

GUIA SMART SITING:

Portugal

Equilibrar as prioridades energéticas, comunitárias e de conservação: desenvolvimento de centrais solares fotovoltaicas e parques eólicos terrestres em zonas de baixo conflito.



Janeiro de 2026

zero.

The Nature
Conservancy



Autores:

Cesare Di Girolamo-Neto
James R. Oakleaf
Aishwarya Bhattacharjee
Kei Sochi
Michele Pontonio
Elif Gündüzyeli
Joseph M. Kiesecker

Cover photo: Renato Iainho**Design:** Milan Trivić**Contactos:**

Cesare Di Girolamo-Neto (Cientista de Energia Renovável, TNC): cesare.neto@tnc.org

Elif Gündüzyeli (Diretora do Programa de Energia Renovável, TNC): elif.gunduzeli@tnc.org

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às seguintes pessoas pelo seu apoio logístico e de coordenação; a sua ajuda na recolha de dados; e o seu feedback sobre a metodologia, os resultados e a relevância do estudo para o contexto português e para os processos nacionais:

Da The Nature Conservancy: Rob McDonald, Louise Combret, Jeffrey Evans, Julia Boverhoff. Da ZERO: Ricardo Filipe, Mafalda Antunes, Pedro Nunes, Francisco Ferreira, Acácio Pires, Paulo Castro, Vera Pinho, Susana Fonseca. Do LNEG: Juliana Barbosa, Sofia G. Simões, Paula Oliveira, Teresa Simões, Carlos Rodrigues. Da APREN: Susana Seródio, Mariana Cruz de Carvalho, Diogo Carvalheda, Sara Freitas, Pedro Amaral Jorge. Da SPEA: Hany Alonso, Julieta Costa. Siddharth Sareen (Universidade de Bergen), Ana Caetano Buchadas (UCLouvain), Luisa Brázia (Município de Silves).

Os autores agradecem ainda aos seguintes participantes no processo de envolvimento das partes interessadas e dos peritos do estudo, que representaram um total de 68 entidades a nível nacional e europeu. Estas incluíam 16 ONG, 32 empresas e associações de energias renováveis, nove instituições académicas e de investigação, três empresas de consultoria e oito instituições públicas nacionais e internacionais.

Alice Fonseca, Alexandre Coelho Rezende, Ana Catarina Marcos Henriques, Ana Cristina Antunes, Ana Delicado, Ana Horta, Ana Isabel Guerreiro, Ana Isabel Ruiz Casas, Ana Marinho, Ana Rita Antunes, Ana Rita Justino, Ana Rita Martins, André Joel De Jesus Alves, Bianca Mattos, Bruno Rodrigues, Bruno Silva, Carla S. Pimentel, Celso Xavier, Cosimo Tansini, Cristóvão Santos, Daniel Tavares, Diana Lopes, Diogo Teixeira, Domingos Leitão, Domingos Patacho, Elaine Santos, Elsa Santos, Emanuel José Valpaços Dos Santos, Fernando Ascensão, Filipa De Jesus Gouveia, Filipa Magalhães, Filipe Miguel Moreira Alves, Filipe Pinto, Francisco Godinho, Francisco Manuel Ribeiro Ferraria Moreira, Francisco Parada, Gonçalo Brotas, Gonçalo Vicente, Helena Rio-Maior, Hugo Paz, Inês Bem, Inês Campos, Inês Subtil, Joana Soares, João A. Marques, João António Ferreira Marques, João Galamba, João Joanaz Melo, João Lopes, João Orvalho, João Paulo Silva, João Tomaz, Jonathan Bonadio, Jorge Palmeirim, José Carlos Matos, José Ferreira, José Lino Costa, José Luis Monteiro, José Paulo Gonçalves Martins, José Pereira, Julieta Silva, Júlia Seixas, Justina Catarino, Kaya Schwemmlin, Luis Fazendeiro, Luis Moreno, Luis Rosa, Luiz Eduardo Rielli, Luís Fialho, Luís Silva, Luisa Schmidt, Madalena Santos, Margarida Magina, Maria Do Carmo Figueira, Maria Fernanda Gomes, Maria João Gonçalves Pedreira, Maria Teresa Ponce Alvares, Matilde Azevedo, Manuel Silva, Manuela Fonseca, Miguel Ferreira, Miguel Luz, Miguel Macias Sequeira, Miguel Marques, Miguel Mascarenhas, Miguel Repas Gonçalves, Miguel Tavares, Nuno Carvalho Figueiredo, Nuno Costa, Nuno Jorge, Nuno Ribeiro Da Silva, Oriana Brás, Patrícia Neto, Pedro Almeida Sousa, Pedro Cardoso, Pedro Fernandes, Pedro Ferreira, Pedro Horta, Pedro Miguel De Almeida Fernandes, Ramon Silva Rey, Raquel Brito, Rita Castro, Rodrigo Duarte, Ross Wallace, Rui Daniel De Oliveira, Rui Manuel Cleto Morgado, Rui Oliveira, Rui Pestana, Samuel Infante, Sara Sacadura Cabral, Saturnino De Almeida, Seda Orhan, Sílvia Mesquita De Oliveira Gonçalves, Sofia Ribeiro, Soraia Duarte, Susete De Jesus Plácido Patrício, Teresa Leonardo, Teresa Maria Veloso Nunes Simões Esteves, Tiago Alexandre Da Palma Veigas, Tiago Guimaraes, Timóteo De Jesus Pimenta Monteiro, Vasco Alves Machado, Vasco Vieira, Vera Ferreira, Yevgeniya Afanasenko.

Por último, os autores expressam o seu sincero agradecimento à LPN - Liga para a Proteção da Natureza, à WWF Portugal, à Quercus, ao GEOTA - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente, e à SPEA - Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, pelas suas valiosas contribuições e sugestões fornecidas durante as fases de redação e revisão do presente relatório. O conteúdo final e as conclusões são da exclusiva responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição oficial das organizações referidas.

Suggested Citation: Girolamo-Neto¹, C. D.; Oakleaf², J. R.; Bhattacharjee³, A.; Sochi², K.; Pontonio¹, M.; Gündüzyeli¹, E.; Kiesecker², J. M. 2026. Smart Siting Guide: Portugal - Balancing energy, conservation, and community priorities in developing ground-mounted solar and onshore wind on low-conflict sites. The Nature Conservancy. DOI: 10.5281/zenodo.18242867

1. The Nature Conservancy, Europe Renewable Energy Programme.
2. The Nature Conservancy, Global Protect Oceans, Lands and Waters.
3. The Nature Conservancy, Global Tackle Climate Change.

Índice

AGRADECIMENTOS	2
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	5
RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Integração dos objetivos de energia, proteção da natureza e restauração	12
1.2. Enquadramento jurídico para as energias renováveis em Portugal	12
1.3. Conceção e aplicações do estudo	13
2. O PROCESSO DE SMART SITING	15
2.1. Modelação do potencial de desenvolvimento eólico e solar	16
2.2. Mapeamento de valores de conservação	18
2.3. Mapeamento de valores sociais	20
2.4. Agregação de mapas: integração da biodiversidade, valores sociais e potencial de desenvolvimento energético	20
3. O POTENCIAL DE SMART SITING EM PORTUGAL	22
3.1. Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento	22
3.2. Análise da capacidade adicional de cumprir as metas do PNEC	26
4. COMO OS RESULTADOS DA LOCALIZAÇÃO PODEM CONTRIBUIR PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA EM PORTUGAL	28
4.1. Identificação de zonas adicionais com oportunidades	30
5. PERSPETIVAS PARA AÇÕES FUTURAS: ALÉM DAS DESIGNAÇÕES DAS ZAER	32
5.1. Orientação da expansão da infraestrutura da rede elétrica	32
5.2. Integração de valores comunitários específicos nas decisões de localização	33
5.3. Aplicação da hierarquia de mitigação no planeamento ao nível da paisagem	33
6. RECOMENDAÇÕES	34
6.1. Limitações do estudo	34
6.2. Recomendações	34
6.3. Sugestões para estudos futuros	35
7. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	38

ANEXO I: Distribuição geográfica em Portugal por nível de conflito	41
I. Áreas com elevado potencial de desenvolvimento	41
II. Áreas com conflitos de biodiversidade	43
III. Áreas com conflitos sociais	45
IV. Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento	46
ANEXO II: Utilização de dados de Smart Siting para a orientação de necessidades/expansão da infraestrutura elétrica	50
I. Contexto	50
II. Orientação da expansão da rede	50
III. Considerações finais	51
SUPPLEMENT III: Integração da hierarquia de mitigação no planeamento ao nível da paisagem	54
I. Introdução	54
II. Licenciamento ambiental	54
III. Planeamento da mitigação: integração da hierarquia de mitigação no planeamento da conservação	55
IV. Planeamento de mitigação no desenvolvimento de energias renováveis: um exemplo conceptual	55
V. Conclusões	56
ANEXO IV: A importância do envolvimento das partes interessadas	58
I. Introdução	58
II. Mapeamento e priorização das partes interessadas	58
III. Métodos e ferramentas de envolvimento	58
Formatos de envolvimento	58
Workshop piloto de envolvimento da comunidade (Silves)	59
Técnicas e ferramentas de facilitação	59
IV. Ideias-chave	60
V. Desafios e lições aprendidas no envolvimento das partes interessadas	61
VI. Recomendações para o envolvimento futuro	61
ANEXO V: Um exercício piloto de mapeamento participativo no município de Silves	62
ANEXO VI: Obrigações da diretiva europeia RED na designação de ZAER e no licenciamento acelerado	64
ANEXO VII: Tabelas e mapas de apoio	66

Lista de abreviaturas e acrónimos

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
ORD	Operadores de redes de distribuição
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
E-REDES	Principal operadora da rede de distribuição de Portugal
AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
RED UE	Diretiva da União Europeia sobre as energias renováveis
GET	Tecnologias de melhoria das redes (do inglês Grid-Enhancing Technologies)
GTAER	Grupo de Trabalho para a definição das Áreas de Aceleração de Energias Renováveis
IMH	Índice de Modificação Humana
IBA	Área importante para a preservação de aves (do inglês Important Bird Area)
INCF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
KDE	Estimativa de densidade por kernel, do inglês kernel density estimation
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
mTPI	Índice de posição topográfica multi-escala média
EPANB	Estratégias e Planos de Ação Nacionais no domínio da Biodiversidade
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima
PNR	Planos Nacionais de Restauro
RRN	Regulamento de Restauro da Natureza
NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
SIGPP	Sistema de Informação Geográfica para a Participação Pública
FV	Energia solar fotovoltaica
PVOUT	Geração de energia fotovoltaica
ZAER	Zonas de Aceleração para Energias Renováveis
REF	Método de referência
REN	Redes Energéticas Nacionais (operadora da rede de transporte de energia de Portugal)
RNAP	Rede Nacional de Áreas Protegidas
RNT	Rede Nacional de Transporte (rede de transporte de alta tensão de Portugal, supervisionada pela REN)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas
AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
SLOSS	Dilema de conservação de poucos fragmentos grandes vs. vários fragmentos pequenos (do inglês <i>Single Large Or Several Small</i>)
ORT	Operadores de redes de transporte
CBD	Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica
MW	Megawatt

Resumo

Portugal assumiu um compromisso ambicioso de gerar 93% da sua eletricidade a partir de fontes renováveis até 2030, como parte dos esforços para enfrentar com urgência a crise climática global. Expandir a energia eólica e solar nesta escala requer uma abordagem ponderada e científica para decidir onde e como construir, tendo em consideração os impactos prolongados nas paisagens, comunidades e ecossistemas.

Este Guia de Smart Siting (“Localização Adequada”) propõe uma abordagem que promove a identificação e o desenvolvimento de locais com elevado potencial para energia eólica ou solar e onde a energia renovável pode ser desenvolvida com um risco mínimo para a biodiversidade e para os valores sociais, defendendo que tais zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento devem ser priorizados como Zonas de Aceleração para Energias Renováveis (ZAER).

Para além das ZAER, com medidas de mitigação adequadas e baseadas no estado da arte científico, o desenvolvimento precaucionário em áreas de conflito moderado, locais onde existem alguns riscos, também pode ser considerado para a implantação de projetos solares centralizados e eólicos *onshore*, desde que respeitem os princípios da precaução, a hierarquia de mitigação e que incorporem objetivos de conservação.

Este guia utiliza um método claro e científico para identificar os melhores locais para o desenvolvimento de energia renovável. Primeiro, mapeia áreas com forte potencial técnico para energia eólica e solar e, em seguida, aplica dois filtros críticos: biodiversidade e valores sociais. O mapeamento da biodiversidade combina dados de ecossistemas e espécies, enquanto que o mapeamento social salienta as paisagens importantes para as comunidades. Por último, estas camadas são combinadas para identificar sítios que minimizam o risco ambiental e social enquanto maximizam o potencial de desenvolvimento para energias renováveis. As contribuições das variadas partes interessadas foram integradas ao longo de todo o processo para garantir transparência e relevância local.

Este guia proporciona, assim, um roteiro prático para considerações espaciais sobre um futuro com energia renovável para decisores políticos, atores do setor das energias renováveis e sociedade civil. Reúne os melhores dados disponíveis no âmbito científico, de contexto político e de conhecimentos locais, para responder a uma questão central:

“Como pode Portugal acelerar as energias renováveis, protegendo simultaneamente a biodiversidade e respeitando os valores sociais?”

Principais conclusões

1. Energia solar

Portugal continental tem mais de cinco vezes a área de baixo conflito necessária para atingir o seu objetivo para 2030 de energia solar centralizada. Este excedente dá aos decisores políticos e promotores de energia renovável flexibilidade para escolher os sítios que funcionam melhor tanto para a energia quanto para o meio ambiente.

2. Energia eólica

Até 70% da meta de energia eólica terrestre pode ser atingida em zonas de baixo conflito. Os restantes 30% podem ser alcançado através da modernização dos parques eólicos existentes (reequipamento/sobreequipamento), desde que sejam tomadas precauções suficientes e a hierarquia de mitigação seja implementada corretamente, através da adoção de medidas de mitigação rigorosas para o desenvolvimento em áreas de conflito moderado.

3. Zonas de conflito moderado

Estas áreas não se encontram fora dos limites. Com um planeamento cuidadoso e o envolvimento das partes interessadas, estas áreas proporcionam uma reserva estratégica para expansão futura, com potenciais benefícios colaterais de ganho líquido de biodiversidade por meio do desenvolvimento de projetos de conservação e regeneração ambiental, à medida que a tecnologia e os quadro políticos e regulamentares evoluem.

4. Expansão da rede

Os dados de localização Smart Siting podem orientar onde investir em melhorias na rede, com foco em regiões com elevado potencial de energias renováveis e baixo conflito, ajudando a evitar impactos desnecessários e contribuindo para um fornecimento eficiente de energia.

5. Inclusão social

O mapeamento dos valores sociais e a introdução de métodos participativos de envolvimento comunitário destacam a importância de ter em consideração os valores estéticos, ouvir as comunidades, garantir que os projetos reflitam as prioridades das pessoas e proporcionem benefícios duradouros.

Relevância das políticas

A abordagem de Portugal está em estreita consonância com a Diretiva Energias Renováveis (RED III) da União Europeia, que exige as ZAER, um licenciamento simplificado e regulamentos de mitigação. O Guia de Smart Siting fornece os dados espaciais necessários para:

- Designar as ZAER que dão prioridade a áreas de conflito baixo com elevado potencial de desenvolvimento.
- Apoiar a concessão mais rápida de licenças, mantendo as salvaguardas ambientais.
- Informar relativamente ao processo de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para a designação das ZAER.
- Informar os licenciadores para o rastreio a nível do projeto e as Avaliações de Impacte Ambiental (AIA).
- Informar os promotores de energias renováveis e os operadores de redes de transporte e distribuição relativamente à tomada de decisões de implantação e atualização.
- Integrar o envolvimento das partes interessadas e os processos de partilha de benefícios com a comunidade nos enquadramentos nacionais.
- Adotar planos espaciais holísticos que abordem a aceleração das energias renováveis, a melhoria da rede e as necessidades de restauro da natureza.

Ao integrar estes elementos, Portugal pode cumprir os objetivos do seu Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) e, ao mesmo tempo, criar um precedente para o desenvolvimento energético favorável à natureza em toda a Europa.

Principais recomendações

Nenhuma análise é perfeita e todas as análises dependem da disponibilidade de dados de qualidade. Este guia reconhece a existência de lacunas nos dados sociais e de biodiversidade de pequena escala, bem como as limitações das informações sobre as infraestruturas de rede. A fim de reforçar o trabalho futuro, propõem-se as seguintes recomendações:

- Melhorar o acesso a conjuntos de dados ecológicos e sociais mais pormenorizados, bem como a informações atualizadas sobre a localização e a capacidade da rede, através da colaboração com agências nacionais e regionais, ONG e instituições académicas.
- Alargar as partes interessadas, de modo a incluir as comunidades locais e os grupos específicos identificados através da cartografia de conflitos, e dar prioridade aos esforços de envolvimento onde a contribuição local é mais crítica.
- Estabelecer uma monitorização sólida dos impactos na biodiversidade, das respostas da comunidade e dos prazos de licenciamento, bem como mecanismos de feedback para permitir melhorias iterativas na metodologia de localização e na gestão adaptativa ao longo do tempo.
- Integrar a modelação da expansão da rede na análise Smart Siting e explorar a modelação avançada, como a co-localização de tecnologias e a energia solar nos telhados.

- Melhorar a análise dos impactos ambientais e sociais do reequipamento/sobreequipamento das instalações de energia eólica existentes, a fim de compreender melhor os potenciais benefícios e riscos.

O ponto principal

O caso de Portugal mostra que a ambição climática e a proteção da natureza não se excluem mutuamente. Combinando rigor científico, cartografia transparente e envolvimento genuíno, o país pode atingir os seus objetivos energéticos salvaguardando o que é mais importante. O Guia de Smart Siting deve ser lido como um modelo para um planeamento energético responsável, inclusivo e virado para o futuro, adotando uma abordagem holística de planeamento espacial que considera múltiplos interesses na utilização do solo. As ferramentas e lições aqui apresentadas oferecem um modelo replicável para equilibrar a ação climática com a natureza e as pessoas.



© Renato Iainho / TNC

Capítulo 1: Introdução

- Enquadra a urgência de equilibrar a ação climática e a proteção da natureza.
- Explica os fundamentos da metodologia Smart Siting.
- Apresenta a oportunidade única de Portugal alinhar a rápida expansão energética com as prioridades ecológicas e sociais.

Capítulo 2: O processo de Smart Siting

- Explica os fundamentos técnicos da análise, incluindo a modelação do potencial de desenvolvimento das energias renováveis e o levantamento dos valores sociais e de conservação.

Capítulo 3: O potencial de Smart Siting em Portugal

- Apresenta os principais resultados quantitativos, repartidos por região.

Capítulo 4: Como os resultados da localização podem contribuir para a transição energética em Portugal

- Interpreta os resultados da localização para avaliar as realidades práticas da implementação.

Capítulo 5: Perspetivas para ações futuras: Além das designações das ZAER

- Mostra como os dados espaciais e a contribuição das partes interessadas podem informar uma variedade de decisões para apoiar a transição energética de Portugal.
- Fornece orientações práticas para o planeamento de infraestruturas, o envolvimento da comunidade e estratégias de mitigação.

Capítulo 6: Recomendações

- Descreve as limitações do estudo.
- Fornece recomendações para melhorar a disponibilidade de dados, o envolvimento das partes interessadas e os mecanismos de monitorização e feedback.
- Sugestões para estudos futuros.

Capítulo 7: Conclusão

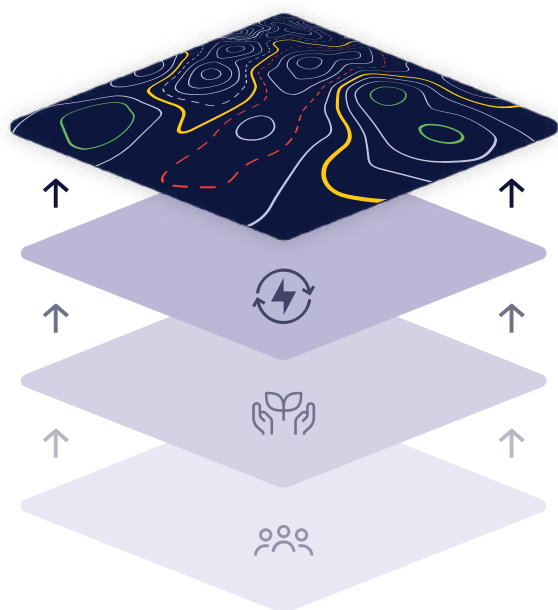
- Apresenta as principais conclusões e as implicações mais amplas para a expansão da rede, a inclusão social e o alinhamento das políticas da UE.

Anexos I-VII

- Pormenores técnicos adicionais, tabelas e mapas de apoio e lições aprendidas.

Resumo da Metodologia e Resultados

Metodologia de Mapeamento:



Combinação de Mapas

As camadas são combinadas para identificar locais de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento: áreas com forte potencial técnico para o desenvolvimento de energia renovável que apresentam riscos mínimos para a natureza e as comunidades.

Camada de Potencial Energético

Uma abordagem de modelação preditiva que combina critérios técnicos e restrições reais para identificar áreas onde projetos eólicos e solares têm maior probabilidade de implementação bem-sucedida.

Camada de Biodiversidade

Uma abordagem de “filtro grosso/filtro fino” que combina dados a nível de ecossistema com informações a nível de espécies.

Camada de Valor Social

A estética da paisagem, o património cultural e a sensibilidade costeira são mapeados utilizando conjuntos de dados nacionais e indicadores inovadores, como fotografias georreferenciadas de redes sociais.

Principais conclusões e resultados:

- ✓ **Energia Solar:**
Portugal continental dispõe de mais de cinco vezes a área de baixo conflito necessária para atingir a meta de 2030 para energia solar fotovoltaica instalada no solo.
- ✓ **Energia Eólica:**
Até 70% da meta para energia eólica terrestre pode ser alcançada em locais de baixo conflito. O restante pode ser atingido através da modernização dos parques eólicos existentes, assegurando a adoção de medidas robustas de mitigação.
- ✓ **Expansão da Rede:**
Dados de Smart Siting podem orientar onde investir em melhorias da rede elétrica, concentrando-se em regiões com elevado potencial para energias renováveis e baixo conflito.
- ✓ **Inclusão Social:**
Mapeamento participativo e análise de visibilidade destacam a importância de ouvir as comunidades. Projetos que refletem as prioridades locais têm maior probabilidade de sucesso e de gerar benefícios duradouros.
- ✓ **Zonas de Conflito Moderado:**
Com planeamento cuidadoso e envolvimento das partes interessadas, estas zonas oferecem uma reserva estratégica para expansão futura, com potenciais co-benefícios de restauro da natureza, especialmente à medida que a tecnologia e as políticas evoluem.



5X

a área de baixo conflito necessária para atingir a **meta de 2030**.



70%

da meta para energia **eólica** terrestre pode ser alcançada em locais de baixo conflito.

1.514 km²

de área total identificada como de baixo conflito e com elevado potencial de desenvolvimento para energia **solar**.

267 km²

de área total identificada como de baixo conflito e com elevado potencial de desenvolvimento para energia **eólica**.

1. Introdução

Uma resposta urgente à crise climática global exige uma transição rápida e responsável de um sistema energético baseado em combustíveis fósseis para um sistema baseado em energias renováveis, sem comprometer a conservação da terra ou a proteção da biodiversidade. Dadas as exigências espaciais das energias renováveis, isto pode parecer uma contradição, mas ambos os objetivos podem ser alcançados com uma abordagem estratégica e integrada do planeamento inicial da utilização do solo. A localização adequada – *Smart Siting* – de infraestruturas solares e eólicas que otimizem a oferta e a procura de energia pode ajudar a equilibrar os objetivos de mitigação das alterações climáticas, equidade energética e preservação do património natural. Esta abordagem pode mesmo promover a regeneração e trazer resultados positivos para a natureza em terrenos degradados por outras utilizações.

Embora as energias renováveis exijam mais área de terra por unidade de energia do que os combustíveis convencionais, este facto é largamente compensado pelo grave impacto que os combustíveis convencionais têm no clima, na saúde pública e na soberania energética. No entanto, a concorrência pela utilização dos solos em vários setores torna difícil assegurar a quantidade de terrenos necessária para a transição para as energias renováveis à velocidade e à escala exigidas pela crise climática. Adicionalmente, a rápida expansão das infraestruturas de energias renováveis desencadeou, por vezes, a oposição do público, não só devido a alterações na utilização dos solos, mas também em resultado de falhas persistentes na participação adequada da comunidade local e na defesa dos direitos de posse da terra e da comunidade.

Para além das consequências ambientais e sociais, a degradação da natureza representa um risco económico e financeiro sistémico. Os fenómenos meteorológicos extremos, a perda de biodiversidade e a escassez de recursos são considerados os principais riscos a longo prazo para a economia global e o desenvolvimento sustentável.^[1] Na Europa, 19% a 36% do valor acrescentado bruto depende do funcionamento dos ecossistemas,^[2] enquanto as transições favoráveis à natureza nos sistemas alimentares, terrestres, oceânicos, de infraestruturas e energéticos poderão gerar 10,1 biliões de dólares em valor comercial anual e criar 395 milhões de empregos até 2030.^[3]

Portugal tem a oportunidade de liderar esta transição, associando o desenvolvimento de energias renováveis e o planeamento da conservação ao envolvimento das partes interessadas de uma forma que reconheça as profundas interligações^[4] entre as alterações climáticas e a perda de biodiversidade. Este documento tem como objetivo guiar os leitores através de uma abordagem de *Smart Siting* para

a aceleração da energia solar e eólica terrestre em Portugal continental, de uma forma que seja concreta e reproduzível para os decisores políticos, técnicos e partes interessadas. (A energia solar descentralizada, incluindo a energia fotovoltaica nos telhados, e a energia eólica *offshore*, conforme descrito na Caixa 6, apresentam oportunidades adicionais significativas não incluídas no âmbito principal deste estudo). O programa dá ênfase ao desenvolvimento de energias renováveis em sítios que estejam em baixo conflito com a biodiversidade e os valores sociais.

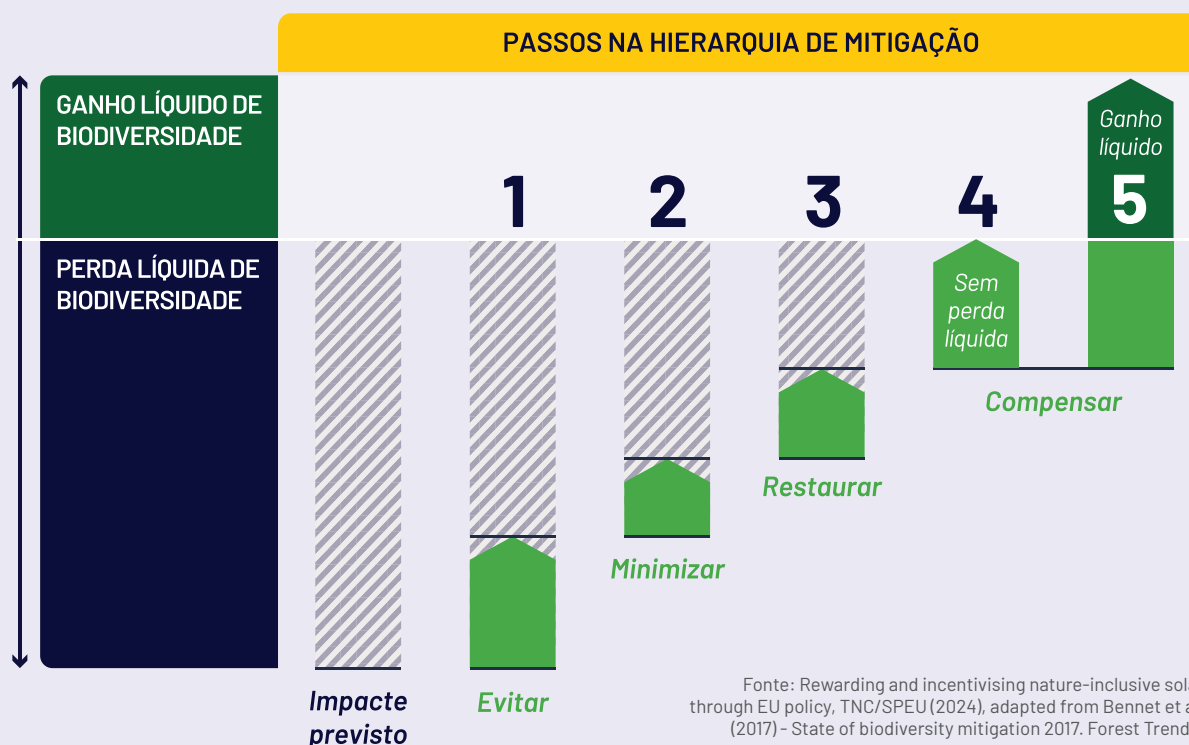
Um sítio de baixo conflito é definido como um local onde se espera que o desenvolvimento de energias renováveis represente um risco mínimo de impactos negativos significativos na biodiversidade, nos valores paisagísticos ou nas comunidades locais.¹ Estes locais são identificados através de uma análise espacial de base científica, sobrepondo áreas de baixa biodiversidade e sensibilidade social. Com base nisto, um local de baixo conflito com elevado potencial de desenvolvimento refere-se às áreas que não só satisfazem os critérios de baixo conflito, mas também demonstram uma forte viabilidade técnica para a produção de energia renovável, tornando-as zonas prioritárias para o desenvolvimento de projetos responsáveis e eficientes. Assim, estes são os locais que podem ser considerados para futuras iterações do que foi denominado Zonas de Aceleração de Energia Renovável (ZAER).

É importante salientar que "baixo conflito" não significa "ausência de conflito" e que a abordagem utilizada neste projeto não se centra em áreas artificiais ou telhados, mas sim em terrenos novos e não artificiais onde a implantação responsável de energias renováveis é mais viável e menos suscetível de causar danos ecológicos ou sociais. Esta abordagem está em conformidade com os compromissos climáticos assumidos por Portugal para 2030, tendo como pano de fundo os esforços europeus e mundiais para equilibrar a mitigação das alterações climáticas, a equidade energética e a preservação do património natural.

A análise realizada indica que Portugal pode atingir até 70% do seu objetivo para 2030 no que respeita à energia eólica terrestre, concentrando-se nestas áreas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento. Portugal continental tem também mais de cinco vezes os terrenos de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento necessários para cumprir o seu objetivo para 2030 em matéria de energia solar centralizada. Os projetos atualmente em curso e o reequipamento/sobreequipamento dos parques eólicos existentes podem reduzir a necessidade de instalar equipamentos adicionais de energias renováveis em novos terrenos, desde que sejam planeados com fortes medidas de mitigação ambiental.

ⁱ O conceito de localização de baixo conflito é tecnologicamente neutro e universalmente aplicável a todas as formas de energia renovável. As tecnologias solares de telhado e outras tecnologias de áreas artificiais podem ser consideradas no âmbito do conflito baixo se houver disponibilidade de dados adequados para a modelação espacial.

CAIXA 2: HIERARQUIA DE MITIGAÇÃO



- 1. Evitar impactos adversos**, incluindo a consideração de alternativas ao projeto.
- 2. Reduzir impactos** que não possam ser evitados.
- 3. Restaurar ou reabilitar ecossistemas danificados** ou populações de espécies no local de desenvolvimento.
- 4. As compensações** podem ser utilizadas no local ou fora dele como último recurso para minimizar impactos residuais e alcançar ausência de perda líquida.
- 5. Ganho líquido de biodiversidade:** as compensações também podem ser usadas para alcançar um ganho líquido em biodiversidade.

O reequipamento envolve a substituição de turbinas mais antigas e menos eficientes por modelos modernos e de maior capacidade, enquanto que o sobreequipamento refere-se à instalação de capacidade de energia adicional em parques eólicos existentes, aproveitando a capacidade inexplorada da rede no ponto de ligação existente.^[5] Adicionalmente, com medidas de mitigação orientadas e baseadas na ciência, as paisagens de transição classificadas como zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento representam uma reserva estratégica de terrenos para a expansão eólica e solar, oferecendo oportunidades substanciais para colmatar lacunas de capacidade.

Este guia explica como uma abordagem de Smart Siting, incluindo o planeamento espacial integrado, o envolvimento precoce e inclusivo das partes interessadas e medidas robustas em conformidade com a hierarquia de mitigação (Caixa 2), pode servir como uma ferramenta prática para a formulação de políticas, para o planeamento e para o desenvolvimento. Esta ferramenta é útil não só para a designação e desenvolvimento das ZAER (Capítulos 3 e 4), mas também para uma vasta gama

de outras aplicações (Capítulo 5), incluindo: a orientação da potencial expansão da rede elétrica do país; a integração dos valores da comunidade nas decisões de localização; a transferência dos esforços de mitigação fragmentados de intervenções ao nível do projeto para um planeamento coordenado ao nível da paisagem; informar o desenvolvimento de manuais de regras de mitigação, de processos de triagem ao nível dos projetos, de Avaliações de Impacte Ambiental (AIA), Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE) e quadros de envolvimento das partes interessadas exigidos pela legislação da UE.

Para além de uma explicação exhaustiva da metodologia de Smart Siting no guia principal, um conjunto alargado de anexos permite uma análise mais aprofundada. Estes anexos contêm uma análise por região e nível de conflito dos potenciais sítios de desenvolvimento de energias renováveis em Portugal, enumeram recursos para melhorar o envolvimento das partes interessadas e fornecem um enquadramento para combinar o planeamento ao nível da paisagem com a hierarquia de mitigação, entre outros tópicos.

Em resumo, esta abordagem de Smart Siting desenvolvida para Portugal exemplifica como o planeamento espacial integrado, o envolvimento das partes interessadas e a cartografia inovadora podem acelerar a transição para as energias renováveis, respeitando a natureza e as comunidades. Ao alavancar as terras de baixo conflito disponíveis no país, ao desenvolver de forma responsável as zonas de conflito moderado e ao alinhar os investimentos na rede com as prioridades ambientais e sociais, Portugal está bem posicionado para cumprir os objetivos do seu Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) e contribuir para os objetivos mais amplos da UE em matéria de descarbonização e biodiversidade. As lições e ferramentas aqui desenvolvidas oferecem um modelo replicável para outros países e regiões que procuram equilibrar a ação climática com a conservação e a justiça social.

1.1 Integração dos objetivos de energia, proteção da natureza e restauração

À medida que as exigências sobre o território se intensificam, acomodando resiliência climática, biodiversidade e espaço para a produção de energia renovável, é vital uma abordagem holística e transectorial para integrar estes objetivos. Smart Siting é uma parte essencial desta abordagem, orientando a expansão de novas energias renováveis para áreas de baixo conflito, enquanto protege áreas de elevado valor em termos de biodiversidade e investe estrategicamente no restauro da natureza para complementar a conservação da biodiversidade. Para além da afetação de terras, as políticas de ordenamento do território devem adotar estratégias a nível da paisagem que reconheçam a hierarquia de mitigação e garantam que os investimentos em energias renováveis se mantêm suficientemente competitivos para substituir os combustíveis fósseis.

Para atingir as metas globais de biodiversidade para 2030, a Europa deve cumprir a sua quota-parte, restaurando 30% de todos os ecossistemas degradados e conservando 30% de todas as terras, águas e mares.^[6] Em 2020, a UE adotou Estratégias e Planos de Ação Nacionais no domínio da Biodiversidade (EPANB) para 2030, a fim de cumprir os compromissos assumidos pelo bloco e pelos seus Estados-Membros enquanto participantes na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) das Nações Unidas.^[7] Os Planos de Ação Nacionais para a Biodiversidade são os principais instrumentos através dos quais os países aplicam a CBD.^[6] Nos termos do Quadro Mundial para a Biodiversidade de Kunming-Montreal, adotado em 2022, todas as partes são obrigadas a desenvolver, atualizar e aplicar Planos de Ação Nacionais para a Biodiversidade que estejam alinhados com os objetivos mundiais em matéria de biodiversidade. Na Europa, as EPANB estão a tornar-se ferramentas essenciais para alinhar a implantação das energias renováveis com os objetivos de biodiversidade, dado que os Estados-Membros são obrigados a integrar as salvaguardas da biodiversidade no planeamento do setor energético.

Os planos de ação nacionais da UE visam proteger os recursos naturais em conformidade com os objetivos da CBD e concertar estratégias nacionais para o efeito. De forma a atingir os objetivos de biodiversidade para 2030, a UE adotou o histórico

Regulamento de Restauro da Natureza (RRN)^[8] para inverter a perda de biodiversidade e recuperar ecossistemas terrestres e marinhos degradados. Estabelece um objetivo vinculativo de recuperação de, pelo menos, 20% das zonas terrestres e marítimas da UE até 2030 e de todos os ecossistemas que necessitem de restauro até 2050, ao mesmo tempo que determina que os Estados-Membros desenvolvam planos nacionais de restauro (PNR) que descrevam a forma como estes objetivos serão alcançados.^[8]

Os exemplos existentes na Europa e a nível mundial mostram a viabilidade e os benefícios de incentivar o desenvolvimento de energias renováveis integradas na natureza em terrenos degradados com baixo valor em termos de biodiversidade.^[9] Uma abordagem de Smart Siting situa-se assim no nexo entre a transição energética e a conservação ecológica, apoiando a agenda da competitividade ao reduzir o risco dos projetos e ao simplificar os processos de licenciamento para evitar atrasos desnecessários.

1.2 Enquadramento jurídico para as energias renováveis em Portugal

Os acordos internacionais, incluindo o Acordo de Paris, estabeleceram o objetivo de limitar o aquecimento global a um aumento máximo de 1,5 °C até 2030.^[10] A consecução deste objetivo exige uma rápida aceleração da transição para as energias renováveis. Paralelamente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, em especial o ODS 7 (relativo à energia acessível e limpa) e o ODS 15 (relativo à vida na terra), reforçam a necessidade de alargar o acesso à energia sustentável, invertendo simultaneamente a degradação dos solos.^[11]

A adoção por Portugal de um planeamento energético e espacial abrangente posicionou-o como um dos primeiros líderes neste domínio. O país é um dos pioneiros na implantação de energias renováveis na Europa, com o objetivo de gerar 93% da sua produção anual de eletricidade a partir de fontes renováveis até 2030, em comparação com 61% em 2023.^[5] O objetivo revisto reflete o compromisso de Portugal de se tornar um dos países líderes da UE na integração de energias renováveis, alinhando-se com os objetivos mais amplos de descarbonização e independência energética do bloco. Em maio de 2025, 77% do consumo de eletricidade do país foi abastecido por fontes de energias renováveis, com a energia solar a representar 17% – a quota mensal mais elevada alguma vez registada para esta tecnologia, de acordo com o operador da rede nacional de transporte RedEnergéticas Nacionais (REN).^[12] Para que Portugal atinja os seus objetivos ambiciosos, o país precisa de flexibilidade na resposta aos desafios relacionados com a otimização dos terrenos disponíveis e infraestruturas energéticas.

Os quadros jurídicos nacionais moldam este processo. Nos termos do Decreto n.º 72/2022,^[13] os municípios podem rejeitar projetos com base no património paisagístico se a ocupação renovável for superior a 2% e se o projeto não dispuser de uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável.

“O objetivo geral deste Guia de Smart Siting é fornecer às autoridades nacionais e locais, aos promotores e a outras partes interessadas informações úteis para impulsionar o diálogo sobre políticas e implementação, tanto para a aceleração das energias renováveis como para a conservação da natureza.”

Um instrumento legal que incide principalmente em projetos mais pequenos (inferiores a 100 hectares), uma vez que os grandes projetos requerem uma DIA, que se sobrepõe à desaprovação municipal. As alterações regulamentares recentes^[14] simplificam ainda mais o licenciamento, isentando os projetos solares com menos de 100 ha fora de zonas sensíveis dos requisitos de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) e permitindo o reequipamento de parques eólicos sem a intervenção das autoridades ambientais, exceto em zonas protegidas. Embora estas medidas tenham por objetivo acelerar a implantação, os períodos de consulta reduzidos correm o risco de deixar desprotegidas zonas de elevado valor em termos de biodiversidade. Sem uma análise mais atenta das áreas de projeto através da lente da mitigação e do ordenamento do território, põe-se em risco a aceleração das energias renováveis, suscitando-se preocupações quanto à conservação da natureza.^[15]

Na sequência da entrada em vigor a nível nacional das alterações revistas à Diretiva Energias Renováveis da União Europeia (RED da UE),^[16] o Governo de Portugal criou formalmente o Grupo de Trabalho para a Definição das Áreas de Aceleração das Energias Renováveis (GTAER) em dezembro de 2023, coordenado pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).^[17] O grupo publicou, em março de 2024, uma terceira edição do mapa original das Zonas de Aceleração das Energias Renováveis, desenvolvido pelo LNEG em 2022, que descreve as mais recentes atualizações às áreas menos sensíveis para a implantação de energias renováveis terrestres.^[18] As áreas identificadas nesta terceira edição são avaliadas através de uma AAE que teve início no final de setembro de 2025, com o objetivo de criar uma versão preliminar de um plano setorial para as energias renováveis até abril de 2026, que definirá rigorosamente as ZAER, bem como as orientações de implementação para cada área.

Adicionalmente, a Estratégia Nacional para a Conservação da Natureza e a Biodiversidade 2030^[19] esteve, até outubro de 2025, a ser objeto de consulta pública no âmbito do processo de transposição do RRN da UE.^[20] Paralelamente ao processo de designação final das ZAER, estes processos de transposição nacionais proporcionam uma oportunidade única para Portugal ser pioneiro numa abordagem holística a nível paisagístico para planeamento e cartografia espacial prévios, alinhada com a rápida expansão das energias renováveis, com o ordenamento do território, o restauro ecológico, a proteção da biodiversidade e a equidade social.

1.3 Conceção e aplicações do estudo

Este guia apoia os compromissos de Portugal em matéria de clima e energia, introduzindo uma abordagem abrangente de ordenamento do território que integra vários elementos inovadores: i) modelação do potencial de desenvolvimento energético para a energia solar e eólica, ii) um quadro de mapeamento da biodiversidade de filtro grosso/filtro fino e iii) mapeamento dos valores sociais, incluindo uma análise

do campo visual da paisagem. Combinando estes métodos, o guia expande as abordagens tradicionais de localização com o objetivo de complementar os respetivos casos de utilização por vários intervenientes para uma implantação responsável e eficiente das energias renováveis.

Com base no relatório do GTAER,^[21] este estudo vai além das abordagens existentes, integrando modelos do potencial de desenvolvimento energético para a energia solar e eólica diretamente no planeamento espacial. Embora este estudo não tenha conseguido abordar os problemas de congestionamento da rede elétrica em Portugal, estes modelos têm em conta uma vasta gama de outras restrições técnicas e de recursos energéticos, integrando simultaneamente medidas de viabilidade para garantir que apenas são selecionadas as zonas com elevado potencial de desenvolvimento. Desta forma, evita-se a armadilha comum de designar sítios que não têm a viabilidade técnica ou de recursos necessária para projetos de energias renováveis economicamente sustentáveis, fornecendo assim aos promotores e decisores políticos uma base mais fiável e concreta para a tomada de decisões.

Além disso, a aplicação de uma abordagem de filtro grosso/filtro fino à cartografia da biodiversidade melhora o processo de localização ao integrar dados ao nível do ecossistema e ao nível das espécies. Em vez de simplesmente excluir áreas do desenvolvimento, este método apoia a tomada de decisões informadas, identificando onde podem ser necessárias medidas de mitigação, permitindo uma localização de energias renováveis mais responsável e consciente do contexto. Adicionalmente, esta abordagem para o mapeamento de valores de biodiversidade pode enriquecer ainda mais o processo de AAE e constituir a espinha dorsal de um futuro Manual de mitigação, a anexar às ZAER finais de Portugal (Anexo VI) no âmbito dos mandatos políticos da RED da UE.

O mapeamento dos valores sociais, incluindo a utilização da análise do campo visual da paisagem, é uma nova adição ao planeamento das energias renováveis em Portugal. Ao identificar as paisagens sensíveis ao turismo e à estética visual, os técnicos e decisores podem antecipar e abordar a potencial resistência social, facilitando a aceitação da comunidade e melhores resultados do projeto.

A análise contida neste guia faz avançar ainda mais o ordenamento do território, identificando também zonas de conflito moderado onde o desenvolvimento poderia ocorrer em determinadas circunstâncias, orientado pelo quadro da hierarquia de mitigação (ver Caixa 2). Esta abordagem alargada fornece orientações específicas para a implantação responsável de energias renováveis, permitindo aos responsáveis pelo planeamento e aos promotores responder a potenciais desafios através de medidas de mitigação e restauro específicas.

O objetivo geral deste Guia de Smart Siting é fornecer às autoridades nacionais e locais, aos promotores e a outras partes interessadas informações úteis para impulsionar o diálogo sobre políticas e implementação, tanto para a aceleração das energias renováveis como para a conservação da natureza.



Os dados espaciais apresentados podem orientar recomendações de mitigação para projetos futuros, podem ser integrados no planeamento espacial municipal e podem informar outros processos transversais de utilização e conversão dos solos, incluindo:

- **Planeamento espacial das energias renováveis a nível nacional e iterações de ZAER:** Este guia serve de apoio aos processos de AAE em curso, em consonância com os objetivos nacionais em matéria de energia, equipando as autoridades para selecionarem projetos para a implantação de ZAER. Os promotores têm a possibilidade de reduzir o risco dos seus investimentos, antecipando as dificuldades de licenciamento e identificando os melhores sítios (Capítulos 3, 4).
- **Oportunidades solares e eólicas para além dos locais de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento:** Para além das áreas estritamente protegidas (de acordo com a Diretiva RED III), destacam-se as regiões com elevado potencial de desenvolvimento energético onde podem existir conflitos com a biodiversidade ou os valores sociais. Estas não representam automaticamente exclusões completas; pelo contrário, exigem um planeamento sofisticado, o envolvimento das partes interessadas e medidas de mitigação sólidas. Estes dados podem ser utilizados para informar os manuais de regras de mitigação. Os promotores podem utilizar os dados espaciais para antecipar e resolver potenciais conflitos com os valores da biodiversidade através de planos de micro-situação e de mitigação/restauro adaptados, apoiando uma abordagem matizada e específica de cada caso, alinhada com os quadros de licenciamento nacionais e da UE (Secção 4.1).
- **Orientação das oportunidades de expansão da rede elétrica:** Este guia fornece metodologias para a utilização

de mapas de baixa conflitualidade, juntamente com modelos de potencial de recursos, para identificar estrategicamente zonas preparadas para o desenvolvimento atual e/ou futuro, em função da capacidade atual das infraestruturas e das potenciais atualizações. São apresentadas metodologias nacionais e locais, com destaque para os locais onde o planeamento da expansão pode ocorrer, para ajudar a incentivar o desenvolvimento em zonas de baixo conflito (Secção 5.1 e Anexo II).

- **Análise do campo visual para a sensibilidade paisagística:** Ao mapear a visibilidade a partir de locais com uma importância estética ou sociocultural significativa, a análise do campo visual ajuda os técnicos e decisores a avaliar a potencial resistência social devido aos impactos visuais (Capítulo 3). Ajustes precoces na localização e na conceção do projeto podem reduzir os conflitos e facilitar a aceitação pela comunidade, como demonstrado num exercício piloto de mapeamento participativo em Silves, em que as partes interessadas locais identificaram áreas de valor cultural, agrícola, de biodiversidade e turístico (Secção 5.2 e Anexo V).
- **Orientação de um quadro de mitigação a nível nacional:** Os dados sociais e de biodiversidade podem servir de base a estratégias de compensação e restauro, maximizando o retorno do investimento em termos de resultados ecológicos. Isto é especialmente relevante para promotores pioneiros, processos de aquisição de energia renovável e futuros leilões que incluam critérios não-preço.^[22] Os dados podem também apoiar parcerias de promoção de desenvolvimento ecológico e regenerativo (por exemplo, act4nature^[23]) e informar o debate em torno da Estratégia Nacional para o Ordenamento do Território de Portugal (Secção 5.3 e Anexo IV) e discussões sobre a introdução de créditos de serviços de ecossistema e proteção da natureza.^[24]

2. O processo de Smart Siting

A metodologia de Smart Siting está estruturada em torno de quatro componentes centrais inovadoras,^[25,26] nas quais se baseia a estrutura do presente capítulo:

i) Modelação do potencial de desenvolvimento eólico e solar:

Descreve o procedimento para gerar mapas probabilísticos de potencial de desenvolvimento para energia eólica e solar, incluindo as fontes de dados utilizadas e as técnicas de modelação e validação adotadas.

ii) Mapeamento dos valores de conservação através de uma estrutura de filtro grosso/filtro fino: Descreve em pormenor a metodologia de mapeamento dos valores da biodiversidade, combinando dados ao nível dos ecossistemas e das espécies para identificar áreas de importância ecológica.

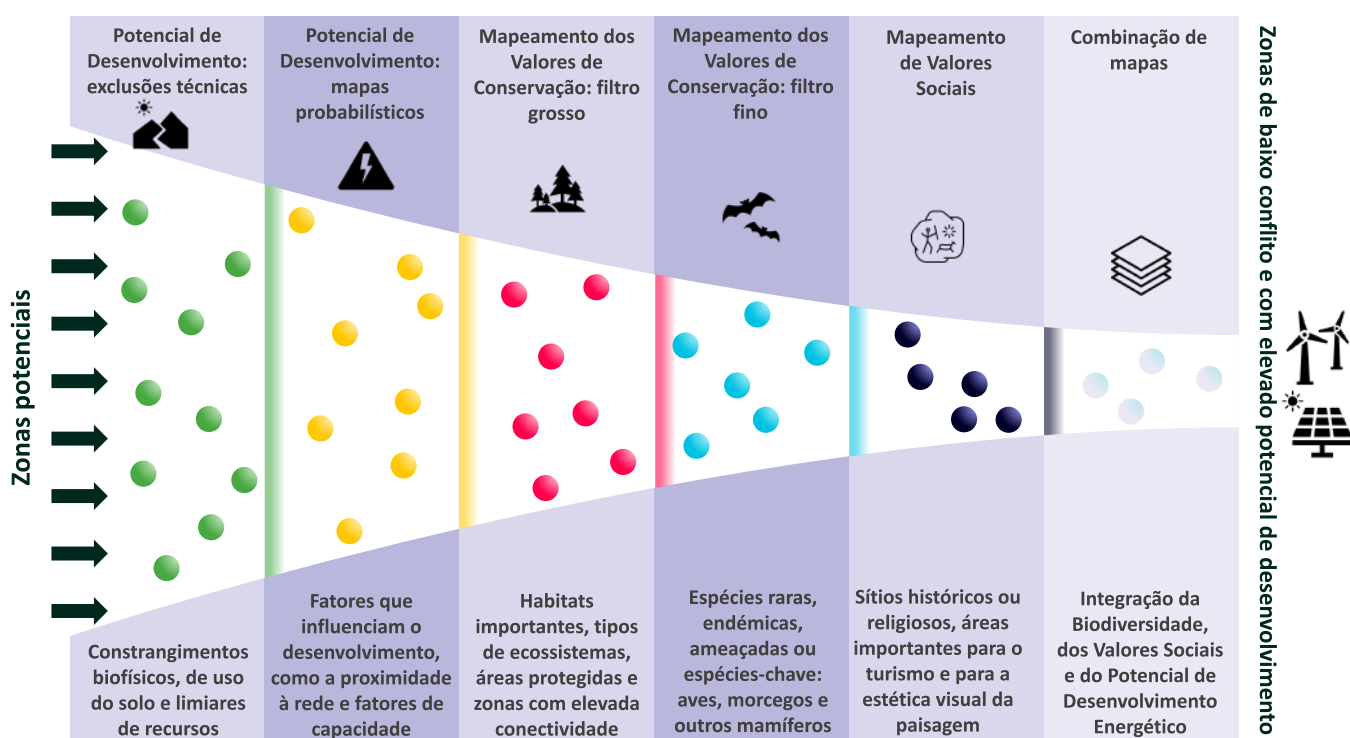
iii) Mapeamento de valores sociais, incluindo análise do campo visual da paisagem: Explica a integração de indicadores

selecionados (identificados no estudo como estética visual, características socioculturais e zonas de sensibilidade costeira) para o mapeamento de áreas de valor social e de possível conflito.

iv) Combinação de mapas: Descreve o processo de sobreposição das três camadas principais para identificar zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para as energias renováveis e descreve o quadro para um planeamento sensível a contextos sociais e ambientais.

Ao combinar os três primeiros métodos nesta etapa final, o guia vai para além das abordagens tradicionais de localização, oferecendo informações orientadoras para a tomada de decisão para uma implantação responsável e eficiente das energias renováveis (Figura 1).

FIGURA 1: O processo de Smart Siting



“O envolvimento precoce e inclusivo ajuda a identificar os valores a considerar na delimitação espacial, cria confiança e reduz o risco de oposição ou de atrasos no projeto.”

O envolvimento das partes interessadas é um elemento fundamental da abordagem de Smart Siting, assegurando que o planeamento das energias renováveis é cientificamente sólido e socialmente legítimo. Ao envolver um leque diversificado de atores do setor, incluindo as autoridades públicas, a indústria, a sociedade civil, o meio académico e os membros das comunidades locais, foi possível recolher dados essenciais, validar prioridades espaciais e integrar as perspetivas locais nas análises técnicas. O envolvimento precoce e inclusivo ajuda a identificar os valores a considerar na delimitação espacial, cria confiança e reduz o risco de oposição ou de atrasos no projeto. Em contrapartida, as consultas tardias ou unilaterais resultam frequentemente em reações negativas, no cancelamento de projetos e em consequências para a reputação das entidades e promotores, acabando por atrasar a transição energética. No Anexo IV, apresentam-se a variedade de formatos utilizados, os principais resultados, as lições aprendidas e as recomendações para futuros compromissos.

Todos os dados utilizados (Tabela 6) ou produzidos para a análise de Smart Siting estão disponíveis, em open-source em formatos compatíveis com qualquer software de SIG, podendo ser transferidos do site da TNC, juntamente com anexo técnico e metodologia pormenorizada.

2.1 Modelação do potencial de desenvolvimento eólico e solar

A análise de modelação energética centra-se na criação de mapas preditivos probabilísticos do potencial de desenvolvimento, no sentido de estimar futuras localizações de turbinas eólicas terrestres (eólica) e parques solares fotovoltaicos montados no solo (FV) em Portugal continental. Estes mapas atribuem a cada local uma probabilidade relativa de desenvolvimento, variando de 0 (altamente improvável) a 1 (altamente provável), e são fundamentais para antecipar onde podem ocorrer os potenciais impactes da expansão das energias renováveis.^[27]

Utilizando localizações cartografadas publicamente disponíveis de projetos de energia renovável passados e atuais, conjuga-se processamento espacial com modelação estatística espacial avançada.^[28-32] Para tal, selecionou-se o algoritmo não-paramétrico e probabilístico *Random Forest*^[33] – recorrendo a Árvores de Classificação e Regressão com amostragem *bootstrap* – para modelar o potencial de desenvolvimento eólico e FV. Para esta técnica de modelação três fontes de dados são fundamentais: 1) um mapa dos projetos eólicos e fotovoltaicos atuais; 2) um mapa de terrenos tecnicamente adequados onde a instalação de projetos de energia renovável possa ocorrer no futuro; e 3) o mapeamento de um conjunto de variáveis previamente identificadas como fatores que influenciam a localização de

projetos de energias renováveis. A metodologia passo a passo é resumida na Caixa 3.

Uma versão preliminar dos mapas resultantes da modelação do potencial de desenvolvimento eólico e fotovoltaico foi apresentada a uma equipa de trabalho de especialistas do setor, em setembro de 2024, e posteriormente aos principais partes interessadas portuguesas (LNEG e APREN) em dezembro de 2024 e fevereiro e julho de 2025. Durante a validação do modelo FV, observou-se que os fatores de desenvolvimento variam entre os projetos FV de pequena escala (inferiores a 10 hectares) e os de grande escala (superiores a 10 hectares). Esta observação contribui para uma modelação de FV dividida por classe de dimensão, utilizando um limiar de 10 hectares – valor determinado pela dimensão média de todos os parques solares no nosso conjunto de dados e que se alinha com o limite de capacidade de 5 MW normalmente utilizado para definir projetos solares de grande escala.^[40] Desta forma, conseguiu-se melhorar a precisão do modelo fotovoltaico e proporcionou oportunidades para comparar diferentes cenários de desenvolvimento.

Devido à elevada saturação e congestionamento da rede elétrica em Portugal, foram gerados dois modelos adicionais: um que excluía os parâmetros das subestações e outro que excluía todos os parâmetros relacionados com a rede elétrica. Estas versões permitiram identificar os fatores que influenciam o desenvolvimento de energias renováveis para além da infraestrutura da rede e forneceram informações sobre os locais onde a expansão da rede poderá ser necessária para cumprir os objetivos de longo prazo em matéria de energias renováveis (Secção 5.1 e Anexo II). No total, o esforço de modelação produziu nove mapas intermédios de potencial de desenvolvimento (três para a energia eólica, três para a energia fotovoltaica em grande escala e três para a energia fotovoltaica em pequena escala), que, por sua vez, foram utilizados para gerar um mapa final do potencial de desenvolvimento eólico e dois mapas finais do potencial de desenvolvimento fotovoltaico (divididos por dimensão). Com estes mapas, identificaram-se áreas tecnicamente adequadas com elevado potencial de desenvolvimento (com valores iguais ou superiores a 0,65) para cada tecnologia, criando-se mapas binários para serem integrados com as camadas cartográficas de biodiversidade e valores sociais como parte da análise de Smart Siting para Portugal.

Para garantir que esta modelação energética se alinha com os objetivos de Portugal em matéria de energias renováveis, levou-se a cabo uma avaliação de insuficiências de capacidade (Secção 3.2) com base no PNEC.^[5] A comparação da capacidade instalada projetada para a **energia eólica terrestre** e a **energia solar centralizada** em 2030 com a capacidade esperada em 2025, permitiu quantificar a capacidade adicional necessária para cada tecnologia. Ao estabelecer estes valores de referência, determinou-se a quantidade de novas energias renováveis que devem ser instaladas e correlacionar esse valor com as áreas identificadas pelos nossos esforços de modelação (Capítulo 4).

- 1 Mapeamento do desenvolvimento existente:**
Criação de mapas validados das atuais instalações eólicas e fotovoltaicas em Portugal continental.
- 2 Identificação de terrenos tecnicamente adequados:**
Mapeamento das áreas adequadas para o futuro desenvolvimento eólico e fotovoltaico, aplicando critérios técnicos de exclusão.
- 3 Geração de dados de presença/ausência:**
Extração de localizações exatas dos locais de instalações de energias renováveis existentes (presentes) e não desenvolvidos (ausentes) para apoiar a modelação preditiva.
- 4 Mapeamento de parâmetros influentes:**
Identificação e mapeamento de parâmetros espaciais que se sabe que influenciam o desenvolvimento eólico e fotovoltaico (p. ex., declive, proximidade da rede, fatores de capacidade).
- 5 Criação de um conjunto de dados de treino do modelo:**
Atribuição de valores de parâmetros a todas as localizações presentes e ausentes para a criação de um conjunto de dados de treino abrangente.
- 6 Seleção de parâmetros-chave:**
Utilização do pacote `rfUtilities`, em linguagem R, para remover variáveis altamente correlacionadas e seleccionar os preditores mais significativos para o desenvolvimento do modelo.^[34-38]
- 7 Execução de modelos Random Forest:**
Aplicação do pacote "`ranger`", em linguagem R, para a criação de modelos de Random Forest de conjunto para o potencial de desenvolvimento eólico e fotovoltaico.^[39]
- 8 Validação do desempenho do modelo:**
Avaliação da precisão do modelo utilizando métricas como log loss, Cohen's Kappa e AUC/ROC para garantir a fiabilidade.
- 9 Geração dos mapas de potencial de desenvolvimento:**
Aplicação dos modelos finais em terrenos tecnicamente adequados para a produção de mapas probabilísticos do potencial futuro para desenvolvimento eólico e fotovoltaico.

2.2 Mapeamento de valores de conservação

O mapeamento dos valores da biodiversidade é um passo fundamental para garantir que o desenvolvimento de energias renováveis evite áreas ecologicamente sensíveis e objetivos de conservação a longo prazo. A metodologia adotada em Portugal baseia-se numa primeira filtragem de maior resolução (filtro grosso), seguida de filtragem de resolução fina (filtro fino), uma abordagem de planeamento da conservação amplamente aceite.^[26,41,42]

O **filtro grosso** foi concebido para representar padrões ecológicos alargados, capturando ecossistemas inteiros e tipos de habitat. O princípio subjacente é que, ao proteger exemplos representativos destes sistemas, tais como florestas, zonas húmidas ou prados, a maioria das espécies e dos processos ecológicos também será conservada. Em Portugal, o filtro grosso foi construído através da integração de três parâmetros ecológicos espacialmente explícitos: extensão, conectividade e raridade (Caixa 4).

CAIXA 4: AS CAMADAS DE FILTRO GROSSO

Extensão:

Esta camada quantifica a distribuição e a composição dos tipos de coberto vegetal favoráveis à biodiversidade (por exemplo, com base na capacidade de sustentar funções ecológicas), utilizando mapas nacionais de utilização do solo e de coberto vegetal.^[43,44] O recurso a especialistas foi essencial para atribuir pontuações de favorabilidade da biodiversidade a cada classe, garantindo que estas refletem o contexto ecológico global de Portugal.

Conectividade:

Esta camada avalia a conectividade estrutural de habitats favoráveis, apoiando processos ecológicos como o movimento de espécies, o fluxo genético e a adaptação climática.^[45] Esta camada foi derivada da camada de extensão utilizando análises com janela móvel, enfatizando a função à escala da paisagem e a resiliência face às alterações climáticas e de utilização dos solos.^[46]

Raridade:

Esta camada identifica áreas de elevada importância para a conservação que podem não ser totalmente captadas apenas pela extensão ou conectividade. Esta camada combina zonas protegidas (por exemplo, Natura 2000, zonas húmidas de Ramsar, Rede Nacional de Áreas Protegidas/RNAP) com características ecologicamente significativas, como as Zonas Importantes para as Aves (IBA) e as zonas-tampão de vegetação ripícola. Os contributos de especialistas alargaram este âmbito de modo a incluir áreas sob regimes florestais e reservas bioenergéticas, refletindo o potencial de biodiversidade de paisagens geridas. O Índice de Modificação Humana (IMH) foi utilizado para ajustar as pontuações da biodiversidade com base no grau de perturbação antropogénica.^[47]

O **filtro fino** complementa a perspetiva ecossistémica do filtro grosso, centrando-se em espécies que podem não ser adequadamente protegidas através da representação de habitats em grande escala. Este filtro visa espécies raras, endémicas, ameaçadas ou espécies-chave e os seus habitats críticos. Em Portugal, foram desenvolvidos mapas de sensibilidade de filtro fino para três grandes grupos taxonómicos: aves, morcegos e outros mamíferos, utilizando dois conjuntos de dados primários (Tabela 6): Dados do Atlas Nacional^[48-53] e modelos de Área de Habitat.^[54]

Para ambos os filtros, foram utilizadas análises estatísticas e conhecimentos especializados para definir três categorias de conflito: baixo, moderado e elevado. Para o filtro grosso, isto envolveu a identificação de transições-chave na qualidade do habitat, conectividade e representação da raridade. Para o filtro fino, o processo centrou-se na forma como os diferentes níveis de presença de espécies se traduzem em risco ecológico, assegurando que as áreas com maiores concentrações de espécies ameaçadas fossem devidamente assinaladas. A etapa final envolveu a combinação de ambos os filtros numa classificação unificada de conflitos de biodiversidade. Para o efeito, procedeu-se ao cruzamento dos resultados categóricos de cada filtro numa matriz de nove combinações possíveis. Cada combinação foi agrupada em cinco categorias de conflito: baixo, moderado-baixo, moderado, moderado-alto e alto (Tabela 1).

TABELA 1: Descrições das categorias combinadas de conflitos de biodiversidade para o mapa de conflitos de biodiversidade

CONFLITO BAIXO

Áreas onde ambos os filtros (grosso e fino) concordam com uma sensibilidade mínima à biodiversidade, tornando-as fortes candidatas ao desenvolvimento de energias renováveis com risco ecológico reduzido. Estas zonas são tipicamente caracterizadas por uma fraca presença de espécies, fraca conectividade de habitats e ausência de espécies raras ou habitats protegidos.

CONFLITO MODERADO-BAIXO

Zonas onde a sensibilidade ao nível do ecossistema (filtro grosso) é moderada, mas a sensibilidade ao nível das espécies (filtro fino) continua a ser baixa. Estas paisagens podem suportar funções ecológicas mais vastas, mas não albergam espécies que suscitem grandes preocupações de conservação. Estas zonas podem ser adequadas para desenvolvimento com um mínimo de risco ecológico, desde que existam salvaguardas adequadas.

CONFLITO MODERADO

Zonas onde as espécies de interesse para a conservação estão moderadamente presentes e onde a sensibilidade ao nível do ecossistema é também evidente, mas não dominante. Apesar de não serem classificadas como críticas, justificam um planeamento cuidadoso e uma avaliação ecológica.

CONFLITO MODERADO-ALTO

Zonas com elevada sensibilidade ao nível das espécies (filtro fino) que não são assinaladas como ecologicamente críticas pelo filtro grosso. Estas zonas encontram-se frequentemente adjacentes a áreas protegidas e podem servir como corredores importantes ou habitats-tampão, apoiando o movimento de espécies e a conectividade ecológica. Os respetivos valores elevados de filtragem fina indicam a presença de espécies sensíveis ou ameaçadas, o que as torna ecologicamente significativas apesar de indicadores moderados ou baixos ao nível do ecossistema. Estas áreas requerem um planeamento cuidadoso para evitar impactes indesejados na biodiversidade.

CONFLITO ALTO

Zonas com elevado valor de conservação, identificadas pelo filtro grosso, independentemente da sensibilidade ao nível das espécies. Estas zonas incluem áreas protegidas, habitats raros e paisagens com elevada conectividade ecológica – todos essenciais para manter a integridade dos ecossistemas. Devido ao seu papel fundamental na conservação da biodiversidade, o desenvolvimento nestas zonas é fortemente desaconselhado.

2.3 Mapeamento de valores sociais

O mapeamento dos indicadores sociais é uma componente crítica para a avaliação de projetos de energias renováveis. No estudo, identificou-se a estética da paisagem (camada do campo visual da paisagem), o património cultural (camada de valores socioculturais) e a dinâmica costeira (camada de sensibilidade costeira) como valores importantes a ter em conta para garantir um desenvolvimento com maior aceitação social em Portugal. Cada um destes serve como um filtro grosso para identificar áreas de potencial conflito social ou de maior valor comunitário.

A **camada do campo visual** baseia-se numa análise de visibilidade à escala nacional ancorada num conjunto de dados de "valor paisagístico" derivados de conteúdos de redes sociais georreferenciados, principalmente do Flickr. Este método inovador aproveita a distribuição espacial de fotografias geradas pelos utilizadores para o mapeamento de áreas de valor paisagístico, recreativo ou cultural. Ao identificar os locais com maior concentração de ficheiros carregados, localizaram-se os principais pontos de observação suscetíveis de influenciar a sensibilidade social às alterações do uso do solo. Adicionalmente, a análise do campo visual utilizou um modelo de superfície digital, estabelecendo distâncias de proteção para delinear zonas onde as infraestruturas de energias renováveis seriam mais visíveis e potencialmente controversas. Esta abordagem fornece um substituto aos métodos tradicionais que consomem muitos recursos, como os inquéritos ou a cartografia participativa, recorrendo a dados da percepção pública do valor da paisagem.

A **camada de valores socioculturais** sintetiza dados nacionais oficiais relativos ao património cultural e sítios de elevado valor arqueológico, incluindo monumentos classificados, zonas de proteção, sítios arqueológicos documentados e árvores de interesse público. Estes conjuntos de dados foram homogeneizados e agregados numa única grelha binária, destacando-se áreas de importância cultural ou arqueológica concentrada. A camada resultante capta tanto os sítios formalmente protegidos como as zonas mais amplas de importância social, assegurando que o planeamento espacial para as energias renováveis tem em conta a importante paisagem cultural de Portugal.

A **camada de sensibilidade costeira** foi desenvolvida para assinalar as áreas ao longo da costa portuguesa e ilhas adjacentes – zonas particularmente vulneráveis às alterações da paisagem e aos processos costeiros dinâmicos. Utilizando uma abordagem relativamente conservadora, esta camada aplica um faixa-tampão de 2 km para o interior a partir da linha costeira, desta forma englobando tanto os valores naturais como culturais suscetíveis de impactos causados pelo desenvolvimento de energias renováveis. A zona de sensibilidade costeira é especialmente relevante para projetos próximos do mar, onde os impactos visuais, ecológicos e económicos se acumulam tipicamente.

Para fornecer uma ferramenta de triagem abrangente que tenha um papel preventivo do conflito social, estas três camadas foram integradas num único mapa de valores sociais. Todas as camadas foram rasterizadas com uma resolução de 100 m e recortadas para a área de estudo, assegurando o alinhamento espacial e a comparabilidade. A integração seguiu uma abordagem de união lógica: todas as células assinaladas

como sensíveis em pelo menos uma camada, quer devido à visibilidade, ao património cultural ou à proteção costeira, foram classificadas como zonas de conflito social no mapa final. Este método capta todas as possíveis fontes de sensibilidade social, dando prioridade a uma abordagem precaucionária.

2.4 Agregação de mapas: Integração da biodiversidade, valores sociais e potencial de desenvolvimento energético

Um dos objetivos centrais do projeto de Smart Siting em Portugal – a identificação de áreas onde o potencial de desenvolvimento de energias renováveis possa ser maximizado com o mínimo de conflitos ecológicos e sociais – foi alcançado através da unificação das três camadas descritas neste capítulo: biodiversidade, valores sociais e potencial de desenvolvimento energético. Para além da identificação de locais de baixo conflito, os resultados dos mapas combinados também revelam áreas de conflito moderado. Segue-se a descrição das etapas para a agregação dos três mapas:

1. Identificação de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento

Para orientar estrategicamente o desenvolvimento de energias renováveis, começou-se pela construção de um mapa unificado de baixo conflito, sobrepondo camadas de sensibilidade à biodiversidade e de valores sociais. Um local só pode ser considerado de baixo conflito se

- For identificado como sendo de baixo conflito na camada de biodiversidade, e
- Não for assinalado como sendo de alto conflito na camada de valores sociais.

Estas áreas representam zonas onde o risco de perturbação da biodiversidade e de oposição social é mínimo, tornando-as candidatas adequadas para uma análise mais aprofundada. Partindo desta base, foram identificadas zonas de baixo conflito e alto potencial de desenvolvimento de energias renováveis. Para o efeito, combinou-se o mapa de baixa conflitualidade com os mapas de potencial de desenvolvimento energético, aplicando um limiar (potencial de desenvolvimento igual ou superior a 0,65) para a definição do potencial elevado. Um local é classificado como de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento se:

- For identificado como sendo de baixo conflito no mapa unificado (de critérios sociais e de biodiversidade), e
- Estiver classificado como de elevado potencial de desenvolvimento nos mapas energéticos.

Este processo foi conduzido separadamente para as tecnologias solar e eólica, resultando em mapeamentos distintos de áreas prioritárias para cada uma delas. O resultado é uma seleção de locais, diferenciada por tecnologia, onde os projetos de energias renováveis podem avançar com um risco ecológico e social mínimo e com uma forte viabilidade técnica.



“Em conjunto, estas etapas criam um quadro transparente e científico para um planeamento de energias renováveis sensível a contextos sociais e ambientais.”

2. Estimativa da área necessária para objetivos energéticos nacionais

Seguindo o mapa de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento e utilizando a análise de lacunas de capacidade (Secção 3.2), estimaram-se as áreas de terrenos necessárias para cumprir os objetivos energéticos de Portugal para 2030. Este cálculo utiliza dois pressupostos de densidade de potência (i.e. quantidade de MW por km²) para cada tecnologia: um valor conservador (baixa densidade de potência) e um valor otimista (alta densidade de potência), refletindo diferentes cenários para a eficiência das energias renováveis. Para a energia eólica, foi considerado um valor adicional de densidade de potência recomendado por especialistas no setor energético português. Ao multiplicar a capacidade adicional necessária pelos pressupostos de densidade de potência, foram obtidas estimativas da necessidade de terrenos para atingir os objetivos energéticos portugueses tanto a nível eólico como solar. Adicionalmente, estimou-se a capacidade potencial de reequipamento/sobreequipamento (Caixa 5) para projetos eólicos em Portugal, juntamente com a capacidade potencial dos projetos eólicos e solares no *pipeline* (projetos

em construção ou em fase de aprovação; Caixa 5) Esta análise implicou uma reavaliação relativamente à área total necessária para atingir objetivos climáticos, reduzindo-a e estabelecendo cenários de desenvolvimento alternativos com base nas infraestruturas de energias renováveis atuais e planeadas.

3. Resultados finais da modelação Smart Siting

Em conjunto, estas etapas criam um quadro transparente e científico para um planeamento de energias renováveis sensível a contextos sociais e ambientais. Para além de destacar as zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento, a combinação de mapas também revela áreas de conflito moderado, onde o desenvolvimento tem o potencial de ser viável se orientado por princípios de hierarquia de mitigação e salvaguardas reforçadas. Estas zonas oferecem oportunidades para uma expansão responsável, especialmente quando associadas a medidas de mitigação adicionais e a estratégias de preservação do património cultural. Assim, esta abordagem integrada apoia tanto a aceleração da implantação das energias renováveis como a proteção dos valores ecológicos e sociais de Portugal.

3. O potencial de Smart Siting em Portugal

Os resultados quantitativos e espaciais da análise de Smart Siting, considerando tanto critérios técnicos, como sociais e de biodiversidade, revelam que a quantidade e o local em que os terrenos em Portugal são adequados para o desenvolvimento de energias renováveis, correspondem a um grande potencial para acelerar a transição energética em Portugal.

Os resultados mostram que as áreas com elevado potencial de desenvolvimento eólico abrangem 2.223 km² (2,5% de Portugal continental) –concentrados nas regiões Norte e Centro, que, por sua vez, contêm aproximadamente 67% do total de terrenos nesta categoria. No que diz respeito à energia solar, 15.594 km² de terreno (17,5% de Portugal continental) têm um elevado potencial de desenvolvimento, liderado pela região do Alentejo com 43% (aproximadamente 6.758 km²) do terreno com elevado potencial de desenvolvimento solar.

Por outro lado, o processo de mapeamento de baixa conflitualidade revela que as zonas com baixo potencial de conflito com base em critérios sociais e de biodiversidade abrangem 11.355 km² (12,7%) de Portugal continental.

Cruzando estas duas realidades, as zonas prioritárias para o desenvolvimento das energias renováveis, i.e., zonas simultaneamente de baixo conflito e de elevado potencial de desenvolvimento, totalizam 1.514 km² para a energia solar e 267 km² para a energia eólica.

3.1 Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento

A análise realizada conclui que uma área de 2.223 km² (2,5% de Portugal continental) apresenta um elevado potencial de desenvolvimento para energia eólica terrestre (i.e. potencial de desenvolvimento igual ou superior a 0,65), após a aplicação de todas as exclusões técnicas (Figura 2a). Estas áreas estão predominantemente concentradas nas regiões NUTS II do Norte e Centro, que, no seu conjunto, representam cerca de 1495 km² (mais de 67% de todos os terrenos com elevado potencial de desenvolvimento eólico em Portugal). Outras regiões, como o Algarve e o Oeste e Vale do Tejo, apresentam também zonas significativas de elevado potencial de desenvolvimento, com 259 km² e 236 km², respetivamente. Para sistemas fotovoltaicos, o mapa final de potencial de desenvolvimento identifica 15.594 km² (17,5% de Portugal continental) como tendo um elevado potencial de desenvolvimento para novos

projetos (Figura 2b). Mais de 43% dos terrenos com elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar, ou seja, 6.758 km², estão localizados na região do Alentejo. Outros 44,5% destas áreas estão uniformemente distribuídos pelas regiões Centro, Oeste e Vale do Tejo, e Algarve, com cerca de 6.938 km² de sítios com elevado potencial de desenvolvimento para energia solar fotovoltaica.

O mapa integrado de conflitos de biodiversidade mostra que as zonas de baixo conflito cobrem 12.073 km² (Figura 3a), o que representa cerca de 13,6% do território continental do país, enquanto os sítios de conflito moderado-baixo representam 5.672 km² (6,4% do país). As zonas de conflito moderado compreendem 27.308 km², ou seja, 30,6% de Portugal continental, e as zonas de conflito moderado-alto totalizam 9.894 km² (11,1% do país). As áreas de conflito elevado, que indicam fortes prioridades de conservação, abrangem 34.154 km², perfazendo 38,3% do território nacional.

Para o mapeamento dos valores sociais, a análise do campo visual identificou aproximadamente 1.260 km², representando cerca de 1,4% de Portugal continental, como tendo uma elevada sensibilidade visual/estética. A camada de valores socioculturais destaca zonas de importância cultural ou arqueológica concentrada que cobrem aproximadamente 4.556 km². A camada de sensibilidade costeira identifica 1.846 km² de terras como sensíveis à paisagem e à dinâmica costeira. O mapa final combinado de conflitos sociais, onde pelo menos uma fonte de sensibilidade social se encontra presente, identifica 7.269 km² – aproximadamente 8,2% de Portugal Continental – como zonas de conflito social alto (Figura 3b).

A etapa final deste estudo consistiu na criação de um mapa unificado de baixa conflitualidade para Portugal, que revela que uma área de 11.355 km², ou 12,7% de Portugal continental, está classificada como sendo de baixo conflito, concentrada principalmente nas regiões Centro (6.282 km²) e Oeste e Vale do Tejo (2.577 km²).

Com base neste mapa, foram elaborados mapas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para ambas as tecnologias. Este processo foi conduzido separadamente para a energia solar e a eólica, resultando em conjuntos distintos de sítios adequados para cada tecnologia. Conforme identificado na Tabela 2 e na Figura 4, identificou-se uma área total de 1.514 km² de terreno com baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar, enquanto que para a energia eólica a área correspondente foi de 267 km².

FIGURA 2: Áreas com elevado potencial de desenvolvimento para a) energia eólica terrestre e b) energia solar centralizada.

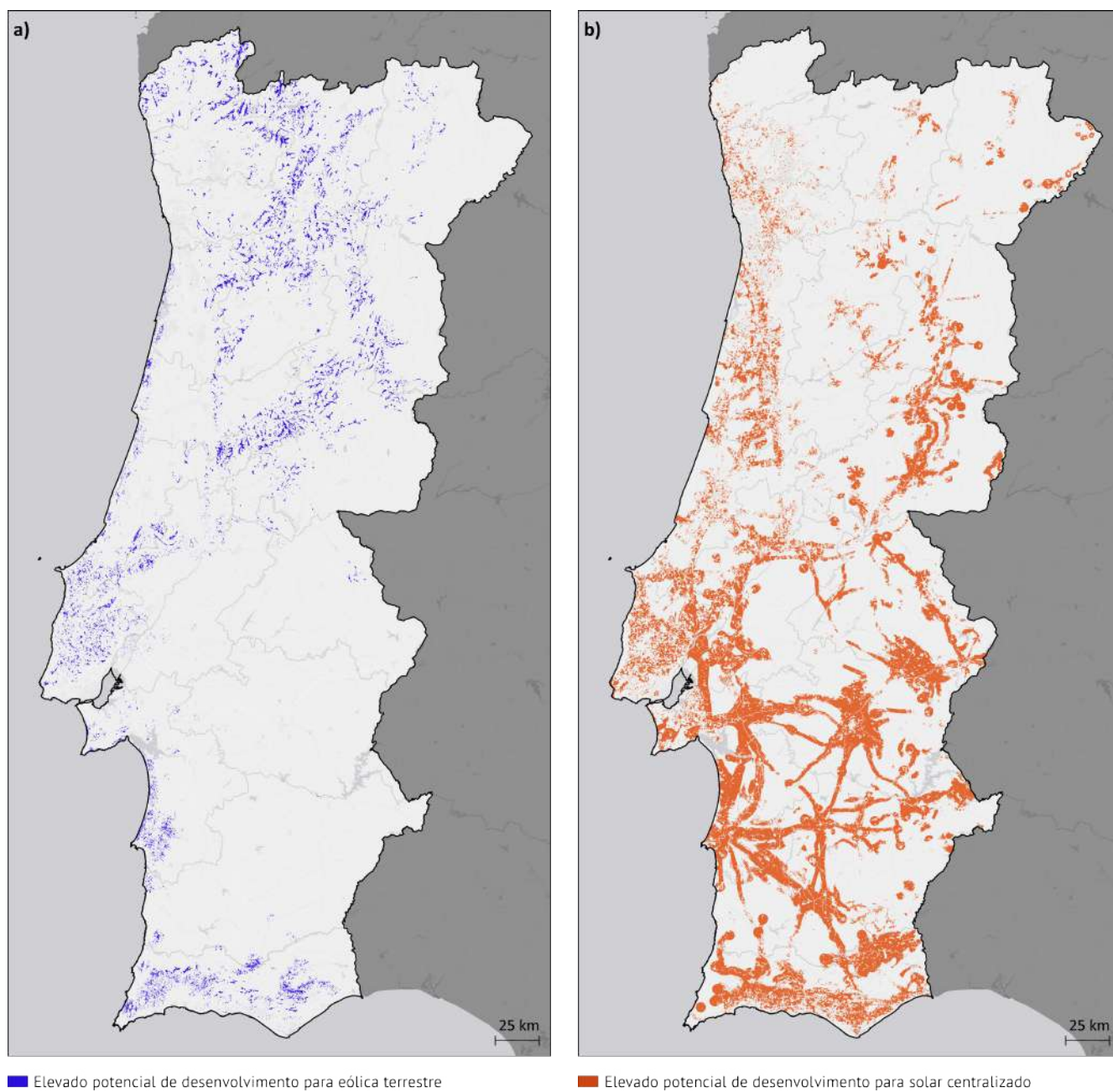


FIGURA 3: Cartografia de conflitos para a) biodiversidade e b) valores sociais.

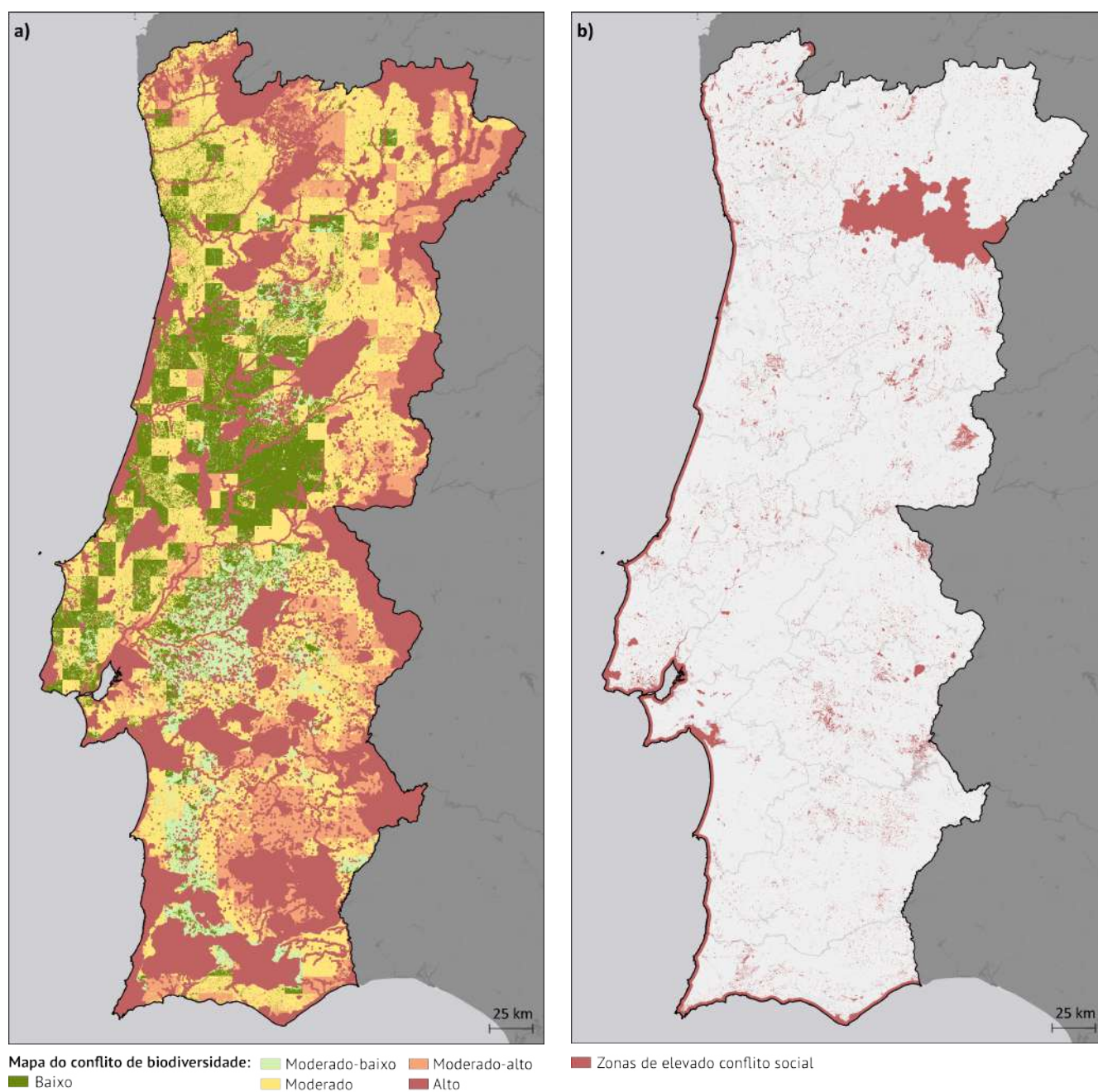


FIGURA 4: Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a) energia solar centralizada e b) energia eólica *onshore*.

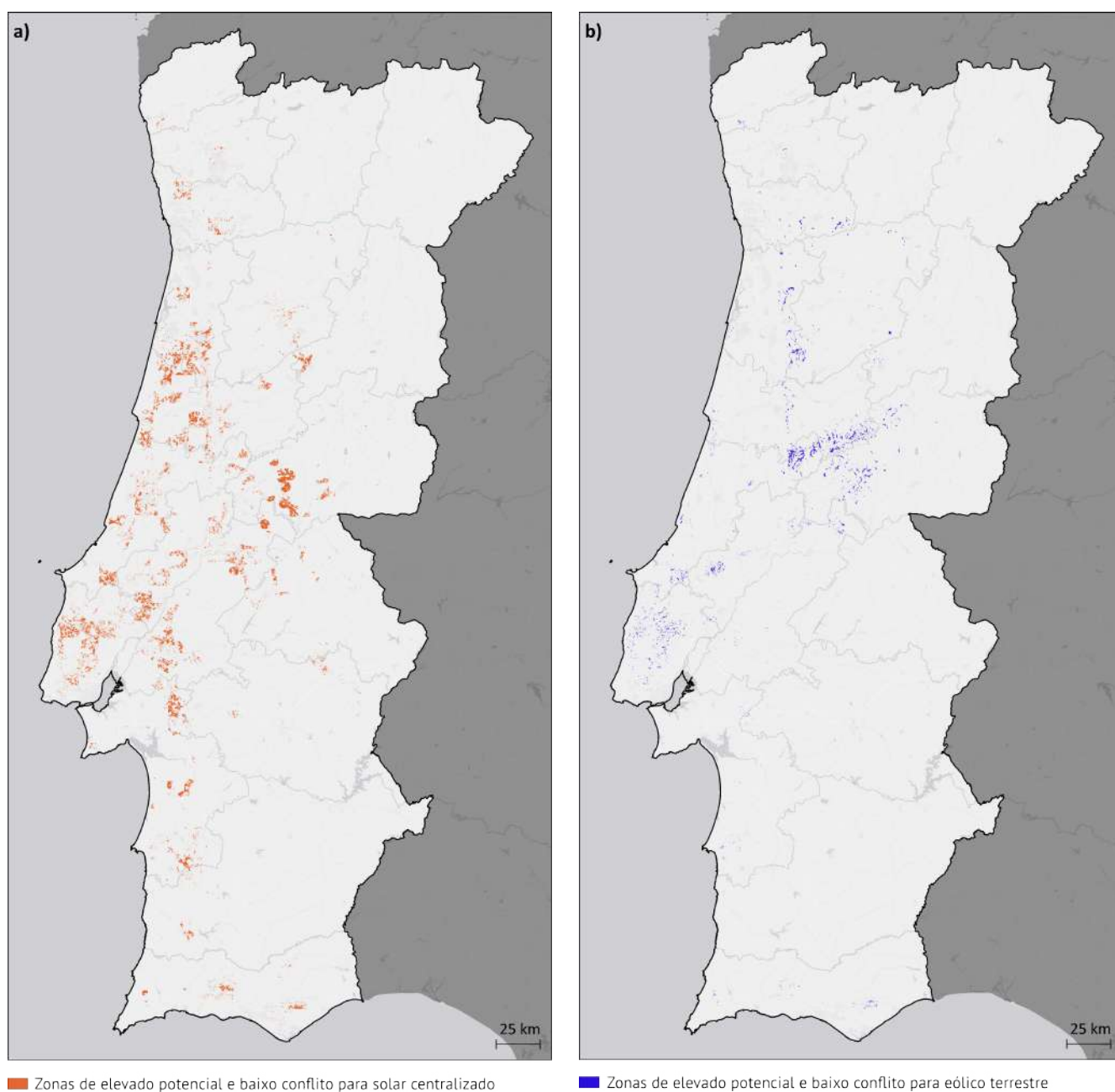


TABELA 2: Áreas, em km², das zonas em que o potencial de desenvolvimento elevado se refere a um valor superior ou igual a 0,65 – retirados do estudo de Smart Siting para Portugalⁱⁱ para todas as regiões NUTS II

NUTS II	Alto potencial de desenvolvimento de energia eólica	Alto potencial de desenvolvimento de energia eólica	Conflito baixo de biodiversidade	Elevado conflito social	Combinação conflito baixo de biodiversidade + mapas sociais	Conflito baixo e alto potencial de desenvolvimento de energia eólica	Conflito baixo e alto potencial de desenvolvimento de energia eólica
Alentejo	145,69	6.758,37	602,13	1.176,22	588,74	2,83	154,16
Algarve	259,46	1.930,95	124,36	613,70	111,07	6,52	48,65
Centro	688,61	2.865,58	6.449,79	1.249,73	6.282,63	158,24	659,14
Grande Lisboa	58,45	381,56	362,61	357,75	284,98	9,34	49,33
Norte	806,56	966,78	1.688,42	3.142,12	1.369,38	24,24	59,78
Oeste e Vale do Tejo	236,02	2.141,86	2.686,05	412,49	2.577,02	65,45	493,53
Península de Setúbal	28,37	548,63	160,08	317,31	141,19	0,67	50,27
Portugal	2.223,16	15.593,73	12.073,44	7.269,32	11.355,01	267,29	1.514,86

3.2 Análise da capacidade adicional para cumprir as metas do PNEC

Por último, avaliaram-se as insuficiências de capacidade energética em Portugal, quantificando a capacidade adicional necessária para cumprir as metas para 2030 estabelecidas no PNEC revisto.^[5] Para a energia solar centralizada, o PNEC estabelece uma meta para 2030 de 15,1 GW, com uma estimativa de 6,1 GW a serem instalados até ao final de 2025, revelando-se um défice de 9 GW para a energia solar que deve ser implantado nos próximos cinco anos. Do mesmo modo, no que diz respeito à energia eólica terrestre, o objetivo para 2030 é de 10,4 GW, em comparação com os 6,3 GW projetados para 2025, o que resulta na necessidade de 4,1 GW adicionais de nova capacidade eólica. As necessidades estimadas de nova capacidade, no entanto, devem também considerar os projetos que estão em processo de licenciamento ou construção e, portanto, atualmente no *pipeline*, que representam mais 4,74 GW de energia solar e 0,53 GW de energia eólica (ver Caixa 4). Embora toda esta capacidade seja ainda incerta, não esteja instalada e possa não ter seguido uma abordagem de Smart

Siting, é importante tê-la em consideração nas estimativas da capacidade necessária para cumprir os objetivos do PNEC.

Para avaliar se as áreas mapeadas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento são suficientes para cumprir as metas de energias renováveis de Portugal, foram assumidos dois cenários de densidade de potência para cada tecnologia: um cenário conservador (baixa densidade de potência) e um cenário otimista (alta densidade de potência). Para a energia solar, a densidade de potência conservadora foi definida em 30 MW/km², enquanto que o cenário otimista estabelece um valor de 69 MW/km². Utilizando estes pressupostos, para atingir o objetivo adicional de 9 GW de energia solar, seriam necessários cerca de 300 km² de terreno no cenário conservador, ou apenas 131 km² considerando o cenário otimista.

Para a energia eólica, com uma densidade de potência conservadora de 7,1 MW/km² e um cenário otimista de 19,8 MW/km², o objetivo de 4,1 GW traduz-se numa necessidade de áreas para instalação de 577 km² ou 207 km², respetivamente. Na sequência do *feedback* recebido durante reuniões com especialistas e partes interessadas portuguesas estabeleceu-se que a densidade de potência de 11 MW/km² constitui uma referência média adequada a utilizar em todo o país. Utilizando este valor, seriam necessários 372 km² de novos terrenos para instalação de energia eólica.

ⁱⁱ Para todos os cálculos espaciais deste estudo, a área total de Portugal é considerada como 8.910.214 hectares (ou 89.102 km²), correspondendo aos números fornecidos pelo shapefile obtido da DGT (Direção Geral do Território).

Para refinar estas estimativas, foram também tidas em conta as contribuições de capacidade decorrentes do reequipamento ou sobreequipamento de parques eólicos existentes (Caixa 5), que poderiam contribuir com até 0,96 GW de energia eólica. A subtração destes valores aos déficits de capacidade indicados no PNEC reduz significativamente a quantidade de capacidade necessária até 2030, proporcionando assim uma imagem mais clara das restantes necessidades espaciais de novas centrais de energia renovável no âmbito do PNEC. É importante notar que será necessário uma expansão muito mais significativa no sentido de se atingir a neutralidade carbónica total em Portugal, tal como previsto no RNC2050ⁱⁱⁱ; no entanto, tal ultrapassa o âmbito do presente estudo.

CAIXA 5: Estimativa da capacidade resultante do reequipamento/sobreequipamento e de projetos no “pipeline”

Reequipamento e Sobreequipamento:

Para avaliar a forma como o reequipamento/sobreequipamento poderia contribuir para os objetivos de energia eólica de Portugal, recorreu-se ao conjunto de dados “2024 Wind Farms in Portugal”^[55] da APREN. Os parques eólicos com mais de 15 anos de funcionamento até 2030 foram considerados candidatos a reequipamento ou sobreequipamento, uma vez que as instalações mais antigas correspondem geralmente às que mais incrementam a eficiência com as atualizações. As datas de início de operação foram estimadas através de parâmetros obtidos dos dados de ligação à rede, sendo que os projetos posteriores a 2015 foram excluídos para evitar a contagem de expansões recentes. Foi aplicada uma densidade de potência fixa de 11 MW/km² para efeitos de consistência, e foi tido como referência um aumento de capacidade de até 20%, baseado na legislação portuguesa.^[56] Os resultados mostram um **potencial de reequipamento/sobreequipamento de 0,96 GW**, que, a serem instalados, reduziria significativamente a necessidade de novos projetos. Para estas intervenções deve-se priorizar as centrais eólicas existentes localizadas em zonas com conflitos ambientais e sociais mínimos. Nos casos em que as centrais atualmente instaladas se situem em zonas de conflito moderado, devem ser adotadas medidas de mitigação rigorosas e adequadas com o quadro da hierarquia de mitigação. Tendo em conta o relatório GTAER 2024^[21], que identifica 0,69 GW de capacidade de repotenciação em zonas de conflito reduzido, torna-se evidente que algum do potencial de repotenciação pode sobrepor-se a zonas de conflito moderado a elevado, sendo nesses casos necessária uma avaliação ambiental caso a caso, de natureza detalhada, transparente e rigorosa.

Projetos em “pipeline”:

Para estimar a contribuição dos projetos de energias renováveis atualmente em *pipeline*, a base de dados do Global Energy Monitor para instalações eólicas^[57] e solares^[58] foi consultada. Filtrou-se os projetos localizados em Portugal, selecionando “onshore” para a energia eólica e “PV” ou “assumed PV” para a energia solar. Apenas foram incluídos os projetos classificados como construção (instalação de equipamento em curso) ou pré-construção (procura ativa de aprovações, direitos de propriedade ou financiamento), uma vez que estes apresentam alta probabilidade de implementação. A soma das capacidades instaladas resultou em **4,74 GW de energia solar e 0,53 GW de energia eólica atualmente em preparação**, proporcionando uma imagem clara do potencial de desenvolvimento a curto prazo e do progresso de Portugal em direção aos seus objetivos para 2030. É importante ter em conta o local onde estes projetos em *pipeline* estão a ser construídos, garantir que cumprem todos os processos de licenciamento legal e que seguem os princípios da hierarquia de mitigação para minimizar os impactos ambientais e sociais.

ⁱⁱⁱ [Roteiro para a fixação de carbono 2050](#)

4. Como os resultados da localização podem contribuir para a transição energética em Portugal

“Por conseguinte, é essencial que os projetos de sobreequipamento e reequipamento sejam acompanhados de uma monitorização ambiental sólida e da participação de todas as partes interessadas.”

Os resultados da análise espacial efetuada fornecem uma base sólida para avaliar a viabilidade dos objetivos de Portugal em matéria de energias renováveis no contexto de uma localização responsável. Comparando as áreas mapeadas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento com as necessidades de terrenos derivadas das lacunas de capacidade do PNEC e dos cenários de densidade de energia, vai-se para além do potencial teórico para avaliar as realidades práticas da implementação.

Nomeadamente, a área disponível de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar (aproximadamente 1.514 km²) excede a área necessária para cumprir os objetivos de Portugal para 2030, mesmo com pressupostos conservadores de densidade de potência. Considerando que apenas são necessários cerca de 300 km² para produzir os 9 GW adicionais de capacidade solar previstos no PNEC, Portugal tem mais do quádruplo do terreno necessário disponível para a energia solar centralizada. Este excedente, distribuído por uma vasta área geográfica (Anexo I), não só garante que as metas para 2030 possam ser cumpridas, como também proporciona aos promotores e decisores políticos um elevado nível de flexibilidade para a seleção das localizações dos projetos que melhor se alinham com as prioridades técnicas, ambientais e sociais. Isto apoia a integração das preferências da comunidade local, permite a otimização das ligações à rede e das infraestruturas e proporciona uma margem para acomodar restrições imprevistas ou alterações na utilização dos terrenos, reduzindo ainda mais o risco do processo de licenciamento e apoiando uma transição energética mais resiliente.

No caso da energia eólica, a situação é diferente. A área mapeada de baixo conflito e alto potencial de desenvolvimento (aproximadamente 267 km²) fica aquém das necessidades de terreno numa perspectiva conservadora, mas atinge um nível suficiente sob os pressupostos otimistas de densidade de energia. Para uma análise mais aprofundada, considerou-se a densidade de potência média recomendada pelas partes interessadas, apresentada na Secção 3.2. Nesta hipótese, a necessidade de área é de 372 km². Este valor fornece uma referência mais realista para o planeamento, refletindo tanto a

viabilidade técnica como a experiência local. Estes resultados sugerem que a energia eólica pode exigir mitigação pontual, reequipamento e sobreequipamento, expansão da rede e/ou a inclusão de zonas de conflito moderado para atingir plenamente os objetivos nacionais.

Com medidas de mitigação adicionais e baseadas na ciência, o reequipamento e o sobreequipamento dos parques eólicos existentes têm potencial para delinear estratégias eficazes de minimização da pegada terrestre do novo desenvolvimento de energia eólica. De acordo com as nossas estimativas (Caixa 5), o reequipamento e o sobreequipamento poderiam contribuir com até 0,96 GW de capacidade eólica adicional até 2030. Isto significa que as novas necessidades de terrenos poderiam ser reduzidas em quase um quarto (aproximadamente 87 km² ou 23%), demonstrando que uma parte substancial da nova capacidade eólica necessária pode ser fornecida sem expansão para novas zonas potencialmente mais conflituosas.

Por outro lado, o reequipamento/sobreequipamento intensifica os impactos no local atual e pode levar a uma concentração dos efeitos ambientais e sociais em áreas que já sofreram um desenvolvimento significativo. Embora esta abordagem evite a necessidade de converter novas terras e possa simplificar o licenciamento, aproveitando as infraestruturas e ligações à rede existentes, pode também aumentar os impactos cumulativos na biodiversidade local, nos valores paisagísticos e nas comunidades. Por exemplo, a substituição de turbinas antigas por modelos maiores e de maior capacidade, muitas vezes através da construção de novas fundações e do desmantelamento das antigas, pode alterar o perfil visual da paisagem, aumentar os níveis de ruído e afetar potencialmente a vida selvagem local de forma diferente das instalações originais. Além disso, o processo de desmantelamento, modernização e construção de novas turbinas podem perturbar temporariamente os habitats e as atividades locais.

Por conseguinte, é essencial que os projetos de sobreequipamento e reequipamento sejam acompanhados de uma monitorização ambiental sólida e da participação de todas as partes interessadas. Devem ser implementadas estratégias de gestão adaptativa para mitigar quaisquer impactos intensificados, tais como programar a construção para evitar períodos sensíveis para a vida selvagem, reforçar os esforços de restauro de habitats e assegurar uma comunicação transparente com as comunidades afetadas. Em alguns casos, podem surgir oportunidades para melhorar o desempenho ambiental global do local, por exemplo, através da desativação de turbinas nos locais mais sensíveis, do restauro de habitats em zonas-tampão ou da aplicação de novas tecnologias de mitigação.

Para além do reequipamento e do sobreequipamento, a carteira de projetos eólicos já em construção ou em fase avançada de licenciamento deve ser tida em conta no cálculo das áreas necessárias para cumprir os objetivos nacionais. A análise (Caixa 5) indica que estão atualmente em preparação cerca de 530 MW de capacidade eólica, o que corresponde a cerca de 48 km², caso seja implementada. Se forem tidos em conta os projetos de reequipamento, sobreequipamento e aqueles já em desenvolvimento, a capacidade eólica adicional que deve ser instalada em novos terrenos é significativamente reduzida.

No caso da energia solar, os projetos em curso representam uma capacidade ainda mais acentuada. A lista atual inclui aproximadamente 4,74 GW de capacidade solar, o que representa mais de metade da capacidade adicional necessária para cumprir o objetivo do PNEC para 2030. Considerando estes projetos no *pipeline*, então a necessidade real de terrenos para o novo desenvolvimento solar pode ser ainda mais baixa do que o cenário conservador sugere, se forem planeados nas zonas de baixo conflito. Dado que vários destes projetos foram planeados antes da conceção das ZAER e que os terrenos onde estes projetos estão em desenvolvimento podem sobrepor-se a zonas de conflito elevado, é importante garantir que estes projetos seguem todos os processos de licenciamento legal e que aderem aos princípios da hierarquia de mitigação para minimizar os impactos ambientais e sociais. Dada a abundância

de terrenos cartografados de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar, e a flexibilidade que isto proporciona para a seleção de locais, Portugal está excecionalmente bem posicionado para cumprir e mesmo exceder os seus objetivos em matéria de energia solar sem invadir zonas sensíveis ou de conflito elevado.

Em conjunto, estas conclusões sublinham a importância de uma abordagem multifacetada para a implantação das energias renováveis. Combinando o desenvolvimento de novos projetos em locais cartografados de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento com o reequipamento e o sobreequipamento estratégico e a implementação de projetos em curso em terrenos de baixo conflito, Portugal pode minimizar os conflitos de utilização do solo, acelerar o licenciamento e utilizar eficazmente as infraestruturas existentes. Adicionalmente, a análise espacial dos resultados destaca o potencial de sítios híbridos ou de dupla utilização em municípios com áreas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento, tanto eólico como solar (Anexo I). O desenvolvimento de tais sítios pode otimizar ainda mais a utilização do solo e a integração da rede, embora possa também exigir uma gestão cuidadosa dos impactos cumulativos. Considerações adicionais para outras tecnologias que não fizeram parte deste estudo (por exemplo, energia fotovoltaica descentralizada e eólica *offshore*) são descritas na Caixa 6.

CAIXA 6: OBJETIVOS ADICIONAIS DO PNEC: ENERGIA SOLAR DESCENTRALIZADA E EÓLICA OFFSHORE

A estratégia de Portugal para as energias renováveis inclui compromissos para a energia solar descentralizada e a energia eólica *offshore*. Estes segmentos apresentam oportunidades significativas para acelerar a transição energética, tirando partido das infraestruturas existentes e dos recursos inexplorados.

Energia solar FV descentralizada:

O PNEC de Portugal estabelece um objetivo para 2030 de 5,7 GW para a energia solar descentralizada, em comparação com os 2,8 GW projetados para 2025, deixando uma lacuna de 2,9 GW. Estudos^[59] mostram que o potencial técnico para a energia solar em telhados em zonas artificializadas é substancial, estimado em 23,33 GW. Dentro deste potencial, o desenvolvimento de sítios industriais representa uma oportunidade de 3,73 GW de capacidade. Outros segmentos, como os edifícios residenciais e de utilização mista (8,89 GW) e as casas unifamiliares isoladas (6,73 GW), também oferecem um potencial considerável, mas os telhados industriais destacam-se pelas suas grandes superfícies e pela proximidade dos centros de procura, permitindo uma rápida implantação e uma boa relação custo-eficácia.

Energia eólica offshore:

O objetivo da PNEC para a energia eólica *offshore* é de 2 GW até 2030, enquanto a capacidade instalada deverá permanecer mínima, com apenas 0,03 GW até 2025. Isto deixa um vazio quase total de 1,97 GW a preencher nos próximos anos. De acordo com o LNEG, o potencial técnico de Portugal para a energia eólica *offshore* é vasto, com 2 GW disponíveis para instalações de fundação fixa e uns impressionantes 36 GW para tecnologia *offshore* flutuante. Este facto evidencia uma grande oportunidade para Portugal aproveitar os recursos de águas profundas e complementar as limitações da energia eólica *onshore*, posicionando a energia eólica flutuante ao largo da costa como uma estratégia fundamental para as energias renováveis a longo prazo. No entanto, é importante assegurar uma abordagem inteligente também para a localização da energia eólica marítima, incluindo metodologias de gestão territorial coesas e sólidas, favorecendo zonas de baixo conflito, promovendo simultaneamente esforços de comunicação e partilha de benefícios com as comunidades locais numa fase precoce e considerando critérios não relacionados com o preço nos concursos de energia.

4.1 Identificação de zonas adicionais com oportunidades

Desde que sejam aplicadas salvaguardas reforçadas, incluindo um planeamento cuidadoso, uma mitigação robusta e medidas de envolvimento das partes interessadas, a localização de energias renováveis pode ser viável em paisagens de transição classificadas como zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento, acrescentando-se às zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento. Uma vez esgotadas as outras opções, estas zonas representam uma reserva estratégica de terrenos para a expansão eólica e solar, oferecendo oportunidades substanciais para colmatar lacunas de capacidade e acelerar a transição energética de Portugal, evitando ao mesmo tempo zonas de grande conflito. Os resultados desta secção baseiam-se nos mapas de biodiversidade e de potencial de desenvolvimento energético. Os valores socioculturais e visuais da paisagem foram considerados na discussão, mas não foram utilizados como critérios de exclusão, permitindo uma identificação mais ampla das áreas viáveis.

Em Portugal, este tipo de zonas de conflito moderado com

elevado potencial de desenvolvimento cobrem uma parte significativa do território. Para a energia eólica, a área combinada das zonas de conflito moderado-baixo, conflito moderado e conflito moderado-alto totaliza aproximadamente 790 km², com a maior concentração nas regiões Norte e Centro. No caso da energia solar, estas três categorias abrangem mais de 9.100 km², o que indica uma vasta paisagem onde o desenvolvimento responsável da energia solar poderia ser efetuado com salvaguardas adequadas. A distribuição geográfica destas zonas é apresentada em pormenor na Caixa 7 e também no Anexo I.

Estas zonas são particularmente relevantes no contexto dos objetivos de Portugal para 2030 em matéria de energias renováveis, uma vez que ajudam a colmatar o fosso entre o potencial técnico e a viabilidade ecológica. Embora as zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento sejam ideais, a sua extensão espacial é limitada, especialmente no caso da energia eólica. No cenário de baixa densidade de potência, seriam necessários 310 km² adicionais para cumprir os objetivos eólicos do PNEC para 2030. Isto implica o desenvolvimento de menos de 40% das zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento. Utilizando a densidade de potência recomendada pelas partes interessadas portuguesas, a área necessária diminui em quase um terço, para cerca de 105 km² (ou aproximadamente 13% das zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento).

CAIXA 7: ZONAS DE OPORTUNIDADE CHAVE NAS REGIÕES DE PORTUGAL

Alentejo: A região do Alentejo destaca-se pelas suas extensas áreas de conflito moderado, com elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar. O Alentejo Central e o Baixo Alentejo representam, no seu conjunto, mais de 1.200 km² de zonas de conflito moderado-alto, localizadas principalmente em torno da Área Protegida de Castro Verde, das Zonas Importantes para as Aves perto de Évora e do corredor entre Alqueva e a Área Protegida de Mourão/Moura/Barrancos. Em contrapartida, o Alentejo Litoral, já identificado como um forte candidato ao desenvolvimento de baixo conflito, contém mais de 400 km² de zonas de conflito moderado-baixo, o que o torna um potencial ponto de acesso para a instalação de energia solar em Portugal.

Centro e Algarve: Ambas as regiões oferecem uma mistura equilibrada de zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica e solar. Nas Beiras e Serra da Estrela, mais de 80 km² de zonas de conflito moderado para a energia eólica e mais de 470 km² para a energia solar sugerem um forte potencial para a implantação de tecnologias híbridas ou duplas. Observa-se um padrão semelhante no Algarve, com um potencial eólico mais modesto (42 km² de zonas de conflito moderado), mas uma oportunidade solar substancial (605 km²), refletindo uma elevada disponibilidade de recursos solares típica dos climas mediterrânicos.

Norte: Esta região contém mais de 280 km² de terrenos aptos para energia eólica nas categorias de conflito moderado e de elevado potencial de desenvolvimento. A região do Douro surge como um hotspot para ambas as tecnologias, com mais de 80 km² de zonas de conflito moderado eólico e 100 km² de zonas de conflito moderado solar. Para além disso, a Área Metropolitana do Porto oferece mais de 150 km² de potencial solar em zonas de conflito moderado. No entanto, o Norte é também um hotspot de biodiversidade, com numerosas áreas protegidas e paisagens socialmente significativas ao longo do rio Douro. O desenvolvimento nesta região deve ser abordado com uma sensibilidade ecológica e social acrescida.

Oeste e Vale do Tejo: Esta região apresenta uma alternativa interessante para o desenvolvimento perto da área da Grande Lisboa. Contém mais de 110 km² de zonas de conflito eólico e 1.200 km² de zonas de conflito solar moderado com elevado potencial de desenvolvimento em todas as categorias e a proximidade das infraestruturas urbanas e dos centros de procura reforça o seu valor estratégico.

“A incorporação de zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento nas estratégias nacionais e regionais de localização pode permitir a Portugal expandir a sua pegada de energia renovável, evitando zonas de conflito elevado e, com as precauções necessárias e processos de avaliação robustos, mantendo os seus compromissos de conservação da biodiversidade e equidade social.”

As zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento encontram-se frequentemente adjacentes a zonas de conflito reduzido com elevado potencial de desenvolvimento ou em paisagens anteriormente alteradas pela agricultura ou silvicultura, o que pode reduzir a sensibilidade ecológica. Estas áreas podem oferecer um caminho pragmático, especialmente em regiões onde as zonas de conflito reduzido e de elevado potencial de desenvolvimento são limitadas ou já estão saturadas com desenvolvimento. A incorporação de zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento nas estratégias nacionais e regionais de localização pode permitir a Portugal expandir a

sua pegada de energia renovável, evitando zonas de conflito elevado e, com as precauções necessárias e processos de avaliação robustos, mantendo os seus compromissos de conservação da biodiversidade e equidade social. Os dados sobre estas zonas com oportunidades adicionais podem servir de orientação para um Livro de Regras de Mitigação, tal como previsto no artigo 15c da Diretiva comunitária RED, para acompanhar os mapas das ZAER em Portugal (Anexo VI). No Anexo III é apresentada uma explicação pormenorizada do modo como a hierarquia de mitigação e outras salvaguardas relevantes devem ser aplicadas no desenvolvimento de projetos de energias renováveis nestas zonas.

5. Perspetivas para ações futuras: Para além da designação das ZAER

“Os resultados de Smart Siting podem informar diretamente as estratégias de expansão da rede, tanto a nível local como nacional, algo que se tornará cada vez mais importante à medida que os objetivos de Portugal em matéria de energias renováveis se tornarem mais ambiciosos, no sentido da neutralidade carbónica.”

Para além de identificar zonas de baixo conflito viáveis para o desenvolvimento de energias renováveis, a análise de Smart Siting fornece orientações práticas para o planeamento de infraestruturas energéticas, envolvimento da comunidade e estratégias de mitigação. Os resultados de Smart Siting podem informar diretamente as estratégias de expansão da rede, tanto a nível local como nacional, algo que se tornará cada vez mais importante à medida que os objetivos de Portugal em matéria de energias renováveis se tornarem mais ambiciosos, no sentido da neutralidade carbónica. A expansão da utilização do mapeamento participativo e do envolvimento da comunidade pode ajudar a garantir que os projetos de energias renováveis sejam não só técnica e ambientalmente sólidos, mas também socialmente legítimos e amplamente apoiados. E para além dos objetivos tradicionais de “zero perda líquida”, uma abordagem de Smart Siting pode criar oportunidades para que os projetos de energias renováveis contribuam ativamente para resultados ambientalmente positivos, aumentando o capital natural e os serviços dos ecossistemas. As seguintes aplicações demonstram como os dados espaciais e os contributos das partes interessadas podem informar decisões reais e apoiar a transição energética de Portugal.

5.1 Orientação da expansão da infraestrutura da rede elétrica

A implantação das energias renováveis depende muito do acesso e da capacidade da rede. Em Portugal, as infraestruturas de rede são geridas por dois sistemas: a rede de transporte de alta tensão (RNT), tutelada pela REN, e a rede de distribuição de média e baixa tensão, gerida pela E-REDES. Os projetos de grande escala ligam-se à rede de transporte, enquanto as

instalações de pequena escala costumam utilizar a rede de distribuição. A capacidade da rede, especialmente no âmbito da RNT, continua a ser um grande estrangulamento para novos desenvolvimentos.

Os resultados de Smart Siting, especificamente os mapas de áreas com elevado potencial de desenvolvimento e de baixo conflito, podem informar diretamente as estratégias de expansão da rede. Para a distribuição local, as comunidades e a E-REDES podem utilizar os mapas FV de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para orientar a colocação de novas subestações e dar prioridade à atualização das linhas. A nível nacional, a REN deve centrar os melhoramentos da transmissão no centro-oeste de Portugal, onde a procura é elevada e onde se concentram zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento. Isto inclui o reforço das linhas de 220 kV e 150 kV e a aplicação de tecnologias de reforço da rede às linhas de 400 kV. Nestas regiões, as zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento poderiam suportar cerca de 2,5 GW de capacidade eólica e 65 GW de capacidade solar. No caso da energia eólica, podem ser necessários novos corredores de transporte para libertar potencial adicional, e a modelação eólica pode ajudar a identificar outras áreas viáveis para expansão.

Olhando para o futuro, a integração do ordenamento do território com a expansão da rede será essencial para os objetivos a longo prazo de Portugal no que diz respeito às energias renováveis. A coordenação proativa entre os responsáveis pelo planeamento energético e os operadores da rede pode garantir que os investimentos em infraestruturas sejam direcionados para áreas com maior potencial de desenvolvimento de baixo conflito e elevado impacto. Esta abordagem não só acelera a entrega dos projetos e minimiza os custos, como também ajuda a evitar impactos ambientais e sociais desnecessários, alinhando as novas infraestruturas de rede com princípios de localização responsáveis. Os pormenores desta análise encontram-se no Anexo II.

“A coordenação proativa entre os responsáveis pelo planeamento energético e os operadores da rede pode garantir que os investimentos em infraestruturas sejam direcionados para áreas com maior potencial de desenvolvimento de baixo conflito e elevado impacto.”

“Este alinhamento demonstra o valor da cartografia participativa no aperfeiçoamento das avaliações à escala nacional e na identificação de áreas localmente significativas que podem justificar uma consideração especial.”

5.2 Integração de valores comunitários específicos nas decisões de localização

A compreensão e o mapeamento dos valores sociais é fundamental para uma localização responsável das energias renováveis. Um exercício piloto de cartografia participativa no município de Silves envolveu as partes interessadas locais na identificação espacial de áreas de valor cultural, estético, de biodiversidade, agrícola e económico/turístico. Utilizando o método de estimativa de densidade por kernel, a análise revelou 11 grupos de pontos cruciais de valor social que cobrem cerca de 13% de Silves, com a maioria destes a sobrepor-se a áreas também classificadas como potenciais zonas de conflito em conjuntos de dados nacionais de maior granularidade.

Este alinhamento demonstra o valor da cartografia participativa no aperfeiçoamento das avaliações à escala nacional e na identificação de áreas localmente significativas que podem justificar uma consideração especial. Embora a maior parte dos pontos críticos correspondesse a zonas de conflito, alguns valores paisagísticos e estéticos ficaram fora das áreas pré-selecionadas, o que realça a necessidade de um envolvimento mais refinado e específico para o contexto. Estes conhecimentos podem ajudar a orientar os recursos para um maior envolvimento, informar as decisões de localização e assegurar que as prioridades da comunidade são integradas nos processos de planeamento.

O alargamento da utilização da cartografia participativa e do envolvimento da comunidade em Portugal pode ajudar a garantir que os projetos de energias renováveis sejam não só técnica e ambientalmente adequados, mas também socialmente legítimos e amplamente apoiados. Ao incorporar sistematicamente os conhecimentos e valores locais no planeamento espacial, os promotores e decisores políticos podem antecipar melhor os possíveis conflitos, conceber mecanismos de partilha de benefícios mais inclusivos e promover a aceitação a longo prazo das infraestruturas de energias renováveis. Os pormenores desta análise encontram-se no Anexo III.

“Em última análise, o processo de Smart Siting e a cartografia associada não são apenas ferramentas para evitar riscos, mas também para orientar e incentivar as energias renováveis ambientalmente favoráveis.”

5.3 Aplicação da hierarquia de mitigação no planeamento ao nível da paisagem

À medida que Portugal acelera a sua implantação de energias renováveis, é cada vez mais urgente equilibrar o desenvolvimento com a conservação da biodiversidade. Este guia recomenda a integração da hierarquia de mitigação no planeamento das energias renováveis, com ênfase na conservação à escala da paisagem. As AIA e os processos de licenciamento desempenham um papel fundamental na regulação dos impactos ecológicos, enquanto o planeamento da conservação do espaço orienta as decisões de mitigação para se alinharem com objetivos de biodiversidade mais amplos.

A abordagem de Smart Siting aqui apresentada vai além dos objetivos tradicionais de “zero perda líquida”, apoiando a transição para energias renováveis ambientalmente favoráveis e ganhos líquidos em termos de biodiversidade. Através da utilização de dados espaciais para a identificação de áreas de baixo conflito com elevado potencial de desenvolvimento, os projetos podem ser localizados de forma proativa onde os riscos para a biodiversidade e para os serviços dos ecossistemas são mais reduzidos. Isto não só reduz a necessidade de mitigação e compensações, como também cria oportunidades para que os projetos de energias renováveis contribuam ativamente para o restauro e melhoria da natureza.

Por exemplo, o quadro de mapeamento permite a priorização de terrenos degradados ou de baixo valor de biodiversidade para desenvolvimento, onde as ações de restauro (por exemplo, criação de habitats, melhoria da conectividade ecológica ou gestão de zonas tampão) podem ser integradas na conceção do projeto. Se todas as zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento e outras vias de desenvolvimento tiverem sido esgotados, as zonas de conflito moderado podem representar uma reserva de contingência, desde que sejam aplicadas medidas sólidas de mitigação e restauro.

Ao tirar partido destas ferramentas espaciais, a mitigação pode passar de intervenções fragmentadas a nível do projeto para um planeamento coordenado a nível da paisagem. Isto permite o desenvolvimento sustentável da energia, salvaguardando e melhorando ativamente os ecossistemas e os valores da comunidade. Em última análise, o processo de Smart Siting e a cartografia associada não são apenas ferramentas para evitar riscos, mas também para orientar e incentivar as energias renováveis ambientalmente favoráveis. Ao integrar os princípios de ganho líquido de biodiversidade no ordenamento do espaço e na hierarquia de mitigação, Portugal pode assegurar que a sua transição energética proporciona benefícios duradouros tanto para o clima como para a natureza. Mais pormenores e exemplos práticos desta estratégia podem ser encontrados no Anexo III.

6. Recomendações

6.1 Limitações do estudo

Embora a análise de Smart Siting forneça um quadro espacial sólido para a identificação de zonas de baixo conflito para o desenvolvimento de energias renováveis, qualquer estudo deste tipo é limitado por lacunas cruciais nos melhores conjuntos de dados nacionais atualmente disponíveis.

Camada da biodiversidade: Nem todas as taxonomias (p. ex., invertebrados, flora) puderam ser considerados para a ocorrência ao nível da espécie, e a maioria dos dados de distribuição das espécies só estavam disponíveis em resoluções grosseiras (como mosaicos de 10x10 km), limitando a precisão dos modelos de adequação do habitat e a capacidade de captar padrões ecológicos de escala fina.

Camada de sensibilidade social: Da mesma forma, o mapeamento dos valores sociais, embora abrangente, ainda não inclui perceções comunitárias em grande escala, paisagens culturais em evolução ou dinâmicas locais de posse da terra, que influenciam a aceitação do projeto. Além disso, os mapas mais recentes de utilização e ocupação do solo são de 2018, e podem não incluir alterações recentes relevantes para a cartografia da biodiversidade e dos valores sociais.

Camada de potencial de desenvolvimento: A falta de estimativas de capacidade disponíveis e de dados técnicos de alta resolução para a infraestrutura da rede (incluindo dados diretos dos promotores e do ORT português) limita a capacidade de avaliar com exatidão os locais onde os novos projetos podem ser integrados de forma eficiente. O calendário de desenvolvimento de subestações é muitas vezes desconhecido e existe pouca informação sobre os centros de procura atuais ou futuros para além dos centros populacionais. Adicionalmente, a ausência de dados geoespaciais relacionados com os planos de expansão da transmissão introduz uma incerteza adicional na modelação espacial dos sítios viáveis.

6.2 Recomendações

A fim de aperfeiçoar e atualizar as análises no futuro, os autores recomendam várias ações, tendo como base as seguintes prioridades:

Melhorar a qualidade e a granularidade dos dados, através da colaboração com agências nacionais e regionais, ONG e instituições académicas.

- Melhorar o acesso a conjuntos de dados ecológicos e sociais mais pormenorizados, tais como mapas atualizados de utilização e ocupação do solo e registos de ocorrência de espécies com maior resolução.
- Tornar acessíveis ao público informações mais pormenorizadas e atualizadas sobre a localização e a capacidade da rede, a fim de permitir avaliações mais precisas dos sítios onde os novos projetos podem ser integrados de forma eficiente.

Alargar e orientar estrategicamente o envolvimento das partes interessadas

- Alargar as partes interessadas de modo a incluir não só as autoridades nacionais e regionais, a indústria e as ONG, mas também as comunidades locais e grupos específicos identificados através da cartografia de conflitos (Anexo V).
- Dar prioridade à utilização de análises espaciais, esforços de envolvimento e cartografia participativa nos casos em que o contributo local é mais importante.
- Expandir a cartografia dos valores sociais para incluir perceções comunitárias de pequena escala, paisagens culturais em evolução e dinâmicas locais de posse de territórios.
- Expandir a análise do campo visual, incorporando fontes de dados adicionais (como outras plataformas de redes sociais, percursos de *trekking*) e plataformas participativas de SIG e de ciência dirigida aos cidadãos.

Estabelecer mecanismos sólidos de controlo e de feedback:

Monitorizar os impactos na biodiversidade, as respostas da comunidade e os prazos de licenciamento para permitir melhorias iterativas na metodologia de localização e na gestão adaptativa ao longo do tempo.

6.3 Sugestões para estudos futuros

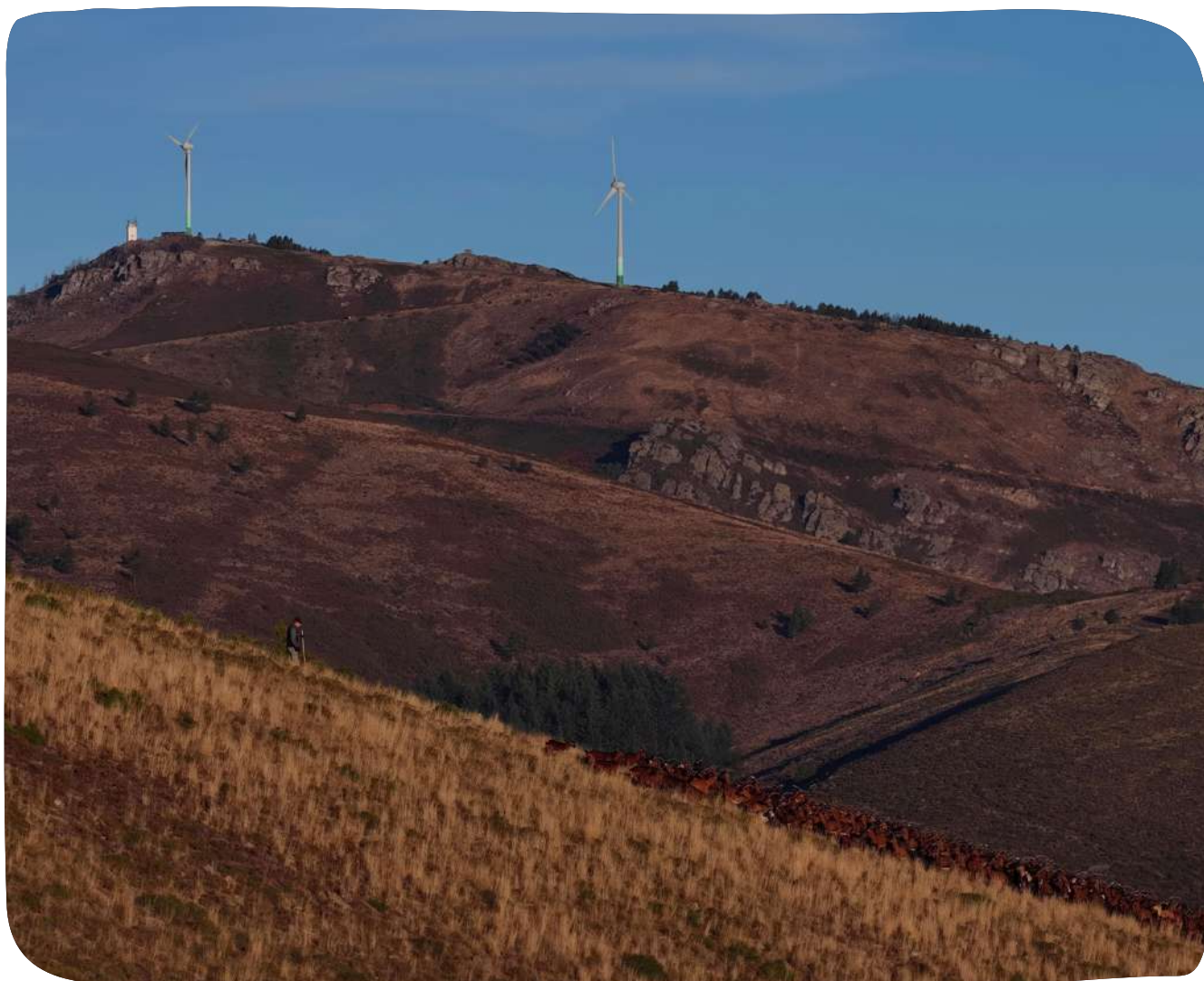
Para além das melhorias referidas anteriormente, as análises futuras poderão explorar várias abordagens avançadas de modelização, incluindo:

- **Camadas específicas da tecnologia** para cartografar os impactos na biodiversidade exclusivos da energia solar ou eólica.
- **Modelação de co-localização:** A avaliação do potencial de co-localização de projetos solares e eólicos, bem como de fotovoltaicos flutuantes e outras tecnologias de energias renováveis, poderá ajudar a otimizar a utilização dos terrenos e das infraestruturas, reduzir os custos e minimizar os impactos ambientais.
- **Modelação solar FV distribuída:** O desenvolvimento de modelos mais granulares para a energia solar distribuída,

tais como aplicações em telhados, industriais e agrícolas, forneceria uma imagem mais clara do potencial total da produção descentralizada de energia.

- **Modelação de tecnologias adicionais,** como a energia eólica *offshore* ou geotérmica.
- **Modelação da expansão da rede:** A integração de modelos de expansão da rede pormenorizados e baseados em cenários permitiria uma avaliação mais realista de onde e como os novos projetos de energias renováveis podem ser ligados, tendo em conta as atualizações de transmissão planeadas, o desenvolvimento de subestações e a evolução dos centros de procura para além dos atuais centros populacionais.
- **Explorar os impactos do reequipamento e do sobreequipamento** na biodiversidade e nas comunidades locais, incluindo desafios específicos de cada local, como o aumento da altura das turbinas, o ruído e os impactos visuais, para além dos possíveis riscos para as aves e os morcegos.

© Renato Iainho / TNC



7. Conclusão

À medida que Portugal acelera a sua transição para as energias renováveis, o ordenamento estratégico do território torna-se essencial para equilibrar os objetivos climáticos, a proteção da biodiversidade e a equidade social. Este Guia de Smart Siting sintetiza os resultados de uma análise abrangente de Smart Siting, demonstrando como o mapeamento baseado na ciência, no envolvimento das partes interessadas e nas metodologias inovadoras podem orientar um desenvolvimento solar e eólico responsável. As conclusões que se seguem destacam a capacidade de Portugal para cumprir os objetivos do PNEC, as oportunidades e os desafios das zonas de conflito moderado e as implicações mais amplas para a expansão da rede, a inclusão social e o alinhamento das políticas da UE.

Energia solar: Portugal está excecionalmente bem posicionado para cumprir ou até exceder os seus objetivos solares sem invadir áreas sensíveis, com mais de cinco vezes a quantidade de terreno adequado necessário para o seu objetivo para 2030 do PNEC para a energia solar centralizada (de 9 GW adicionais até 2030). O mapeamento identifica 1.514 km² de terrenos de baixo conflito e alto potencial de desenvolvimento para a energia solar. Este valor excede largamente a estimativa de 300 km² necessários para a implantação dos 9 GW adicionais. Este excedente de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento proporciona uma grande flexibilidade para a seleção de locais, a expansão futura e a integração de critérios adicionais de sustentabilidade ou de benefícios para a comunidade.

Energia eólica: Portugal pode atingir os seus objetivos em matéria de energia eólica, minimizando a utilização de novos terrenos, através de uma abordagem integrada que dê prioridade a uma localização responsável e à salvaguarda da biodiversidade e dos valores comunitários. Para a energia eólica terrestre, o objetivo do PNEC de Portugal para 2030 exige uma capacidade adicional de 4,1 GW, o que se traduz em cerca de 372 km² de novos terrenos. Portugal pode atingir até 70% deste objetivo através do desenvolvimento dos sítios cartografados de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento, que cobrem 267 km². Grande parte do défice remanescente poderia ser colmatado através do reequipamento e sobreequipamento dos parques eólicos existentes, dando prioridade aos que se situam em zonas com conflitos ambientais e sociais mínimos e adotando medidas de mitigação rigorosas para os que se situam em zonas de conflito moderado.

Oportunidades de contingência com mitigação adequada: Depois de dar prioridade às zonas de baixo conflito e

elevado potencial de desenvolvimento e a outras vias de desenvolvimento, as áreas de conflito moderado mapeadas de Portugal para a energia solar (totalizando 9.100 km²) e eólica (totalizando 790 km²) representam uma reserva estratégica significativa que pode ser considerada se todas as opções preferenciais de menor risco tiverem sido esgotadas. É importante salientar que a intenção não é promover o desenvolvimento nestas zonas, mas reconhecer a sua existência como uma contingência. Se a sua utilização se tornar necessária, quaisquer projetos exigirão uma aplicação rigorosa da hierarquia de mitigação e um envolvimento sólido das partes interessadas para garantir que a produção de energia seja equilibrada com as prioridades de conservação e as estratégias de ganho líquido de biodiversidade.

Novas contribuições para casos de utilização futura:

i) Expansão da rede: Os dados e resultados de Smart Siting fornecem orientações práticas para o planeamento da infraestrutura da rede. Ao identificar grupos de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento perto de corredores de transmissão existentes e centros de procura, a análise apoia a expansão da rede direcionada que se alinha tanto com a viabilidade técnica como com as salvaguardas ambientais/sociais. Esta abordagem permite que os operadores de rede dêem prioridade às atualizações em zonas onde o desenvolvimento das energias renováveis é mais sustentável, reduzindo as perdas de energia e evitando regiões sensíveis.

ii) Valores sociais e envolvimento da comunidade: Um aspeto fundamental deste estudo é a integração dos valores sociais no ordenamento do território, nomeadamente através da análise de pontos de vista à escala nacional. A camada do campo visual, derivada de conteúdos de redes sociais georreferenciados, fornece um substituto baseado em dados para a sensibilidade da paisagem, complementando os métodos tradicionais. Um exercício piloto de cartografia participativa em Silves demonstra ainda como os valores da comunidade local podem ser representados espacialmente e comparados com conjuntos de dados nacionais, aumentando a inclusividade e a legitimidade das decisões de localização.

iii) Implicações políticas e relevância para a UE: Os resultados deste estudo apoiam diretamente a aplicação das políticas da UE, nomeadamente o RED III e a designação das ZAER. Ao fornecer o mapeamento espacial de sítios de conflito baixo e moderado, a análise equipa os formuladores de políticas com as evidências necessárias para acelerar o licenciamento, otimizar a utilização dos terrenos e integrar as salvaguardas da biodiversidade no planeamento do setor energético. A metodologia e as conclusões podem também servir de base para o desenvolvimento de manuais

de mitigação, AAE e quadros de participação das partes interessadas exigidos pela legislação da UE. Adicionalmente, o excedente de terrenos de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar e a utilização estratégica de zonas de conflito moderado com elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica demonstram que Portugal e, por extensão, outros Estados-Membros da UE, podem atingir objetivos energéticos e climáticos ambiciosos sem comprometer a integridade ecológica ou a equidade social.

Resumidamente, o Guia de Smart Siting de Portugal exemplifica como o planeamento espacial integrado, o envolvimento das partes interessadas e a cartografia inovadora podem acelerar a transição para as energias renováveis, respeitando a natureza e as comunidades. Aproveitando a abundância de terras de baixo conflito no país, desenvolvendo de forma responsável as zonas de conflito moderado e alinhando os investimentos na rede com as prioridades ambientais e sociais, Portugal está bem posicionado para cumprir as suas metas do PNEC e contribuir para os objetivos mais amplos da UE em matéria de descarbonização e biodiversidade. As lições e ferramentas aqui desenvolvidas oferecem um modelo replicável para outros países ou regiões que procuram equilibrar a ação climática com a conservação e a justiça social.

Referências

- [1] Elsner, M., Atkinson, G., and Zahidi, S., 2025. Global Risks Report 2025. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>
- [2] Hirschbuehl, D., Neuville, A., Petracco, M. and Sanchez Arjona, I., 2025. The EU Economy's Dependency on Nature, European Commission, Ispra. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC140304>
- [3] Chunquan, Z., Wu, Q., and Hu, S., 2024. How to Unlock \$10.1 Trillion From the Nature-Positive Transition. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/07/theres-10-1-trillion-in-nature-positive-transition-heres-how-we-unlock-it/>
- [4] Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, M., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, J., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes Garcia, V., Sankaran, M., Settle, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Diaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., and Ngo, H.T., 2021. IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop Report on Biodiversity and Climate Change. IPBES and IPCC. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/2021-06/20210609_workshop_report_embargo_3pm_CEST_10_june_0.pdf
- [5] European Commission, 2024. Portugal National Energy and Climate Plan 2021-2030 (NECP 2030) Update/Review. https://commission.europa.eu/publications/portugal-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en
- [6] Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, 2025. 2030 Targets (with Guidance Notes). Convention on Biodiversity Secretariat. <https://www.cbd.int/gbf/targets>
- [7] European Commission, 2025. EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing Nature Back Into Our Lives. https://commission.europa.eu/document/020f7141-d73d-4191-853e-c5918a52f9f3_en
- [8] European Commission, 2025. Nature Restoration Regulation. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-regulation_en
- [9] The Nature Conservancy & Solar Power Europe, 2024. Rewarding and Incentivising Nature-Inclusive Solar Through EU Policy. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Nature_inclusive_solar_parks_Oct2024.pdf
- [10] United Nations Climate Change Secretariat, 2025. United Nations Framework Convention on Climate Change: The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- [11] United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2025. Sustainable Development Goals: The 17 Goals. <https://sdgs.un.org/goals>
- [12] Redes Energéticas Nacionais (REN), 2025. Renewables Supplied 77 Percent of Electricity Consumption in May With Solar At Record Highs. <https://www.ren.pt/en-gb/media/news/renewables-supplied-77-of-electricity-consumption-in-may-with-solar-at-record-highs>
- [13] Presidência do Conselho de Ministros, 2022. Decree n.º 72/2022. Diário da República n.º 202/2022, Série I de 2022-10-19, pp. 15-20. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/72-2022-202357817>
- [14] Presidência do Conselho de Ministros, 2024. Decree n.º 99/2024. Diário da República n.º 234/2024, Série I de 2024-12-03. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/99-2024-898705893>
- [15] Takács, A., 2025. Green Power: Aligning Renewables With Biodiversity to Accelerate the Energy Transition. Birdlife. https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2025/10/paper-2energy-report_online_Smallest.pdf
- [16] Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. Official Journal of the European Union, 2023/2413. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>
- [17] Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). <https://www.lneg.pt/en/homepage/>
- [18] Susanne Krieger, S., Dünzen, K., Gibson, J., and Wingenbach, Dr. M., 2025. Follow-up: Overview of Renewable Energy Spatial Planning and Designation of Acceleration Areas in Selected EU Member States. Oeko-Institut e.V. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/o/e/Oeko-Institut-2025-Follow-Up-Spatial-Planning-Acceleration_Report.pdf
- [19] Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), 2025. Proposta Derevisão: Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. https://participa.pt/contents/consultationdocument/Rev_ENCNB2030_FINAL.pdf
- [20] Participa, 2025. Proposta de Revisão da Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. <https://participa.pt/pt/consulta/proposta-de-revisao-da-estrategia-nacional-de-conservacao-da-natureza-e-biodiversidade-2030>
- [21] GTAER, 2024. Resultados e conclusões do GTAER – Grupo de Trabalho para a definição das Áreas de Aceleração de Energias Renováveis. <https://repositorio.lneg.pt/entities/publication/001b2bff-9aa0-4813-90de-d529915d3e25>
- [22] Combret, L., 2025. Beyond Price: How Non-Price Criteria in Renewable Energy Auctions Can Help Deliver for Climate, Nature and People. The Nature Conservancy. <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/n/o/non-price-criteria-TNC-europe.pdf>
- [23] Business Council for Sustainable Development (BCSD) Portugal. act4nature Portugal. <https://bcsdportugal.org/act4nature-portugal/>
- [24] European Commission, Directorate-General for Environment, 2025. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Roadmap Towards Nature Credits. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=comnat%3ACOM_2025_0374_FIN%footnote3
- [25] Bhattacharjee et al., 2025, in review.
- [26] Sochi, K., et al., 2023. Mapping a Sustainable Renewable Energy Transition: Handbook for Practitioners Version 1. The Nature Conservancy. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Europe_Energy_Practitioners_Guide.pdf
- [27] Oakleaf, J.R., Kennedy, C.M., and Baruch-Mordo, S., et al., 2019. Mapping Global Development Potential for Renewable Energy, Fossil Fuels, Mining and Agriculture Sectors. Sci Data 6, 101. <https://www.nature.com/articles/s41597-019-0084-8>
- [28] Copeland, H.E., Doherty, K.E., Naugle, D.E., Pocerwicz, A., and Kiesecker, J.M., 2009. Mapping Oil and Gas Development Potential in the US Intermountain West and Estimating Impacts to Species. PLoS ONE 4(10): e7400. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0007400>
- [29] Evans, J.S. and Kiesecker, J.M., 2014. Shale Gas, Wind and Water: Assessing the Potential Cumulative Impacts of Energy Development on Ecosystem Services within the Marcellus Play. PLoS ONE 9(2): e89210. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0089210>
- [30] Strager, M.P., Strager, J.M., Evans, J.S., Dunscomb, J.K., Kreps, B.J., and Maxwell, A.E., 2015. Combining a Spatial Model and Demand Forecasts to Map Future Surface Coal Mining in Appalachia. PLoS ONE 10(6): e0128813. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0128813>

- [31] Kiesecker, J.M., Nagaraju, S.K., Oakleaf, J.R., Ortiz, A., Lavista Ferres, J., Robinson, C., Krishnaswamy, S., Mehta, R., Dodhia, R., Evans, J. S., Heiner, M., Priyadarshini, P., Chandran, P., and Sochi, K., 2023. The Road to India's Renewable Energy Transition Must Pass through Crowded Lands. *Land*, 12(11), 2049. <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/11/2049>
- [32] Kiesecker, J.M., Evans, J.S., Oakleaf, J.R., Dropuljić, K.Z., Vojnović, I., Rosslowe, C., Cremona, E., Bhattacharjee, A.L., Nagaraju, S.K., Ortiz, A., Robinson, C., Ferres, J.L., Zec, M., and Sochi, K., 2024. Land use and Europe's renewable energy transition: identifying low-conflict areas for wind and solar development. *Front. Environ. Sci.* 12:1355508. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2024.1355508/full>
- [33] Breiman, L., 2001. Random Forests. *Machine Learning* 45, pp. 5–32. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>
- [34] Liaw, A. and Wiener, M., 2002. Classification and Regression by randomForest. *R News* Vol. 2/3, December 2002, pp. 18–22. <https://journal.r-project.org/articles/RN-2002-022/RN-2002-022.pdf>
- [35] Murphy, M.A., Evans, J.S., and Storfer, A., 2010. Quantifying Bufo boreas connectivity in Yellowstone National Park with landscape genetics. *Ecology*, 91: 252–261. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/08-0879.1>
- [36] R Development Core Team, 2013. The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- [37] Evans, J., 2014. <https://github.com/jeffreyevans/rfUtilities>
- [38] Evans, J., 2025. <https://github.com/jeffreyevans/spatialEco>
- [39] Wright, M.N., 2024. <https://github.com/imbs-hl/ranger>
- [40] Bolinger, M. and Bolinger, G., 2022. Land Requirements for Utility-Scale PV: An Empirical Update on Power and Energy Density. *IEEE Journal of Photovoltaics*, Vol. 12, No. 2, March 2022, pp. 589–594. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9676427>
- [41] Tingley, M.W., Darling, E.S., and Wilcove, D.S., 2014. Fine- and coarse-filter conservation strategies in a time of climate change. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1322, pp. 92–109. <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.12484>
- [42] Davidson, A., Dunn, L., Gergely, K., McKerrow, A., Williams, S., and Case, M., 2021. Refining the coarse filter approach: Using habitat-based species models to identify rarity and vulnerabilities in the protection of U.S. biodiversity. *Global Ecology and Conservation*, Vol. 28, August 2021, e01598. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989421001487>
- [43] Direção-Geral do Território, 2018. Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018. <https://www.dgterritorio.gov.pt/Carta-de-Uso-e-Ocupacao-do-Solo-para-2018>
- [44] Copernicus Land Monitoring Service, 2018. CORINE Land Cover 2018 (vector/raster 100 m), Europe, 6-yearly. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018>
- [45] Brennan, A., Naidoo, R., Greenstreet, L., Mehrabi, Z., Ramankutty, N., and Kremen, C., 2022. Functional connectivity of the world's protected areas. *Science* 376, pp. 1101–1104. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abc18974>
- [46] Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., and Smith, E., 2000. Global-scale patterns of forest fragmentation. *Conservation Ecology* 4(2): 3. <https://ecologyandsociety.org/vol4/iss2/art3/>
- [47] Theobald, D.M., Oakleaf, J.R., Moncrieff, G. et al., 2025. Global extent and change in human modification of terrestrial ecosystems from 1990 to 2022. *Sci Data* 12, 606. <https://www.nature.com/articles/s41597-025-04892-2>
- [48] Almeida, J., Godinho, C., Leitão, D., and Lopes, R.J., 2022. Lista Vermelha das Aves de Portugal Continental. SPEA, ICNF, LabOR/UE, CIBIO/BIOPOLIS, Portugal. <https://www.listavermelhadasaves.pt/lista-vermelha/>
- [49] Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), 2024. III Atlas das Aves Nidificantes. <https://spea.pt/censos/iii-atlas-aves-nidificantes/>
- [50] Mathias, M.L. (coord.), Fonseca, C., Rodrigues, L., Grilo, C., Lopes-Fernandes, M., Palmeirim, J.M., Santos-Reis, M., Alves, P.C., Cabral, J.A., Ferreira, M., Mira, A., Eira, C., Negrões, N., Paupério, J., Pita, R., Rainho, A., Rosalino, L.M., Tapisso, J.T., Vingada, J. (eds.), 2023. Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal Continental. FCiências.ID, ICNF, Lisboa <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/35224>
- [51] Vulture Conservation Foundation, 2024. LIFE Aegypius Return. <https://4vultures.org/life-aegypius-return/project/>
- [52] Gameiro, J., Ribeiro, L., Pacheco, C., L., Guedes, A., Pereira, J., Marques, A.T., Valerio, F., Venâncio, Diamantino, J., Santos, C., Tomás, A., Sampaio, H., Alcazar, R., Elias, G., Arroyo, B., and Silva, J.P., 2023. 1º Censo Nacional da Águia-caçadeira Circus pygargus: Resultados Finais. BIOPOLIS-CIBIO. https://steppebirdsmove.com/wp-content/uploads/2024/01/Gameiro-et-al_2023_1o-Censo-Nacional-Aguia-cacadeira-resultados-finais.pdf
- [53] Pimenta, V., Barroso, I., Álvares, F., Barros, T., Borges, C., Cadete, D., Carneiro, C., Casimiro, J., Ferrão da Costa, G., Ferreira, E., Fonseca, C., Garcia, E.J., Gil, P., Godinho, R., Hipólito, D., Llaneza, L., Marcos Perez, A., Martí-Domken, B., Monzón, A., Nakamura, M., Palacios, V., Paulino, C., Pereira, J., Pereira, A., Petrucci-Fonseca, F., Pinto, S., Rio-Maior, H., Roque, S., Sampaio, M., Santos, J., Serronha, A., Simões, F., Torres, R.T., 2023. Situação populacional do lobo em Portugal: Resultados do censo nacional de 2019/2021. ICNF, Lisboa, 145p. <https://censo-2019-2021.loboiberico.pt/>
- [54] Lumbierres, M., Dahal, P.R., Soria, C.D., Di Marco, M., Butchart, S.H.M., Donald, P.F., and Rondinini, C., 2022. Area of Habitat maps for the world's terrestrial birds and mammals. *Sci Data*. 2022 Dec 3;9(1):749. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36463270/>
- [55] Energias Endógenas de Portugal, 2024. Wind Farms in Portugal, December 2024. INEGI & APREN. <https://www.apren.pt/contents/documents/portugal-parques-eolicos-2024-7727.pdf>
- [56] Presidência do Conselho de Ministro, 2022. Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro. Diário da República n.º 10/2022, Série I de 2022-01-14, pp. 3–185. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>
- [57] Global Energy Monitor, 2025. Global Wind Power Tracker. <https://globalenergymonitor.org/projects/global-wind-power-tracker/>
- [58] Global Energy Monitor, 2025. Global Solar Power Tracker. <https://globalenergymonitor.org/projects/global-solar-power-tracker/>
- [59] Simões, S.G., et al., 2023. Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal: eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos, 112 pp. LNEG: Relatório Técnico, Amadora, Portugal. <http://repositorio.ineg.pt/handle/10400.9/4077>
- [60] Ministério Do Ambiente, Ordenamento Do Território E Energia, 2015. Despacho n.º 8726/2015, Diário da República, 2.ª série, N.º 153. <https://poseur.portugal2020.pt/media/37980/plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-conserva%C3%A7%C3%A3o-do-lince-ib%C3%A9rico.pdf>
- [61] Lusa, 2024. Em 15 anos nasceram 170 lincas-ibéricas em Silves. Nova app avisa quando se aproximam de estradas. Público. <https://www.publico.pt/2024/10/25/azul/noticia/15-anos-nasceram-170-lincasibericas-silves-nova-app-avisa-aproximam-estradas-2109388>
- [62] APREN, 2023. Guia de Licenciamento de Projetos de Energia Renovável Onshore 1ª Edição. <https://www.apren.pt/contents/documents/guia-de-licenciamento-versao-final.pdf>
- [63] Jacobo, J.T., 2023. Portugal needs to step up on permitting issues and grid connection challenges. *PV Tech*. <https://www.pv-tech.org/portugal-needs-to-step-up-on-permitting-issues-and-grid-connection-challenges>
- [64] Bose, A., 2024. Transmission planning for grid transformation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(48), e2419074121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2419074121>
- [65] Jowett, P., 2025. Portugal surpasses 6.1 GW of solar capacity. *Pv Magazine International*. <https://www.pv-magazine.com/2025/08/20/portugal-surpasses-6-1-gw-of-solar-capacity/>
- [66] Villarroja, A., Barros, A.C., Kiesecker, J., 2014. Policy Development for Environmental Licensing and Biodiversity Offsets in Latin America. *PLoS ONE* 9(9): e107144. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0107144>

- [67] Lawrence, D.P., 2013. Impact Assessment: Practical Solutions to Recurrent Problems and Contemporary Challenges. <https://books.google.com.ph/>
- [68] Amirkhanova, E.A., 2018. Business Improvements through Implementation of International Investors' Standards. Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Security, Environment, and Social Responsibility, Abu Dhabi, UAE. <https://onepetro.org/SPEHSE/proceedings-abstract/18HSE/3-18HSE/215122>
- [69] International Finance Corporation, 2012. International Finance Corporation's Guidance Notes: Performance Standards on Environmental and Social Sustainability <https://documents1.worldbank.org/curated/en/454371481192973684/pdf/110835-GN-English-2012-Full-Documents.pdf>
- [70] EBRD, 2018. Annual Review 2018. https://www.ebrd.com/content/dam/ebrd_dxp/assets/pdfs/communications-department/annual-review/annual-review-2018/ebd-annual-review-2018-english.pdf
- [71] de Silva, G.C., Regan, E.C., Pollard, E., Addison, P.F.E., 2019. The evolution of corporate no net loss and net positive impact biodiversity commitments: Understanding appetite and addressing challenges. *Bus Strat Env*. 28: pp. 1481-1495. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bse.2379#:~:text=Abstract,%2C%20retraction%2C%20and%20scientific%20foundation>
- [72] Kiesecker, J.M., Copeland, H., Pocewicz, A., and McKenney, B., 2010. Development by design: blending landscape-level planning with the mitigation hierarchy. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8: pp. 261-266. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0900005>
- [73] Heiner, M., Hinchley, D., Fitzsimons, J., Weisenberger, F., Bergmann, W., McMahon, T., Milgin, J., Nardea, L., Oakleaf, J., Parriman, D., Poelina, A., Watson, H., Watson, K., and Kiesecker, J., 2019. Moving from reactive to proactive development planning to conserve Indigenous community and biodiversity values. *Environmental Impact Assessment Review* Vol. 74, pp. 1-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019592551830115X>
- [74] Groves, E.; Game, T. 2015. *Conservation Planning: Informed Decisions for a Healthier Planet*, 608 pp., Roberts and Company Publishers Inc., Colorado, USA. ISBN 978-1-936221-51-6. <https://doi.org/10.1017/S0030605317000187>
- [75] Reed, M. S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological conservation* 141:2417-2431. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320708002693?via%3Dihub>
- [76] Sochi, K., J. P. Pierre, L. Harveson, P. M. Harveson, D. Ianelli, J. Karges, B. Tarrant, M. Taylor, M. Young, and J. Kiesecker. 2021. Development by Design in West Texas: Mitigating energy sprawl through cooperative landscape planning. *Respect Big Bend, Texas*. <https://static1.squarespace.com/static/5e4dcfale504ff32ed1f51b4/t/60ca229ed8dbce3995b7b0ec/1623859890535/Respect+Big+Bend+Technical+Report.pdf>
- [77] Markkanen, S., Sheikh, A.Y., and Dickens, E., 2024. Enabling a Community-Powered Energy Transition: Good practices for engaging stakeholders, fostering collaboration, and promoting socioeconomic benefits. *The Nature Conservancy*. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Enabling_a_Community-Powered_Energy_Transition.pdf
- [78] Stober, D., Suškevičs, M., Eiter, S., Müller, S., Martinát, S., Buchecker, M., 2021. What is the quality of participatory renewable energy planning in Europe? A comparative analysis of innovative practices in 25 projects. *Energy Research & Social Science*, Vol. 71. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629620303790>
- [79] van Halm, I., 2022. Weekly data: Onshore wind plans in one-fifth of Dutch municipalities affected by protests. *Energy Monitor*. <https://www.energymonitor.ai/tech/renewables/weekly-data-onshore-wind-plans-in-one-fifth-of-dutch-municipalities-affected-by-protests/>
- [80] Climate Action Network Europe & Oeko Institut, 2025. UPDATE: Overview of Renewable Energy Spatial Planning and Designation of Acceleration Areas in Selected EU Member States. <https://caneurope.org/spatial-planning-for-renewables/>
- [81] Pocewicz, A., Nielsen-Pincus, M., 2013. Preferences of Wyoming residents for siting of energy and residential development. *Applied Geography* Vol. 43, pp.45-55. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622813001409>
- [82] Kiesecker, J.M., Evans, J.S., Oakleaf, J.R., Dropuljić, K.Z., Vejnović, I., Rosslowe, C., Cremona, E., Bhattacharjee, A.L., Nagaraju, S.K., Ortiz, A., Robinson, C., Ferres, J.L., Zec, M., and Sochi, K., 2024. Land use and Europe's renewable energy transition: identifying low-conflict areas for wind and solar development. *Frontiers in Environmental Science* Vol. 12. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2024.1355508/full>
- [83] The Nature Conservancy, 2024. Statement: The Nature Conservancy Welcomes EU Guidance to Accelerate the Renewable Energy Rollout – Now, Implementation is Key. <https://www.nature.org/en-us/newsroom/statement-the-nature-conservancy-eu-guidance-accelerate-renewable-energy-rollout/>
- [84] European Commission: Directorate-General for Energy and Trinomics, 2024. Study on the designation of renewables acceleration areas (RAAs) for onshore and offshore wind and solar photovoltaic energy – Final report. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/716552>
- [85] Solar Atlas V2, 2024. Solar capacity factor – average daily totals (PVOUT). *Global Solar Atlas*. <https://globalsolaratlas.info/map?c=11.609193,8.4375,3>
- [86] Google Earth Engine, 2024. Global SRTM mTPI (CSP ERGo 1.0). https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/CSP_ERGo_1_0_Global_SRTM_mTPI
- [87] NASA Earthdata, 2024. Digital Elevation Terrain Model (DEM). <https://www.earthdata.nasa.gov/topics/land-surface/digital-elevation-terrain-model-dem>
- [88] OpenStreetMap, 2024. Global OpenStreetMap Data Viewer. <https://www.openstreetmap.org/#map=6/51.32/10.46>
- [89] Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), 2024. Geoportal for Energy Infrastructure in Portugal. <https://portalgeo.dgeg.gov.pt/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=de764a4a5ccd446292cb26a7e5c2e725>
- [90] Global Renewables Watch, 2024. Global Renewable Energy Monitoring Platform. <https://www.globalrenewableswatch.org/>
- [91] European Commission Joint Research Centre (JRC), 2024. Global Human Settlement Layer (GHSL) Data Collection. <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/ghsl>
- [92] Meta AI, 2024. High-Resolution Population Density Maps Dataset. <https://ai.meta.com/ai-for-good/datasets/high-resolution-population-density-maps/#accessdata>
- [93] Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), 2024. Rede Natura 2000 – Protected Areas in Portugal. <https://www.icnf.pt/conservacao/redenatura2000>
- [94] Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), 2024. Ramsar Sites – Wetlands of International Importance. <https://www.icnf.pt/conservacao/ambitointernacional/ramsar>
- [95] Ramsar Sites Information Service (RSIS), 2024. Global Ramsar Wetlands Database. https://rsis.ramsar.org/?__goaway_challenge=meta-refresh&__goaway_id=213cf6da7e8e99dfd5b9321d5a0ad5f7
- [96] ICNF Geoportal, 2024. Spatial Data Portal for Nature Conservation in Portugal. <https://sig.icnf.pt/portal/home/item.html?id=02b7a03f8fbd4dada77f5f3e5f9f186>
- [97] UNESCO, 2024. World Network of Biosphere Reserves – About. <https://www.unesco.org/en/mab/wnbr/about>
- [98] Palliwoda, J., Büermann, A., Fischer, J., Kraemer, R., Schröter, M (2021). Zoning of UNESCO Biosphere Reserves: a comprehensive set of geodata for Europe. *Front. Ecol. Evol.* doi: 10.3389/fevo.2021.736358.
- [99] Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), 2024. Important Bird Areas (IBAs) in Portugal. <https://snea.pt/categoria-observacao/ibas-areas-importantes/>
- [100] Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), 2024. Geoportal – Energy and Geological Mapping. <https://geoportal.lneg.pt/mapa/>
- [101] EUROBATS, 2025. National Report: Portugal. <https://www.eurobats.org/sites/default/files/2025-07/Portugal.pdf>
- [102] Património Cultural, I.P. (PCIP), 2024. Cultural Heritage Geoportal – ArcGIS Services. <https://geo.patrimoniocultural.gov.pt/arcgis/rest/services>

Anexo I: Distribuição geográfica em Portugal por nível de conflito

Esta secção interpreta os resultados espaciais no contexto das diversas geografias de Portugal, integrando perspetivas técnicas, ecológicas e sociais. A análise baseia-se tanto nas regiões NUTS como nos principais municípios, com a Tabela 3 a apresentar um resumo dos principais resultados quantitativos referidos ao longo da discussão.

I. Áreas com elevado potencial de desenvolvimento

As zonas de elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica concentram-se predominantemente nas regiões do Alto Tâmega e Barroso e do Douro, no Norte, que, coletivamente, proporcionam 386 km² de terrenos com alto potencial para implantação. No Centro, a região das Beiras e Serra da Estrela contribui com adicionais 231 km². Estas zonas prioritárias caracterizam-se por recursos eólicos favoráveis e uma topografia adequada, em particular os cumes, o que as torna especialmente adequadas para futuros projetos de energia eólica.

A modelação eólica identificou consistentemente dois fatores-chave correlacionados com o potencial de desenvolvimento em todos os cenários. O índice médio de posição topográfica multi-escala (mTPI, do inglês Multi-Scale Topographic Position Index) emergiu como um fator crítico: os sítios com valores elevados de mTPI, tipicamente os cumes, mostraram o maior potencial de desenvolvimento e corresponderam de perto à atual distribuição de turbinas eólicas em Portugal. Por outro lado, os valores negativos de mTPI, indicativos de vales e zonas baixas, foram associados a um baixo potencial de desenvolvimento. O segundo fator mais influente corresponde à capacidade eólica, com as localizações que excederam as 2.500 horas equivalentes de funcionamento por ano a serem consistentemente classificadas como de elevado potencial de desenvolvimento, sendo que as localizações com 2.200 horas ou menos foram classificadas como sendo de baixo potencial

de desenvolvimento. Outros parâmetros, como a proximidade a subestações, linhas de transmissão e grandes áreas urbanas, também influenciaram, mas moderadamente, a definição dos resultados da localização da energia eólica. É importante salientar que nenhum parâmetro isoladamente permitiu identificar valores elevados de potencial de desenvolvimento; pelo contrário, as zonas com elevado potencial de desenvolvimento foram sempre localizadas através da combinação de condições favoráveis, especialmente quando o fator de capacidade eólica e o mTPI eram elevados.

No que diz respeito à energia solar, as zonas de elevado potencial de desenvolvimento situam-se principalmente na região do Alentejo – sendo que quase dois terços deste potencial concentram-se nas regiões do Alentejo Central (2.120 km²) e do Baixo Alentejo (2.019 km²), estando o restante distribuído pelo Alentejo Litoral (1.713 km²) e pelo Alto Alentejo (904 km²). A região do Algarve também se destaca, disponibilizando uma área de 1.930 km² com elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar FV. Estas regiões correspondem a áreas com os mais elevados fatores de capacidade solar e uma proximidade favorável da infraestrutura da rede, o que as torna especialmente adequadas para novas instalações fotovoltaicas terrestres.

Duas outras regiões também apresentam oportunidades consideráveis para o desenvolvimento solar. A Lezíria do Tejo, na região do Oeste e Vale do Tejo, contém 1.075 km² de zonas de elevado potencial de desenvolvimento e está estrategicamente localizada perto da Grande Lisboa – incluindo o concelho de Alcochete, onde está previsto o novo aeroporto de Lisboa – que poderá beneficiar da proximidade destas fontes de energia renovável. A zona das Beiras e Serra da Estrela, na região Centro, proporcionam 896 km² de terrenos com elevado potencial de desenvolvimento e destacam-se por terem também relevância na análise do potencial de desenvolvimento eólico, o que sugere um forte potencial para projetos de energias renováveis híbridas nesta área.

TABELA 3: Áreas, em km², das zonas em que o potencial de desenvolvimento elevado corresponde a um valor superior ou igual a 0,65 – retirados do estudo de Smart Siting para Portugal para todas as regiões NUTS III

NUTS II	NUTS III	Área total	Alto potencial de desenvolvimento eólico	Alto potencial de desenvolvimento solar	Conflitos reduzidos de biodiversidade	Elevado conflito social	Combinação Baixo conflito de biodiversidade + Mapas sociais	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento eólico	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento eólico
Alentejo	Alentejo Central	7.393,46	2,51	2120,9	100,33	375,14	95,9	0,56	28,38
Alentejo	Alentejo Litoral	5.309,41	117,23	1.713,26	220,67	381,50	215,92	2,10	91,89
Alentejo	Alto Alentejo	6.084,34	6,95	904,73	244,35	195,90	240,96	0,02	30,51
Alentejo	Baixo Alentejo	8.542,72	19,01	2.019,48	36,78	223,68	35,97	0,15	3,37
Algarve	Algarve	4.996,79	259,46	1.930,95	124,36	613,70	111,07	6,52	48,65
Center	Beira Baixa	5.252,92	55,86	709,40	1.501,64	186,43	1.484,19	32,57	161,43
Center	Beiras e Serra da Estrela	6.304,95	231,34	896,04	294,08	477,73	278,99	10,83	32,42
Center	Região de Aveiro	1.692,86	43,15	303,32	755,05	146,23	733,62	11,42	111,30
Center	Região de Coimbra	4.335,57	165,32	573,36	1.992,33	241,52	1.920,84	62,78	241,49
Center	Região de Leiria	2.449,13	88,03	255,56	1.015,63	114,11	1.000,59	35,45	92,27
Center	Viseu dos Lafões	3.237,74	104,91	127,90	891,07	83,71	864,39	5,18	20,23
Greater Lisbon	Grande Lisboa	1.389,98	58,45	381,56	362,61	357,75	284,98	9,34	49,33
North	Área Metropolitana do Porto	2.041,27	49,28	229,06	557,63	175,78	482,40	8,04	27,69
North	Alto Minho	2.218,84	140,07	45,19	129,72	221,95	110,66	1,64	4
North	Alto Tâmega e Barroso	2.921,91	193,41	93,54	29,23	88,69	27,38	0	0,51
North	Ave	1.451,36	57,80	45,29	185,35	51,54	176,20	0,62	6,79
North	Cávado	1.245,79	58,08	84,97	140,74	99,67	126,66	0,80	2,65
North	Douro	4.031,58	192,64	212,77	241,14	2.186,16	51,39	2,84	3,67
North	Tâmega e Sousa	1.831,52	78,99	56,85	314,53	70,96	305,94	10,24	14,04
North	Terras de Trás-os-Montes	5.543,60	36,29	199,12	90,09	247,37	88,74	0,06	0,43
Setúbal Peninsula	Península de Setúbal	1.625,25	28,37	548,63	160,08	317,31	141,19	0,67	50,27
West and Tagus Valley	Lezíria do Tejo	4.274,97	45,92	1.075,76	935,67	67,08	925,38	13,52	184,91
West and Tagus Valley	Médio Tejo	2.706,03	35,92	460,71	901,17	83,70	876,99	10,15	126,08
West and Tagus Valley	Oeste	2.220,16	154,19	605,39	849,21	261,71	774,66	41,78	182,54
Portugal		89.102,14	2.223,17	15.593,73	12.073,44	7.269,32	11.355,01	267,30	1.514,86

A análise dos fatores mais influentes que determinam o potencial de desenvolvimento da energia solar revela padrões distintos para os projetos fotovoltaicos de grande e pequena escala. Para a energia fotovoltaica em grande escala, o fator mais influente é a proximidade das subestações, com os locais situados a menos de 2,5 quilómetros de uma subestação a apresentarem os valores mais elevados de potencial de desenvolvimento. Praticamente tão significativo, o fator de capacidade solar revela valores de potencial de desenvolvimento a subirem acentuadamente à medida que o fator de capacidade solar aumenta de 4,1 para 4,3 kWh/kWp por dia, estabilizando acima de 4,5 kWh/kWp. A proximidade das principais áreas urbanas também desempenha um papel importante, com os valores mais elevados de potencial de desenvolvimento encontrados a menos de 25 quilómetros destes centros. Outros fatores, como o distanciamento a centrais elétricas e a linhas de transmissão, contribuem para o modelo, mas com efeitos menos pronunciados.

Para os projetos fotovoltaicos de pequena escala, os principais fatores alteram-se ligeiramente, refletindo as diferentes realidades de localização da energia solar distribuída. A distância a todas as subestações continua a ser o parâmetro mais influente, com os valores mais elevados de potencial de desenvolvimento situados a menos de um quilómetro de uma subestação. A proximidade a cidades é também um fator muito significativo, com um aumento substancial dos valores de potencial de desenvolvimento a menos de dois quilómetros dos centros urbanos. Outros fatores, como o distanciamento às principais subestações e linhas de transmissão, também se revelaram relevantes. Terrenos planos, com até 4% de declive, são favoráveis para a energia FV em pequena escala, mas esta influência diminui rapidamente à medida que a inclinação aumenta.

II. Áreas com conflitos de biodiversidade

Em termos de biodiversidade, a região do Alentejo exemplifica a complexidade do equilíbrio entre a conservação e a expansão das energias renováveis. Os dados sobre a biodiversidade revelam um mosaico de várias categorias de conflito, com zonas de conflito elevado, concentradas principalmente em torno de áreas protegidas como o Parque Natural do Vale do Guadiana e a Zona de Proteção Especial de Castro Verde, a cobrirem quase 50% do território. Estas paisagens são caracterizadas por extensos habitats de estepe e por uma forte conectividade ecológica, suportando espécies ameaçadas como a abetarda, o sisão e o lince ibérico. Em redor destas zonas de conflito elevado foram classificadas amplas faixas de transição como zonas de conflito moderado-alto, principalmente no Baixo Alentejo e no Alentejo Central, que servem frequentemente de corredores para a circulação de espécies e a resiliência dos ecossistemas.

Por outro lado, o Alentejo também contém a maior extensão de zonas de conflito moderado-baixo em Portugal. Estas estão predominantemente localizadas na parte oriental do Alentejo Litoral e em paisagens fragmentadas com menor sensibilidade ecológica. Estas zonas, caracterizadas por uma presença reduzida de espécies raras ou ameaçadas e por uma conectividade limitada dos habitats, são candidatas

potenciais para um desenvolvimento de energias renováveis sensível a contextos sociais e ambientais. Neste caso, os riscos ecológicos podem ser minimizados e os processos de licenciamento podem ser mais simples, desde que as avaliações específicas do local confirmem a ausência de valores de biodiversidade.

No Norte, as zonas de conflito alto e moderado-alto cobrem quase 11.000 km², principalmente nas Terras de Trás-os-Montes (do Parque Natural de Montesinho ao Parque do Douro Internacional) e no Alto Tâmega (do Parque Nacional da Peneda-Gerês ao Parque Natural do Alvão). Estas paisagens apresentam extensas áreas protegidas, uma topografia acidentada e forte conectividade ecológica, suportando habitats críticos para espécies como o lobo ibérico, aves de habitats florestais e morcegos. Por outro lado, o Norte conta também com algumas zonas de baixa conflitualidade, com 1.688 km², localizadas principalmente na Área Metropolitana do Porto e nas regiões do Tâmega e Sousa.

A região Centro, apesar do seu complexo mosaico de categorias de conflito, contém o maior número de zonas de baixa conflitualidade em Portugal, cerca de 50% do total nacional, aproximadamente 6.450 km². Estas zonas concentram-se nas zonas centro e leste da Região de Coimbra, no nordeste da Região de Leiria e no oeste da Beira Baixa. As zonas de conflito alto e moderado-alto no Centro estão concentradas em Beiras e Serra da Estrela e ao longo dos corredores montanhosos da Serra da Malcata e da Serra da Estrela, estendendo-se até à Reserva Internacional do Tejo, no sul da Beira Baixa, e ao Parque do Douro Internacional, formando um importante corredor de biodiversidade com o Norte. Estas zonas são reconhecidas pela sua rica biodiversidade, incluindo habitats para o lobo ibérico, a águia-de-Bonelli e várias espécies ameaçadas de morcegos. Deve-se dar uma atenção reforçada a estas regiões durante o desenho de novas ligações energéticas internacionais, uma vez que este hotspot de biodiversidade também faz fronteira com Espanha.

Na região do Oeste e Vale do Tejo, a cartografia de conflitos de biodiversidade revela uma predominância de zonas de conflito baixo e moderado-baixo. As zonas de baixa conflitualidade (2.686 km²) localizam-se principalmente junto aos limites da região Centro (a nordeste do Médio Tejo) e na região Oeste (a norte da Grande Lisboa), apresentando tipicamente uma menor sensibilidade ecológica e uma reduzida presença de espécies raras ou ameaçadas. Uma exceção é o corredor entre o Parque Natural das Serras de Aires e Candeeiros e a área protegida de Alvaiázere, que alberga uma elevada concentração de abrigos para morcegos. As zonas de conflito moderado-baixo encontram-se principalmente na parte oriental da região da Lezíria do Tejo, prolongando-se a zonas semelhantes no Alentejo.

Na região do Algarve, a cartografia de conflitos de biodiversidade revela uma paisagem dominada por zonas de elevado conflito, cobrindo aproximadamente 56% do território. Estas áreas concentram-se sobretudo no interior, na fronteira com o Alentejo e na proximidade de áreas protegidas como Monchique, Barrocal e Caldeirão, que são habitats importantes para a avifauna. No entanto, ainda se encontram zonas de conflito baixo e moderado-baixo em municípios específicos como Silves, Tavira e São Brás de Alportel.

A distribuição espacial das zonas de elevado conflito no mapa de biodiversidade de filtro fino é fortemente influenciada pela presença notável de várias aves, morcegos e outras espécies de mamíferos.

Aves das estepes:

O sisão (*Tetrax tetrax*) e a abetarda (*Otis tarda*) são aves estepárias emblemáticas cujas populações se concentram na região do Alentejo. Ambas as espécies são muito sensíveis à perda e à fragmentação do habitat e o seu estado de conservação é um fator determinante das zonas de elevada sensibilidade nas paisagens agrícolas abertas.

Aves de rapina:

O tartaranhão-caçador (*Circus pygargus*) está presente não só no Alentejo, mas também no Norte de Portugal, favorecendo extensos campos de cereais e pastagens e contribuindo para elevados índices de conflito nestes habitats. O abutre-preto (*Aegypius monachus*), uma das maiores e mais ameaçadas aves de rapina da Europa, está concentrado em áreas com extensos bosques e paisagens abertas, particularmente na região da Beira Baixa, onde a sua conservação depende da manutenção de habitats amplos e não perturbados.

Outras aves de rapina:

O bufo-real (*Bubo bubo*) é uma ave de rapina noturna de grande porte altamente sensível a perturbações e a infraestruturas de energias renováveis, incluindo turbinas eólicas e linhas elétricas. A águia-de-Bonelli (*Aquila fasciata*), uma ave de rapina emblemática dos ecossistemas mediterrânicos, reproduz-se em zonas acidentadas, florestais e montanhosas do centro e sul de Portugal.

Morcegos:

Espécies notáveis de morcegos, como o morcego-rato-pequeno (*Myotis blythii*), o morcego-de-ferradura-mourisco (*Rhinolophus mehelyi*) e o morcego-lanudo (*Myotis emarginatus*), são os principais fatores de zonas de conflito elevado, especialmente em regiões com sítios de repouso adequados, como grutas, edifícios antigos ou abandonados e florestas maduras. Estes morcegos são muito sensíveis à perturbação e fragmentação do habitat e a alterações na utilização dos terrenos.

Mamíferos:

O lince ibérico (*Lynx pardinus*), um dos carnívoros mais ameaçados da Europa, e o lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) necessitam ambos de habitats amplos e contíguos e são muito sensíveis à perturbação humana. O lince ibérico encontra-se principalmente no sul de Portugal, em habitats-chave^[60] (como florestas mediterrânicas e arbustos densos) no Vale do Guadiana e áreas circundantes. O interior do Algarve, incluindo o concelho de Silves, é particularmente importante, uma vez que acolhe o Centro de Recuperação do Lince Ibérico.^[61] O lobo ibérico, concentrado principalmente no Norte, também depende de territórios extensos e não perturbados e enfrenta ameaças semelhantes ao lince devido à perda de habitat e à atividade humana.

A presença e as necessidades de conservação destas e de outras espécies consideradas neste projeto sublinham a importância de integrar dados específicos por espécie no planeamento espacial para as energias renováveis. Garantir que o desenvolvimento não compromete a fauna terrestre mais ameaçada de Portugal é essencial para uma transição energética verdadeiramente sustentável.



III. Áreas com conflitos sociais

Para além da biodiversidade, o mapeamento dos valores sociais revela que as áreas de elevado conflito social não estão distribuídas uniformemente por Portugal, mas sim agrupadas em geografias específicas com forte significado cultural, visual ou económico. A região do Douro, e em particular o Alto Douro Vinhateiro, destaca-se como uma paisagem de exceção sensibilidade. Reconhecida como Património Mundial da UNESCO, esta área é definida pelas vinhas em socalcos íngremes e vales fluviais cénicos, altamente valorizados pelo seu património cultural e apelo estético. Qualquer alteração do uso do solo nesta região, incluindo o desenvolvimento de energias renováveis, é suscetível de enfrentar uma forte oposição pública devido ao potencial impacto visual e aos impactos na economia e identidade vinícolas da região.

De igual modo, o litoral do Algarve surge como outro foco de sensibilidade social. Sendo um dos destinos turísticos mais

emblemáticos de Portugal, o Algarve caracteriza-se por um elevado valor paisagístico, uma utilização recreativa densa e uma economia local fortemente dependente do turismo. O mapeamento de sensibilidade costeira realça a vulnerabilidade desta região a alterações do uso do solo com potencial para comprometer as paisagens costeiras ou restringir o acesso. Os projetos de energias renováveis nestas zonas devem, portanto, ser planeados com especial cuidado, tendo em conta tanto a paisagem visual como o tecido socioeconómico das comunidades locais.

Outras regiões também apresentam concentrações notáveis de potenciais conflitos sociais. Nas Beiras e na Serra da Estrela, bem como no Alentejo Central e no Alentejo Litoral, os núcleos de elevada sensibilidade social estão associados a uma importância cultural e arqueológica, bem como a paisagens de valor reconhecido. Estas áreas, embora não tão extensas como as do Douro ou do Algarve, requerem ainda assim um envolvimento cuidadoso com as partes interessadas locais e a consideração dos valores comunitários no processo de planeamento.

IV. Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento

Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica

A distribuição espacial das zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica a nível municipal revela vários agrupamentos geográficos distintos (Figura 5 e Tabela 4). A concentração mais proeminente localiza-se na região Centro (aglomerado Centro), nomeadamente nos distritos de Castelo Branco, Coimbra e Leiria. Este aglomerado representa mais de 100 km² de zonas de baixa conflitualidade e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica (aproximadamente 38% do total destas zonas em Portugal). Dentro deste cluster, destacam-se municípios como Pampilhosa da Serra e Figueiró dos Vinhos, cada um com cerca de 48 km² de áreas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento, o que os torna potenciais municípios pioneiros no futuro desenvolvimento eólico no país.

Um segundo aglomerado notável surge na região do Oeste e Vale do Tejo (aglomerado Oeste), próximo da área metropolitana de Lisboa. Aqui, os municípios de Torres Vedras, Alenquer e Mafra oferecem coletivamente quase 30 km² de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica. A expansão deste aglomerado para incluir municípios próximos, como Santarém, Caldas da Rainha e Rio Maior, aumenta a área total disponível para aproximadamente 47 km², salientando ainda mais a importância da região para o desenvolvimento eólico.

Outro padrão espacial pode ser observado seguindo o aglomerado Centro em direção a norte. Partindo da parte norte da região de Coimbra (Penacova e Mortágua), este aglomerado Centro-Norte estende-se pela região de Aveiro (Águeda e Sever do Vouga), e atinge a periferia da área metropolitana do Porto, incluindo municípios como Arouca, Penafiel e Baião. Esta extensão para norte evidencia a continuidade de áreas propícias ao desenvolvimento eólico desde o Centro até à região Norte, com uma área total de quase 40 km² adequada para o desenvolvimento eólico.

No Algarve, embora a área global de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica seja mais limitada, municípios como Tavira e Silves representam ainda um total de 4,3 km² de zonas adequadas, indicando que, mesmo em regiões com maiores restrições ecológicas ou sociais, existem núcleos de possibilidade para a instalação de energia eólica.

FIGURA 5: Aglomerados de potencial de desenvolvimento eólico a nível municipal em Portugal, com polígonos azuis-escuros a representarem maior potencial eólico.

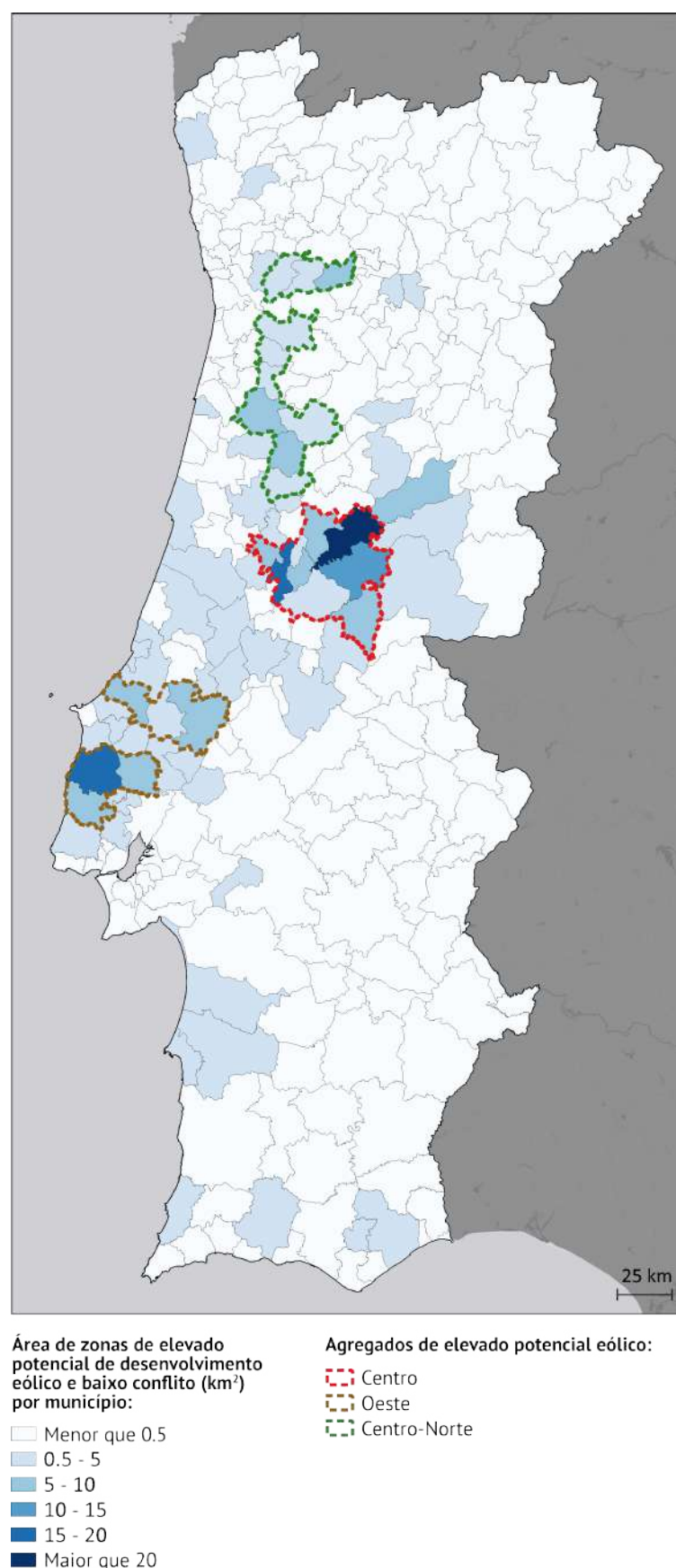


TABELA 4: Resultados do guia de Smart Siting Portugal divididos pelos aglomerados de municípios que representam as melhores localizações para o desenvolvimento de energia eólica.

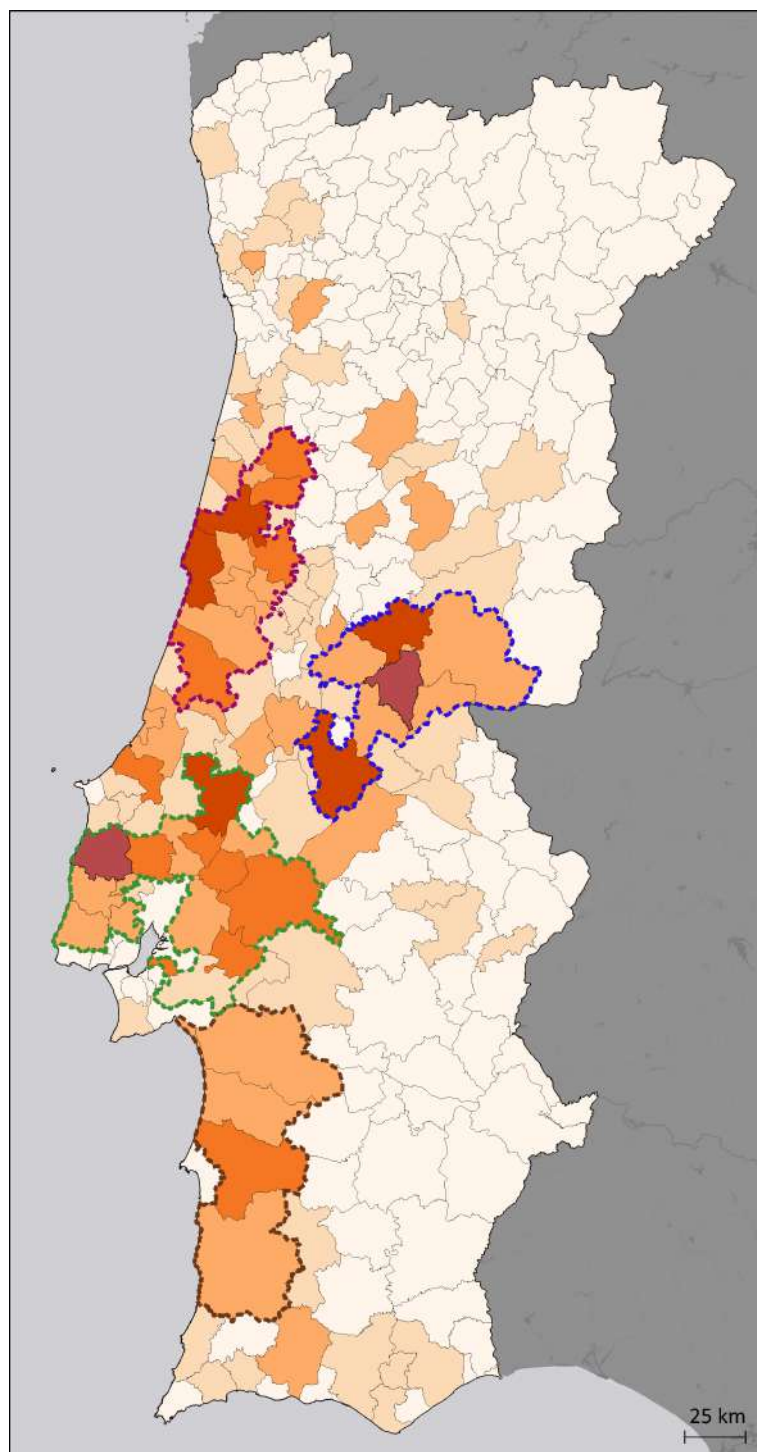
MUNICÍPIO	Área (km²)	Aglomerado eólico	Baixo conflito e elevado potencial de energia eólica (km²)	Baixo conflito e elevado potencial de energia eólica
Castanheira de Pêra	66,77	Centro	3,09	4,63
Figueiró dos Vinhos	173,44	Centro	19,43	11,20
Góis	263,30	Centro	9,38	3,56
Oleiros	471,09	Centro	14,84	3,15
Pampilhosa da Serra	396,46	Centro	28,53	7,20
Pedrógão Grande	128,75	Centro	7,37	5,72
Penela	134,80	Centro	6,51	4,83
Proença-a-Nova	395,40	Centro	9,23	2,33
Sertã	446,73	Centro	4,77	1,07
Alenquer	304,22	Oeste	8,64	2,84
Caldas da Rainha	255,69	Oeste	5,83	2,28
Mafra	291,65	Oeste	5,39	1,85
Rio Maior	272,76	Oeste	2,45	0,90
Santarém	552,54	Oeste	8,38	1,52
Torres Vedras	407,15	Oeste	15,76	3,87
Águeda	335,27	Centro-Norte	6,04	1,80
Arouca	329,11	Centro-Norte	1,44	0,44
Baião	174,53	Centro-Norte	5,63	3,23
Marco de Canaveses	201,89	Centro-Norte	0,81	0,40
Mortágua	251,18	Centro-Norte	9,34	3,72
Penacova	216,73	Centro-Norte	2,39	1,10
Penafiel	212,24	Centro-Norte	2,83	1,33
Sever do Vouga	129,88	Centro-Norte	3,69	2,84
Tondela	371,22	Centro-Norte	1,81	0,49
Vale de Cambra	147,33	Centro-Norte	4,48	3,04

Zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar

Uma análise da distribuição espacial das zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar revela um elevado grau de flexibilidade para a localização dos projetos nos municípios de Portugal (Figura 6 e Tabela 5). Esta flexibilidade é particularmente importante para os promotores, uma vez que permite a adaptação às características específicas do local e a capacidade de gerir a localização dos projetos dentro dos municípios para melhor proteger a biodiversidade e atender às preocupações sociais.

Uma das localizações mais proeminentes é a região Centro, que possui dois grupos de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar. O primeiro, o aglomerado Centro-Este, está localizado na parte oriental desta região e sobrepõe-se parcialmente ao mesmo aglomerado eólico identificado nesta área. Este aglomerado engloba mais de 230 km² de terrenos viáveis para o desenvolvimento solar, incluindo concelhos do norte da região Oeste e Vale do Tejo. Os principais concelhos desta área incluem Abrantes, Oleiros, Mação, Castelo Branco, Sertã, Vila Velha de Ródão e Proença-a-Nova. Em particular, Proença-a-Nova destaca-se como o município com a maior mancha de terrenos com baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar, proporcionando mais de 73 km² de terrenos adequados para o desenvolvimento solar.

FIGURA 6: Aglomerados de potencial de desenvolvimento solar a nível municipal em Portugal, com polígonos laranja-escuros a representar maior potencial de exploração de energia solar.



Área de zonas de elevado potencial de desenvolvimento solar e baixo conflito (km²) por município:

- Menor que 1
- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 40
- 40 - 65
- Maior que 65

Agregados de elevado potencial eólico:

- Centro-Este
- Centro-Oeste
- Lisboa e Oeste
- Oeste Alentejano

O segundo grande aglomerado situa-se ao longo da faixa litoral da região Centro (designado por Centro-Oeste), adjacente ao aglomerado eólico Centro-Norte que se estende em direção à região Norte, mas não alcançando a área metropolitana do Porto neste caso. Este aglomerado do Centro-Oeste inclui concelhos de Leiria a Águeda, sendo que Cantanhede ocupa o terceiro lugar a nível nacional em termos de área solar de baixa conflitualidade e elevado potencial de desenvolvimento, com mais de 60 km². A área total abrangida por este aglomerado é superior a 320 km², o que sublinha a importância estratégica da região Centro para o desenvolvimento de energia solar.

Em torno da Grande Lisboa, o padrão espacial para zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia solar é ainda mais pronunciado do que para a energia eólica. Uma grande concentração de municípios circunda o delta do Tejo, criando um "anel" de oportunidades solares que oferece uma flexibilidade significativa para a seleção de locais perto da capital e na proximidade de projetos de infraestruturas-chave, como o planeado aeroporto de Alcochete. Este aglomerado (designado por Lisboa e Oeste) inclui municípios da Grande Lisboa (Mafra, Sintra e Loures) e estende-se até Torres Vedras, que ocupa o segundo lugar a nível nacional em termos de área solar de baixa conflitualidade e elevado potencial de desenvolvimento, com mais de 70 km². Este aglomerado continua para norte e leste até Santarém e a parte sul da Lezíria do Tejo (incluindo Coruche, Benavente e Salvaterra de Magos) e termina no Montijo, na Península de Setúbal. Este aglomerado apresenta um total de mais de 380 km² de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia eólica. Apesar do seu elevado potencial técnico, esta região engloba também concelhos de grande atração turística e paisagens emblemáticas, para além de importantes áreas de biodiversidade como a área protegida do Estuário do Tejo.

Coletivamente, estes três aglomerados representam a maioria das zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar em Portugal, totalizando aproximadamente 935 km², ou quase 62% do total nacional. No entanto, as regiões do Alentejo e do Algarve têm também algum potencial a explorar.

Na região do Alentejo, a complexidade da paisagem reflete-se na distribuição das zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar, que se concentram mais perto da linha costeira, criando o aglomerado Alentejo-Oeste. Um pequeno aglomerado com os municípios de Santiago do Cacém, Grândola, Alcácer do Sal e Odemira proporciona, coletivamente, mais de 90 km² de terrenos adequados para o desenvolvimento da energia solar, representando quase 60% do total de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia solar no Alentejo. No Algarve, os municípios de Silves e Tavira surgem novamente como líderes, apresentando um total combinado de quase 30 km² de zonas de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia solar.

TABELA 5: Resultados do guia de Smart Siting de Portugal com grupos de municípios que representam as melhores localizações para o desenvolvimento da energia solar.

MUNICÍPIO	Área (km²)	Agglomerado solar	Baixo conflito e elevado potencial de energia solar (km²)	Baixo conflito e elevado potencial de energia solar (%)
Abrantes	714,69	Centro-Este	50,05	7,00
Castelo Branco	1.438,19	Centro-Este	16,24	1,13
Mação	399,98	Centro-Este	23,02	5,76
Oleiros	471,09	Centro-Este	44,53	9,45
Proença-a-Nova	395,40	Centro-Este	73,58	18,61
Sertã	446,73	Centro-Este	13,35	2,99
Vila Velha de Ródão	329,91	Centro-Este	11,23	3,40
Águeda	335,27	Centro-Oeste	28,93	8,63
Anadia	216,63	Centro-Oeste	31,98	14,76
Cantanhede	390,88	Centro-Oeste	60,86	15,57
Coimbra	319,40	Centro-Oeste	33,68	10,54
Condeixa-a-Nova	138,67	Centro-Oeste	15,42	11,12
Figueira da Foz	379,05	Centro-Oeste	42,05	11,09
Leiria	565,09	Centro-Oeste	35,65	6,31
Montemor-o-Velho	228,96	Centro-Oeste	19,29	8,43
Oliveira do Bairro	87,32	Centro-Oeste	16,96	19,42
Pombal	626,00	Centro-Oeste	15,63	2,50
Soure	265,06	Centro-Oeste	22,01	8,30
Alenquer	304,22	Lisboa e Oeste	30,92	10,16
Almeirim	222,12	Lisboa e Oeste	11,13	5,01
Azambuja	262,66	Lisboa e Oeste	10,44	3,97
Benavente	521,38	Lisboa e Oeste	19,36	3,71
Cartaxo	158,17	Lisboa e Oeste	28,39	17,95
Coruche	1.115,72	Lisboa e Oeste	25,40	2,28
Loures	167,24	Lisboa e Oeste	11,67	6,98
Mafra	291,65	Lisboa e Oeste	20,97	7,19
Montijo	348,62	Lisboa e Oeste	38,53	11,05
Palmela	465,12	Lisboa e Oeste	8,24	1,77
Salvaterra de Magos	243,93	Lisboa e Oeste	33,90	13,90
Santarém	552,54	Lisboa e Oeste	46,40	8,40
Sintra	319,23	Lisboa e Oeste	14,98	4,69
Sobral de Monte Agraço	52,10	Lisboa e Oeste	10,33	19,83
Torres Vedras	407,15	Lisboa e Oeste	70,81	17,39
Alcácer do Sal	1.499,87	Alentejo-Oeste	16,11	1,07
Grândola	825,94	Alentejo-Oeste	23,41	2,83
Odemira	1.720,60	Alentejo-Oeste	16,07	0,93
Santiago do Cacém	1.059,69	Alentejo-Oeste	35,37	3,34

Anexo II: Utilização de dados de Smart Siting para a orientação de necessidades/expansão da infraestrutura elétrica de Portugal

Esta secção demonstra como a análise espacial de Smart Siting pode informar o planeamento, a otimização e a expansão da infraestrutura da rede elétrica portuguesa de forma a melhor acomodar a integração de energias renováveis. O mapeamento de zonas de baixo conflito e de elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica e solar possibilita orientar as atualizações da rede e a localização de novas subestações, empoderando os operadores da rede a priorizar investimentos que apoiem a implantação rápida e sustentável de energias renováveis, minimizando simultaneamente os impactos ambientais e sociais.

I. Contexto

Todas as centrais de energia eólica e solar fotovoltaica necessitam de acesso à rede para fornecer energia aos consumidores, e os custos de infraestruturas limitam frequentemente a implantação de novos projetos a zonas próximas das ligações existentes. Além disso, a rede elétrica deve ter a capacidade necessária para injetar e transportar a energia adicional produzida pelas novas centrais elétricas. Na Europa, as redes estão divididas em sistemas de transporte e de distribuição, normalmente geridos por entidades separadas: os operadores de redes de transporte (ORT), que gerem a rede a nível nacional, e os operadores de redes de distribuição (ORD), que prestam um apoio mais local ao nível dos consumidores.

Em Portugal, a REN (Redes Energéticas Nacionais) é o ORT responsável pela gestão e manutenção da rede de transporte de alta tensão – Rede Nacional de Transporte (RNT) – composta por linhas de 400 kV, 220 kV e 150 kV, sendo, por outro lado, a E-REDES a principal ORD responsável pela rede de distribuição de média e baixa tensão. Ambas as entidades trabalham com promotores de energias renováveis, sendo que os projetos de grande escala requerem ligações à RNT e os projetos de pequena escala ligam-se frequentemente à rede de distribuição mais local. Independentemente do sistema de rede, os promotores de projetos de energias renováveis têm atualmente de passar por um complexo processo de aprovação através de várias agências governamentais antes de produzirem qualquer energia.^[62] Este processo assegura a existência de capacidade adequada na rede para transportar energia a partir do ponto de ligação da potencial central elétrica. Normalmente, as ligações das centrais elétricas à rede exigem subestações elétricas (elevadoras de tensão), tipicamente construídas pelo promotor ou produtor de energia, exceto em alguns casos em que a E-REDES investe em subestações

locais para aumentar o fornecimento de eletricidade a uma região. Em Portugal, a maioria dos produtores de eletricidade identifica o processo de aprovação como a principal limitação ao crescimento contínuo das energias renováveis, sendo que a atual falta de capacidade de ligação, em ambos os sistemas mas especialmente na RNT, venha em segundo lugar.^[63]

Para cumprir os objetivos futuros em matéria de energias renováveis e de procura de eletricidade, a REN e a E-REDES obrigatoriamente terão de expandir a capacidade através de novas linhas, atualizações e tecnologias de reforço da rede, como a recondução com condutores avançados ou a implementação de dispositivos como sistemas flexíveis de transmissão em corrente alternada, com os requisitos de custo e de tempo a diminuírem respetivamente com cada opção.^[64] Reconhecendo esta necessidade, o Governo português alocou mais de 400 milhões de euros à modernização das operações e dos sistemas de controlo da rede.^[65] Adicionalmente, para que os sistemas de distribuição das comunidades locais possam satisfazer ainda mais a procura, subestações elevadoras de tensão poderão ser construídas para incentivar um maior desenvolvimento local das energias renováveis, especialmente a energia FV. Propomos aqui a forma como a metodologia Smart Siting e os produtos desenvolvidos podem ser utilizados para ajudar a orientar a expansão da rede e incentivar a energia eólica ou solar encaminhando-as não só para áreas com elevado potencial de desenvolvimento, como também baixo conflito com a biodiversidade e os valores sociais.

II. Orientação da expansão da rede

Resultados de Smart Siting: Os dados espaciais finais da análise de Smart Siting para Portugal identificaram localizações optimizadas para o futuro desenvolvimento eólico e solar, com uma probabilidade mínima de conflitos sociais e/ou de biodiversidade. Para tal, foram modelados padrões de desenvolvimento eólico e solar, selecionando-se as áreas tecnicamente adequadas e com elevada probabilidade de potencial de desenvolvimento futuro para, de seguida, se cruzar estes resultados com as áreas avaliadas como tendo baixos valores de biodiversidade e sem potenciais impactos sociais. Como resultado final é produzido um mapa, tanto para a energia solar como para a energia eólica, que identifica as potenciais áreas "de eleição" para cada tecnologia, com elevado potencial de desenvolvimento e baixo conflito.

Expansão do sistema distribuído local: Os sistemas distribuídos locais são principalmente alimentados por centrais de energias renováveis de grande escala fornecidas pela rede nacional, mas frequentemente complementadas por centrais fotovoltaicas locais e de pequena escala. Ao planear novas subestações elevadoras, recomenda-se que as comunidades locais e a E-REDES utilizem o mapa FV de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para propor que estas novas subestações se localizem nas proximidades de uma ou mais áreas identificadas. Recomenda-se também, se necessário, que a capacidade das linhas seja expandida para satisfazer esta energia adicional que está a ser colocada na rede distribuída.

Expansão do sistema de rede nacional: A RNT de Portugal é constituída por 3.242 km de linhas de 400 kV, 3.886 km de linhas de 220 kV e 2.533 km de linhas de 150 kV, de acordo com dados de 2024. Tendo em conta a variedade de métodos disponíveis para aumentar a capacidade da rede, a primeira recomendação é priorizar melhorias nas linhas existentes antes de construir novos corredores. Para o efeito, os mapas eólicos e FV de baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento foram combinados numa única camada com as áreas com elevado potencial de desenvolvimento e baixo conflito, para ambas as tecnologias (Figura 7).

Este mapa combinado revela que a expansão da rede deve concentrar-se na parte Centro-Oeste de Portugal, a norte de Lisboa e a sul do Porto, onde se situam os dois maiores centros de procura de eletricidade do país (Figura 8a). Nesta área, existem oportunidades para aumentar a tensão nas linhas de 220 kV e 150 kV que alimentam Lisboa e Porto. Além disso, a aplicação de tecnologias de reforço da rede, como a recondução ou sistemas flexíveis de transmissão em corrente alternada, as linhas de 400 kV poderiam receber um incremento adicional de capacidade. Todas as linhas que atravessam ou estão próximas de zonas de baixa conflitualidade e com elevado potencial de desenvolvimento devem ser consideradas para efeitos de modernização, priorizando as que intersejam os maiores núcleos de zonas identificadas.

Ao analisar as áreas de baixo conflito para a energia eólica e FV, a energia FV oferece significativamente mais oportunidades do que a eólica (Figura 8b). Aproximadamente 1298 km² de terrenos com elevado potencial de desenvolvimento fotovoltaico poderiam suportar cerca de 65 GW de capacidade adicional, em comparação com 231 km² para a energia eólica, com potencial para fornecer cerca de 2,5 GW. As regiões com sobreposição de potencial eólico e fotovoltaico concentram-se a norte de Lisboa e na parte ocidental do distrito de Castelo Branco. A expansão da capacidade da rede nestas áreas de concentração permitiria o crescimento sustentável de ambas as tecnologias.

A RNT pode ser expandida dentro destas áreas de concentração para cumprir os objetivos solares de Portugal em terrenos de baixo conflito, sem necessitar da instalação de novos corredores de transmissão. No entanto, no caso da energia eólica, poderão ser necessários novos corredores para desbloquear potencial de exploração adicional. Utilizando o

modelo eólico intermédio (que exclui os parâmetros relativos às infraestruturas de rede), foram identificados locais com baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento que se tornariam viáveis se fossem construídas novas linhas de transmissão (Figura 8c). A implementação desta abordagem na zona de concentração poderia potencialmente duplicar a capacidade eólica. Apesar deste método se basear em modelos intermédios, outras zonas de baixa conflitualidade com valores de potencial de desenvolvimento moderados (superiores a 0,3 e inferiores a 0,65) do modelo final poderiam também ser consideradas para estratégias de desenvolvimento da rede mais amplas e para um planeamento mais rigoroso da expansão.

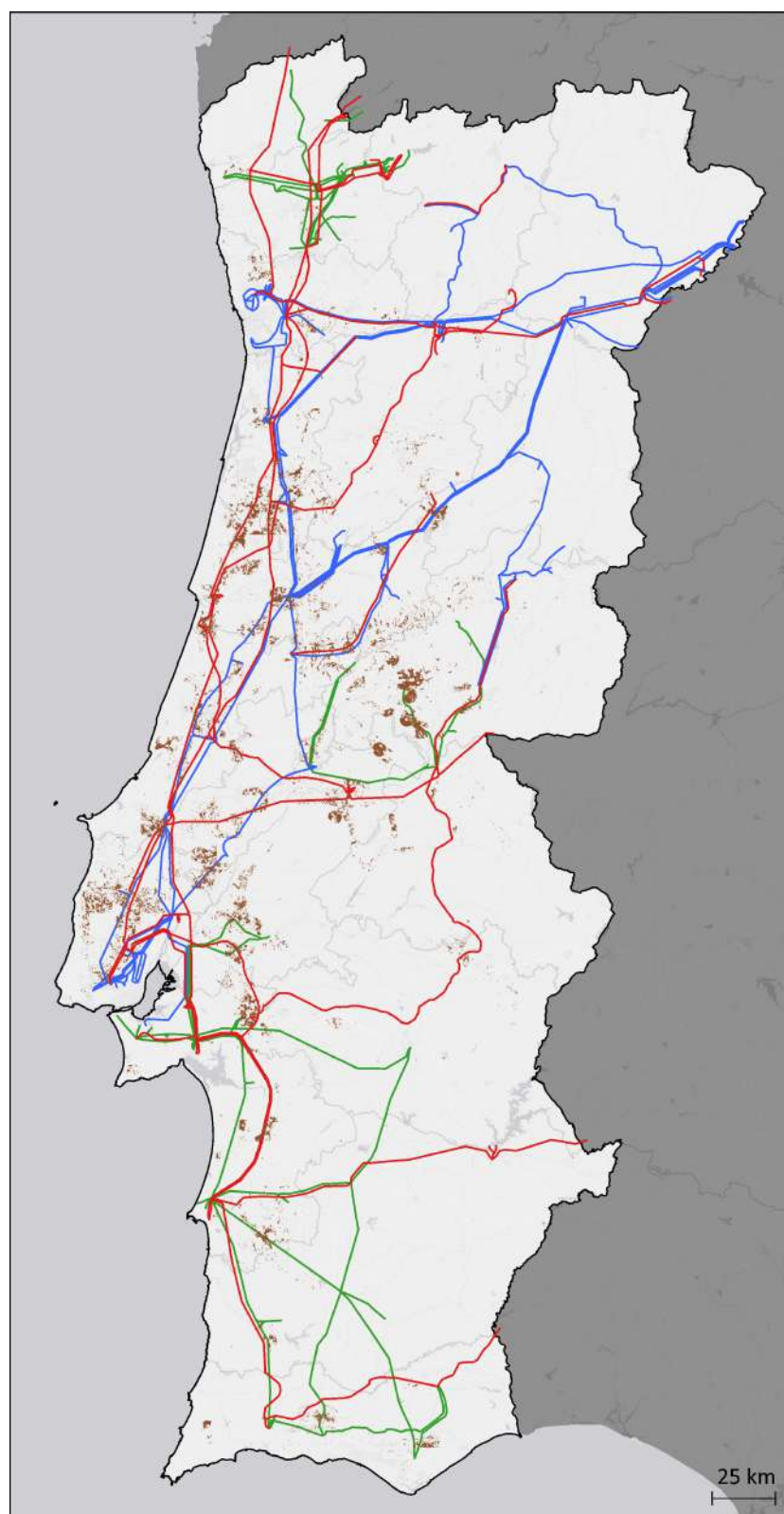
Embora os dados de Smart Siting permitam ao ORT priorizar zonas de baixo conflito para atualizações da rede ou criação de novos corredores, a própria expansão da rede tem o potencial para gerar impactos ambientais e sociais adicionais. Estas podem incluir a fragmentação da biodiversidade, a alteração da paisagem e preocupações a nível comunitário, incluindo conflitos de utilização dos solos. Por conseguinte, o ORT deve adotar medidas de mitigação sólidas alinhadas com a hierarquia de mitigação, assegurando o envolvimento precoce das partes interessadas, avaliações de impacto cumulativo e um planeamento proativo para minimizar estes riscos.

III. Considerações finais

Associar os resultados Smart Siting ao planeamento da expansão da rede cria mais oportunidades para os promotores construírem novas centrais elétricas de forma sustentável reduzindo custos. A identificação de manchas com maior concentração de terrenos com baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento fornece uma orientação clara aos gestores de rede para a priorização de melhorias de capacidade, sabendo que expansões na infraestrutura incentivarão diretamente a expansão de projetos de energias renováveis nestas áreas. A convergência destas regiões com os principais centros de procura, como Lisboa e Porto, reduziria perdas na transmissão, aproximando diretamente as zonas de baixo conflito com os consumidores. Para além de que a expansão da capacidade da rede nestas zonas contribui ainda para se evitar o desenvolvimento noutras regiões de Portugal, com áreas mais sensíveis em termos ambientais e sociais. De modo geral, a adoção da metodologia Smart Siting, apoiada por um quadro político que incentive esta abordagem, juntamente com a integração de mapeamento de territórios com baixa conflitualidade no planeamento do desenvolvimento e investimento das redes de transporte e distribuição garante que o futuro crescimento das energias renováveis se alinhe com salvaguardas ambientais e sociais.



FIGURA 7: Mapa das atuais linhas de transmissão em Portugal, geridas pela REN, juntamente com mapa das zonas de elevado potencial de desenvolvimento e baixo conflito para ambas energia eólica e solar FV.

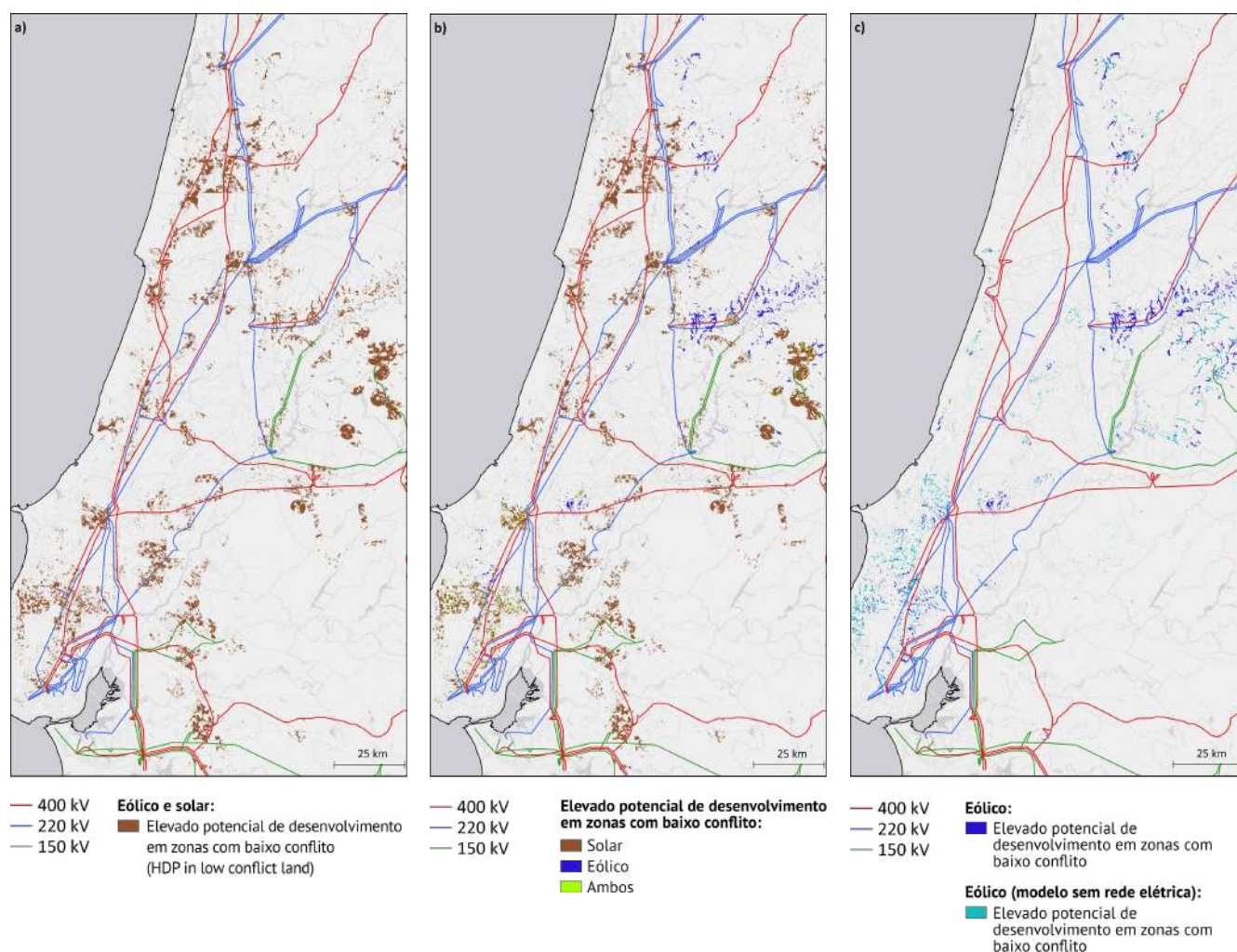


— 400 kV
— 220 kV
— 150 kV

Eólico e Solar:

■ Zonas de elevado potencial de desenvolvimento e baixo conflito

FIGURA 8: Mapa das atuais linhas de transmissão em Portugal, geridas pela REN, juntamente com as zonas de elevado potencial de desenvolvimento e baixo conflito para ambas energia eólica e solar FV, com a) a área ampliada e o mapa detalhado destacam uma área prioritária para a possível expansão da rede; b) agregação por tecnologia, e c) sobreposição ao modelo eólico final com o modelo intermédio que adiciona mais zonas por não considerar os parâmetros da rede elétrica.



Anexo III: Integração da hierarquia de mitigação no planeamento ao nível da paisagem

I. Introdução

Para cumprir os objetivos climáticos globais e evitar as consequências mais graves das alterações climáticas, as emissões de gases com efeito de estufa devem ser reduzidas para quase metade até 2030 e atingir a neutralidade até 2050. De forma a se conseguir esta rápida transição dos combustíveis fósseis para as energias renováveis, é necessária uma expansão ponderada da energia eólica e solar, com um forte ênfase na preservação dos ecossistemas e no respeito pelos valores da comunidade. Uma abordagem que integre a hierarquia de mitigação ao ordenamento do território e da paisagem permite aos técnicos e decisores conciliar a expansão energética com a conservação da biodiversidade.

A escala da transição necessária é imensa: estudos recentes estimam que a UE necessitará de instalações terrestres de energia eólica e solar a cobrir cerca de 164.789 km² até 2030, valor que aumenta para 445.654 km² até 2050 –aproximadamente a dimensão da Suécia.^[32] Dependendo do cenário de desenvolvimento escolhido, até 2030 os projetos solares e eólicos poderão ocupar entre 4.386 km² e 20.996 km² de terrenos naturais e 65.735 km² a 138.454 km² de terrenos agrícolas. Prevê-se que estes impactos aumentem significativamente até 2050, com a energia solar a afetar potencialmente até 33.911 km² e a energia eólica até 399.879 km².

As atuais tendências para a instalação de centrais centralizadas de energia renovável visam frequentemente zonas com grandes conflitos de utilização dos solos, evidenciando a necessidade urgente de um planeamento estratégico que permita equilibrar interesses em conflito, especialmente em regiões com grande procura de terrenos ou com espaço adequado limitado. As zonas de baixo conflito identificadas oferecem um vasto potencial de energias renováveis: até 6,6 milhões de GWh de energia solar e 3,5 milhões de GWh de energia eólica. Estes valores excedem largamente os objetivos para 2030, oferecendo uma capacidade 8 a 31 vezes superior aos objetivos para solar e 3 a 5 vezes superior aos objetivos para energia eólica. Uma vez priorizando zonas de baixo conflito, às zonas de conflito moderado podem ser aplicadas estratégias de mitigação adaptadas para permitir desenvolvimento de projetos, de forma sustentável e alinhada com as metas nacionais.

Países com emissões elevadas e objetivos muito ambiciosos em matéria de energias renováveis (como a Alemanha, a Itália, a Polónia, a França e a Espanha), juntamente com países em que as opções para um desenvolvimento com poucos conflitos são restritas (como a Albânia, a Eslovénia, o Montenegro, a Hungria, a Croácia, a Sérvia, a Bósnia-Herzegovina, a Finlândia, a Grécia, Portugal e a Noruega), devem ser priorizados no desenvolvimento e adoção de estratégias nacionais especificamente concebidas e adaptadas à realidade nacional que minimizem perturbações ambientais e sociais.

II. Licenciamento ambiental

O licenciamento ambiental, em particular as Avaliações de Impacte Ambiental (AIA), é um instrumento vital para regular a forma como os projetos de desenvolvimento afetam o mundo natural. Na maioria dos países, os promotores têm de obter uma licença ambiental antes de iniciarem a construção ou outras atividades da implantação, sendo que a legislação em matéria de AIA está atualmente em vigor em quase todas as nações do mundo.^[66] Normalmente, estas licenças são concedidas com base na forma como os danos ambientais previstos são tratados ou no cumprimento de condições específicas estabelecidas pelas autoridades reguladoras. Uma AIA é um processo estruturado e iterativo concebido para avaliar as implicações ambientais dos projetos propostos, com uma forte incidência na previsão e prevenção de potenciais danos ecológicos.^[67] No centro deste processo está a mitigação dos impactos ambientais, orientada pela hierarquia de mitigação de evitar, minimizar, restaurar e compensar.

- **A prevenção** envolve a aplicação de medidas proativas para evitar completamente os impactos, tais como a escolha de locais e prazos para as infraestruturas que reduzam a perturbação ecológica.
- **A minimização** visa diminuir a gravidade, a duração ou o âmbito dos impactos inevitáveis.
- **A restauração** centra-se na reabilitação de ecossistemas que foram degradados ou removidos.
- **A compensação** baseia-se no contrabalanço dos impactos residuais através de ações como o restauro de habitats, a redução de riscos ou a proteção de áreas que enfrentam uma perda iminente de biodiversidade.^[66,68]

A utilização desta hierarquia para atingir os objetivos de biodiversidade ganhou um impulso global, influenciando as políticas públicas, os padrões de empréstimos financeiros e as práticas empresariais. As principais instituições financeiras, incluindo a International Finance Corporation (IFC) e mais de 70 signatários dos Princípios do Equador, exigem que os projetos financiados sigam este quadro. Isto significa dar prioridade à prevenção de impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistémicos e, quando não for possível evitá-los, garantir que os impactos são minimizados ou restaurados. Nas zonas ecologicamente críticas, os projetos devem produzir resultados líquidos positivos para os valores da biodiversidade. Normas comparáveis são aplicadas pelo Banco Europeu de Reconstrução e o Desenvolvimento (BERD).^[69,70]

À medida que estas diretrizes evoluem de melhores práticas voluntárias para o cumprimento formal, as empresas integram-nas cada vez mais nas estratégias de biodiversidade e nas normas operacionais, tratando-as como prática corrente.^[71]

Embora estas compensações de biodiversidade ofereçam vantagens para a indústria, os governos e as organizações de conservação, a sua implementação enfrenta bastantes desafios conceptuais e práticos. As principais preocupações predem-se com o pressuposto de que todos os habitats podem ser contrabalançados, uma abordagem que nem sempre é viável, e a falta recorrente de planeamento a longo prazo e de financiamento de manutenção necessários para garantir que os esforços de compensação atinjam a plena integração do ecossistema. Isto levanta uma questão crítica: em que circunstâncias é que as compensações são uma solução adequada? À medida que as compensações se generalizam, os promotores devem aderir à hierarquia de mitigação no local, utilizando apenas compensações para impactes residuais.

^[66] No entanto, faltam frequentemente critérios quantitativos claros para orientar estas decisões, o que dificulta uma aplicação coerente na prática.

Em Portugal, o processo de licenciamento é conduzido pela entidade licenciadora, que no caso dos projetos de energia é a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG). Consoante a escala do projeto, a DGEG é obrigada a submetê-lo a um processo de AIA para projetos maiores, com mais de 100 hectares ou mais de 50 MW, ou, no caso de projetos mais pequenos, tem poder discricionário para decidir se é necessária uma AIA. A partir de 2023, na sequência da entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 11/2023, (também conhecido como "SIMPLEX Ambiental"), um vasto conjunto de projetos com valores inferiores aos limiares de área (100 ha) ou de potência instalada (50 MW) deixaram de estar sujeitos à AIA obrigatória.

Para os projetos que são submetidos à AIA, o processo é iniciado e mediado por uma autoridade ambiental, que é normalmente a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) mas, em alguns casos que envolvam impactes mais localizados, pode ser a respetiva Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR). O Estudo de Impacte Ambiental (EIA), elaborado por uma empresa de consultoria ambiental, é submetido a uma comissão de avaliação composta por várias entidades, como por exemplo o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), e presidida pela autoridade ambiental. Esta comissão opera sobre um calendário exigente de forma a analisar a documentação, abrir o processo obrigatório de consulta pública, consolidar os contributos e emitir uma decisão final, geralmente num prazo de cerca de 50 a 90 dias.

Este processo assenta em vários fatores fundamentais que devem ser assegurados para estabelecer um quadro de AIA sólido e credível. As empresas de consultoria ambiental devem aderir a elevados padrões de rigor científico, sendo importante, como exemplo de boa prática, a adesão a certificações por organismos reguladores ou profissionais. As autoridades de avaliação ambiental devem ser apoiadas por quadros jurídicos adequados e recursos humanos suficientes para analisar eficazmente os projetos e aprovar aqueles que cumprem os requisitos ambientais. As informações devem estar prontamente acessíveis a todas as partes interessadas, a fim de reduzir a recolha de dados redundantes, otimizar os processos e aumentar a transparência. Por último, a consulta pública é fundamental para evitar futuras oposições sociais aos projetos e deve ser realizada com transparência, acessibilidade e em fases iniciais do processo de licenciamento.

III. Planeamento da mitigação: integração da hierarquia de mitigação no planeamento da conservação da natureza

O planeamento da conservação da natureza oferece um método estruturado para alinhar as estratégias de mitigação com objetivos de conservação mais amplos.^[72,73] Esta abordagem centra-se frequentemente na preservação da resiliência e extensão de ecossistemas de forma a garantir que continuam a suportar tanto a vida selvagem como o bem-estar humano. A integração da hierarquia de mitigação no planeamento da conservação oferece várias vantagens em relação aos esforços isolados e específicos de cada projeto: **i)** Tem em conta os efeitos cumulativos da construção e exploração de projetos existentes e futuras; **ii)** Introduce uma perspetiva regional, orientando as decisões sobre a necessidade de evitar totalmente os impactes ou de aplicar compensações; **iii)** Aumenta a flexibilidade na seleção de compensações, proporcionando o maior valor de conservação, especificamente ao orientar os recursos para os habitats e espécies mais vulneráveis.

O planeamento da conservação à escala da paisagem envolve a identificação, conceção e gestão de áreas para garantir a sobrevivência a longo prazo da biodiversidade e de outros ativos ecológicos.^[74] No seu cerne, esta abordagem centra-se na elaboração de uma visão clara e abrangente da biodiversidade que reflita todo o espectro de elementos biológicos, a sua distribuição atual e as condições mínimas de que cada espécie ou ecossistema necessita para prosperar ao longo do tempo. O desenvolvimento e a execução desta visão exigem a colaboração entre setores, incluindo agências governamentais, especialistas multidisciplinares, parceiros de desenvolvimento e comunidades locais. O objetivo consiste em produzir uma estratégia de conservação rigorosamente analisada, com medidas concretas que obtenham um amplo apoio e sejam efetivamente postas em prática por todas as partes interessadas.

IV. Planeamento de mitigação no desenvolvimento de energias renováveis: um exemplo conceptual em Portugal

Aqui, consideram-se os bens de conservação selecionados como prioritários (Secção 4.1) para ilustrar como a hierarquia de mitigação pode equilibrar os objetivos de conservação com os impactes do futuro desenvolvimento de energias renováveis. Uma vez que apenas uma pequena parte do território português se enquadra na categoria de conflito elevado com elevado potencial de desenvolvimento, a maioria dos conflitos pode ser evitada redirecionando o investimento para áreas com menor valor de conservação, minimizando assim os impactes em zonas ecologicamente sensíveis (Figura 9).

Para ilustrar conceptualmente como aplicar a hierarquia de mitigação, examinou-se a interseção entre as áreas com valores de conservação das categorias de conflito moderado-baixo a moderado-alto com a categoria de elevado potencial de desenvolvimento. Para o desenvolvimento eólico e solar, estes números são de aproximadamente 790 km² e 9.100 km², ou seja, respetivamente 0,9% e 10,2% da área de Portugal continental. Estes locais seriam objeto de recomendações de mitigação diferentes, em função da natureza e da distribuição dos objetivos de conservação relevantes em cada local. No nosso exemplo, cerca de 1.250 km² (aproximadamente 1,4% de Portugal continental) sobrepõem-se a um potencial de desenvolvimento elevado e a zonas de conflito moderado-baixo, onde as compensações poderiam atenuar os impactos do desenvolvimento de energias renováveis. Estas paisagens podem suportar algumas funções ecológicas, mas não albergam espécies de elevada preocupação em termos de conservação e têm um baixo nível de sensibilidade ao nível dos ecossistemas, pelo que os impactos têm o potencial de ser adequadamente compensados.

Ossítios de conflito moderado sobrepõem-se a zonas de elevado potencial de desenvolvimento em quase 6.200 km² (quase 7%) da área continental de Portugal. Estas zonas contêm espécies de interesse para a conservação e sensibilidade ao nível do ecossistema, mas não estão classificadas como críticas; pelo que requerem um planeamento adicional precaucionário e uma análise ecológica mais aprofundada. Cerca de 2.500 km² (2,8% de Portugal) estão na categoria de conflito moderado-alto. Estas zonas não são assinaladas como ecologicamente críticas pelo filtro grosso, mas encontram-se frequentemente adjacentes a zonas protegidas e podem servir de corredores ou habitats-tampão, apoiando o movimento e a conectividade das espécies. Também albergam espécies sensíveis ou ameaçadas, o que as torna ecologicamente significativas, apesar dos indicadores moderados a nível dos ecossistemas. Estas áreas exigem um planeamento muito cuidadoso para evitar impactos não intencionais na biodiversidade. Tanto nos sítios de conflito moderado como nos de conflito moderado-alto, o primeiro passo é evitar perturbações nos habitats de espécies críticas e minimizar os impactos indiretos (como a disseminação de plantas invasoras). Se for proposto um projeto de energia eólica e estiverem presentes aves e/ou morcegos sensíveis, os promotores devem ser obrigados a reduzir a atividade durante a migração ou outros movimentos sazonais. Nas zonas importantes para a circulação e conectividade das espécies, os projetos de energia renovável devem garantir que não se criam barreiras à circulação. Em segundo lugar, só em último recurso, em caso de impactos inevitáveis nos sistemas ecológicos presentes no local, as autoridades ambientais devem impor ao projeto obrigações de compensação.

Aproximadamente 6.000 km², o que equivale a aproximadamente 6,8% da área de Portugal continental, estão classificados como sítios de elevada conflitualidade que se sobrepõem a um elevado potencial de desenvolvimento e representam áreas identificadas pelo filtro grosso com valores elevados, independentemente da sensibilidade ao nível das espécies. Estas zonas incluem áreas protegidas, habitats raros e paisagens com elevada conectividade ecológica, todos estes essenciais para manter a integridade dos ecossistemas. Devido ao seu papel crítico na conservação da biodiversidade, o desenvolvimento nestas zonas é fortemente desencorajado, uma vez que é suscetível de conduzir a conflitos e a atrasos nos projetos e a custos excessivos. Nas zonas onde já existem energias renováveis, os empreendimentos podem ser

reequipados para melhorar a eficiência, mas apenas se forem tomadas precauções suficientes e se a hierarquia de mitigação for aplicada corretamente, uma vez que estas intervenções não estão isentas de impactos significativos.

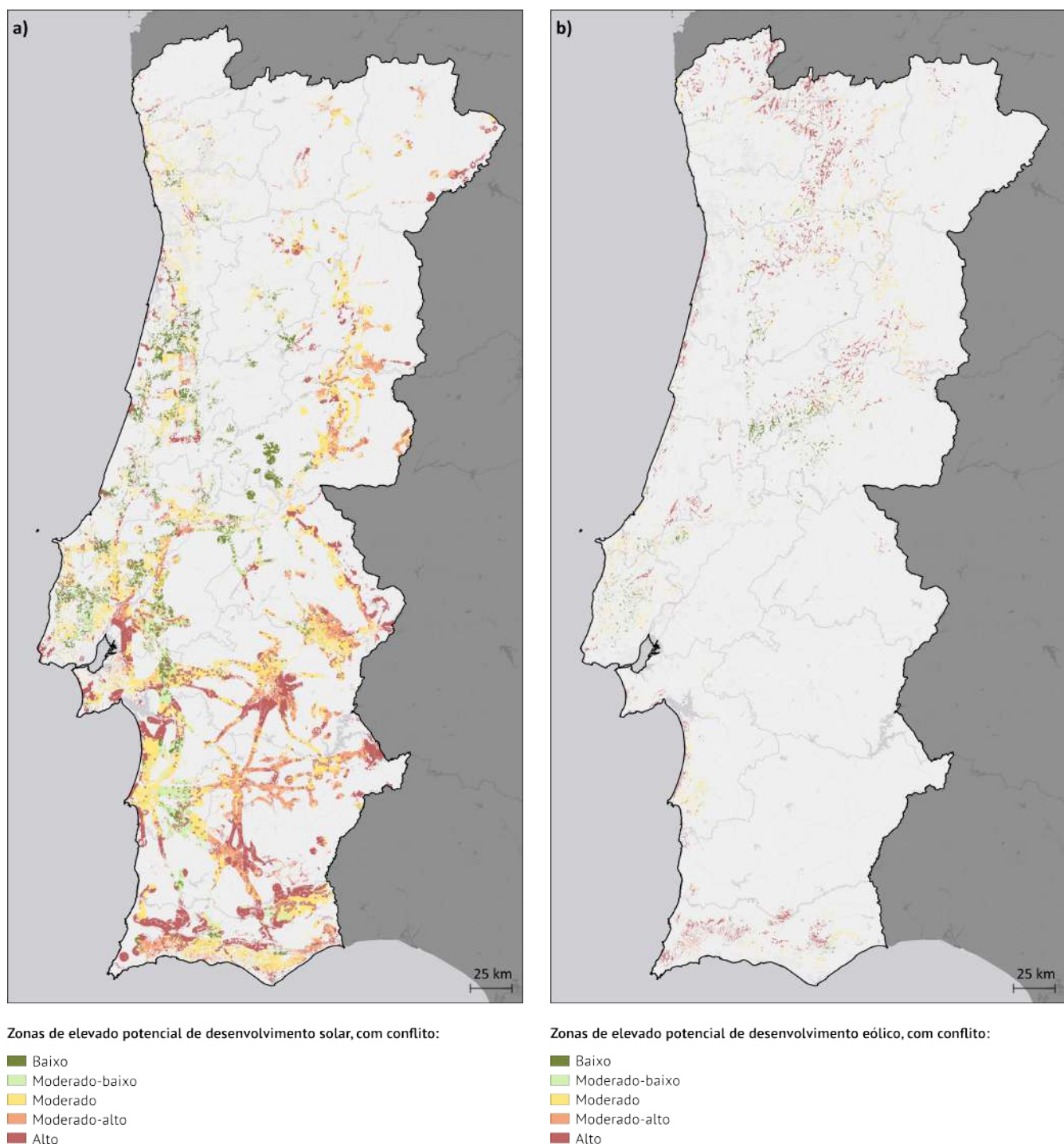
Nos locais onde os conflitos podem ser resolvidos, o desenvolvimento poderia prosseguir com um maior grau de flexibilidade na aplicação da hierarquia de mitigação, de modo a que os impactos residuais sejam geridos através da utilização de minimização, restauração e compensações no local (Caixa 2). Por exemplo, desenvolvimentos propostos em locais com impactos residuais aos sistemas ecológicos generalizados poderiam ser compensados. A aplicação do conceito de "perda líquida zero", considerando a compensação para todos os impactos residuais, seria coerente com os objetivos de manutenção da conservação em larga escala. Esta perspetiva à escala da paisagem oferece a oportunidade de maximizar os benefícios da compensação, por exemplo, direcionando as compensações para zonas onde estes ecossistemas ocorrem (compensações equivalentes) ou para alvos de maior valor de conservação (compensações não equivalentes). Se estes sistemas estiverem disseminados, altamente conservados e ocorrerem em áreas não consideradas de grande risco, a orientação das compensações para alvos considerados insubstituíveis (p. ex., raros e/ou sob ameaça de conversão) resultará num maior retorno de conservação. Desta forma, as decisões de mitigação, sendo coordenadas com os objetivos e as metas de conservação, como sugerimos aqui, podem ser utilizadas para atingir outras metas, tais como esforços de restauro da natureza.

Em locais que contêm alvos de conservação insubstituíveis, no entanto, deve ser dada uma maior ênfase à prevenção ou minimização, sendo necessária a elaboração de estratégias para manter a viabilidade das espécies-alvo – espécies que são extremamente raras ou enfrentam outros fatores que as colocam em risco. Sendo que a flexibilidade do local onde estas espécies-alvo podem ser conservadas é limitada, os impactos num local com estas características dificultam fortemente o cumprimento dos objetivos de conservação da paisagem. As propostas de projetos nestes locais seriam muito provavelmente rejeitadas. É comum observar a interpretação de compensações como uma ferramenta para desenvolver projetos em áreas que devem ser evitadas. No entanto, seguindo um quadro de hierarquia de mitigação com uma visão à escala da paisagem permite evitarem-se tais considerações, garantindo-se que, para que as compensações sejam eficazes, se dispõe de um quadro regulatório robusto e de uma implementação consistente.

V. Conclusões

À medida que se aumenta o desenvolvimento das energias renováveis para combater as alterações climáticas, a pressão sobre os recursos naturais intensificar-se-á.^[32] Para conciliar estas exigências crescentes com a necessidade de proteger a biodiversidade, é essencial um afastamento das práticas de desenvolvimento convencionais. A integração de uma visão estratégica e prospetiva da paisagem com o quadro da hierarquia de mitigação permite ir além do planeamento fragmentado, projeto a projeto.

FIGURA 9: Zonas com elevado potencial de desenvolvimento que se sobrepõem a zonas de conflito de biodiversidade para a) energia solar e b) energia eólica.



Esta abordagem integrada, e em conformidade com os princípios do desenvolvimento sustentável, implica, em primeiro lugar, evitar ou minimizar os danos causados a elementos ecológicos críticos, depois restaurar os ecossistemas afetados utilizando as técnicas mais avançadas disponíveis e, finalmente, compensar quaisquer danos residuais. Uma visão a nível da paisagem é crucial, pois garante que as características ecológicas fundamentais permaneçam no centro dos esforços de conservação ao longo do processo de planeamento e implementação. Sem ela, os objetivos de conservação tornam-

se fragmentados, a definição de prioridades é prejudicada e os recursos, que já são limitados, tenderão a ser mal aplicados. Embora a identificação das áreas a proteger seja uma tarefa complexa, é frequentemente mais simples do que assegurar os recursos financeiros necessários para as manter. Ao adotarmos esta estratégia e ao aplicarmos o princípio de não perda líquida de natureza,^[72] não só conseguimos um equilíbrio entre desenvolvimento e conservação, como também estabelecemos mecanismos de financiamento que refletem o verdadeiro custo ambiental do desenvolvimento.

Anexo IV: A importância do envolvimento das partes interessadas

I. Introdução

O envolvimento precoce e inclusivo das partes interessadas desempenha um papel fundamental na localização e no planeamento das energias renováveis, contribuindo com importantes dados e conhecimentos locais que podem ajudar a identificar valores que necessitam de representação espacial.^[75,76] O envolvimento de diversas partes interessadas e comunidades garante que as prioridades, conhecimentos, preocupações e necessidades de planeamento locais sejam refletidas no planeamento espacial, conduzindo a projetos de energias renováveis mais equitativos, bem sucedidos e aceites pelas comunidades vizinhas. Esta abordagem contrasta fortemente com o tipo de consultas unilaterais e inadequadas que são adiadas para o final do processo, conduzindo frequentemente a reações adversas e à oposição.^[77,78] Quer as comunidades locais estejam preocupadas com os impactos ambientais, a estética ou as alterações nas paisagens locais, a sua oposição pode causar atrasos e cancelamento de projetos,^[79] prejudicando a rentabilidade e a reputação das empresas e abrandando a transição energética.

Na preparação deste guia, envolveram-se as partes interessadas num processo aberto de participação e consulta de peritos a nível nacional e internacional, em diferentes setores: administração pública, energias renováveis, organizações da sociedade civil, universidades e consultoria. A lista completa das organizações participantes, programas e documentos de resultados pode ser fornecida. Devido a limitações de tempo e de recursos, o projeto não levou a cabo um processo completo de envolvimento da comunidade à escala nacional. No entanto, foi realizada uma reunião participativa piloto da comunidade local num município, que permitiu formular recomendações claras para o futuro (Anexo V).

II. Mapeamento e priorização das partes interessadas

O estudo contou com a participação de 140 peritos (78 homens e 62 mulheres), representando um vasto espectro de intervenientes nos domínios da política portuguesa e europeia de energias renováveis, de ordenamento do território, de biodiversidade e de ciências sociais. Estes especialistas pertencem a 68 entidades, incluindo instituições académicas e de investigação, empresas de consultoria ambiental e

energética, ONG e organizações da sociedade civil, promotores de energias renováveis e representantes da indústria, instituições públicas e organizações internacionais.

Através de um exercício de mapeamento das partes interessadas, foi assegurada uma representação equilibrada dos interesses para o desenvolvimento das energias renováveis em Portugal. Recolheu-se feedback do grupo mapeado de peritos em momentos estratégicos do estudo: concepção do estudo e fases de progresso subsequentes. O evento piloto de envolvimento da comunidade local teve lugar no Município de Silves e envolveu 19 membros da comunidade (8 mulheres e 11 homens), representando vários setores, tais como associações, serviços sociais, sociedade civil, turismo, desporto, organizações culturais, cooperativas de energia, agricultura, juventude e idosos. A maioria dos participantes tinha entre 50 e 65 anos.

III. Métodos e ferramentas de envolvimento

Formatos de envolvimento

- **Reunião presencial das partes interessadas internacionais:** Foi organizado um workshop presencial em Lisboa, em colaboração com a parceira local da TNC, a associação ZERO. Realizou-se no dia 22 de fevereiro de 2024, reunindo 56 especialistas portugueses e europeus em política internacional e ciência espacial, provenientes de organismos governamentais, universidades, órgãos de decisão, indústria das energias renováveis e sociedade civil. Através de um diálogo centrado na ciência e na política, os participantes discutiram e exploraram abordagens para a definição de localização de projetos, ao nível da: metodologia, governação e implementação.
- **Eventos nacionais presenciais:**
 - Workshop presencial para especialistas em biodiversidade, ciências sociais e energia: Realizado em Lisboa a 11 de setembro de 2024, este evento presencial contou com a participação de 29 especialistas portugueses em biodiversidade, ciências sociais e energia, provenientes do meio académico, entidades públicas, sociedade civil e indústria energética. Os principais objetivos deste seminário eram colmatar as lacunas de dados e obter a opinião de peritos sobre a relevância e o nível de importância dos dados em análise.

- **Reunião do grupo consultivo:** Foi convocado um grupo mais restrito de 10 peritos para dar feedback consultivo ad-hoc, composto por decisores de alto nível das autoridades públicas, peritos e cientistas do setor da eletricidade, do ORT português REN, de várias ONG e de centros de consultoria e investigação. O objetivo consistiu em validar os resultados preliminares e garantir a aplicabilidade no contexto português. A reunião realizou-se em Lisboa, no dia 12 de setembro de 2024.

• **Webinars de especialistas:** Foram realizados três webinars em 10 de julho de 2024, 11 de julho de 2024 e 12 de setembro de 2024, centrados, respetivamente, na biodiversidade, nas ciências sociais e na energia. Os webinars contaram com a participação de 25, 21 e 45 especialistas europeus e portugueses em biodiversidade, ciências sociais e energia de organismos governamentais (incluindo o ICNF e a APA), académicos, decisores e representantes da indústria portuguesa de energias renováveis (incluindo representantes da REN). A atenção centrou-se na seleção e disponibilidade de dados, valores da biodiversidade a nível nacional, definição de valores sociais no contexto de projetos de energias renováveis, possíveis focos de conflito social em Portugal, constrangimentos ao desenvolvimento de energias renováveis e parâmetros de modelação do potencial de desenvolvimento.

Workshop piloto de envolvimento da comunidade (Silves)

Este projeto incluiu uma reunião-piloto de envolvimento da comunidade, realizada em colaboração com a ZERO. Embora limitada no seu âmbito devido a restrições de recursos, a metodologia aplicada na reunião serve como um modelo replicável para a incorporação de abordagens participativas na localização de energias renováveis. A informação adquirida através deste evento não foi utilizada para modelação, mas as orientações resultantes podem informar as autoridades locais e os promotores sobre as melhores práticas para um envolvimento inclusivo e transparente. O evento teve lugar em Silves, em abril de 2025.

Seleção da área-alvo para envolvimento da comunidade: Utilizando um conjunto normalizado de critérios de pré-seleção, incluindo resultados preliminares sobre a baixa biodiversidade e os conflitos sociais e o potencial de desenvolvimento energético, os municípios candidatos foram pré-selecionados e cruzados com: i) uma revisão bibliográfica destinada a identificar os principais padrões geográficos de conflitos sociais relacionados com o desenvolvimento de energia eólica e solar em Portugal e ii) uma análise SWOT, com base na experiência da ZERO no terreno e com os contactos locais, incorporando os conflitos conhecidos e a relação com a comunidade e as autoridades locais. Embora Silves tenha sido a seleção final para a atividade-piloto, é de salientar que os resultados finais deste estudo acabaram por identificar significativamente mais áreas de conflito no município do que as estimadas através da análise de dados preliminares. Ainda assim, um sumário das nossas perceções juntamente com a atividade de mapeamento participativo fornecem informações úteis sobre a dinâmica, as perspetivas e os grupos de valores comunitários co-criados à escala local.

Plano de envolvimento da comunidade: Para caracterizar a comunidade local e garantir uma amostragem representativa, a ZERO realizou uma análise específica do contexto demográfico

e socioeconómico, elaborando-se um plano abrangente de envolvimento da comunidade, definindo objetivos, grupos de partes interessadas e a finalidade do envolvimento. Os principais objetivos eram: (i) validar os resultados do estudo de Smart Siting, com base em dados a nível nacional, num "local de teste", (ii) compreender as necessidades e visões das comunidades locais relativamente ao desenvolvimento das energias renováveis, e (iii) avaliar as condições de aceitação, possíveis benefícios e preferências de envolvimento. As partes interessadas visadas incluíram dirigentes municipais, agricultores (incluindo pequenos agricultores), a sociedade civil local, grupos religiosos e culturais, funcionários públicos, jovens, associações recreativas, de turismo e de desporto e a comunidade académica.

Técnicas e ferramentas de facilitação

Grupos de discussão por áreas de especialização: Os workshops presenciais de peritos incluíram sessões de debate que agruparam os participantes com base na sua área de especialização, facilitando conversas específicas sobre assuntos específicos, cujo *feedback* foi seguidamente apresentado para o grupo geral. Os tópicos discutidos com este método nos vários workshops incluíram a metodologia de localização, políticas locais, nacionais e europeias para orientar a designação e implementação de ZAER e um planeamento espacial energético mais amplo, a classificação de indicadores sociais e de biodiversidade por importância no contexto local e os resultados preliminares da modelação preditiva.

Discussão facilitada de grupos de discussão: Em Silves, os participantes foram divididos em três grupos, cada um com uma mistura selecionada de indivíduos com o objetivo de atenuar potenciais dinâmicas de poder. Em cada grupo, os facilitadores orientaram a discussão para obter informações sobre as necessidades, os valores e as visões locais em relação ao desenvolvimento solar/eólico, condições que influenciam a aceitação ou resistência a projetos de energias renováveis, preferências por métodos de participação e abordagens de governação/tomada de decisões, experiências anteriores com processos de consulta pública e fatores que permitem uma partilha justa dos benefícios. As discussões foram registadas e analisadas através de codificação temática e interpretação de conteúdo latente, a fim de delinear os principais padrões relativos às categorias de valores sociais, preferências de localização/tecnológicas e práticas de participação pública.

Apresentações e sessões de perguntas e respostas: Em todos os eventos de participação presenciais e online, foram feitas apresentações sobre o desenvolvimento da metodologia e os resultados preliminares no sentido de manter as partes interessadas informadas, para além de se obter *feedback* dos peritos locais sobre a relevância dos resultados da modelação para o contexto e os processos nacionais. Para além das apresentações dos cientistas da TNC, os eventos incluíram contribuições de peritos externos do LNEG, da SPEA e da Universidade de Bergen.

Questionários: Para obter reações e contributos estruturados, os participantes nas reuniões de peritos receberam questionários, quer pessoalmente, durante os eventos, quer online, providenciando o tempo necessário para poderem fornecer *feedback* mais complexo. Esta abordagem foi seguida para a classificação do valor da biodiversidade, a identificação de conflitos sociais com o desenvolvimento de energias renováveis, conjuntos de dados de valor social e parâmetros técnicos de modelação preditiva do desenvolvimento de energias renováveis.

Utilização piloto de ferramentas de cartografia participativa:

Recorreu-se à ferramenta Public Participation GIS (PPGIS), desenvolvida pela TNC para o mapeamento participativo de valores locais selecionados, na reunião de envolvimento da comunidade de Silves (Anexo V). Os participantes introduziram individualmente os seus valores sociais na plataforma, identificando as suas áreas de interesse num smartphone ou tablet. Dada a natureza piloto deste evento, os dados recolhidos não estão incluídos no conjunto global de dados sobre o valor social do estudo (Secção 2.3). No entanto, estes dados forneceram à TNC importantes informações qualitativas para contextualizar a análise a nível nacional e para validar os resultados do mapeamento dos valores sociais, analisando como os valores comunitários de escala local, atribuídos à paisagem, diferem (ou correspondem) aos dados de conflito espacial pré-selecionados desenvolvidos através da abordagem de filtro grosso à escala nacional.

IV. Ideias-chave

a) Política e governança: A aplicação da diretiva europeia RED III é dificultada por ambiguidades processuais, especialmente no que respeita à avaliação ambiental estratégica das ZAER. O facto de Portugal ter começado a mapear as ZAER antes de completar o mapeamento energético nacional, como exigido pela REDIII, criou uma confusão adicional. Os critérios de seleção a nível dos projetos continuam imprecisos, a definição de "impacte significativo" ainda não é clara e subsistem preocupações quanto à capacidade das autoridades de licenciamento para cumprir os prazos ambiciosos da RED.

i) Participação do público: A falta de coordenação entre as autoridades e os "balcões únicos" torna o envolvimento das partes interessadas menos eficaz, e o envolvimento de atores locais em 300 municípios de Portugal exige recursos intensivos. Embora a participação do público seja valorizada, as autoridades enfrentam dificuldades com falta de recursos humanos e necessidades de recrutamento.

ii) mitigação: para atingir os objetivos para 2030 em matéria de energias renováveis exigem-se orientações claras de mitigação e uma monitorização ambiental contínua, especialmente à medida que os projetos se expandem para além das ZAER.

iii) Partilha de benefícios: A distribuição equitativa dos benefícios é fundamental para garantir o apoio da comunidade aos projetos de energias renováveis.

iv) Zonas artificiais e dupla utilização dos solos: Limitações na disponibilidade de dados e acessibilidade dos locais continuam a ser desafios práticos para a aplicação da ideia amplamente apoiada de que as ZAER devem dar prioridade às áreas artificiais e aos modelos de dupla utilização dos solos, como o agrovoltaiço (energia fotovoltaica agrícola), para minimizar os conflitos da utilização dos solos.

b) Biodiversidade: As paisagens agrícolas mediterrânicas de elevado valor, como os campos de cereais de sequeiro e as pastagens extensivas do Alentejo, desempenham um papel crucial no apoio às aves estepárias ameaçadas. Foi também

salientada a importância de distinguir entre diferentes tipos de terras e práticas de gestão nas avaliações da biodiversidade. Por exemplo, as florestas autóctones como o sobreiro, o pinheiro-manso e o castanheiro são reconhecidas como mais valiosas do ponto de vista ecológico do que as plantações em monocultura de pinheiro-bravo. Os peritos recomendaram o alargamento do leque de dados utilizados na modelação ecológica para incluir informações sobre invertebrados, aves, morcegos, mamíferos, flora e infraestruturas de rede. Por último, a integração de serviços de ecossistema, como a regulação da água, a proteção do solo e o armazenamento de biomassa, no planeamento das energias renováveis, é considerada benéfica para a manutenção destas funções ambientais.

c) Valores sociais e justiça: O desenvolvimento de energias renováveis pode exercer pressão sobre paisagens emblemáticas, terras agrícolas e economias locais, especialmente em regiões dependentes do turismo e da agricultura. Embora se reconheça que os impactos estéticos são subjetivos e variáveis, garantir uma distribuição justa dos benefícios económicos e proteger as terras agrícolas são preocupações fundamentais. Os conflitos sociais surgem frequentemente não da oposição às energias renováveis em si, mas da falta de transparência, das oportunidades limitadas de participação da comunidade e da exclusão da tomada de decisões e da propriedade.

i) Conflict hotspots: Experts have identified several conflict hotspots, particularly for solar in the Algarve and Alentejo, and for wind in northern and central Portugal. To improve planning, experts recommend refining data and modeling, including better viewshed analysis and more local context.

d) Potencial de desenvolvimento energético: No caso da energia eólica, os peritos recomendam critérios de localização mais rigorosos, incluindo velocidades mínimas do vento mais elevadas, limites de inclinação e zonas de proteção em torno das turbinas existentes, excluindo, de modo geral, as superfícies artificiais, exceto nas zonas industriais. No que diz respeito à energia solar, existe consenso quanto à prioridade a dar a zonas artificiais planas e à definição de limiares de declive adequados, mas menos consenso quanto à utilização da irradiância solar como restrição. Ambas as tecnologias requerem uma calibração cuidadosa utilizando dados de produção atualizados.

i) Integração na rede: A disponibilidade de ligações à rede é um fator crítico, mas faltam recorrentemente dados sobre a capacidade da rede e os planos de expansão. Consequentemente, o potencial de desenvolvimento parece concentrar-se no Sul de Portugal, onde o acesso à rede é mais favorável, enquanto as regiões Norte e Centro enfrentam mais restrições, apesar de terem um valor de biodiversidade mais baixo.

e) Questões transversais: O mapeamento das energias renováveis deve ser adaptado a cada tecnologia, uma vez que os projetos eólicos e solares têm impactos espaciais, ecológicos e sociais diferentes. A integração destes aspetos num quadro de planeamento único é metodologicamente complexa e exige dados de alta qualidade e conhecimentos técnicos especializados. O debate em curso sobre se a prioridade a dar deve incidir em grandes instalações ou em múltiplos projetos mais pequenos ("SLOSS" - *Single Large Or Several Small*) continua por resolver, especialmente tendo em conta o potencial de impactos cumulativos.

V. Desafios e lições aprendidas no envolvimento das partes interessadas

O processo de envolvimento das partes interessadas revelou vários desafios e lições importantes para o futuro planeamento das energias renováveis em Portugal. Uma das questões mais significativas foi a participação limitada das administrações locais nas atividades dinamizadas a nível nacional. Apesar dos esforços concertados para envolver os municípios, os processos de participação nacional e local permaneceram muitas vezes desconectados, perdendo-se oportunidades de estabelecer pontes entre as perspetivas e as prioridades dos diferentes níveis de governação. O *feedback* dos participantes sugere que a falta de recursos financeiros e humanos, para além da insuficiência de incentivos, impediram o envolvimento sustentado das instituições locais. Embora o evento-piloto de envolvimento em Silves tenha demonstrado um genuíno interesse e vontade de participar por parte das instituições e comunidades locais, o alargamento desta abordagem a uma amostra mais ampla e representativa de municípios exigirá recursos e apoio adicionais.

Um desafio persistente é a acessibilidade e a qualidade limitadas dos principais conjuntos de dados, em especial no que respeita às infraestruturas de transporte e distribuição de eletricidade. Apesar do envolvimento do ORT português (REN) nos processos consultivos, as preocupações com a confidencialidade e a segurança restringiram o acesso a dados completos da rede, dificultando a avaliação exata da capacidade atual da rede ou o planeamento da expansão futura num formato utilizável. Esta limitação compromete a robustez da modelação do potencial desenvolvimento das energias renováveis e dificulta a identificação das zonas adequadas para a implementação de projetos. Lacunas de dados semelhantes são evidentes noutros Estados-Membros da UE e a literatura recomenda que o reforço das práticas de recolha de dados, a garantia de atualizações regulares e a melhoria da coordenação entre as autoridades nacionais, regionais e locais sejam passos essenciais a ser dados para ultrapassar estas barreiras.^[80] Sem dados de alta qualidade, atualizados e acessíveis, os Estados-Membros correm o risco de identificar erradamente as zonas adequadas, subestimar as restrições da rede e, em última análise, abrandar os progressos no sentido do cumprimento das metas para as energias renováveis.

VI. Recomendações para o envolvimento futuro

Para melhorar o futuro envolvimento das partes interessadas no planeamento das energias renováveis, é essencial iniciar o processo desde uma fase preliminar e garantir a sua manutenção ao longo de todas as fases de desenvolvimento do projeto. O envolvimento precoce das partes interessadas garante que as prioridades e preocupações locais sejam integradas na tomada de decisões, de forma a criar-se confiança e a reduzir-se o risco de oposição ou de atrasos nos projetos. A participação deve ser ampla e inclusiva, envolvendo não só as autoridades nacionais e os representantes do setor, mas também as administrações locais, as organizações da sociedade civil e especialistas de vários setores. É recomendado que seja dada especial atenção aos municípios, cuja participação é crucial para estabelecer uma ponte entre as perspetivas nacionais e locais.

Adicionalmente, deve ser utilizada uma variedade de formatos de envolvimento para atingir diferentes públicos e acomodar diversas preferências. Workshops presenciais, webinars online, inquéritos, grupos de discussão e ferramentas de mapeamento participativo podem contribuir para um processo mais acessível e eficaz. O reforço das capacidades locais também se revela importante; a oferta de formação, recursos e incentivos permite que os membros da comunidade e as instituições locais participem de forma significativa e forneçam um *feedback* informado.

É igualmente importante adaptar as estratégias de participação às necessidades e contextos específicos de cada comunidade ou região. A amostragem representativa e a análise do contexto são cruciais para garantir que as vozes locais se refletem verdadeiramente nos resultados do planeamento. É aconselhável que seja promovida a coordenação entre as autoridades nacionais, regionais e locais, a fim de alinhar os quadros de ordenamento do território e as práticas de participação das partes interessadas, evitando fragmentação institucional e assegurando que as perspetivas locais informam a política nacional.

Anexo V: Um exercício piloto de mapeamento participativo no município de Silves

Para explorar a forma como os valores da comunidade local se alinham com os conjuntos de dados, à escala nacional e de filtro grosso, utilizados na localização de energias renováveis, realizou-se um exercício piloto de mapeamento participativo (SIGPP) no município de Silves. O workshop envolveu 18 participantes que mapearam 160 pontos em cinco categorias de valores sociais: cultural (40), estética paisagística/visual (38), biodiversidade (34), agrícola (31) e económica/turismo (23). Os pormenores do processo mais alargado de envolvimento das partes interessadas podem ser consultados no Anexo IV.

Para transformar estes pontos em mapas espaciais com *hotspots* sociais, foi utilizada a estimativa da densidade por kernel (KDE, do inglês *kernel density estimation*) com seleção automática da largura de banda e escalonamento para interpretabilidade. Os *hotspots* foram extraídos retendo 70% dos pontos mapeados dentro das células de KDE de maior densidade, produzindo polígonos adequados para visualização e comparação com os resultados do nosso filtro grosso.^[81] A análise espacial incluiu uma zona tampão de 300 m em torno do limite do município, para garantir que todos os pontos mapeados fossem retidos.

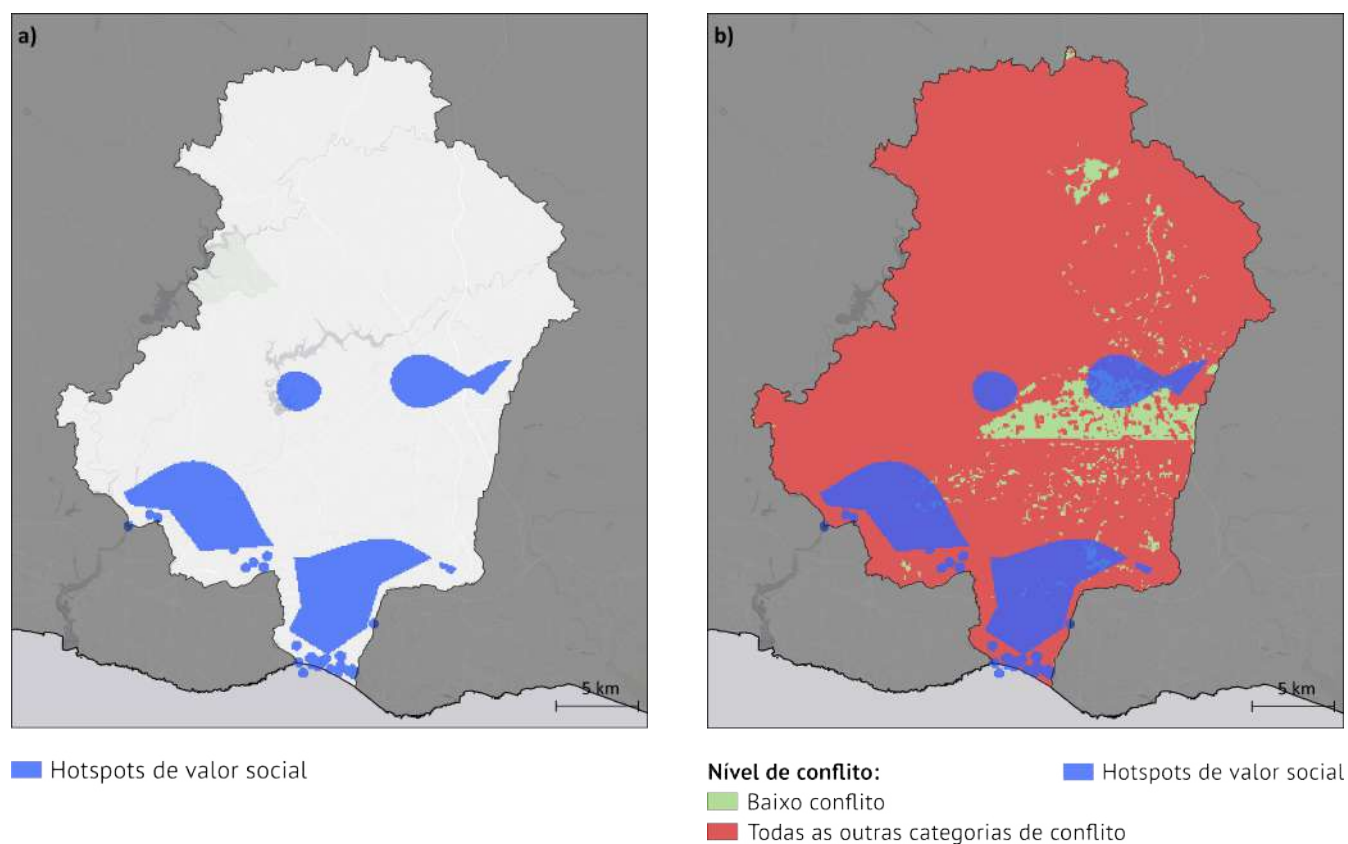
A análise de KDE revelou 11 grupos de *hotspots* a cobrir aproximadamente 13% de Silves (cerca de 85 km²), capturando aproximadamente 70% de todos os pontos cartografados. Os tamanhos das manchas destes aglomerados variaram entre 0,3 km² e 35 km², o que indica que os participantes não só concentraram valores em áreas específicas, como também reconheceram a importância de paisagens dispersas (Figura 10a).

Quando comparadas com a nossa matriz nacional de conflitos, mais de 90% das áreas de *hotspots* sobrepunham-se a zonas previamente classificadas como tendo possíveis conflitos (Figura 10b). Este padrão estava geralmente alinhado com o que se esperava da camada de filtro grosso, que, combinando todas as camadas de conflito, indicava grandes porções do município como áreas de conflito elevado. Apenas 8% dos *hotspots* agrupados se situavam em zonas classificadas como de baixo conflito e, na maioria dos casos, estas áreas estavam localizadas junto a zonas de potencial conflito. Agregando os *hotspots* por tipologia, os agregados relativos à biodiversidade e aos valores económicos/turísticos situam-se quase inteiramente em áreas já previamente identificadas como zonas de conflito (mais de 97%). Os *hotspots* de valor paisagístico e estética visual tiveram a maior representação, com quase 13% a situarem-se fora das zonas de conflito conhecidas e pré-selecionadas. Estes padrões indicam que, nesta amostra populacional de mapeamento participativo, os dados locais demonstraram-se congruentes com os conjuntos de dados da camada de filtro grosso, revelando paralelamente informações importantes para compreender as prioridades relativas (os tipos de valores sociais) dos participantes, quando confrontados com uma designação geral de "conflito".

Estas conclusões fortalecem a importância do mapeamento participativo no aperfeiçoamento da classificação de localizações à escala nacional e na identificação de áreas localmente significativas que possam justificar uma atenção especial.



FIGURA 10: a) Hotspots de valor social agrupados em Silves. Foi aplicada uma camada de anonimização aos pontos dos participantes para proteger as localizações exatas e considerando um limiar mínimo de densidade que captou aproximadamente 70% dos pontos e b) Polígonos de hotspots para agregados de pontos de valor social sobrepostos com terrenos classificados como alta conflitualidade de acordo com dados ambientais e sociais.



Anexo VI: Obrigações da diretiva europeia para as energias renováveis (RED) na designação de ZAER e no licenciamento acelerado

A Diretiva Energias Renováveis da União Europeia (RED)^[16] tornou-se a pedra angular do impulso do continente para acelerar a implantação das energias renováveis em resposta a choques geopolíticos, nomeadamente a invasão russa da Ucrânia. Esta crise levou a UE a reduzir urgentemente a sua dependência do gás natural importado, aumentando o seu objetivo em matéria de energias renováveis para um mínimo de 42,5% e um valor desejado de 45% a serem alcançados em 2030. Para atingir este objetivo, os Estados-Membros terão de aumentar em 4 a 15 vezes a capacidade instalada de energia solar até 2030 e mais do que duplicar a produção eólica, acabando por triplicar a capacidade de energia limpa até 2030.^[82] Encontra-se demonstrado cientificamente que, se esforços políticos e de implementação priorizarem zonas de conflito baixo, a UE dispõe de terrenos de baixa conflitualidade suficientes para atingir os seus objetivos para 2030.^[32]

Juntamente com as metas ambiciosas, a diretiva RED, de acordo com um conjunto de artigos da RED e de orientações suplementares, obriga os Estados-Membros a acelerar o licenciamento de energias renováveis.^[83] A diretiva não só estabelece exigências e prazos explícitos para a cartografia espacial coordenada e para as Zonas de Aceleração das Energias Renováveis (ZAER), como também impõe a designação de zonas dedicadas à rede, revelando a determinação de se aplicar uma abordagem coordenada do ordenamento do território e do planeamento energético.

O texto que se segue resume os principais artigos da RED da UE que são relevantes para este processo e a forma como este guia visa orientar a implementação desses artigos em Portugal:

Artigo 15b: Os Estados-Membros devem cartografar espacialmente todas as áreas tecnicamente adequadas para a implantação de energias renováveis, a fim de atingir os seus objetivos para 2030 no âmbito dos seus Planos Nacionais de Energia e Clima (PNEC). Para efeitos de identificação destes domínios, este artigo pede aos Estados-Membros que tenham em conta a disponibilidade de recursos, o potencial de viabilidade específico da tecnologia, a procura de energia prevista e a disponibilidade de infraestruturas energéticas relevantes, incluindo redes, armazenamento e outros instrumentos de flexibilidade, ou o potencial para criar ou melhorar essas infraestruturas de rede e de armazenamento. O prazo para este exercício foi fixado para 21 de maio de 2025. O Capítulo 3 deste Guia de Smart Siting apresenta os resultados da modelação espacial para a energia eólica e solar, identificando áreas que são viáveis para o desenvolvimento de energias renováveis e que podem apoiar diretamente os Estados-Membros no cumprimento dos requisitos de

cartografia previstos na Diretiva da UE relativa às Energias Renováveis. Os dados sobre os terrenos disponíveis de baixa conflitualidade com as infraestruturas de rede previstas podem orientar as atualizações das infraestruturas de rede existentes.

Uma parte dos mapas das ZAER é um "livro de regras de mitigação" que, de acordo com o Artigo 15b, define regras para assegurar a mitigação efetiva dos impactos ambientais que uma tecnologia específica de energias renováveis possa ter numa determinada ZAER.^[84] É pedido aos Estados-Membros que adotem regulamentos de mitigação direcionados para a área designada, tecnologias e impactos ambientais identificados. Sempre que adequado, essas medidas devem assegurar o cumprimento dos requisitos da regulamentação ambiental.

O Anexo III deste guia, que não só delinea a integração do planeamento ao nível da paisagem com a hierarquia de mitigação, mas também ilustra um exemplo conceptual para Portugal, pode fornecer diretamente informações para o desenvolvimento destes manuais de mitigação.

Artigo 15c: Os Estados-Membros estão mandatados para assegurar a designação de ZAER no âmbito das áreas mapeadas do Artigo 15b até 21 de fevereiro de 2026, utilizando uma cartografia espacial transparente e cientificamente fundamentada. As ZAER são introduzidas como zonas de licenciamento acelerado, um subconjunto dos mapas espaciais nacionais concebidos ao abrigo do Artigo 15b, em que os projetos seriam isentos de AIA, sendo que, no entanto, as ZAER propostas terão de ser submetidas a um processo de AAE antes de os promotores poderem solicitar essas licenças aceleradas. Os projetos que se candidatam a licenças seriam então submetidos a um processo de avaliação individual pela autoridade de licenciamento num curto espaço de tempo. Os capítulos 3 e 4 do presente guia podem contribuir para a adoção de ZAER finais em Portugal, uma vez que a atual proposta será submetida a uma avaliação estratégica, integrando o potencial energético, a utilização dos solos, a biodiversidade e as camadas de valor social. Além disso, o Anexo IV partilha ideias sobre a forma como o envolvimento sistémico das partes interessadas pode ser aplicado, bem como as lições aprendidas e recomendações.

Artigo 15d: Os Estados-Membros devem assegurar a participação do público nos planos que designam zonas de aceleração das energias renováveis, incluindo a identificação do público afetado ou suscetível de ser afetado. Este artigo obriga os Estados-Membros a promover a aceitação pública dos projetos de energias renováveis através da participação direta e indireta das comunidades locais nos projetos.

A secção 5.2 deste guia aborda a integração da dimensão humana na aplicação deste artigo, apresentando a determinação de valores e indicadores sociais como uma ferramenta preliminar de filtragem grossa da sensibilidade paisagística e social. Para além das avaliações documentais que mapeiam e quantificam os valores sociais, este guia realça a importância das abordagens participativas para melhor captar as perspetivas locais. Os Anexos IV e V introduzem metodologias que ajudam a colmatar a lacuna entre o planeamento à escala da paisagem e o envolvimento local, incluindo a aplicação piloto, e respetivos resultados, da ferramenta de mapeamento participativo da TNC num município português.

Artigo 15e: Para complementar e apoiar as ZAER, recomenda-se aos Estados-Membros que adotem um ou mais planos para designar zonas de infraestruturas específicas para o desenvolvimento de projetos de rede e de armazenamento necessários para integrar as energias renováveis no sistema elétrico, sempre que o respetivo desenvolvimento não implique um impacto ambiental significativo ou que esse impacto possa ser devidamente atenuado ou, em último recurso, compensado. Com o objetivo de ajudar a modernizar e expandir as redes para apoiar a rápida eletrificação e acelerar o licenciamento, o Pacote Europeu das Redes deverá ser publicado em dezembro de 2025. O Capítulo 5 deste guia tem como objetivo orientar a implementação deste artigo e do Pacote de Redes, fornecendo exemplos de onde o desenvolvimento de redes poderia ocorrer

em Portugal e indicando potenciais áreas de expansão de baixo conflito para futuras redes.

Artigo 16b: Os Estados-Membros devem limitar os prazos de licenciamento a dois anos para os projetos de energias renováveis centralizados que pretendam ser implantados fora das zonas de aceleração das energias renováveis. Se a necessidade de uma avaliação alargada se justificar ao abrigo da legislação ambiental da UE aplicável, os Estados-Membros podem alargar estes prazos por até seis meses. O artigo limita a 12 meses, incluindo no que respeita às avaliações ambientais, sempre que exigido pela legislação aplicável, o procedimento de concessão de licenças para o reequipamento/sobreequipamento de centrais de energias renováveis, para novas instalações com uma capacidade instalada inferior a 150 kW e para o armazenamento de energia co-localizado, bem como para a ligação dessas centrais, instalações e armazenamento à rede, localizadas fora das zonas de aceleração das energias renováveis. As secções 3.1 e 3.2 deste documento, particularmente a discussão sobre os déficits de capacidade energética e o desenvolvimento em zonas de conflito moderado, respetivamente, orientam a implementação deste artigo, fornecendo dados e resultados sobre o potencial de desenvolvimento em zonas de conflito moderado para garantir a limitação da AIA a dois anos. A capacidade de reequipamento/sobreequipamento é referida na Caixa 5.

Anexo VII:

Tabelas e mapas de apoio

TABELA 6: Lista de todos os conjuntos de dados e parâmetros utilizados nas camadas de modelação energética, biodiversidade e social.

Descrição do parâmetro	Camada	Resolução original	Fonte de dados original
Fator de capacidade eólica (n.º de horas de funcionamento equivalentes à potência nominal, NEPS v2)	Energia (Eólica)	100 m	LNEG, 2025
Fator de capacidade solar - totais diários médios (PVOUT)	Energia (Solar)	1 km	Solar Atlas V2. 2024 ^[85]
Índice de posição topográfica multi-escala média	Energia (Eólica)	30 m	NASA, SRTM 2000 ^[86]
Classificação média de aspeto	Energia (Solar)	30 m	NASA, SRTM 2000 ^[87]
Inclinação percentual mínima e média (solar e eólica)	Energia (ambas)	30 m	NASA, SRTM 2000 ^[87]
Distância às principais subestações (dimensão superior a 2 hectares)	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	Mapa OpenStreet, 2024 ^[88]
Distância a todas as subestações (a dimensão é superior a ¼ de hectare)	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	Mapa OpenStreet, 2024 ^[88]
Distância a linhas de transmissão	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	Mapa OpenStreet, 2024 ^[88]
Distância a centrais elétricas	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	DGEG ^[89] & GREW ^[90] , 2024
Distância a estradas principais	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	Mapa OpenStreet, 2024 ^[88]
Distância a todas as estradas principais	Energia (ambas)	Cerca de 5 m	Mapa OpenStreet, 2024 ^[88]
Distância a principais zonas urbanas	Energia (ambas)	1 km	EU-JRC, GHSL GHS-MSMOD, 2025 ^[91]
Distância a todas as cidades	Energia (ambas)	1 km	EU-JRC, GHSL GHS-MSMOD, 2025 ^[91]
Densidade populacional	Energia (ambas)	30 m	META, 2024 ^[92]
COS2018 (mapa LULC para Portugal)	Biodiversidade	1ha	DGT (2018) ^[43]
CORINE2018 (mapa LULC para a região pan-europeia)	Biodiversidade	100 m	Copernicus (2018) ^[44]
Natura 2000 (Zonas protegidas da rede Natura 2000)	Biodiversidade	-	ICNF (2024) ^[93]
Sítios Ramsar (zonas húmidas importantes da Convenção de Ramsar)	Biodiversidade	-	ICNF (2024) ^[94] RAMSAR (2024) ^[95]

RNAP (Rede Nacional de Áreas Protegidas de Portugal)	Biodiversidade	-	ICNF (2024) ^[96]
Reservas da biosfera da UNESCO	Biodiversidade	-	UNESCO (2024) ^[97] Palliwoda et al. (2021) ^[98]
Áreas importantes para a preservação de aves (IBA, do inglês <i>Important Bird Areas</i>)	Biodiversidade	-	SPEA (2024) ^[99]
Geossítios (de Portugal com um <i>buffer</i> de 500 m)	Biodiversidade	-	LNEG (2024) ^[100]
Zonas bioenergéticas para Portugal	Biodiversidade	-	ICNF (2024) ^[96]
Áreas sob regime florestal (REFLOA)	Biodiversidade	-	ICNF (2024) ^[96]
Índice de Modificação Humana (IMH)	Biodiversidade	300 m	Theobald et al. (2025) ^[47]
Livro Vermelho das Aves de Portugal	Biodiversidade	10 km	Almeida et al. (2022) ^[48]
III Atlas das Aves Nidificantes de Portugal	Biodiversidade	10 km	SPEA (2024) ^[49]
Livro Vermelho dos Mamíferos de Portugal	Biodiversidade	10 km	Mathias et al. (2023) ^[50]
Informações adicionais sobre o bufo-real (locais de nidificação e dados complementares de ocorrência)	Biodiversidade	10 km 2 km	SPEA (2024)
Dados complementares de ocorrência do abutre-preto	Biodiversidade	10 km	Projeto LIFE Aegypius Return (2024) ^[51]
Dados complementares de ocorrência da águia-de-Bonelli	Biodiversidade	10 km	SPEA (2024)
Dados complementares de ocorrência do tartaranhão-caçador	Biodiversidade	10 km	Gameiro et al. (2023) ^[52]
Censo Nacional do Lobo (2019-2021)	Biodiversidade	10 km	Pimenta et al. (2023) ^[53]
Conservação de sítios-chave subterrâneos: a base de dados (abrigos para morcegos)	Biodiversidade	-	Eurobats (2024) ^[101]
Área de habitats	Biodiversidade	100 m	Lumbierres et al. (2022) ^[54]
Sítios do património cultural classificados ou em vias de classificação			LNEG (2024) PCIP (2024) ^[102]
Zonas de restrição associadas a sítios do património cultural classificados ou em vias de classificação			LNEG (2024) PCIP (2024) ^[102]
Zonas de Proteção Especial associadas a sítios do património cultural classificados ou em vias de classificação			LNEG (2024) PCIP (2024) ^[102]
Zonas de Proteção Geral associadas a sítios do património cultural classificados ou em vias de classificação			LNEG (2024) PCIP (2024) ^[102]
Sítios arqueológicos documentados com zonas de <i>buffer</i> recomendadas de 150 m			LNEG (2024) PCIP (2024) ^[102]
Árvores individuais ou grupos de árvores de interesse público com uma zona de <i>buffer</i> de 150 m			ICNF (2024) ^[96]

TABELA 7: Lista de todos os municípios em Portugal, com a área total em km² e as respetivas zonas com baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento para a energia eólica e solar (em km² e em percentagem da área total).

Município	Área (km ²)	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia solar (km ²)	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia solar (%)	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia eólica (ha)	Baixo conflito e elevado potencial de desenvolvimento de energia eólica (%)
Abrantes	714,69	50,05	7,00	1,26	0,18
Águeda	335,27	28,93	8,63	6,04	1,80
Aguiar da Beira	206,77	0,01	0,00	0,00	0,00
Alandroal	542,68	0,33	0,06	0,00	0,00
Albergaria-a-Velha	158,82	4,59	2,89	0,00	0,00
Albufeira	140,66	0,96	0,68	0,02	0,01
Alcácer do Sal	1.499,87	16,11	1,07	0,00	0,00
Alcanena	127,33	2,55	2,00	0,67	0,53
Alcobaça	408,14	14,42	3,53	1,49	0,37
Alcochete	128,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Alcoutim	575,36	0,24	0,04	0,00	0,00
Alenquer	304,22	30,92	10,16	8,64	2,84
Alfândega da Fé	321,95	0,09	0,03	0,02	0,01
Alijó	297,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Aljezur	323,50	6,09	1,88	0,82	0,25
Aljustrel	458,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Almada	70,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Almeida	517,98	0,00	0,00	0,00	0,00
Almeirim	222,12	11,13	5,01	0,00	0,00
Almodóvar	777,88	0,03	0,00	0,00	0,00
Alpiarça	95,36	0,19	0,20	0,00	0,00
Alter do Chão	362,07	0,07	0,02	0,00	0,00
Alvaiázere	160,48	0,24	0,15	0,48	0,30
Alvito	264,85	0,32	0,12	0,00	0,00
Amadora	23,78	0,34	1,43	0,00	0,00
Amarante	301,33	0,03	0,01	0,00	0,00
Amares	81,95	0,01	0,01	0,06	0,07
Anadia	216,63	31,98	14,76	0,83	0,38
Ansião	176,09	6,28	3,57	1,00	0,57
Arcos de Valdevez	447,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Arganil	332,84	0,01	0,00	0,18	0,05
Armamar	117,24	0,70	0,60	0,82	0,70
Arouca	329,11	1,37	0,42	1,44	0,44
Arraiolos	683,75	0,25	0,04	0,00	0,00
Arronches	314,65	0,05	0,02	0,00	0,00

Arruda dos Vinhos	77,96	5,85	7,50	1,47	1,89
Aveiro	197,58	2,71	1,37	0,00	0,00
Avis	605,97	0,02	0,00	0,00	0,00
Azambuja	262,66	10,44	3,97	0,56	0,21
Baião	174,53	0,06	0,03	5,63	3,23
Barcelos	378,90	0,64	0,17	0,12	0,03
Barrancos	168,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Barreiro	36,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Batalha	103,42	10,98	10,62	0,49	0,47
Beja	1.146,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Belmonte	118,76	0,02	0,02	0,00	0,00
Benavente	521,38	19,36	3,71	0,00	0,00
Bombarral	91,29	2,88	3,15	1,53	1,68
Borba	145,19	0,32	0,22	0,00	0,00
Boticas	321,96	0,00	0,00	0,00	0,00
Braga	183,40	1,40	0,76	0,52	0,28
Bragança	1.173,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Cabeceiras de Basto	241,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Cadaval	174,89	2,04	1,17	0,55	0,31
Caldas da Rainha	255,69	26,08	10,20	5,83	2,28
Caminha	136,52	0,00	0,00	0,02	0,01
Campo Maior	247,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Cantanhede	390,88	60,86	15,57	0,00	0,00
Carrazeda de Ansiães	279,24	0,09	0,03	0,07	0,03
Carregal do Sal	116,89	0,39	0,33	0,00	0,00
Cartaxo	158,17	28,39	17,95	1,07	0,68
Cascais	97,40	0,68	0,70	0,00	0,00
Castanheira de Pêra	66,77	0,56	0,84	3,09	4,63
Castelo Branco	1.438,19	16,24	1,13	3,46	0,24
Castelo de Paiva	115,01	0,01	0,01	0,23	0,20
Castelo de Vide	264,91	0,08	0,03	0,00	0,00
Castro Daire	379,04	0,02	0,01	0,21	0,06
Castro Marim	300,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Castro Verde	569,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Celorico da Beira	247,22	0,80	0,32	0,04	0,02
Celorico de Basto	181,07	0,08	0,04	0,00	0,00
Chamusca	746,01	2,16	0,29	0,11	0,01
Chaves	591,23	0,18	0,03	0,00	0,00
Cinfães	239,29	0,03	0,01	0,33	0,14
Coimbra	319,40	33,68	10,54	1,41	0,44

Condeixa-a-Nova	138,67	15,42	11,12	0,00	0,00
Constância	80,37	4,63	5,76	0,00	0,00
Coruche	1.115,72	25,40	2,28	0,20	0,02
Covilhã	555,60	1,80	0,32	5,51	0,99
Crato	398,07	2,82	0,71	0,00	0,00
Cuba	172,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Elvas	631,29	0,09	0,01	0,00	0,00
Entroncamento	13,73	0,02	0,15	0,00	0,00
Caldas da Rainha	255,69	26,08	10,20	5,83	2,28
Caminha	136,52	0,00	0,00	0,02	0,01
Campo Maior	247,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Cantanhede	390,88	60,86	15,57	0,00	0,00
Carrazeda de Ansiães	279,24	0,09	0,03	0,07	0,03
Carregal do Sal	116,89	0,39	0,33	0,00	0,00
Cartaxo	158,17	28,39	17,95	1,07	0,68
Cascais	97,40	0,68	0,70	0,00	0,00
Castanheira de Pêra	66,77	0,56	0,84	3,09	4,63
Castelo Branco	1.438,19	16,24	1,13	3,46	0,24
Castelo de Paiva	115,01	0,01	0,01	0,23	0,20
Castelo de Vide	264,91	0,08	0,03	0,00	0,00
Castro Daire	379,04	0,02	0,01	0,21	0,06
Castro Marim	300,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Castro Verde	569,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Celorico da Beira	247,22	0,80	0,32	0,04	0,02
Celorico de Basto	181,07	0,08	0,04	0,00	0,00
Chamusca	746,01	2,16	0,29	0,11	0,01
Chaves	591,23	0,18	0,03	0,00	0,00
Cinfães	239,29	0,03	0,01	0,33	0,14
Coimbra	319,40	33,68	10,54	1,41	0,44
Condeixa-a-Nova	138,67	15,42	11,12	0,00	0,00
Constância	80,37	4,63	5,76	0,00	0,00
Coruche	1.115,72	25,40	2,28	0,20	0,02
Covilhã	555,60	1,80	0,32	5,51	0,99
Crato	398,07	2,82	0,71	0,00	0,00
Cuba	172,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Elvas	631,29	0,09	0,01	0,00	0,00
Entroncamento	13,73	0,02	0,15	0,00	0,00
Espinho	21,06	0,01	0,05	0,00	0,00
Esposende	95,41	0,39	0,41	0,00	0,00
Estarreja	108,17	10,33	9,55	0,00	0,00

Estremoz	513,80	9,13	1,78	0,00	0,00
Évora	1.307,08	0,53	0,04	0,00	0,00
Fafe	219,08	0,08	0,04	0,15	0,07
Faro	202,57	2,51	1,24	0,18	0,09
Felgueiras	115,74	0,13	0,11	0,02	0,02
Ferreira do Alentejo	648,21	0,22	0,03	0,00	0,00
Ferreira do Zêzere	190,38	2,87	1,51	0,04	0,02
Figueira da Foz	379,05	42,05	11,09	1,85	0,49
Figueira de Castelo Rodrigo	508,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Figueiró dos Vinhos	173,44	1,92	1,11	19,43	11,20
Fornos de Algodres	131,45	0,15	0,11	0,10	0,08
Freixo de Espada à Cinta	244,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Fronteira	248,60	0,19	0,08	0,00	0,00
Fundão	700,20	3,50	0,50	3,13	0,45
Gavião	294,59	3,05	1,04	0,00	0,00
Góis	263,30	0,31	0,12	9,38	3,56
Golegã	84,32	0,02	0,02	0,00	0,00
Gondomar	131,92	0,16	0,12	0,29	0,22
Gouveia	300,61	0,03	0,01	0,10	0,03
Grândola	825,94	23,41	2,83	0,51	0,06
Guarda	712,10	1,15	0,16	0,02	0,00
Guimarães	241,00	3,11	1,29	0,43	0,18
Idanha-a-Nova	1.416,34	0,33	0,02	0,00	0,00
Ílhavo	73,48	1,33	1,81	0,50	0,68
Lagoa	88,25	0,23	0,26	0,00	0,00
Lagos	212,99	1,02	0,48	0,29	0,14
Lamego	165,42	0,02	0,01	0,00	0,00
Leiria	565,09	35,65	6,31	0,92	0,16
Lisboa	100,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Loulé	763,67	2,11	0,28	0,08	0,01
Loures	167,24	11,67	6,98	1,73	1,03
Lourinhã	147,17	1,13	0,77	1,41	0,96
Lousã	138,40	4,68	3,38	0,00	0,00
Lousada	96,08	0,05	0,05	0,01	0,01
Mação	399,98	23,02	5,76	4,64	1,16
Macedo de Cavaleiros	699,14	0,30	0,04	0,04	0,01
Mafra	291,65	20,97	7,19	5,39	1,85
Maia	82,95	1,39	1,68	0,00	0,00
Mangualde	219,26	2,91	1,33	1,79	0,82
Manteigas	121,98	0,00	0,00	0,00	0,00

Marco de Canaveses	201,89	0,66	0,33	0,81	0,40
Marinha Grande	187,25	2,53	1,35	0,13	0,07
Marvão	154,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Matosinhos	62,42	0,05	0,08	0,00	0,00
Mealhada	110,66	6,14	5,55	0,22	0,20
Mêda	286,05	0,00	0,00	0,02	0,01
Melgaço	238,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Mértola	1.292,87	0,01	0,00	0,00	0,00
Mesão Frio	26,65	0,00	0,00	0,00	0,00
Mira	124,03	6,46	5,21	0,00	0,00
Miranda do Corvo	126,38	4,37	3,46	1,68	1,33
Miranda do Douro	487,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Mirandela	658,96	0,02	0,00	0,00	0,00
Mogadouro	760,65	0,01	0,00	0,00	0,00
Moimenta da Beira	219,97	0,49	0,22	0,02	0,01
Moita	55,26	0,01	0,02	0,00	0,00
Monchique	395,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Mondim de Basto	172,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Monforte	420,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Monsão	211,31	0,00	0,00	0,02	0,01
Montalegre	805,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Montemor-o-Novo	1.232,97	7,14	0,58	0,00	0,00
Montemor-o-Velho	228,96	19,29	8,43	0,00	0,00
Montijo	348,62	38,53	11,05	0,37	0,11
Mora	443,95	0,12	0,03	0,00	0,00
Mortágua	251,18	0,05	0,02	9,34	3,72
Moura	958,46	0,14	0,01	0,00	0,00
Mourão	278,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Murça	189,37	0,00	0,00	0,00	0,00
Murtosa	73,09	0,26	0,36	0,00	0,00
Nazaré	82,43	12,09	14,67	1,30	1,58
Nelas	125,71	3,87	3,08	0,22	0,18
Nisa	575,68	5,95	1,03	0,00	0,00
Óbidos	141,55	5,94	4,20	1,77	1,25
Odemira	1.720,60	16,07	0,93	0,00	0,00
Odivelas	26,54	0,13	0,49	0,00	0,00
Oeiras	45,88	0,01	0,02	0,00	0,00
Oleiros	471,09	44,53	9,45	14,84	3,15
Olhão	130,86	0,10	0,08	0,02	0,02
Oliveira de Azeméis	161,10	2,83	1,76	0,21	0,13

Oliveira de Frades	145,35	0,00	0,00	0,10	0,07
Oliveira do Bairro	87,32	16,96	19,42	0,00	0,00
Oliveira do Hospital	234,52	0,89	0,38	0,10	0,04
Ourém	416,68	9,30	2,23	0,72	0,17
Ourique	663,31	1,53	0,23	0,15	0,02
Ovar	147,70	2,32	1,57	0,04	0,03
Paços de Ferreira	70,99	0,13	0,18	0,02	0,03
Palmela	465,12	8,24	1,77	0,10	0,02
Pampilhosa da Serra	396,46	0,48	0,12	28,53	7,20
Paredes	156,76	4,67	2,98	0,53	0,34
Paredes de Coura	138,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedrógão Grande	128,75	16,49	12,81	7,37	5,72
Penacova	216,73	0,28	0,13	2,39	1,10
Penafiel	212,24	12,86	6,06	2,83	1,33
Penalva do Castelo	134,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Penamacor	563,71	0,52	0,09	0,00	0,00
Penedono	133,71	0,07	0,05	0,00	0,00
Penela	134,80	8,95	6,64	6,51	4,83
Peniche	77,55	0,05	0,06	0,00	0,00
Peso da Régua	94,86	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinhel	484,52	0,01	0,00	0,00	0,00
Pombal	626,00	15,63	2,50	2,54	0,41
Ponte da Barca	182,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponte de Lima	320,25	0,11	0,03	0,24	0,07
Ponte de Sor	839,71	14,30	1,70	0,00	0,00
Portalegre	447,14	0,90	0,20	0,02	0,00
Portel	601,01	0,17	0,03	0,00	0,00
Portimão	182,06	1,05	0,58	0,00	0,00
Porto	41,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Porto de Mós	261,83	1,98	0,76	0,00	0,00
Póvoa de Lanhoso	134,65	0,30	0,22	0,00	0,00
Póvoa de Varzim	82,21	0,67	0,81	0,00	0,00
Proença-a-Nova	395,40	73,58	18,61	9,23	2,33
Redondo	369,51	0,01	0,00	0,00	0,00
Reguengos de Monsaraz	464,00	0,05	0,01	0,00	0,00
Resende	123,35	0,00	0,00	0,36	0,29
Ribeira de Pena	217,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Maior	272,76	7,53	2,76	2,45	0,90
Sabrosa	156,92	0,00	0,00	0,00	0,00
Sabugal	822,70	0,00	0,00	0,00	0,00

Salvaterra de Magos	243,93	33,90	13,90	0,76	0,31
Santa Comba Dão	111,95	0,21	0,19	0,00	0,00
Santa Maria da Feira	215,88	0,29	0,13	0,48	0,22
Santa Marta de Penaguião	69,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Santarém	552,54	46,40	8,40	8,38	1,52
Santiago do Cacém	1.059,69	35,37	3,34	0,83	0,08
Santo Tirso	136,56	0,33	0,24	0,08	0,06
São Brás de Alportel	153,37	5,27	3,44	0,81	0,53
São João da Madeira	7,94	0,00	0,00	0,00	0,00
São João da Pesqueira	266,11	0,08	0,03	0,33	0,12
São Pedro do Sul	348,95	0,62	0,18	0,11	0,03
Sardoal	92,15	0,64	0,69	0,00	0,00
Sátão	201,94	0,47	0,23	0,16	0,08
Seia	435,69	24,68	5,66	1,88	0,43
Seixal	95,45	0,00	0,00	0,00	0,00
Sernancelhe	228,61	0,30	0,13	0,29	0,13
Serpa	1.105,63	0,79	0,07	0,00	0,00
Sertão	446,73	13,35	2,99	4,77	1,07
Sesimbra	195,72	3,19	1,63	0,17	0,09
Setúbal	230,33	0,29	0,13	0,03	0,01
Sever do Vouga	129,88	0,09	0,07	3,69	2,84
Silves	680,06	19,35	2,85	1,15	0,17
Sines	203,30	0,93	0,46	0,76	0,37
Sintra	319,23	14,98	4,69	2,22	0,70
Sobral de Monte Agraço	52,10	10,33	19,83	2,04	3,92
Soure	265,06	22,01	8,30	0,42	0,16
Sousel	279,32	3,01	1,08	0,00	0,00
Tábua	199,79	11,82	5,92	0,00	0,00
Tabuaço	133,86	1,91	1,43	1,29	0,96
Tarouca	100,08	0,01	0,01	0,02	0,02
Tavira	606,97	9,72	1,60	3,15	0,52
Terras de Bouro	277,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Tomar	351,20	17,23	4,91	1,90	0,54
Tondela	371,22	0,89	0,24	1,81	0,49
Torre de Moncorvo	531,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Torres Novas	270,00	14,39	5,33	0,85	0,31
Torres Vedras	407,15	70,81	17,39	15,76	3,87
Trancoso	361,52	0,27	0,07	0,02	0,01
Trofa	72,00	11,38	15,81	0,38	0,53
Vagos	164,92	11,79	7,15	0,33	0,20




Vale de Cambra	147,33	0,04	0,03	4,48	3,04
Valença	117,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Valongo	75,12	0,52	0,69	0,15	0,20
Valpaços	548,74	0,33	0,06	0,00	0,00
Vendas Novas	222,39	9,02	4,06	0,56	0,25
Viana do Alentejo	393,67	0,02	0,01	0,00	0,00
Viana do Castelo	319,02	3,89	1,22	1,37	0,43
Vidigueira	316,61	0,33	0,10	0,00	0,00
Vieira do Minho	216,44	0,00	0,00	0,04	0,02
Vila de Rei	191,55	1,65	0,86	0,27	0,14
Vila do Bispo	179,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila do Conde	149,03	3,79	2,54	0,00	0,00
Vila Flor	265,81	0,01	0,00	0,00	0,00
Vila Franca de Xira	318,19	0,55	0,17	0,00	0,00
Vila Nova da Barquinha	49,53	1,36	2,75	0,06	0,12
Vila Nova de Cerveira	108,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila Nova de Famalicão	201,59	3,30	1,64	0,00	0,00
Vila Nova de Foz Côa	398,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila Nova de Gaia	168,46	0,19	0,11	0,00	0,00
Vila Nova de Paiva	175,53	0,05	0,03	0,14	0,08
Vila Nova de Poiares	84,45	3,74	4,43	0,78	0,92
Vila Pouca de Aguiar	437,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila Real	378,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila Real de Santo António	61,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Vila Velha de Ródão	329,91	11,23	3,40	0,00	0,00
Vila Verde	228,67	0,21	0,09	0,10	0,04
Vila Viçosa	194,86	1,29	0,66	0,00	0,00
Vimioso	481,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Vinhais	694,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Viseu	507,10	10,61	2,09	0,37	0,07
Vizela	24,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Vouzela	193,69	0,19	0,10	0,27	0,14
TOTAL	89.102,14	1.514,86	1,70	267,30	0,30



© The Nature Conservancy



Renewable Energy Program, Europe
Avenue des Arts 44
1000 Brussels, Belgium

 facebook.com/thenatureconservancy
 instagram.com/nature_org
 x.com/nature_org