemente estável com ajustes territoriais marginais com expansão no sentido leste e norte, retração pontual a oeste e sudeste e um foco de alteração intensa no sudoeste. Do ponto de vista ecológico, a manutenção do núcleo central sugere condições de habitat favorável e conectividade funcional, enquanto os processos de expansão periférica podem refletir disponibilidade de recursos e adequação do uso do solo (Ribeiro e Fonseca, 2020).

As perdas localizadas, podem estar associadas a barreiras lineares ou pressões antrópicas crescentes; os hotspots de alta mudança a sudoeste, caracterizados por instalação e rápida consolidação de duas alcateias, sugerem um processo de substituição espacial ou aproveitamento recente de condições ambientais favoráveis (Tabela 9).

Tabela 9- Interpretação resumida dos resultados

Tipologia	Interpretação	Aplicabilidade ecológicas	Utilização
Novo	Aumento expressivo da ocupação da célula	Expansão territorial significativa	Identificar hotspots de recolonização
Ganho	Aumento pontual	Reforço localizado de presença	Monitorar pontos de dispersão
Estável	Sem variação	Área estável, persistência de ocupação	Considerar como núcleo de conservação
Perda	Redução pontual da ocupação	Indício de abandono localizado	Avaliar pressões antrópicas
Extinto	Redução expressiva	Retração forte	Sinalizar para intervenção crítica

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos dados de ICNF (ICNF,2025)

A análise integrada dos dois mapas evidencia que, no entorno imediato do Parque Eólico da Serra do Alvão, o número de alcateias do lobo-ibérico se mantiveram predominantemente estável no período de 2002-2003 e 2021 e 2022, confirmando a persistência de um núcleo consolidado de ocupação. Este padrão sugere condições ambientais favoráveis e continuidade de habitat para a espécie.

Contudo, os mapas evidenciaram processos de mudanças espaciais significativos, com destaque para áreas de expansão ao norte, leste e sudoeste, onde surgiram células classificadas como Novo ou Ganho, indicando não apenas deslocamento territorial, mas também o estabelecimento de novas alcateias. Nos quadrantes a oeste e sudeste

foram identificados situações de “Perda” e “Extinto”, refletindo o desaparecimento de grupos previamente presentes, juntamente com uma retração localizada da ocupação.

Os padrões apresentados demonstram que a dinâmica observada não se limita a uma simples redistribuição entre células vizinhas, mas envolve eventos de colonização de novas áreas e de abandono e extinção em outras. O nível agregado confirma essa interpretação ao evidenciar cinturões periféricos de mudança e zonas pontuais de alta mudança, o que reforça a importância de considerar simultaneamente estabilidade, expansão e retração para a avaliação do estado de conservação da espécie (ICNF,2025).

As áreas onde se verificaram maiores alterações podem ainda estar associadas a pressões externas ao parque, resultantes de fatores antrópicos como a expansão da urbanização e atividades de mineração, tal como identificado no mapa de artificialização do solo. Esses elementos podem gerar influencia na redistribuição local das alcateias, reforçando a importância de monitorização continua das diferentes atividades no uso do solo (APA,2024).

Assim, os indicadores aplicados em nível local e agregado demonstram sua utilidade, não apenas para descrever a variação espacial, mas sobretudo para apoiar a gestão adaptativa das ZECs e orientar medidas de mitigação, contribuindo de forma direta para o cumprimento das metas comunitárias de conservação do lobo-ibérico.

4.2. Os morcegos cavernícolas (*Myotis myotis*)

Os morcegos possuem elevada diversidade e papel fundamental no controle de insetos, e na cadeia alimentar como um todo. A espécie apresenta forte sensibilidade à mortalidade por colisão com aerogeradores, sendo considerados bioindicadores de qualidade ambiental (Rodrigues,2015). Essa espécie está listada nos anexos II e IV da Diretiva Habitats, que reforça a prioridade de vigilância e mitigação em contextos de infraestrutura energética; assim, a avaliação de riscos e definição de medidas como ajustes operacionais e zonas de exclusão e precaução tem suporte normativo e técnico.

4.2.1 Risco de colisão entre a espécie e as turbinas.

Considerando a relevância de risco de colisão da espécie com os aerogeradores citados na Tabela 8- Espécies prioritárias abordadas no estudo, foi realizada a interpretação das distâncias em metros entre as áreas de presença da espécie e os pontos das turbinas do parque eólico.

Como metodologia, foi aplicada a ferramenta “Near” que gerou como resultado a distância euclidiana mínima e máxima em metros entre a borda de cada polígono e a turbina mais próxima (Tabela 10). Para estabelecer os limites adequados da proximidade entre os morcegos e os aerogeradores, foi usado como base o “Relatório de Avaliação do Efeito dos Parques Eólicos sobre os Morcegos em Portugal” (ICNB,2019). O estudo revelou que o maior índice de mortalidade de espécies voadoras situava-se em um raio máximo de 47 metros de distância da base das turbinas, com base nisso o relatório recomenda a adoção de um raio mínimo de 50 m em torno de cada aerogerador como padrão para as investigações (ICNB,2009).

Tabela 10- Distâncias dos registos de *Myotis myotis* aos aerogeradores

Período	Distância mínima (m)	Distância máxima (m)
2007-2012	6.066	10.761
2013-2018	6.066	6.066
Fonte: Elaborado pela autora com base em resultados da ferramenta Near do Arcgis Pro, (Esri,2024)		

Os resultados da ferramenta “Near” mostram que, no caso do Parque Eólico da Serra do Alvão, os registos da espécie estão a uma distância mínima de 6.066 metros da turbina mais próxima, indicando que não há sobreposição com o parque analisado, com isso, o risco imediato de colisão nesta área específica não deve ser considerado. O resultado geral cumpre com os princípios de prevenção da Diretiva Habitats, mostrando que, no período analisado não houve conflito espacial direto entre as turbinas e a espécie analisada.

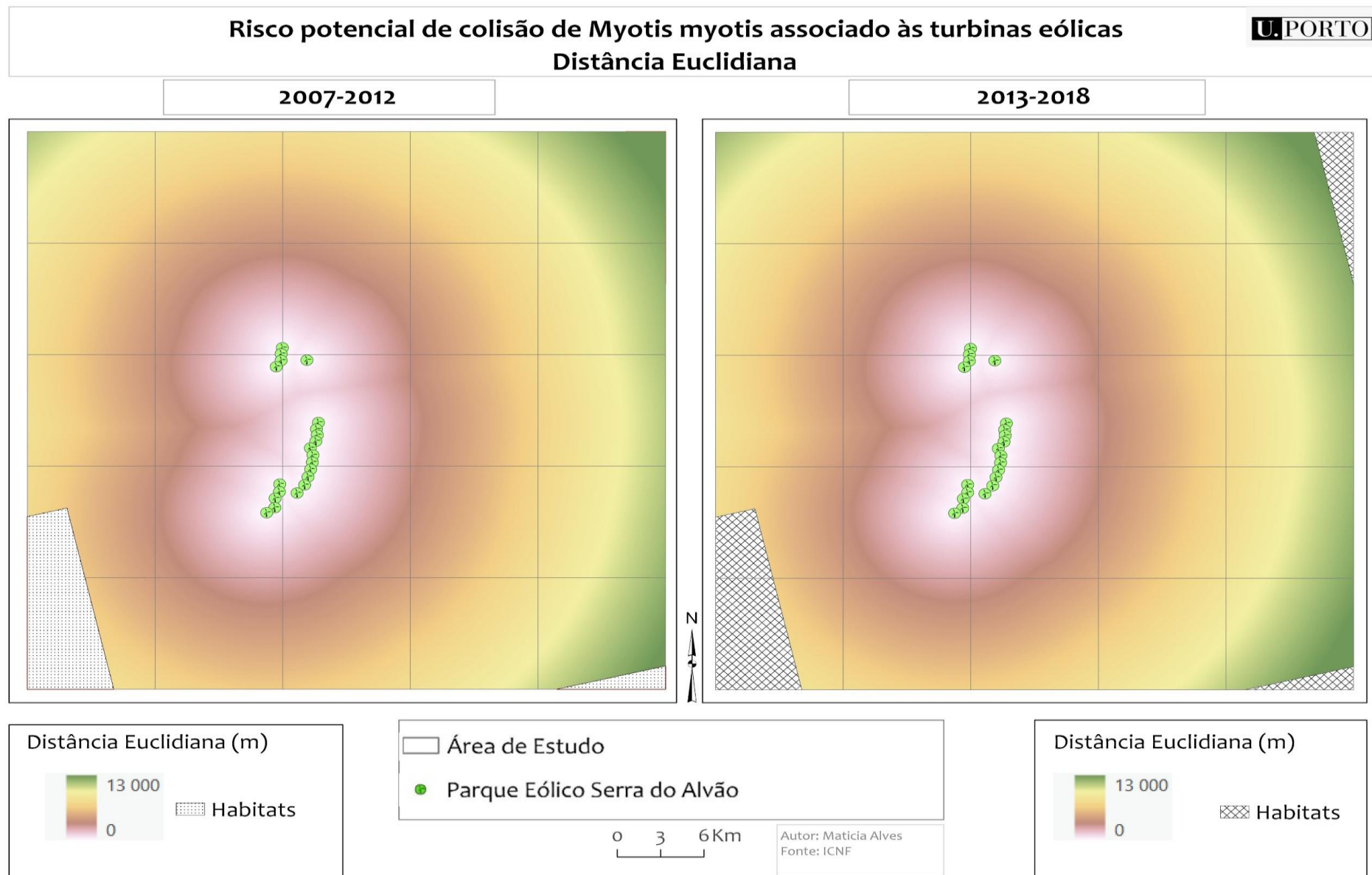
4.2.2. Análise da distância euclidiana

Para compreender melhor o risco de colisão da espécie com as turbinas eólicas aplicou-se a ferramenta de Distância Euclidiana que permite verificar o gradiente contínuo da distância em metros entre as áreas dos habitats com os pontos dos aerogeradores do parque.

Os dados da espécie foram obtidos a partir do GeoCatálogo do ICNF (ICNF, 2022) que disponibiliza a distribuição das espécies da Diretiva Habitat. Para essa análise, foram considerados os períodos 2007-2012 e 2013- 2018. Como parâmetros, foram utilizados os valores máximo e mínimos obtidos pela ferramenta “Near” e, com base nesses resultados, a aplicação da Distância Euclidiana permitiu expandir a análise, revelando as zonas de maior e menor risco. Esse gradiente visual facilita a compreensão da influência dos aerogeradores em relação às áreas dos habitats da espécie.

A análise da Figura 13, mostra que as zonas de maior risco de colisão dos morcegos se concentram em torno das turbinas, formando pontos mais intensos próximos aos aerogeradores, que vão suavizando à medida que a distância aumenta. Os mapas mostram que as distribuições espaciais das áreas dos habitats situam-se afastadas das zonas críticas, revelando que não há o risco direto de colisão da espécie com as turbinas do Parque Eólico da Serra do Alvão. A análise permite ter uma visão clara da infraestrutura eólica em relação a paisagem local, se alinhando com as orientações da Diretiva Habitats sobre a necessidade de monitoramento dos impactos das mudanças do solo em relação às espécies da fauna e flora, principalmente em áreas de habitats sensíveis (ICNF, 2024).

Figura 12- Distância Euclidiana



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do ICNF (ICNF,nd) e ferramenta *Euclidean Distance* (Esri,2024).

5.0 Análise geral dos resultados.

As ferramentas SIG permitiram a análise espacial da paisagem, através da análise do uso solo e de duas condicionantes ambientais, consideradas prioritárias para a Diretiva Habitats.

A análise da evolução do uso do solo entre os períodos 1995, 2010 e 2018 revela uma sequência de transformação do território em Portugal. As áreas agrícolas, foram gradativamente diminuindo, cedendo espaço para a expansão de matos e florestas, reflexo do abandono da agricultura em regiões de montanha, (Azevedo e Castro, 2010). Em relação a área de estudo deste trabalho, o crescimento das áreas artificializadas, sobretudo devido à construção de estradas de acesso ao parque e às plataformas técnicas da área, acompanha a tendência nacional de artificialização do solo (Silva e Delicado, 2017; DGT, 2020), e mostra como a produção de energia limpa, apesar dos benefícios climáticos, também gera consequências ambientais.

Em relação ao lobo-ibérico (*Iupus signatus*), mostrou-se que apesar de haver uma estabilidade do número de alcateias em torno do Parque Eólico da Serra do Alvão, foram detetados sinais preocupantes em relação a fragmentação das áreas favoráveis aos habitats da espécie e o crescimento das áreas desfavoráveis, que ameaça a conectividade essencial para a sobrevivência da espécie, que depende da preservação de corredores funcionais e da mitigação de pressões humanas no seu território (ICNF, 2017; APA, 2024).

Em relação à espécie de morcego *Myotis myotis*, os resultados indicam que, embora não tenham sido identificados impactos críticos associados ao parque eólico estudado, é necessário manter um monitoramento contínuo para assegurar a preservação dos habitats.

Considerações Finais

O estudo realizado mostrou que os SIG são ferramentas centrais para compreender os impactos ambientais associados aos empreendimentos eólicos em áreas de elevada sensibilidade ecológica. Através do estudo de caso do Parque Eólico da Serra do Alvão, foi possível observar como a integração de dados oficiais, como as cartas de uso e ocupação do solo disponibilizadas pela DGT, as delimitações territoriais da CAOP e as camadas ambientais disponibilizadas pela APA e ICNF, apesar de limitados, permitem e facilitam os estudos ambientais para o ordenamento do território em Portugal.

Apesar de o Parque Eólico da Serra do Alvão não apresentar resultados críticos quando analisado isoladamente, é importante destacar que se insere em um território já pressionado pela presença de diversos outros empreendimentos. Na área, além do parque em estudo, existem vários outros parques eólicos — como os Parques de Negrelo e de Meroicinha — que ampliam as zonas de sobreposição com espécies sensíveis. Também foram identificados empreendimentos de mineração, cujos impactos sobre os ecossistemas são particularmente elevados, bem como a expansão da urbanização local, fatores que contribuem significativamente para a fragmentação do território.

Em conjunto, estes resultados mostram que a energia eólica é fundamental para que Portugal e a União Europeia cumpram as metas de neutralidade carbónica até 2050 (Comissão Europeia, 2022), mas que os projetos não podem avançar sem considerar de forma crítica as condicionantes ambientais locais. Com isso, os SIG tornam-se indispensáveis, uma vez que oferecem ferramentas técnicas para analisar conflitos e apoiar as decisões que equilibram a necessidade de descarbonização com a preservação da biodiversidade. Esse estudo reforça que a verdadeira transição energética se mede na capacidade de compatibilizar progresso tecnológico e compromisso a sustentabilidade — uma exigência da Diretiva Habitats, mas sobretudo uma responsabilidade coletiva com os ecossistemas.

Referências Bibliográficas

Amaral, S. M. da S. (2009). *Análise comparativa da avaliação de impacto ambiental de parques eólicos em Portugal* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa].

Repositório da Universidade de Lisboa.

https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/1419/1/20479_ulfc080629_tm.pdf

Associação Portuguesa de Energias Renováveis – APREN. (2025, janeiro 15). *Associação Portuguesa de Energias Renováveis*. <https://www.apren.pt/>

Brito, B. (2025). Rede Natura 2000, procurando a consolidação. *JANUS* 2024.

Comissão Europeia. (s.d.). *Natura 2000: A gestão do nosso património natural*.

https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm

ESRI. (2020). *ArcGIS Pro documentation: Buffer and dissolve tools*. Environmental Systems Research Institute. <https://pro.arcgis.com>

European Environment Agency – EEA. (2025, fevereiro 23). *Shapefile RN2000* [Dataset]. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-14/natura-2000-spatial-data>

Ferreira, J. R., & Martins, F. R. (2009). *Ventos de mudança: A energia eólica em Portugal*. Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.

Flanders Marine Institute. (2021). *Global oceans and seas* (versão 1). Marine Regions. <https://www.marineregions.org/> <https://doi.org/10.14284/542>

Global Energy Monitor. (2025, maio 8). *Global Energy Monitor*. <https://globalenergymonitor.org/>

Hencleey, A. (2021). *Avaliação de impacte ambiental e pós-avaliação num parque eólico: contributo para a melhoria contínua* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/47674/1/ulfc126222_tm_Ana_Hencleey.pdf

IBERDROLA. (2025, janeiro 15). *Evolução da energia eólica na Europa*.

<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/evolucao-energia-eolica-europa>

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2024, dezembro 27).

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. <https://www.icnf.pt/>

Laboratório Nacional de Energia e Geologia – LNEG. (2023). *Mapeamento das áreas menos sensíveis para potencial instalação de unidades de geração de eletricidade renovável solar fotovoltaica e eólica*. LNEG. <https://www.lneg.pt>

Laboratório Nacional de Energia e Geologia – LNEG. (2024, dezembro 27). *LNEG*.

<https://www.lneg.pt>

Pereira, M., & Ventura, J. E. (2004). Condicionantes ambientais no ordenamento do território. *Revista Geoinova*, (9), 13–30. Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional. <http://geoinova.fcsh.unl.pt/revistas/files>

Pereira, R. N., & Coelho, A. (2013). Energia eólica em Portugal: evolução e desafios futuros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51(1), 31–50.

<https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000100003>

Processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1808. (2007, dezembro). *Parque Eólico da Serra do Alvão*.

Relatório WindEurope. (2025, janeiro 18). *WindEurope Intelligence Platform*.

<https://windeurope.org/intelligence-platform/reports/>

Silva, M. E., & Pereira, A. G. (2021). Políticas de descarbonização na União Europeia: estratégias e desafios rumo à neutralidade carbónica até 2050. *Revista de Estudos Europeus*, 29(1), 45–68.

Direção-Geral do Território. (s.d.). *Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP)*.

<https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/caop>

Agência Portuguesa do Ambiente – APA. (2024). *Relatório do Estado do Ambiente 2024 (REA)*. APA.

Câmara, G., & Monteiro, A. M. V. (2004). *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE. <http://mtc->

[m21.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/02.11.16.27/doc/publicacao.pdf](http://mtc-m21.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/02.11.16.27/doc/publicacao.pdf)

Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D. C., et al. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346(6216), 1517–1519. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>

Esri. (n.d.). *Con (Spatial Analyst)*. *ArcGIS Pro Help*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/con-.htm>

Esri. (n.d.). *Extract Values to Points (Spatial Analyst)*. *ArcGIS Pro Help*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/extract-values-to-points.htm>

Esri. (n.d.). *Focal Statistics (Spatial Analyst)*. *ArcGIS Pro Help*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/focal-statistics.htm>

Esri. (n.d.). *How Focal Statistics works*. *ArcGIS Pro Help*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-focal-statistics-works.htm>

Esri. (2022). *ArcGIS Pro: Analysis and geoprocessing tools*. Environmental Systems Research Institute. <https://pro.arcgis.com>

Fernandes, M. G. (2009). *Cartografia*. Porto: FLUP. <https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/7762.pdf>

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2005). *Situação populacional do lobo em Portugal: Resultados do Censo Nacional 2002/2003*. ICN/Grupo Lobo. https://www.signatus.org/docs/situacao_populacional_do_lobo_em_portugal_censo_2002_2003.pdf

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2014). *Estado de conservação do lobo-ibérico em Portugal: Relatório de progresso do censo nacional 2002/2003 a 2013*. ICNF.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2017). Plano de Ação para a Conservação do Lobo-Ibérico em Portugal (PACLobo). Programa Alcateia. ICNF. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/3f6504bbdb61bc4e>

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2023). Situação populacional do lobo em Portugal: Resultados do censo nacional de 2019/2021. Portal do Censo Nacional do Lobo 2019/2021.

Pimenta, V., Barroso, I., Álvares, F., Barros, T., Borges, C., Cadete, D., Carneiro, C., Casimiro, J., Ferrão da Costa, G., Ferreira, E., Fonseca, C., García, E. J., Gil, P., Godinho, R., Hipólito, D., Llana, L., Marcos Perez, A., Martí-Domken, B., Monzón, A., ... Torres, R. T. (2023). Situação populacional do lobo em Portugal: Resultados do censo nacional de 2019/2021 (Relatório técnico, 145 pp.). Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF. (2025). Programa Alcateia 2025–2035 (PACLobo). ICNF. <https://www.icnf.pt>

Pereira, J. L. G., Batista, G. T., Thalês, M. C., Roberts, D. A., & Venturieri, A. (2001). Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. *Revista A Geografia*, 26(1).

Ribeiro, S., & Fonseca, C. (2020). Monitoring Iberian wolf populations: Integrating field data and spatial indicators. *Mammal Research*, 65(1), 89–101. <https://doi.org/10.1007/s13364-019-00446-7>

4. ANEXOS

Anexo A- Exemplos de perguntas técnicas realizadas ao ChatGPT (IA Generativa)

Lista contendo 10 perguntas técnicas feitas ao ChatGPT e suas respectivas respostas.

ANEXO A – Exemplos de perguntas técnicas realizadas ao ChatGPT (IA Generativa)

1. Qual ferramenta aplicar para realizar a análise espacial da distribuição das alcateias do lobo?

Resposta: A ferramenta recomendada no ArcGIS Pro é o 'Kernel Density' ou 'Point Density' para avaliar distribuição espacial de ocorrências. Para relacionar com áreas de habitat, pode-se aplicar 'Intersect' ou 'Spatial Join' entre as camadas de alcateias e habitats.

2. Organize minhas referências bibliográficas em formato APA.

Resposta: As referências foram organizadas seguindo as normas da APA (7ª edição), incluindo autores, ano, título em itálico, fonte/editora e, quando disponível, DOI ou URL. Todas as entradas foram uniformizadas para coerência acadêmica.

3. Como interpretar corretamente as distâncias (em metros) geradas pela ferramenta Near no ArcGIS Pro?

Resposta: Os valores representam a menor distância euclidiana entre cada feição da camada de entrada e a feição mais próxima da camada de destino. No caso de pontos de alcateias e turbinas, cada valor indica quantos metros separa a localização da alcateia do aerogerador mais próximo.

4. Qual a diferença entre a ferramenta Near e a Euclidean Distance no ArcGIS Pro, e qual é mais adequada para o meu estudo?

Resposta: A ferramenta 'Near' calcula a distância mínima entre feições de duas camadas (ex.: ponto a ponto). Já a 'Euclidean Distance' gera uma superfície raster contínua indicando a distância de cada célula até a feição mais próxima. Para análise de colisão morcegos-turbinas, 'Near' é mais objetiva; para análises de risco espacial generalizado, 'Euclidean Distance' pode ser mais informativa.

5. Como inserir a projeção LAEA Europe (EPSG:3035) em um shapefile e depois transformá-la para o sistema ETRS89 de Portugal?

Resposta: Primeiro usa-se a ferramenta 'Define Projection' para atribuir corretamente o EPSG:3035. Em seguida, aplica-se 'Project' para converter para o sistema desejado (ex.: ETRS89 Portugal, EPSG:3763).

6. De que forma posso melhorar a simbologia da análise de distância euclidiana sem alterar as cores, apenas simplificando os valores da legenda?

Resposta: No ArcGIS Pro, acesse a simbologia da camada raster, escolha 'Classify' e ajuste manualmente os intervalos de valores. Também é possível editar diretamente os rótulos da legenda para exibir valores arredondados ou simplificados.

7. Qual a melhor forma de representar os resultados da fragmentação dos habitats: em gráficos de pizza, barras ou em tabelas comparativas?

Resposta: Gráficos de barras permitem comparações mais claras entre anos e classes de habitat. Gráficos de pizza são úteis para mostrar proporções de um único ano. Tabelas são recomendadas para detalhar valores absolutos e percentuais. O ideal é combinar tabelas e gráficos de barras.

8. Pergunta: Quais são os valores mínimos e máximos que devo considerar para construir uma tabela de fragmentação da área por classes de habitat (1995, 2010 e 2018)?

Resposta: Os valores mínimos e máximos devem ser retirados dos cálculos da métrica de fragmentação por classe em cada ano. Normalmente, incluem área total de cada fragmento (em hectares) e a área média por classe. Isso garante comparabilidade temporal.

9. Qual métrica ou ferramenta posso aplicar no ArcGIS Pro para monitorizar morcegos, atendendo às metas da Diretiva Habitats?

Resposta: Uma opção simples é usar 'Near' entre pontos de morcegos e turbinas eólicas para avaliar risco de colisão. Outra é aplicar 'Buffer' em torno das turbinas para verificar sobreposição com áreas de ocorrência dos morcegos.

10. Pergunta: Existe algum estudo em português que tenha aplicado a ferramenta Near para avaliar risco de colisão entre morcegos e turbinas eólicas?

Resposta: Sim, alguns estudos académicos em Portugal aplicaram análises de proximidade para morcegos em parques eólicos, embora nem sempre citeм diretamente a ferramenta 'Near'. Exemplos podem ser encontrados em teses disponíveis no Repositório da Universidade de Lisboa e em artigos sobre impactos da energia eólica em fauna publicados em revistas de ambiente e biodiversidade.