



Escola Superior Agrária

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

**POTENCIAL DOS CORREDORES ELÉTRICOS PARA A
BIODIVERSIDADE: REVISÃO E PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS DE
GESTÃO.**

Mestrado em Engenharia do Território e Ambiente

Luís Fernando Dias Vieira Cruz

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2026



Escola Superior Agrária

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

**POTENCIAL DOS CORREDORES ELÉTRICOS PARA A
BIODIVERSIDADE: REVISÃO E PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS DE
GESTÃO.**

Luís Fernando Dias Vieira Cruz

Dissertação de Mestrado

Engenharia do Território e Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Sérgio Bruno de Araújo Gonçalves da Costa

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2026

Este documento é da exclusiva
responsabilidade do autor.

Agradecimentos

Quero expressar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, me apoiaram ao longo da realização desta dissertação.

Índice

Agradecimentos.....	4
Lista de Quadros.....	7
Lista de Figuras	7
Resumo.....	8
Abstract	10
Acrónimos e abreviaturas.....	12
1. Introdução.....	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Problema de investigação e pertinência do estudo.....	14
1.3 Objetivos	15
1.4 Enquadramento teórico	16
1.4.1 Fragmentação e conectividade ecológica.....	16
1.4.2 Infraestruturas lineares na ecologia da paisagem.....	17
1.4.3 Corredores elétricos: características e impactes ecológicos.....	17
1.4.4 Potencial ecológico dos corredores elétricos e integração na infraestrutura verde.....	18
1.4.5 Gestão da vegetação em corredores elétricos: modelos e estratégias	19
1.4.6 Limitações, incertezas e desafios futuros	20
1.5 Estrutura da dissertação.....	20
2. Metodologia	22
2.1 Metodologia	22
2.2 Corpus documental e fontes de informação	26
2.3 Declaração de uso de ferramentas de inteligência artificial	27
3. Resultados	28
3.1 Síntese dos impactes ecológicos identificados na literatura.....	28
3.1.1 Impactes diretos.....	28

3.1.2 Impactes indiretos	29
3.1.3 Impactes cumulativos	29
3.2 Síntese do potencial ecológico identificado	32
3.3 Tipificação de contextos territoriais	34
3.3.1 Área florestal contínua	36
3.3.2 Áreas agrícolas intensivas	36
3.3.3 Interface urbano-rural.....	36
3.3.4 Áreas com presença de espécies invasoras	37
3.3.5 Áreas de elevado valor ecológico.....	37
3.4 Matriz de boas práticas por tipologia territorial	38
4. Discussão e conclusões	43
4.1 Discussão dos resultados	43
4.2 Limitações do estudo.....	46
4.3 Conclusões	48
5. Referências Bibliográficas	52
6. Anexos.....	55
Anexo I – Matriz expandida de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas.....	55

Lista de Quadros

Quadro 3.1- Síntese dos principais impactes ecológicos associados a corredores elétricos identificados na literatura científica	31
Quadro 3.2- Síntese do potencial ecológico dos corredores elétricos identificado na literatura científica	34
Quadro 3.3- Síntese dos objetivos ecológicos e orientações gerais de gestão por contexto territorial.....	38
Quadro 3.4- Tabela-síntese das boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas por tipologia territorial	41
 Quadro A.1- Matriz expandida de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas.....	 56

Lista de Figuras

Figura 2.1- Esquema metodológico do estudo	23
 Figura 3.1– Exemplo ilustrativo de corredor elétrico em área florestal contínua.	 30
Figura 3.2- Exemplos ilustrativos de contextos territoriais considerados na tipificação proposta: (a) área florestal contínua; (b) área agrícola intensiva; (c) interface urbano-rural.....	35
Figura 3.3- Exemplo ilustrativo de gestão diferenciada da vegetação em corredor elétrico. ..	40

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos ecológicos das linhas elétricas na biodiversidade e avaliar o potencial funcional dos seus corredores, procurando compreender em que medida estas infraestruturas podem contribuir para a conservação da natureza e para a conectividade ecológica da paisagem. A investigação baseou-se numa revisão bibliográfica estruturada, complementada por uma componente de sistematização aplicada, orientada para a construção de uma matriz de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas.

A revisão incidiu sobre os principais impactos ecológicos associados a estas infraestruturas, incluindo a mortalidade de fauna, a fragmentação e alteração de habitats, a modificação da composição florística e a facilitação da dispersão de espécies invasoras. Em paralelo, foram analisadas evidências relativas ao potencial ecológico dos corredores elétricos enquanto habitats alternativos, áreas de refúgio e alimentação para determinados grupos biológicos e elementos de conectividade funcional em paisagens fragmentadas.

Os resultados demonstram que os corredores elétricos não devem ser entendidos apenas como espaços geradores de impactos negativos, uma vez que, quando sujeitos a práticas de gestão adequadas, podem desempenhar funções ecológicas relevantes. A valorização ecológica destes corredores depende, contudo, do contexto territorial, da estrutura da vegetação, da sensibilidade dos habitats e do regime de manutenção adotado.

Com base na análise da literatura, foi desenvolvida uma tipificação de contextos territoriais de implantação de corredores elétricos, incluindo áreas florestais contínuas, áreas agrícolas intensivas, zonas de interface urbano-rural, áreas com presença de espécies invasoras e áreas de elevado valor ecológico. A partir desta tipificação, foi construída uma matriz de boas práticas de gestão da vegetação, organizada segundo diferentes dimensões de análise, nomeadamente a situação ecológica de partida, os principais riscos ecológicos, os objetivos prioritários de gestão e os indicadores de monitorização sugeridos.

O principal contributo deste trabalho consiste na tradução do conhecimento científico existente numa ferramenta aplicada de apoio à decisão, destinada a orientar a gestão de corredores elétricos de forma mais sustentável e ecologicamente informada. Conclui-se que a adoção de estratégias de gestão diferenciada da vegetação, adaptadas ao contexto territorial, pode contribuir para compatibilizar os requisitos de segurança e manutenção da rede elétrica com os

objetivos de conservação da biodiversidade, reforçando o papel dos corredores elétricos enquanto elementos integrantes da infraestrutura verde.

Palavras-Chave: Corredores elétricos; biodiversidade; conectividade ecológica; gestão da vegetação; infraestrutura verde.

Abstract

This study aimed to analyse the ecological impacts of power lines on biodiversity and to assess the functional potential of their corridors, seeking to understand to what extent these infrastructures may contribute to nature conservation and ecological connectivity within the landscape. The research was based on a structured literature review, complemented by an applied systematisation component aimed at developing a matrix of good vegetation management practices for power line corridors.

The review focused on the main ecological impacts associated with these infrastructures, including wildlife mortality, habitat fragmentation and alteration, changes in floristic composition, and the spread of invasive species. At the same time, evidence was examined regarding the ecological potential of power line corridors as alternative habitats, feeding and refuge areas for certain biological groups, and as elements of functional connectivity in fragmented landscapes.

The results show that power line corridors should not be regarded solely as spaces associated with negative environmental impacts, since, when managed appropriately, they may perform relevant ecological functions. Their ecological value, however, depends on the territorial context, vegetation structure, habitat sensitivity, and the maintenance regime adopted.

Based on the literature analysis, a typification of territorial contexts for corridor implementation was developed, including continuous forest areas, intensive agricultural areas, urban-rural interface zones, areas with invasive species, and areas of high ecological value. From this typification, a matrix of good vegetation management practices was designed, structured according to different analytical dimensions, namely the initial ecological condition, the main ecological risks, the priority management objectives, and the suggested monitoring indicators.

The main contribution of this work lies in translating existing scientific knowledge into an applied decision-support tool intended to guide the management of power line corridors in a more sustainable and ecologically informed way. It is concluded that adopting differentiated vegetation management strategies, adapted to each territorial context, may help reconcile the technical safety and maintenance requirements of the power grid with biodiversity conservation goals, reinforcing the role of power line corridors as components of green infrastructure.

Keywords: Power line corridors; biodiversity; ecological connectivity; vegetation management; green infrastructure.

Acrónimos e abreviaturas

Sigla	Significado
--------------	--------------------

EEA	European Environment Agency
-----	-----------------------------

ESA	Escola Superior Agrária
-----	-------------------------

IEA	International Energy Agency
-----	-----------------------------

IPVC	Instituto Politécnico de Viana do Castelo
------	---

IUCN	International Union for Conservation of Nature
------	--

NBS	Nature-based Solutions
-----	------------------------

PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
--------	--

ROSES	RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses
-------	---

1. Introdução

1.1 Contextualização

A intensificação das atividades humanas nas últimas décadas, associada à expansão urbana, à artificialização do solo, à intensificação agrícola e ao desenvolvimento de infraestruturas, tem provocado alterações profundas na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas. Entre estas alterações, a fragmentação dos habitats assume particular relevância, uma vez que reduz a continuidade espacial das áreas naturais, aumenta o isolamento entre manchas de habitat e compromete processos ecológicos fundamentais, incluindo a dispersão, o fluxo genético e a persistência das populações a longo prazo (Haddad et al., 2015; Taylor et al., 1993).

No domínio da ecologia da paisagem, a conectividade ecológica constitui um conceito central para compreender a forma como os organismos respondem à fragmentação. A conectividade não depende apenas da proximidade física entre áreas de habitat, mas também da permeabilidade da matriz envolvente e da capacidade das espécies utilizarem a paisagem para se deslocarem, alimentarem ou completarem os seus ciclos de vida. Neste sentido, a estrutura da paisagem pode facilitar ou dificultar os movimentos dos organismos, influenciando diretamente a funcionalidade ecológica dos territórios fragmentados (Taylor et al., 1993; Ricketts, 2001).

As infraestruturas lineares assumem particular importância neste contexto, na medida em que atravessam extensas áreas do território e introduzem descontinuidades físicas e ecológicas na paisagem. Estradas, vias ferroviárias, canais e linhas elétricas podem funcionar como barreiras, filtros ou fontes de perturbação, contribuindo para a alteração da configuração espacial dos habitats, para o aumento da mortalidade da fauna e para a modificação das condições ecológicas locais (Forman & Alexander, 1998). Embora desempenhem funções essenciais ao funcionamento das sociedades contemporâneas, estas infraestruturas geram pressões ambientais que exigem abordagens de planeamento e gestão cada vez mais integradas.

Entre as infraestruturas lineares, as linhas elétricas de transporte e distribuição de energia destacam-se pela sua ampla expressão territorial e pela sua crescente importância no contexto da transição energética. A eletrificação de setores económicos, a integração de fontes renováveis e a necessidade de reforço das redes de transporte e distribuição têm vindo a aumentar a relevância estratégica das infraestruturas elétricas, tornando mais visível a necessidade de

compatibilizar objetivos energéticos com critérios ecológicos e territoriais (International Energy Agency [IEA], 2023).

A instalação e manutenção de linhas elétricas implicam, geralmente, a criação de corredores ou faixas de servidão onde a vegetação é removida ou controlada de forma recorrente por razões de segurança operacional. Tradicionalmente, estes corredores têm sido associados a impactos negativos sobre a biodiversidade, incluindo conversão e fragmentação de habitat, mortalidade de fauna, nomeadamente avifauna por colisão e eletrocussão, alterações microclimáticas e facilitação da dispersão de espécies invasoras (Biasotto & Kindel, 2018; Bernardino et al., 2018). Contudo, a literatura mais recente tem vindo igualmente a demonstrar que estes espaços podem assumir funções ecológicas relevantes quando sujeitos a práticas de gestão adequadas, nomeadamente como habitats de sucessão inicial, áreas de alimentação e refúgio para determinados grupos biológicos e elementos de conectividade funcional em paisagens fragmentadas (Russell et al., 2005; Wagner et al., 2019; Garfinkel et al., 2022).

A análise dos corredores elétricos exige, por isso, uma perspetiva que ultrapasse a leitura exclusivamente mitigadora dos impactos e considere também o seu potencial como espaços multifuncionais. Em determinados contextos, a manutenção de vegetação herbácea e arbustiva de baixo porte pode favorecer polinizadores, borboletas, insetos saproxílicos, pequenos vertebrados e espécies associadas a habitats abertos ou semiabertos, particularmente em paisagens florestais fechadas, agrícolas intensivas ou suburbanas com reduzida heterogeneidade ecológica (Berg et al., 2016; Plewa et al., 2020; Garfinkel et al., 2022). Assim, os corredores elétricos podem ser entendidos simultaneamente como fontes de impacto e como oportunidades de valorização ecológica, dependendo dos contextos territoriais e das práticas de gestão adotadas.

É neste enquadramento que se insere o presente trabalho, centrado na análise dos impactos das linhas elétricas na biodiversidade e na avaliação do potencial ecológico dos seus corredores, com especial enfoque na forma como a gestão da vegetação pode contribuir para conciliar segurança operacional, conservação da natureza e conectividade ecológica.

1.2 Problema de investigação e pertinência do estudo

Apesar de a literatura reconhecer há várias décadas os impactos ecológicos associados às infraestruturas lineares, a investigação sobre linhas elétricas evidencia uma dualidade que

importa aprofundar. Por um lado, as linhas e respetivos corredores estão associados a impactos bem documentados sobre habitats e espécies; por outro, começa a consolidar-se evidência de que, em certos contextos, os mesmos corredores podem desempenhar funções ecológicas positivas, sobretudo quando a gestão da vegetação é orientada por critérios ecológicos e não apenas por lógicas de limpeza uniforme e periódica (Biasotto & Kindel, 2018; Bernardino et al., 2018; Wagner et al., 2019).

Esta tensão entre impacto e potencial justifica a necessidade de uma análise integrada que permita responder à seguinte questão de investigação: poderão os corredores de linhas elétricas, tradicionalmente entendidos como espaços de perturbação, ser geridos de forma a contribuir para a conservação da biodiversidade e para a conectividade ecológica da paisagem? A pertinência desta questão é reforçada pelo atual contexto de reforço das redes elétricas, pela valorização crescente da infraestrutura verde nas políticas europeias e pela necessidade de desenvolver orientações de gestão territorialmente ajustadas, capazes de transformar conhecimento científico em apoio prático à decisão (European Commission, 2013, 2020; IEA, 2023).

Neste enquadramento, a presente dissertação procura não apenas sistematizar criticamente a evidência científica disponível, mas também traduzi-la numa proposta aplicada de apoio à decisão. Nesse sentido, a matriz de boas práticas de gestão da vegetação desenvolvida no âmbito do estudo constitui o principal contributo original do trabalho, ao procurar articular conhecimento científico, diferenciação territorial e aplicabilidade prática na gestão de corredores elétricos.

1.3 Objetivos

Objetivo geral:

Analisar os impactos ecológicos e o potencial funcional dos corredores elétricos no contexto da conservação da biodiversidade, através de uma revisão crítica da literatura científica e da sistematização de boas práticas de gestão da vegetação, identificando o seu papel enquanto elementos da paisagem e da infraestrutura verde.

Objetivos específicos:

Caracterizar os corredores elétricos enquanto infraestruturas lineares, analisando as suas principais características ecológicas, os tipos de vegetação associados e os principais fatores de pressão ambiental;

Avaliar os impactos ecológicos associados aos corredores elétricos, com particular enfoque na fragmentação de habitats, na mortalidade da fauna, na alteração da composição florística e na perturbação dos ecossistemas;

Analisar o potencial dos corredores elétricos como habitats alternativos e elementos de conectividade funcional, identificando condições ecológicas favoráveis à valorização destes espaços;

Identificar modelos e estratégias de gestão da vegetação com potencial para conciliar a segurança operacional da rede elétrica com a conservação da biodiversidade;

Propor um conjunto de boas práticas de gestão da vegetação adaptadas a diferentes contextos territoriais, com vista à integração dos corredores elétricos numa abordagem de planeamento ecológico e gestão sustentável do território.

1.4 Enquadramento teórico

1.4.1 Fragmentação e conectividade ecológica

A fragmentação de habitats constitui um dos principais processos de alteração da paisagem associados à intensificação das atividades humanas, caracterizando-se pela subdivisão de áreas contínuas de habitat em manchas de menor dimensão, espacialmente isoladas e imersas numa matriz antrópica. Este processo conduz não apenas à redução da área disponível, mas também à degradação da qualidade do habitat, ao aumento dos efeitos de bordadura e à diminuição da viabilidade das populações a longo prazo (Haddad et al., 2015).

No âmbito da ecologia da paisagem, a conectividade ecológica assume um papel central na compreensão da resposta das espécies à fragmentação. A conectividade pode ser analisada em duas dimensões complementares: conectividade estrutural e conectividade funcional (Bennett, 2003). A conectividade estrutural refere-se à configuração física da paisagem, incluindo a continuidade espacial dos habitats e a presença de elementos lineares ou áreas de ligação. Por sua vez, a conectividade funcional depende da capacidade efetiva das espécies utilizarem essa estrutura para se deslocarem, dispersarem e manterem fluxos genéticos entre populações.

A distinção entre estas duas dimensões é particularmente relevante na análise de infraestruturas lineares, uma vez que a sua presença pode comprometer a conectividade estrutural sem, necessariamente, eliminar a conectividade funcional para todas as espécies. A resposta depende

das características ecológicas e comportamentais dos organismos, bem como da permeabilidade da matriz envolvente (Taylor et al., 1993).

Associado à fragmentação surge o conceito de permeabilidade da matriz, que expressa o grau de resistência que os diferentes usos do solo oferecem ao movimento das espécies. Matrizes altamente impermeáveis intensificam o isolamento funcional, enquanto usos do solo geridos de forma compatível com os processos ecológicos podem atenuar os efeitos negativos da fragmentação (Ricketts, 2001). Os efeitos de bordadura, resultantes do aumento do contacto entre habitats naturais e áreas perturbadas, traduzem-se frequentemente em alterações microclimáticas, maior incidência de espécies generalistas e aumento da pressão antrópica.

1.4.2 Infraestruturas lineares na ecologia da paisagem

As infraestruturas lineares constituem um dos elementos mais marcantes da paisagem contemporânea, atravessando extensas áreas do território e intersetando múltiplos tipos de habitat. A sua natureza linear confere-lhes um papel estruturante na configuração espacial da paisagem, com impactes significativos sobre a conectividade ecológica e a dinâmica das populações (Forman & Alexander, 1998).

Do ponto de vista ecológico, estas infraestruturas podem funcionar como barreiras, filtros ou corredores, dependendo das suas características físicas, intensidade de uso, largura e contexto paisagístico. Estradas e vias ferroviárias são frequentemente associadas a fortes efeitos de barreira e elevados níveis de mortalidade direta, enquanto outras infraestruturas, como canais ou linhas elétricas, apresentam impactes mais dependentes da gestão da faixa adjacente (Forman et al., 2003).

Para além dos impactes diretos, as infraestruturas lineares induzem efeitos indiretos e cumulativos, incluindo a fragmentação progressiva da paisagem, a facilitação do acesso humano a áreas anteriormente pouco perturbadas e a introdução de distúrbios recorrentes associados à manutenção. Estes efeitos podem persistir ao longo do tempo, influenciando os processos ecológicos a escalas espaciais e temporais alargadas.

1.4.3 Corredores elétricos: características e impactes ecológicos

Os corredores elétricos correspondem às faixas de servidão associadas às linhas elétricas de transporte e distribuição de energia, onde a vegetação é removida ou controlada para garantir a segurança operacional da infraestrutura. A largura destas faixas varia consoante o tipo de linha,

sendo geralmente mais extensa nas linhas de alta tensão, o que se reflete na magnitude e extensão dos impactos ecológicos (Wagner et al., 2014b).

Em contexto florestal, a abertura de corredores elétricos implica a remoção da cobertura arbórea, resultando na criação de descontinuidades no habitat, no aumento dos efeitos de bordadura e na alteração das condições microclimáticas locais. Em áreas agrícolas ou abertas, os impactos tendem a ser menos evidentes, embora possam ainda assim induzir perturbações associadas à compactação do solo e à alteração dos usos do solo (Russell et al., 2005).

Os impactos diretos incluem a perda de habitat, a mortalidade de aves por colisão ou eletrocussão e a perturbação durante as fases de construção e manutenção. Os impactos indiretos abrangem alterações na composição florística, facilitação da colonização por espécies invasoras, distúrbios recorrentes que impedem a sucessão ecológica e modificações nos padrões de movimento da fauna (Clarke et al., 2013).

1.4.4 Potencial ecológico dos corredores elétricos e integração na infraestrutura verde

Apesar dos impactos ecológicos associados à instalação e manutenção das linhas elétricas, a literatura científica recente demonstra que os respetivos corredores podem também desempenhar funções ecológicas relevantes quando sujeitos a práticas de gestão adequadas. A remoção ou controlo periódico da vegetação arbórea favorece, em muitos casos, a manutenção de comunidades herbáceas e arbustivas de baixo porte, criando condições favoráveis para organismos associados a habitats abertos ou semiabertos, nomeadamente polinizadores, pequenos vertebrados e determinadas espécies de aves (Wagner et al., 2014a; Bennett, 2003).

Em paisagens fragmentadas, estes corredores podem contribuir para a provisão de recursos ecológicos, incluindo alimentação, refúgio e deslocação, assumindo em certos contextos um papel de conectividade funcional entre manchas de habitat. Esta função depende, contudo, das características da paisagem envolvente, da composição da vegetação e do regime de manutenção adotado, não podendo ser generalizada de forma automática a todos os contextos territoriais (Bennett, 2003).

A reinterpretação dos corredores elétricos como espaços potencialmente multifuncionais enquadra-se no conceito de infraestrutura verde, entendido como uma rede estrategicamente planeada de áreas naturais e seminaturais capaz de fornecer múltiplos benefícios ecológicos e sociais (European Commission, 2013). Esta perspetiva articula-se igualmente com o conceito

de Nature-Based Solutions (NBS), que promove soluções sustentáveis baseadas em processos naturais para responder a desafios ambientais, territoriais e infraestruturais (IUCN, 2020).

Neste sentido, os corredores elétricos podem deixar de ser entendidos apenas como faixas técnicas de servidão e passar a ser considerados elementos com potencial contributo para a biodiversidade e para a estrutura ecológica da paisagem, desde que a sua gestão seja ecologicamente informada, territorialmente diferenciada e compatível com os requisitos de segurança operacional da infraestrutura.

1.4.5 Gestão da vegetação em corredores elétricos: modelos e estratégias

O papel dos corredores elétricos na conservação da biodiversidade tem vindo a adquirir crescente relevância no contexto das políticas ambientais europeias mais recentes. A Estratégia da União Europeia para a Biodiversidade 2030 enfatiza a necessidade de integrar a conservação da natureza no planeamento e na gestão das infraestruturas, promovendo soluções baseadas na natureza e o reforço da infraestrutura verde em paisagens fragmentadas (European Commission, 2020). Esta orientação reflete uma mudança de paradigma, ao reconhecer que infraestruturas existentes podem, quando adequadamente geridas, contribuir ativamente para os objetivos de conservação.

De igual modo, a Agência Europeia do Ambiente salienta que a adaptação da gestão das infraestruturas existentes constitui uma oportunidade estratégica para melhorar a conectividade ecológica e reduzir as pressões sobre os ecossistemas, particularmente em territórios fortemente artificializados (European Environment Agency [EEA], 2021). Neste enquadramento, os corredores elétricos assumem um papel potencialmente relevante enquanto espaços multifuncionais, desde que a sua gestão seja orientada por critérios ecológicos e princípios de sustentabilidade territorial.

Este alinhamento entre a evidência científica e as orientações políticas europeias reforça a pertinência do presente estudo e a importância do desenvolvimento de propostas de boas práticas de gestão dos corredores elétricos como contributo para a conservação da biodiversidade. Nesse contexto, a gestão da vegetação emerge como o principal fator determinante do equilíbrio entre a segurança operacional das infraestruturas e o seu desempenho ecológico. Modelos tradicionais de gestão, baseados em cortes homogêneos e frequentes, tendem a intensificar os impactos negativos sobre os ecossistemas e a reduzir a diversidade biológica associada a estes espaços (Russell et al., 2005).

Em alternativa, abordagens assentes na gestão diferenciada da vegetação, como a gestão em mosaico e a aplicação de regimes de corte rotacional, têm demonstrado resultados positivos na promoção da heterogeneidade estrutural e da biodiversidade. A promoção de espécies autóctones de baixo porte, compatíveis com os requisitos de segurança das linhas elétricas, contribui para a redução da frequência das intervenções de manutenção e para o aumento da estabilidade ecológica dos corredores (Wagner et al., 2014b). Estas estratégias devem ser enquadradas numa lógica de gestão adaptativa, sustentada pela monitorização ecológica contínua e pela integração sistemática do conhecimento científico no processo de tomada de decisão.

1.4.6 Limitações, incertezas e desafios futuros

Apesar do potencial identificado, a valorização ecológica dos corredores elétricos apresenta limitações importantes. Os efeitos positivos dependem fortemente do contexto paisagístico, do tipo de habitat envolvente e das espécies consideradas, não sendo universalmente aplicáveis (Clarke et al., 2013). Algumas espécies evitam estes corredores, enquanto outras podem ser atraídas para habitats que funcionam como armadilhas ecológicas.

A facilitação da dispersão de espécies invasoras constitui outro desafio relevante, particularmente em paisagens já degradadas. Acresce ainda a escassez de estudos de longo prazo que avaliem os efeitos cumulativos e a estabilidade das comunidades biológicas associadas aos corredores elétricos, evidenciando a necessidade de investigação continuada e planeamento integrado.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos principais. Após a presente introdução, o Capítulo 2 descreve a metodologia adotada, baseada numa revisão bibliográfica estruturada e numa componente de sistematização aplicada orientada para a construção de uma matriz de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas. O Capítulo 3 apresenta os resultados da síntese da literatura, organizados em torno dos impactes ecológicos, do potencial ecológico dos corredores elétricos, da tipificação de diferentes contextos territoriais e da proposta de matriz de boas práticas, que constitui o principal contributo aplicado do estudo. O Capítulo 4 integra a discussão dos resultados, as limitações do estudo e as

conclusões finais. Por último, o Capítulo 5 reúne as referências bibliográficas utilizadas, sendo complementado pelos anexos considerados relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

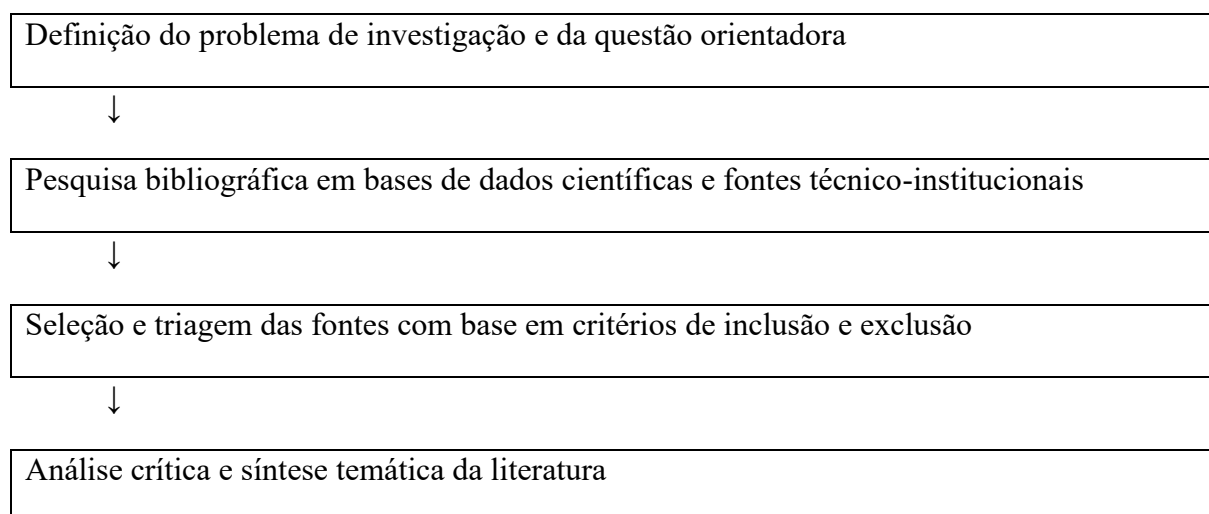
2. Metodologia

2.1 Metodologia

O presente trabalho assenta numa abordagem metodológica de natureza qualitativa, baseada numa revisão bibliográfica estruturada e numa componente de sistematização aplicada orientada para a construção de uma proposta de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas. Esta opção metodológica justifica-se pela necessidade de reunir, organizar e interpretar criticamente a evidência científica disponível sobre os impactos ecológicos destas infraestruturas, bem como sobre o seu potencial contributo para a conservação da biodiversidade e para a conectividade ecológica da paisagem.

A revisão foi desenvolvida com base em princípios de transparência, coerência e rastreabilidade metodológica, inspirados em referenciais de síntese de evidência como o PRISMA 2020, o ROSES e as diretrizes da Collaboration for Environmental Evidence (Page et al., 2021; Haddaway et al., 2018; Collaboration for Environmental Evidence, 2022). Apesar desta inspiração metodológica, o presente estudo não configura uma revisão sistemática com meta-análise. Trata-se, antes, de uma revisão bibliográfica estruturada, com critérios explícitos de pesquisa, seleção, organização e síntese temática da informação, adequada aos objetivos da dissertação e à natureza aplicada da proposta desenvolvida (Snyder, 2019; Thomas & Harden, 2008).

O processo metodológico adotado encontra-se sintetizado na Figura 2.1, permitindo visualizar de forma sequencial as principais etapas da revisão bibliográfica estruturada e da componente de sistematização aplicada desenvolvida no presente estudo.



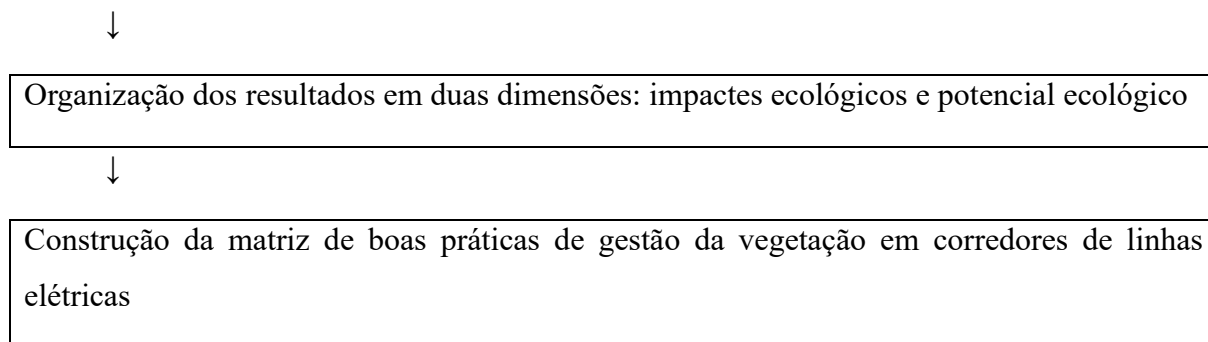


Figura 2.1- Esquema metodológico do estudo

Fonte: elaboração própria

A primeira etapa metodológica consistiu na definição do problema de investigação e na formulação da questão orientadora do estudo, centrada na análise dos impactes ecológicos das linhas elétricas e no potencial funcional dos seus corredores para a biodiversidade e para a conectividade ecológica da paisagem. A partir desta questão central, a revisão procurou responder a quatro dimensões complementares:

- (i) principais impactes ecológicos associados às linhas elétricas e respetivos corredores;
- (ii) grupos biológicos mais afetados ou potencialmente beneficiados;
- (iii) fatores contextuais que condicionam os efeitos ecológicos observados;

e

(iv) práticas de gestão da vegetação com maior potencial para minimizar impactes e promover a biodiversidade.

Numa segunda etapa, procedeu-se à pesquisa bibliográfica em bases de dados científicas internacionais e na consulta de literatura técnica e institucional relevante. As principais fontes científicas corresponderam às bases Scopus, Web of Science e Google Scholar, complementadas por relatórios técnicos, documentos orientadores e publicações institucionais com reconhecida relevância nos domínios da ecologia da paisagem, conservação da biodiversidade e gestão de infraestruturas lineares. A utilização combinada de literatura académica e literatura técnico-institucional justificou-se pela natureza aplicada do tema e pela necessidade de integrar evidência científica com orientações operacionais relevantes para a gestão de corredores elétricos.

A estratégia de pesquisa foi construída a partir de palavras-chave e combinações booleanas em língua inglesa, por corresponderem à terminologia dominante na literatura internacional sobre o tema. Entre as expressões utilizadas incluíram-se, de forma adaptada a cada base de dados, combinações como: ("*power line*" OR *powerline* OR "transmission line" OR "electric corridor" OR "utility corridor" OR "right-of-way" OR "rights-of-way") AND (biodiversity OR conservation OR habitat OR connectivity OR vegetation management OR pollinator OR bird OR avifauna OR flora OR invasive species). Sempre que pertinente, foram igualmente considerados termos complementares relacionados com infraestrutura verde, gestão integrada da vegetação e soluções baseadas na natureza.

A pesquisa bibliográfica foi executada entre novembro de 2025 e fevereiro de 2026, incidindo sobre literatura científica e técnico-institucional relevante para os objetivos do estudo, sem delimitação temporal rígida de publicação, de modo a integrar tanto referências de enquadramento conceptual como estudos mais recentes sobre corredores de linhas elétricas.

A seleção das fontes baseou-se em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Foram incluídos:

- (i) estudos centrados em linhas elétricas, corredores de servidão ou faixas sob linhas de transporte e distribuição de energia;
- (ii) trabalhos que abordassem impactes ecológicos sobre fauna, flora, habitats ou processos de conectividade;
- (iii) estudos que analisassem práticas de gestão da vegetação, modelos de manutenção ou propostas de valorização ecológica de corredores;

e

- (iv) documentos com pertinência conceptual para contextos europeus, temperados ou comparáveis ao caso português.

Foram excluídos:

- (i) estudos sem relação direta com linhas elétricas ou corredores associados;
- (ii) trabalhos exclusivamente técnicos de engenharia sem componente ecológica;
- (iii) documentos sem acesso ao texto integral;

e

(iv) publicações redundantes, duplicadas ou sem relevância temática suficiente para sustentar a análise.

Após a fase de recolha, procedeu-se à triagem e organização do corpus documental. Numa primeira fase, eliminaram-se duplicados e documentos manifestamente desajustados ao tema. Seguidamente, foi efetuada a leitura de títulos e resumos, com exclusão dos estudos sem pertinência temática. Numa terceira fase, os textos potencialmente relevantes foram analisados integralmente, sendo posteriormente integrados no corpus final da revisão.

Após a aplicação dos critérios de seleção definidos, foi constituído um corpus final de 25 documentos, considerados diretamente relevantes para os objetivos do estudo e para a construção da síntese temática e da matriz de boas práticas proposta.

Numa etapa subsequente, a informação recolhida foi sujeita a análise crítica e síntese temática. Para cada estudo selecionado, foram considerados, sempre que aplicável, aspetos como o contexto geográfico, o grupo biológico analisado, o tipo de corredor, os impactes ecológicos identificados, o potencial ecológico reconhecido e as implicações para a gestão da vegetação. A organização da informação em categorias temáticas permitiu identificar padrões recorrentes, consensos, divergências e lacunas de conhecimento, estruturando os resultados em duas dimensões principais: impactes ecológicos e potencial ecológico dos corredores elétricos.

Por fim, com base na síntese realizada, foi desenvolvida uma componente de sistematização aplicada centrada na construção de uma matriz operacional de boas práticas de gestão da vegetação. Esta matriz foi construída a partir do cruzamento de diferentes dimensões analíticas, designadamente:

(i) tipologia territorial,

(ii) situação ecológica de partida,

(iii) principal risco ecológico,

(iv) objetivo ecológico prioritário

e

(v) orientações de gestão recomendadas. Para assegurar coerência com os resultados apresentados no Capítulo 3, a tipologia territorial considerada incluiu os cinco contextos finais

adotados na dissertação: área florestal contínua, área agrícola intensiva, interface urbano-rural, área com presença de espécies invasoras e área de elevado valor ecológico.

A situação ecológica de partida integrou o estado inicial da vegetação e dos principais constrangimentos ecológicos presentes em cada contexto, nomeadamente a presença de comunidades nativas, ocorrência de espécies invasoras, áreas degradadas ou habitats sensíveis. Por sua vez, os riscos considerados incluíram, entre outros, fragmentação de habitat, mortalidade de avifauna, simplificação estrutural da vegetação, facilitação da dispersão de espécies invasoras e perturbação de habitats sensíveis.

A matriz foi, assim, desenvolvida através da articulação entre evidência científica e aplicabilidade territorial, com o objetivo de sistematizar boas práticas suscetíveis de compatibilizar segurança operacional, conservação da biodiversidade e conectividade ecológica. Não se trata de uma ferramenta prescritiva universal, mas de um instrumento orientador de apoio à decisão, concebido para apoiar técnicos e gestores na seleção de medidas ajustadas às especificidades ecológicas e territoriais de cada situação concreta. Desta forma, a metodologia adotada permitiu transformar o conhecimento científico sintetizado numa proposta aplicada com utilidade potencial para o planeamento, gestão e valorização ecológica de corredores elétricos, embora a sua aplicação deva ser entendida como orientadora e carecida de futura validação empírica.

2.2 Corpus documental e fontes de informação

O material utilizado no desenvolvimento do presente trabalho consistiu num corpus documental de natureza científica, técnica e institucional, selecionado de acordo com critérios de relevância temática, qualidade metodológica e aplicabilidade ao objeto de estudo. Este corpus integrou artigos científicos publicados em revistas com revisão por pares, capítulos de livros, relatórios técnicos, guias metodológicos, documentos orientadores e publicações institucionais com reconhecida relevância nas áreas da ecologia da paisagem, conservação da biodiversidade, infraestruturas lineares e gestão da vegetação.

As principais fontes de informação científica corresponderam às bases de dados Scopus, Web of Science e Google Scholar, selecionadas pela sua ampla cobertura temática e pela sua utilização frequente em revisões bibliográficas estruturadas. Para complementar a literatura científica, foram também consultados documentos produzidos por organismos e iniciativas de

referência no domínio ambiental e da conservação, designadamente a International Union for Conservation of Nature (IUCN), a European Commission, a European Environment Agency (EEA) e outras entidades com produção técnica relevante para a gestão de corredores e infraestruturas lineares. Esta combinação entre literatura académica e literatura técnico-institucional permitiu integrar, na análise, quer a evidência científica disponível, quer orientações aplicadas relevantes para a formulação da proposta de boas práticas.

Os documentos selecionados foram organizados e analisados em função da sua contribuição para quatro domínios centrais do estudo: (i) impactes ecológicos das linhas elétricas e respetivos corredores; (ii) efeitos sobre grupos biológicos específicos, nomeadamente avifauna, flora, polinizadores e pequenos vertebrados; (iii) potencial dos corredores como habitats e elementos de conectividade ecológica; e (iv) práticas de gestão da vegetação suscetíveis de conciliar segurança operacional e valorização ecológica. Esta organização temática do material analisado permitiu sustentar a síntese crítica apresentada no capítulo de resultados e fundamentar, de forma coerente, a construção da matriz de boas práticas proposta.

2.3 Declaração de uso de ferramentas de inteligência artificial

Durante a elaboração desta dissertação, o autor recorreu pontualmente a ferramentas de inteligência artificial generativa para apoio na estruturação textual, revisão linguística e produção de elementos gráficos ilustrativos. Todas as sugestões e conteúdos gerados foram criticamente revistos, adaptados e validados pelo autor, que assume integral responsabilidade pelo conteúdo final apresentado.

3. Resultados

O presente capítulo apresenta os resultados da síntese da literatura realizada no âmbito da dissertação. Atendendo à natureza metodológica do estudo, estes resultados são de carácter analítico-sintético, decorrendo da organização, interpretação e sistematização crítica da evidência científica e técnica recolhida sobre os impactes ecológicos das linhas elétricas, o potencial funcional dos seus corredores, os contextos territoriais de implantação e as orientações de gestão da vegetação associadas.

3.1 Síntese dos impactes ecológicos identificados na literatura

A literatura científica evidencia que as linhas elétricas e os respetivos corredores de servidão podem originar diversos impactes ecológicos sobre os ecossistemas, afetando a estrutura, a composição e o funcionamento das comunidades biológicas. Estes impactes manifestam-se de forma diferenciada em função do contexto territorial, do tipo de habitat atravessado, da largura do corredor e das práticas de gestão da vegetação adotadas (Biasotto & Kindel, 2018; Clarke et al., 2013). De forma geral, os impactes identificados podem ser agrupados em três categorias principais: impactes diretos, impactes indiretos e impactes cumulativos, refletindo diferentes mecanismos através dos quais estas infraestruturas influenciam os ecossistemas e a biodiversidade.

3.1.1 Impactes diretos

Os impactes diretos correspondem aos efeitos imediatos resultantes da construção e da presença física das linhas elétricas e das estruturas associadas. Entre os impactes mais frequentemente referidos na literatura destaca-se a mortalidade de aves por colisão com cabos elétricos ou por eletrocussão em estruturas de suporte. Este fenómeno constitui uma das principais preocupações associadas às linhas de transporte de energia, afetando particularmente aves de grande porte, espécies planadoras e aves migradoras, cujos padrões de voo aumentam a probabilidade de contacto com as infraestruturas (Bernardino et al., 2018).

Outro impacto direto relevante está relacionado com a remoção da vegetação arbórea durante a criação e manutenção dos corredores elétricos. A abertura destas faixas implica a perda local de habitat florestal e a alteração da estrutura da vegetação, podendo afetar espécies dependentes de ambientes florestais contínuos (Biasotto & Kindel, 2018). Durante as fases de construção e

manutenção podem ainda ocorrer perturbações adicionais associadas ao ruído, à circulação de maquinaria e à compactação do solo.

Em síntese, os impactos diretos mais consistentemente identificados na literatura correspondem à mortalidade de avifauna por colisão e eletrocussão, bem como à perda imediata de habitat decorrente da instalação e abertura dos corredores, sendo particularmente relevantes em áreas ecologicamente sensíveis e em contextos de atravessamento de habitats pouco perturbados.

3.1.2 Impactes indiretos

Para além dos efeitos imediatos, os corredores elétricos podem desencadear diversos impactos indiretos sobre os ecossistemas. Um dos mais relevantes é a fragmentação de habitats, particularmente em paisagens florestais contínuas. A abertura de faixas lineares de vegetação reduz a continuidade do coberto arbóreo, aumentando os efeitos de bordadura e alterando as condições microclimáticas locais, como a exposição solar, a temperatura e a humidade do solo (Wagner et al., 2014b).

Estas alterações podem favorecer a instalação de espécies generalistas ou oportunistas, conduzindo a modificações na composição florística e na estrutura das comunidades biológicas. Em alguns casos, os corredores podem ainda facilitar a dispersão de espécies exóticas invasoras, que encontram nestes ambientes perturbados condições favoráveis para a colonização e expansão.

Adicionalmente, as infraestruturas lineares podem influenciar os padrões de movimento da fauna. Dependendo das características do habitat e da espécie considerada, os corredores elétricos podem funcionar como barreiras, filtros ou áreas de passagem, alterando os fluxos de dispersão e a conectividade funcional entre populações (Clarke et al., 2013).

3.1.3 Impactes cumulativos

Para além dos efeitos diretos e indiretos, importa considerar os impactos cumulativos associados à presença e manutenção continuada destas infraestruturas na paisagem. As intervenções periódicas de gestão da vegetação, necessárias para garantir a segurança e a fiabilidade da rede elétrica, constituem um distúrbio recorrente que pode impedir a sucessão ecológica natural e manter os habitats em estados iniciais de desenvolvimento (Biasotto & Kindel, 2018).

A abertura de acessos para manutenção e a circulação regular de maquinaria podem ainda contribuir para a compactação do solo, para a erosão e para a alteração das propriedades físicas do substrato. Quando analisados à escala da paisagem, estes processos podem intensificar a fragmentação e contribuir para a degradação progressiva dos habitats, especialmente em territórios onde múltiplas infraestruturas lineares coexistem (Clarke & White, 2008).

Contudo, a magnitude destes impactes varia significativamente em função do contexto territorial, do tipo de uso do solo envolvente e das práticas de gestão adotadas. Em paisagens fortemente antropizadas ou dominadas por usos agrícolas intensivos, os corredores elétricos podem apresentar impactes relativamente reduzidos ou mesmo assumir funções ecológicas relevantes. Por outro lado, em áreas naturais ou florestais contínuas, os efeitos de fragmentação e alteração do habitat tendem a ser mais expressivos (Biasotto & Kindel, 2018).

A Figura 3.1 apresenta um exemplo ilustrativo de corredor elétrico em meio florestal, permitindo visualizar a descontinuidade linear introduzida no coberto vegetal e alguns dos efeitos de bordadura e simplificação estrutural discutidos na literatura.

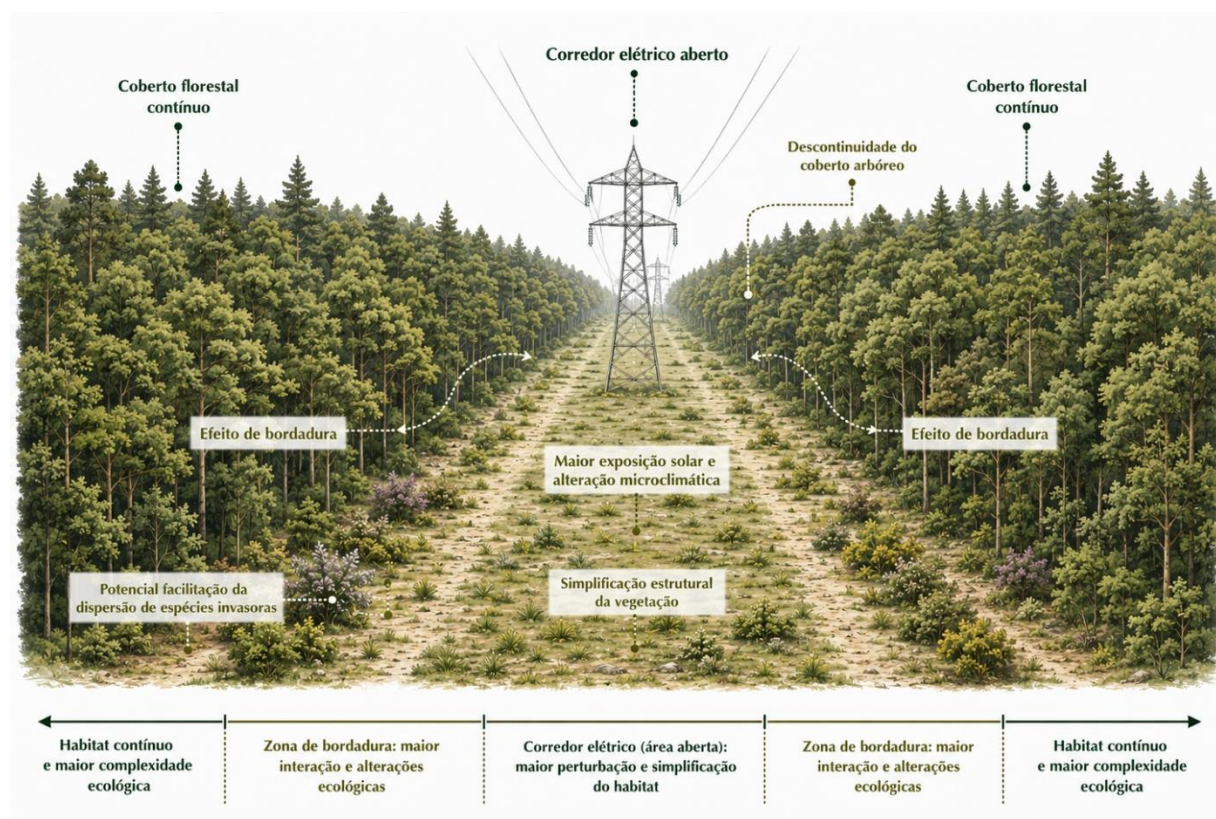


Figura 3.1– Exemplo ilustrativo de corredor elétrico em área florestal contínua.

Fonte: elaboração própria com recurso a inteligência artificial.

O Quadro 3.1 apresenta uma síntese dos principais impactes ecológicos identificados na literatura, respetivos mecanismos, grupos afetados e contextos mais sensíveis.

Quadro 3.1- Síntese dos principais impactes ecológicos associados a corredores elétricos identificados na literatura científica

Tipo de impacto	Mecanismo ecológico	Descrição	Principais grupos afetados	Contextos mais sensíveis
Colisão com cabos	Mortalidade direta durante o voo	Choque com cabos condutores ou de guarda, particularmente em condições de baixa visibilidade ou em zonas de atravessamento frequente	Avifauna, sobretudo aves de grande porte, planadoras, migradoras e associadas a zonas húmidas	Zonas húmidas, vales, corredores migratórios, áreas agrícolas abertas
Eletrocussão	Contacto simultâneo com elementos energizados e aterrados	Morte ou lesão em estruturas de suporte inadequadamente configuradas	Aves de grande porte, rapinas, cegonhas e outras espécies que utilizam apoios para pouso	Estruturas perigosas em áreas abertas ou próximas de locais de alimentação e nidificação
Perda ou conversão de habitat	Remoção de vegetação e alteração estrutural do coberto	Abertura do corredor e eliminação de vegetação arbórea ou arbustiva alta durante instalação e manutenção	Flora florestal, fauna dependente de habitat contínuo, pequenos mamíferos, aves florestais	Áreas florestais contínuas e habitats pouco perturbados
Fragmentação e efeitos de bordadura	Redução da continuidade ecológica e alteração do gradiente habitat-matriz	Criação de descontinuidades lineares, aumento de exposição solar, vento e seca, alteração de condições ecológicas nas margens	Mamíferos, aves, insetos e comunidades vegetais	Paisagens florestais contínuas
Alteração microclimática	Modificação local de luz, temperatura, humidade e vento	Mudança das condições ambientais no corredor e nas suas margens, com reflexos na regeneração vegetal e na composição das comunidades	Flora, comunidades do sub-bosque, invertebrados e organismos sensíveis à humidade	Corredores em meio florestal e margens ecotonais
Dispersão de espécies invasoras	Facilitação da colonização em ambientes perturbados	Corredores podem funcionar como faixas de entrada e propagação de espécies exóticas, sobretudo quando sujeitos a perturbações repetidas	Flora nativa e habitats seminaturais	Áreas degradadas, periurbanas e mosaicos agrícolas
Perturbação associada à	Ruído, maquinaria, compactação do	Interferência com ciclos biológicos, perturbação de fauna, alteração do	Diversos grupos faunísticos e flora	Períodos de reprodução, áreas com espécies

construção e manutenção	solo e corte recorrente	solo e simplificação estrutural da vegetação		sensíveis e habitats protegidos
Efeitos cumulativos	Sobreposição temporal e espacial de vários mecanismos de impacte	Combinação entre presença da infraestrutura, gestão recorrente da vegetação, alteração paisagística e outras pressões antrópicas	Comunidades ecológicas e processos de conectividade	Territórios intensamente antropizados ou com múltiplas infraestruturas

Fontes: elaboração própria com base em Biasotto e Kindel (2018), Bernardino et al. (2018), Clarke et al. (2013) e Clarke e White (2008).

Os impactes identificados evidenciam a necessidade de estratégias de gestão da vegetação que minimizem a fragmentação de habitats, reduzam a mortalidade de fauna e controlem a expansão de espécies invasoras, justificando a adoção de abordagens diferenciadas em função do contexto territorial.

3.2 Síntese do potencial ecológico identificado

Apesar dos impactes ecológicos associados à instalação e manutenção das linhas elétricas, a literatura científica tem vindo a reconhecer que os corredores elétricos podem também desempenhar funções ecológicas relevantes quando sujeitos a práticas de gestão adequadas. Esta perspetiva tem vindo a ganhar destaque à medida que diversos estudos demonstram que estas áreas podem contribuir para a conservação da biodiversidade, particularmente em paisagens fragmentadas ou fortemente antropizadas (Russell et al., 2005; Wagner et al., 2019; Garfinkel et al., 2022).

Um dos principais fatores que explica este potencial ecológico relaciona-se com as características estruturais dos corredores elétricos. A remoção ou controlo periódico da vegetação arbórea impede o desenvolvimento de cobertos florestais densos, favorecendo a manutenção de comunidades herbáceas e arbustivas de baixo porte. Este tipo de habitat pode beneficiar diversos grupos de organismos associados a ambientes abertos ou semiabertos, incluindo insetos polinizadores, pequenos mamíferos, répteis e determinadas espécies de aves (Wagner et al., 2014a; Wagner et al., 2019).

Entre os grupos mais frequentemente beneficiados encontram-se os polinizadores, nomeadamente abelhas e borboletas. Estudos realizados em diferentes regiões demonstram que corredores elétricos com vegetação herbácea diversificada podem funcionar como áreas de alimentação e refúgio para estes organismos, contribuindo para a manutenção das populações

e para a provisão de serviços ecossistémicos como a polinização (Russell et al., 2005). A presença de elevada diversidade florística, associada a regimes de corte menos intensivos, tende a aumentar a disponibilidade de recursos alimentares e a favorecer a diversidade de espécies.

De forma semelhante, algumas espécies de aves e pequenos vertebrados podem utilizar os corredores elétricos como áreas de alimentação, deslocação ou refúgio temporário. Em determinadas situações, estes espaços podem ainda funcionar como elementos de conectividade funcional, facilitando o movimento de organismos entre diferentes manchas de habitat e contribuindo para a manutenção dos fluxos ecológicos na paisagem (Bennett, 2003).

Outro aspeto relevante refere-se ao papel potencial destes corredores na estruturação da paisagem agrícola. Em áreas dominadas por sistemas agrícolas intensivos, caracterizados por elevada homogeneidade estrutural e reduzida diversidade biológica, os corredores elétricos podem constituir refúgios importantes para diversas espécies, funcionando como habitats alternativos ou zonas de alimentação (Berg et al., 2016). Nestes contextos, a presença de vegetação espontânea ou gerida de forma favorável à biodiversidade pode aumentar significativamente o valor ecológico destas infraestruturas.

Importa, no entanto, sublinhar que o potencial ecológico dos corredores elétricos depende fortemente das práticas de gestão da vegetação adotadas. Modelos tradicionais baseados em cortes frequentes e homogéneos tendem a reduzir a diversidade estrutural e florística, limitando o valor ecológico destes espaços. Em contraste, abordagens de gestão diferenciada, como a manutenção de mosaicos de vegetação com diferentes idades e estruturas, revelam-se mais favoráveis à biodiversidade (Wagner et al., 2014a; Wagner et al., 2014b; Clarke & White, 2008).

Neste contexto, diversos autores defendem que a gestão adaptativa da vegetação nos corredores elétricos pode transformar estas áreas em elementos funcionais da infraestrutura verde, contribuindo simultaneamente para a segurança da rede elétrica e para a conservação da natureza (European Commission, 2013; IUCN, 2020; Wagner et al., 2019). Esta abordagem baseia-se na promoção de comunidades vegetais compatíveis com as exigências de segurança das linhas elétricas, privilegiando espécies autóctones de baixo porte e regimes de manutenção ajustados às características ecológicas do território.

Assim, os corredores elétricos podem ser reinterpretados não apenas como espaços associados a impactos ambientais, mas também como oportunidades para integrar objetivos de conservação da biodiversidade no planeamento e gestão das infraestruturas. A identificação das condições

que favorecem este potencial ecológico constitui, portanto, um passo fundamental para o desenvolvimento de estratégias de gestão mais sustentáveis.

O Quadro 3.2 apresenta uma síntese dos principais grupos de organismos que podem beneficiar da presença de corredores elétricos, bem como das condições ecológicas e práticas de gestão associadas a este potencial.

Quadro 3.2- Síntese do potencial ecológico dos corredores elétricos identificado na literatura científica

Grupo biológico	Benefícios potenciais	Condições favoráveis	Tipo de gestão associada
Polinizadores (abelhas e borboletas)	Áreas de alimentação e refúgio	Elevada diversidade florística	Corte pouco frequente e manutenção de vegetação herbácea
Insetos e artrópodes	Habitat em ambientes abertos	Presença de vegetação heterogênea	Gestão em mosaico da vegetação
Pequenos mamíferos	Refúgio e deslocação na paisagem	Cobertura herbácea e arbustiva	Manutenção de estrutura vegetal diversificada
Aves associadas a habitats abertos	Áreas de alimentação e nidificação	Ambientes abertos com vegetação de baixo porte	Gestão diferenciada da vegetação
Diversos grupos faunísticos	Conectividade ecológica	Continuidade espacial do corredor	Planeamento integrado da gestão

Fontes: elaboração própria com base em Russell et al. (2005), Wagner et al. (2014a), Berg et al. (2016) e Bennett (2003).

Os resultados demonstram que, quando adequadamente geridos, os corredores elétricos podem desempenhar um papel relevante na promoção da biodiversidade e da conectividade ecológica, reforçando o seu potencial enquanto elementos da infraestrutura verde. Este potencial constitui a base para a definição das boas práticas de gestão sistematizadas na matriz apresentada.

Importa, contudo, sublinhar que este potencial ecológico não é universal, dependendo do contexto paisagístico, da composição da vegetação, da intensidade da manutenção e dos grupos biológicos considerados.

3.3 Tipificação de contextos territoriais

A análise da literatura científica evidencia que os efeitos ecológicos dos corredores elétricos não são uniformes, variando em função da paisagem envolvente, do uso do solo, da estrutura da vegetação e da intensidade da manutenção. Neste sentido, a definição de orientações de gestão ecologicamente adequadas exige uma leitura territorial diferenciada, capaz de reconhecer que os principais riscos e oportunidades associados a estes corredores dependem do

contexto de implantação. Com base nesta perspectiva, foi desenvolvida uma tipificação simplificada de contextos territoriais, destinada a organizar os cenários mais relevantes para a gestão ecológica da vegetação em corredores de linhas elétricas (Biasotto & Kindel, 2018; Renewables Grid Initiative, 2024).

A seleção destes cinco contextos territoriais procurou abranger os cenários em que a literatura identifica maior contraste entre os riscos ecológicos associados aos corredores elétricos, o potencial funcional que estes podem assumir e as necessidades de gestão da vegetação. Assim, a tipificação proposta não pretende representar exaustivamente todas as situações possíveis, mas antes organizar os contextos mais recorrentes e ecologicamente relevantes para a definição de orientações de gestão diferenciadas. A inclusão de áreas florestais contínuas, áreas agrícolas intensivas, zonas de interface urbano-rural, áreas com presença de espécies invasoras e áreas de elevado valor ecológico resultou da sua recorrência na literatura analisada e da sua pertinência para uma leitura aplicada dos corredores elétricos em diferentes paisagens.

A Figura 3.2 apresenta, a título ilustrativo, alguns dos contextos territoriais considerados na tipificação proposta, permitindo visualizar a diversidade de cenários em que os corredores elétricos se inserem e a necessidade de abordagens de gestão territorialmente diferenciadas.

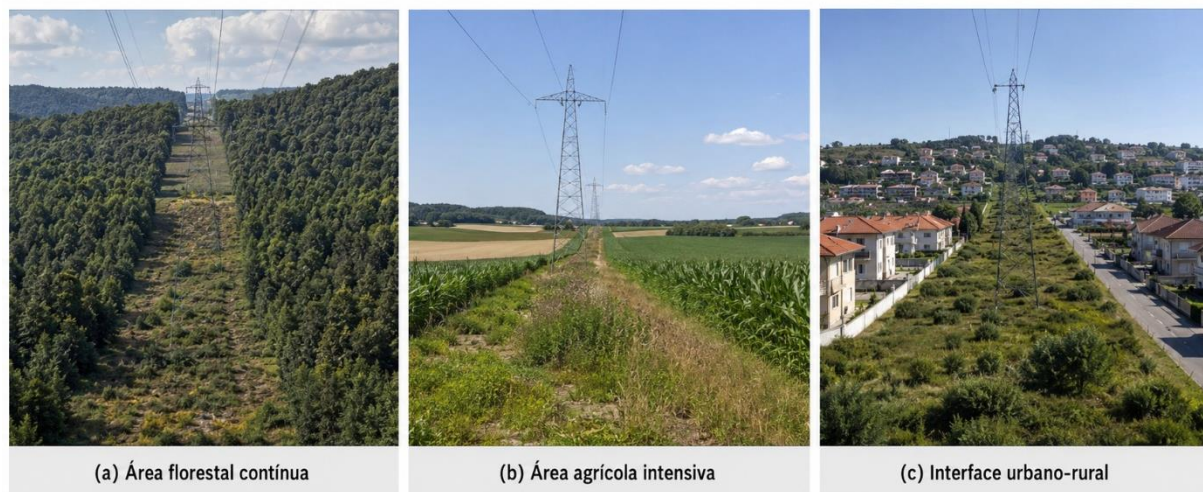


Figura 3.2- Exemplos ilustrativos de contextos territoriais considerados na tipificação proposta: (a) área florestal contínua; (b) área agrícola intensiva; (c) interface urbano-rural.

Fonte: Fotografias do autor.

3.3.1 Área florestal contínua

Nas áreas florestais contínuas, os corredores elétricos introduzem uma descontinuidade linear no coberto arbóreo, favorecendo efeitos de bordadura, alterações microclimáticas e redução da continuidade estrutural do habitat. Nestes contextos, os principais riscos ecológicos prendem-se com a fragmentação de habitats florestais, a simplificação da vegetação e a perturbação de espécies dependentes de ambientes interiores de floresta. No entanto, estes mesmos corredores podem também criar habitats abertos ou semiabertos com valor para organismos associados a fases iniciais de sucessão, desde que a gestão da vegetação promova heterogeneidade estrutural e evite intervenções uniformes e excessivamente intensivas (Biasotto & Kindel, 2018; Berg et al., 2016; Plewa et al., 2020).

3.3.2 Áreas agrícolas intensivas

Em paisagens agrícolas intensivas, marcadas pelo predomínio de monoculturas, simplificação da matriz e escassez de recursos florísticos, os corredores elétricos podem assumir um papel ecológico particularmente relevante enquanto refúgios de vegetação seminatural. Nestes contextos, a manutenção de cobertos herbáceos diversos, a redução da frequência de corte e a limitação do uso de herbicidas podem aumentar a disponibilidade de alimento e abrigo para polinizadores, insetos e outros organismos associados a habitats abertos. Assim, em vez de constituírem apenas espaços técnicos, os corredores podem funcionar como elementos de compensação ecológica numa matriz agrícola empobrecida, desde que geridos com objetivos explícitos de promoção da biodiversidade (Russell et al., 2005; Wagner et al., 2019).

3.3.3 Interface urbano-rural

As zonas de interface urbano-rural correspondem a contextos em que os corredores elétricos se localizam em paisagens fortemente influenciadas pela proximidade de áreas urbanizadas, infraestruturas secundárias, jardins, terrenos expectantes e mosaicos de uso do solo. Nestes territórios, os principais desafios incluem a elevada pressão antrópica, a fragmentação adicional do espaço, a presença frequente de espécies ornamentais ou exóticas invasoras e a necessidade de conciliar funções ecológicas, paisagísticas e sociais. A literatura indica, contudo, que corredores suburbanos ou periurbanos podem apresentar valor ecológico significativo quando não são mantidos como relvado intensamente cortado, sendo os modelos de gestão tipo old-

field ou pradaria os que tendem a suportar maior riqueza de plantas, aves e insetos polinizadores (Garfinkel et al., 2022).

3.3.4 Áreas com presença de espécies invasoras

Em corredores localizados em territórios já invadidos ou particularmente vulneráveis à instalação de espécies exóticas, a gestão da vegetação deve assumir uma função corretiva e preventiva. A abertura do corredor, a perturbação recorrente do solo e a simplificação da cobertura vegetal podem favorecer a expansão de invasoras, comprometendo a regeneração de espécies autóctones e reduzindo o valor ecológico do sistema. Nestes contextos, a prioridade não deverá centrar-se apenas na manutenção da segurança operacional, mas também na contenção da dispersão biológica, através de remoção seletiva, reposição de vegetação compatível e monitorização continuada da resposta ecológica do corredor (Biasotto & Kindel, 2018; Clarke & White, 2008; Renewables Grid Initiative, 2024).

3.3.5 Áreas de elevado valor ecológico

As áreas de elevado valor ecológico incluem corredores que atravessam habitats sensíveis, zonas classificadas, áreas de ocorrência de espécies protegidas ou territórios com funções ecológicas críticas. Nestes casos, os riscos associados à instalação e manutenção de linhas elétricas tendem a ser mais elevados, nomeadamente em termos de perturbação de habitats, mortalidade de avifauna, interferência com períodos reprodutivos e alteração de processos ecológicos delicados. Consequentemente, estes contextos exigem abordagens de gestão de baixa intensidade, fortemente condicionadas por critérios ecológicos, planeamento prévio das intervenções e monitorização específica de espécies e habitats sensíveis. A literatura salienta que, nestas situações, a gestão deve ser particularmente prudente e orientada para a minimização de impactes, mesmo quando o corredor apresenta potencial funcional para certos grupos biológicos (Bernardino et al., 2018; Biasotto & Kindel, 2018).

Em síntese, a tipificação territorial proposta permite demonstrar que o valor ecológico dos corredores elétricos não depende apenas da sua presença física, mas sobretudo da interação entre contexto paisagístico, composição da vegetação e modelo de gestão adotado. Esta leitura diferenciada constitui a base conceptual para a construção de uma matriz de boas práticas, apresentada na secção seguinte, orientada para apoiar a seleção de medidas ajustadas a diferentes cenários territoriais e ecológicos.

Com base na tipificação territorial apresentada, torna-se possível sintetizar os principais objetivos ecológicos e as orientações gerais de gestão mais adequadas a cada contexto. Esta sistematização permite estabelecer uma ponte entre a leitura territorial dos corredores elétricos e a definição de medidas de gestão mais detalhadas, constituindo um nível intermédio de organização da informação antes da construção da matriz operacional apresentada na secção seguinte.

Quadro 3.3- Síntese dos objetivos ecológicos e orientações gerais de gestão por contexto territorial

Contexto territorial	Objetivo ecológico principal	Orientação geral de gestão
Área florestal contínua	Reduzir efeitos de fragmentação e controlar simplificação estrutural	Promover heterogeneidade da vegetação, evitar cortes totalmente uniformes e limitar a expansão de invasoras
Área agrícola intensiva	Criar refúgios de biodiversidade e aumentar recursos ecológicos	Favorecer vegetação herbácea diversa, reduzir intensidade de manutenção e reforçar recursos para polinizadores
Interface urbano-rural	Compatibilizar funções ecológicas, paisagísticas e sociais	Adotar gestão diferenciada da vegetação, controlar invasoras e valorizar espécies autóctones de baixo porte
Área com presença de invasoras	Conter a dispersão biológica e restaurar vegetação compatível	Priorizar remoção seletiva de invasoras e promover regeneração de espécies autóctones
Área de elevado valor ecológico	Minimizar perturbação ecológica	Aplicar intervenções seletivas, de baixa intensidade e ajustadas à sensibilidade dos habitats e espécies

Fonte: elaboração própria

O Quadro 3.3 evidencia que os objetivos de gestão variam em função do contexto territorial e das principais condicionantes ecológicas associadas a cada corredor. Enquanto em áreas florestais e de elevado valor ecológico a prioridade tende a centrar-se na minimização da perturbação e no controlo dos efeitos de fragmentação, em paisagens agrícolas e de interface urbano-rural assume maior relevância a promoção de habitats seminaturais e o reforço da heterogeneidade ecológica. Esta síntese constitui a base conceptual para a matriz de boas práticas desenvolvida na secção 3.4, na qual estas orientações são traduzidas em recomendações mais específicas e operacionalizáveis.

3.4 Matriz de boas práticas por tipologia territorial

Com base na revisão bibliográfica realizada e na tipificação territorial anteriormente definida, foi construída uma matriz de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas

elétricas, concebida como instrumento de apoio à decisão e assumida como o principal contributo aplicado da presente dissertação (Anexo I). O objetivo desta matriz consiste em sistematizar orientações de gestão suscetíveis de compatibilizar os requisitos técnicos de segurança e manutenção das infraestruturas elétricas com a promoção da biodiversidade, da conectividade ecológica e da funcionalidade paisagística destes espaços. A sua construção assenta no princípio de que não existe uma solução de gestão universalmente adequada, sendo necessário ajustar as intervenções às características ecológicas e territoriais de cada corredor (Biasotto & Kindel, 2018; Renewables Grid Initiative, 2024).

A matriz foi estruturada a partir do cruzamento de seis dimensões principais:

- (i) tipologia territorial,
 - (ii) situação ecológica de partida,
 - (iii) principal risco ecológico,
 - (iv) objetivo ecológico prioritário,
 - (v) boa prática de gestão recomendada
- e
- (vi) indicador de monitorização sugerido.

Esta organização permite relacionar o diagnóstico territorial com medidas de gestão concretas, reforçando a aplicabilidade da proposta e facilitando a sua utilização em contexto técnico-operacional. Para além da seleção das práticas, a inclusão de indicadores visa sublinhar a importância da monitorização ecológica como componente central de uma gestão adaptativa dos corredores elétricos (Renewables Grid Initiative, 2024).

Cada linha da matriz resulta do cruzamento entre a tipificação territorial proposta, os principais riscos ecológicos identificados na literatura, os objetivos de gestão mais pertinentes em cada contexto e as práticas de intervenção mais recorrentemente associadas à promoção da biodiversidade em corredores elétricos. Deste modo, a matriz não corresponde a uma compilação arbitrária de recomendações, mas à sistematização aplicada de padrões identificados ao longo da revisão e reinterpretados à luz de uma lógica territorial e operacional.

A matriz deve ser interpretada como uma ferramenta orientadora e não como um modelo prescritivo rígido. Em cada contexto, a seleção das medidas deverá atender às características

específicas do traçado, à sensibilidade dos habitats, à presença de espécies relevantes e ao regime de manutenção exigido pela infraestrutura. Ainda assim, a literatura permite identificar padrões suficientemente consistentes para sustentar um conjunto de práticas preferenciais, nomeadamente a gestão seletiva da vegetação, a promoção de espécies autóctones compatíveis com as distâncias de segurança, o controlo dirigido de espécies invasoras, a manutenção de heterogeneidade estrutural e a redução de intervenções uniformes e intensivas (Clarke & White, 2008; Wagner et al., 2019; Garfinkel et al., 2022; Renewables Grid Initiative, 2024).

A Figura 3.3 ilustra, a título exemplificativo, uma situação de gestão diferenciada da vegetação compatível com os princípios sistematizados na matriz de boas práticas, evidenciando a possibilidade de conciliar segurança operacional com objetivos de valorização ecológica.

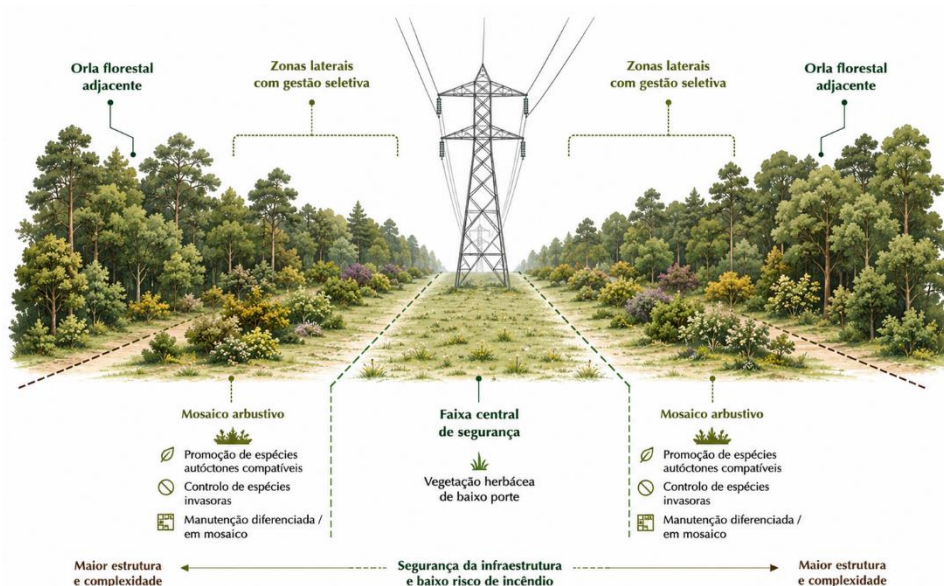


Figura 3.3- Exemplo ilustrativo de gestão diferenciada da vegetação em corredor elétrico.

Fonte: elaboração própria com recurso a inteligência artificial.

O Quadro 3.4 permite identificar, de forma resumida, as principais orientações de gestão da vegetação para diferentes contextos territoriais. A versão completa da matriz, incluída em anexo, aprofunda estas orientações através da explicitação mais detalhada das medidas recomendadas, dos indicadores de monitorização, das condicionantes específicas e da escala de aplicação, reforçando a aplicabilidade da proposta desenvolvida no presente trabalho.

Quadro 3.4- Tabela-síntese das boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas por tipologia territorial

Tipologia territorial	Situação de partida	Principal risco ecológico	Objetivo ecológico prioritário	Boa prática de gestão recomendada	Indicador de monitorização sugerido	Fundamentação científica
Área florestal contínua	Presença de coberto arbóreo denso e vegetação nativa	Fragmentação de habitat, efeitos de bordadura e simplificação estrutural	Manter heterogeneidade de estrutural e reduzir a descontinuidade ecológica	Gestão em mosaico; manutenção de faixas herbáceas e arbustivas de baixo porte; evitar cortes totalmente uniformes	Estrutura da vegetação; riqueza de insetos e borboletas; regeneração de espécies nativas	Berg et al. (2016); Plewa et al. (2020); Biasotto e Kindel (2018)
Área agrícola intensiva	Monoculturas, baixa diversidade florística e reduzida oferta de recursos	Escassez de habitat e alimento para polinizadores e outros organismos de habitat aberto	Aumentar recursos florísticos e valor de refúgio	Promoção de coberto herbáceo autóctone; redução da frequência de corte; limitação do uso de herbicidas	Riqueza e abundância de polinizadores; cobertura floral; presença de espécies indicadoras	Russell et al. (2005); Wagner et al. (2019)
Interface urbano-rural	Pressão antrópica elevada, proximidade de áreas urbanizadas e presença frequente de exóticas	Degradação paisagística, simplificação ecológica e dispersão de invasoras	Compatibilizar valor ecológico, paisagístico e social	Gestão diferenciada da vegetação; criação de zonas tipo old-field ou pradaria; controlo seletivo de invasoras	Riqueza de plantas, aves e polinizadores; cobertura de invasoras	Garfinkel et al. (2022); Renewables Grid Initiative (2024)
Área com presença de invasoras	Domínio de espécies exóticas com forte capacidade de dispersão	Redução da biodiversidade e bloqueio da regeneração autóctone	Conter a invasão e restaurar vegetação compatível	Remoção seletiva e faseada de invasoras; promoção de regeneração autóctone; monitorização periódica	Percentagem de cobertura por invasoras; recuperação de espécies nativas	Biasotto e Kindel (2018); Clarke e White (2008); Renewables Grid Initiative (2024)
Área de elevado valor ecológico	Presença de habitats sensíveis, espécies protegidas ou áreas classificadas	Perturbação de habitats e espécies sensíveis; mortalidade de fauna	Minimizar impactes e compatibilizar manutenção com conservação	Intervenções de baixa intensidade; planeamento sazonal; levantamentos prévios; monitorização	Mortalidade observada; estado do habitat; ocorrência de espécies sensíveis	Bernardino et al. (2018); Biasotto e Kindel (2018); Renewables Grid Initiative (2024)

				o ecológica reforçada		
--	--	--	--	--------------------------	--	--

Fontes: elaboração própria com base em Biasotto e Kindel (2018), Bernardino et al. (2018), Clarke e White (2008), Garfinkel et al. (2022), Renewables Grid Initiative (2024), Russell et al. (2005), Wagner et al. (2019), Berg et al. (2016) e Plewa et al. (2020).

A análise da matriz evidencia que a gestão da vegetação em corredores elétricos deve assentar numa lógica adaptativa, baseada no diagnóstico ecológico do contexto territorial e na monitorização dos efeitos das intervenções. De forma geral, as práticas que promovem heterogeneidade estrutural, vegetação autóctone compatível, redução de cortes intensivos e controlo seletivo de espécies invasoras revelam maior potencial para conciliar segurança operacional e valorização ecológica. Em contrapartida, intervenções uniformes, frequentes e pouco sensíveis ao contexto tendem a simplificar a vegetação e a reduzir o contributo dos corredores para a biodiversidade. Assim, a matriz proposta constitui um instrumento de sistematização aplicada que permite traduzir a evidência científica em orientações operacionais ajustadas à diversidade de cenários territoriais atravessados pelas linhas elétricas, sendo potencialmente aplicável ao contexto português, embora a sua utilização deva ser entendida como carecida de adaptação e validação local.

4. Discussão e conclusões

4.1 Discussão dos resultados

Os resultados da presente dissertação evidenciam que os corredores de linhas elétricas devem ser interpretados como infraestruturas ecologicamente ambivalentes, na medida em que podem simultaneamente gerar impactos negativos sobre os ecossistemas e oferecer oportunidades relevantes para a conservação da biodiversidade. Esta dualidade confirma a premissa central do trabalho e reforça a ideia de que os efeitos ecológicos destas infraestruturas não podem ser avaliados de forma unidimensional, sendo antes necessário considerar a interação entre o tipo de impacto, o contexto territorial e o modelo de gestão da vegetação adotado.

A síntese dos impactos ecológicos identificados na literatura confirma que as linhas elétricas e os respetivos corredores podem afetar a biodiversidade através de múltiplos mecanismos, incluindo mortalidade direta da fauna, fragmentação e conversão de habitat, alterações microclimáticas, simplificação estrutural da vegetação e facilitação da dispersão de espécies invasoras. Entre estes impactos, a mortalidade de avifauna por colisão e eletrocussão surge como um dos efeitos mais consistentemente documentados, o que está em linha com o predomínio de estudos focados neste grupo biológico na literatura internacional (Bernardino et al., 2018; Biasotto & Kindel, 2018). Do mesmo modo, os efeitos de fragmentação e de bordadura revelam-se particularmente relevantes em paisagens florestais contínuas, onde a abertura do corredor quebra a continuidade do coberto arbóreo e altera as condições ecológicas do habitat adjacente.

Contudo, os resultados também demonstram que os corredores elétricos não devem ser reduzidos à condição de espaços de impacto. A revisão efetuada mostra que, em determinados contextos, estes corredores podem funcionar como habitats alternativos, áreas de refúgio e alimentação para diferentes grupos biológicos, bem como elementos de conectividade funcional em paisagens fragmentadas. Este resultado é particularmente relevante porque permite ultrapassar a perspetiva tradicional, centrada quase exclusivamente na mitigação dos efeitos negativos, e introduzir uma abordagem mais integrada, em que a infraestrutura é analisada também pelo seu potencial contributo ecológico. Em especial, os resultados relativos a polinizadores, insetos, pequenos vertebrados e espécies associadas a habitats abertos sugerem que os corredores podem adquirir valor ecológico significativo quando mantêm vegetação

herbácea e arbustiva diversificada, compatível com os requisitos de segurança da rede elétrica (Russell et al., 2005; Berg et al., 2016; Plewa et al., 2020; Wagner et al., 2019).

Esta interpretação, contudo, exige cautela. O potencial ecológico identificado não é universal nem automático, dependendo fortemente das condições do território e das práticas de gestão adotadas. Nesse sentido, os resultados da presente dissertação reforçam a importância de distinguir entre a presença física do corredor e a sua funcionalidade ecológica efetiva. Um corredor elétrico pode, em termos estruturais, constituir uma descontinuidade na paisagem e, simultaneamente, funcionar como elemento de conectividade funcional para determinados organismos. Esta distinção entre conectividade estrutural e funcional, já discutida no enquadramento teórico, revelou-se central para a interpretação dos resultados, uma vez que ajuda a explicar por que razão o mesmo tipo de infraestrutura pode gerar respostas ecológicas distintas consoante o grupo biológico considerado e a matriz territorial em que se insere.

A análise dos diferentes contextos territoriais veio confirmar que o desempenho ecológico dos corredores elétricos é fortemente dependente da paisagem envolvente. Em áreas florestais contínuas, por exemplo, os corredores tendem a acentuar efeitos de fragmentação, bordadura e simplificação estrutural, embora possam também criar habitats de sucessão inicial relevantes para espécies associadas a ambientes abertos ou semiabertos. Em contraste, em paisagens agrícolas intensivas, onde a matriz dominante é frequentemente empobrecida e homogénea, os corredores podem assumir um papel mais claramente positivo, funcionando como refúgios de vegetação seminatural e como fontes de recursos para polinizadores e outros organismos. Nas zonas de interface urbano-rural, os resultados indicam que a pressão antrópica, a presença de espécies invasoras e a necessidade de compatibilização entre funções ecológicas, paisagísticas e sociais tornam a gestão particularmente exigente, mas não anulam o potencial ecológico desses espaços quando as práticas adotadas evitam modelos de manutenção excessivamente intensivos (Garfinkel et al., 2022).

A tipificação territorial desenvolvida ao longo do trabalho permitiu, assim, demonstrar que a gestão de corredores elétricos deve ser territorialmente diferenciada. Este resultado é particularmente importante do ponto de vista aplicado, uma vez que evidencia a limitação de abordagens uniformes de manutenção da vegetação. Os modelos tradicionais, assentes em cortes homogéneos, recorrentes e pouco sensíveis ao contexto ecológico, tendem a reduzir a heterogeneidade estrutural da vegetação, simplificar os habitats e limitar o potencial ecológico

dos corredores. Em contrapartida, os resultados da revisão bibliográfica sugerem que abordagens como a gestão seletiva, a gestão em mosaico, a promoção de vegetação autóctone compatível e o controlo dirigido de invasoras oferecem melhores condições para compatibilizar segurança operacional e valorização ecológica (Clarke & White, 2008; Wagner et al., 2014b; Renewables Grid Initiative, 2024).

Neste quadro, a gestão da vegetação emerge como o principal fator mediador entre impacto e oportunidade ecológica. Mais do que a simples presença da linha elétrica, é o modo como o corredor é mantido ao longo do tempo que condiciona a sua capacidade para funcionar como espaço ecologicamente empobrecido ou como elemento funcional da infraestrutura verde. Esta conclusão é particularmente relevante porque desloca o foco da discussão de uma lógica exclusivamente mitigadora para uma lógica de gestão adaptativa. Ou seja, em vez de considerar os corredores apenas como passivos ecológicos a compensar, os resultados indicam que estes podem ser integrados em estratégias de planeamento ecológico mais amplas, desde que a gestão seja orientada por critérios científicos e ajustada ao contexto local.

A matriz de boas práticas proposta constitui, neste sentido, um dos principais contributos da presente dissertação. O seu valor não reside apenas na síntese de recomendações já existentes na literatura, mas sobretudo na tradução dessas evidências para uma ferramenta estruturada de apoio à decisão. Ao relacionar tipologias territoriais, situações ecológicas de partida, riscos dominantes, objetivos prioritários de gestão e indicadores de monitorização, a matriz permite operacionalizar uma leitura ecológica dos corredores elétricos e convertê-la em orientações aplicáveis no terreno. Deste modo, a dissertação ultrapassa a dimensão meramente descritiva da revisão bibliográfica e acrescenta uma componente aplicada com potencial utilidade para técnicos, gestores e entidades responsáveis pela manutenção de infraestruturas elétricas.

Importa, ainda assim, reconhecer que esta proposta deve ser interpretada como uma ferramenta orientadora e não como um modelo universal de aplicação direta. A diversidade de situações ecológicas, climáticas e territoriais associadas aos corredores elétricos implica que qualquer recomendação de gestão careça de adaptação local e, idealmente, de validação através de monitorização contínua. A própria literatura revista aponta para a existência de limitações importantes, incluindo o predomínio de estudos sobre avifauna, a escassez de investigações de longo prazo e a reduzida comparabilidade entre contextos biogeográficos distintos (Biasotto & Kindel, 2018). Assim, embora os resultados sustentem a pertinência de uma gestão

ecologicamente orientada dos corredores elétricos, também evidenciam a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a resposta de diferentes grupos taxonómicos, sobre os efeitos cumulativos das intervenções e sobre a transferibilidade de resultados internacionais para o contexto português.

No caso específico de Portugal, os resultados desta dissertação sugerem que os corredores elétricos podem constituir espaços potencialmente relevantes no quadro da infraestrutura verde, sobretudo em territórios marcados por forte fragmentação da paisagem, risco de incêndio, intensificação agrícola e expansão de espécies invasoras. Nestes contextos, a gestão adaptativa da vegetação poderá contribuir não apenas para reduzir impactes ecológicos, mas também para reforçar funções de conectividade, diversificar a estrutura da paisagem e apoiar objetivos de conservação. Ainda assim, importa sublinhar que a transferibilidade das soluções identificadas na literatura internacional para o contexto português não deve ser assumida de forma automática. A sua aplicação deverá ser entendida como potencialmente relevante, mas carecida de adaptação às condições ecológicas, territoriais, técnicas e normativas específicas do território nacional, bem como de validação futura em contexto local.

Em síntese, os resultados discutidos confirmam que os corredores elétricos não devem ser entendidos apenas como espaços de perturbação, nem idealizados de forma acrítica como corredores ecológicos benéficos por definição. O seu valor ecológico é contingente, relacional e dependente da gestão. É precisamente nesta condição intermédia, entre infraestrutura técnica e oportunidade ecológica, que reside a relevância científica e aplicada do presente estudo. Ao evidenciar que a gestão da vegetação pode alterar profundamente o papel ecológico destes corredores, a dissertação contribui para uma leitura mais integrada das infraestruturas lineares e reforça a necessidade de abordagens de gestão sustentadas por evidência científica, diferenciação territorial e monitorização adaptativa.

4.2 Limitações do estudo

Apesar dos contributos alcançados, o presente trabalho apresenta limitações que importa explicitar, tanto do ponto de vista metodológico como da aplicabilidade dos resultados. Em primeiro lugar, a investigação baseou-se numa revisão bibliográfica estruturada de natureza qualitativa, não correspondendo a uma revisão sistemática com meta-análise. Embora a metodologia adotada tenha permitido reunir e organizar evidência científica relevante, a ausência de uma síntese quantitativa limita a possibilidade de comparar magnitudes de efeito

entre estudos, contextos territoriais e grupos biológicos, bem como de generalizar os resultados de forma estatisticamente robusta.

Em segundo lugar, a literatura disponível sobre corredores elétricos e biodiversidade apresenta desequilíbrios importantes ao nível dos grupos taxonómicos estudados. Tal como identificado ao longo da revisão, existe uma concentração significativa de trabalhos centrados na avifauna, particularmente no que respeita à colisão com cabos e eletrocussão, enquanto outros grupos biológicos, como anfíbios, pequenos mamíferos, comunidades vegetais e alguns invertebrados, permanecem relativamente menos estudados. Esta assimetria condiciona a interpretação global dos efeitos ecológicos dos corredores elétricos, uma vez que os impactes e oportunidades identificados tendem a refletir com maior peso os grupos mais investigados.

Outra limitação relevante prende-se com a forte dependência do contexto na interpretação dos resultados. Os efeitos ecológicos dos corredores elétricos variam em função da paisagem envolvente, da estrutura da vegetação, do tipo de habitat atravessado, do regime de manutenção adotado e das características ecológicas das espécies consideradas. Por essa razão, a transferência direta de conclusões obtidas em estudos internacionais para o contexto português deve ser feita com prudência. Embora a literatura analisada forneça bases conceptuais sólidas para a construção da matriz proposta, a sua aplicação prática carece de adaptação local e, idealmente, de validação em contextos territoriais concretos.

Importa igualmente referir que a presente dissertação não integrou uma componente empírica de campo. A ausência de levantamento ecológico direto, monitorização *in situ* ou validação experimental da matriz de boas práticas limita a demonstração da sua eficácia em condições reais de aplicação. Assim, a matriz desenvolvida deve ser entendida como uma ferramenta conceptual e operativa de apoio à decisão, construída com base na evidência científica disponível, mas ainda suscetível de aperfeiçoamento através de aplicação prática, monitorização e ajustamento adaptativo.

Acresce que a própria literatura revista evidencia carência de estudos de longo prazo, sobretudo no que respeita aos efeitos cumulativos da manutenção recorrente da vegetação, à estabilidade temporal das comunidades associadas aos corredores e à persistência dos benefícios ecológicos identificados em certos contextos. Esta limitação é particularmente importante porque a funcionalidade ecológica de um corredor não depende apenas da sua condição momentânea,

mas também da forma como evolui ao longo do tempo em resposta às intervenções de gestão, às alterações do uso do solo e a outras pressões ambientais.

Por fim, deve reconhecer-se que a proposta de tipificação territorial e a matriz de boas práticas implicam um grau inevitável de simplificação. A organização dos corredores elétricos em categorias operacionais foi necessária para tornar possível a sistematização aplicada da informação, mas não esgota a diversidade de situações ecológicas existentes no território. Existem contextos híbridos, transições graduais entre tipologias e combinações de fatores de risco que podem exigir soluções de gestão mais específicas do que aquelas que a matriz, pela sua natureza sintética, consegue representar.

Não obstante estas limitações, o estudo mantém a sua relevância científica e aplicada. A explicitação destes constrangimentos não diminui a validade da dissertação; pelo contrário, reforça a sua consistência, ao reconhecer os limites do conhecimento disponível e ao identificar caminhos para o aprofundamento futuro da investigação e da aplicação prática da gestão ecológica de corredores elétricos.

4.3 Conclusões

A presente dissertação teve como objetivo analisar os impactes ecológicos das linhas elétricas na biodiversidade e avaliar o potencial funcional dos seus corredores, procurando compreender em que medida estas infraestruturas podem contribuir para a conservação da natureza e para a conectividade ecológica da paisagem. A partir da revisão bibliográfica estruturada realizada, foi possível concluir que os corredores elétricos constituem espaços ecologicamente ambivalentes, cujos efeitos não podem ser reduzidos a uma leitura exclusivamente negativa nem valorizados de forma automática como elementos benéficos por definição.

Os resultados obtidos confirmam que as linhas elétricas e os respetivos corredores podem gerar impactes ecológicos significativos, nomeadamente mortalidade de fauna, fragmentação e alteração de habitats, efeitos de bordadura, modificações microclimáticas e facilitação da dispersão de espécies invasoras. Estes impactes revelam-se particularmente relevantes em áreas ecologicamente sensíveis, em paisagens florestais contínuas e em contextos onde a manutenção da vegetação é realizada de forma intensiva e pouco diferenciada. Assim, permanece válida a necessidade de prevenir, minimizar e monitorizar os efeitos negativos associados à instalação e exploração destas infraestruturas.

Contudo, a revisão realizada demonstra igualmente que os corredores elétricos podem apresentar valor ecológico relevante quando sujeitos a práticas de gestão adequadas. Em determinados contextos, estes espaços podem funcionar como habitats alternativos, áreas de alimentação e refúgio para diferentes grupos biológicos, bem como elementos de conectividade funcional em paisagens fragmentadas. Este potencial é particularmente visível em paisagens agrícolas intensivas, em contextos suburbanos e em cenários onde a manutenção da vegetação favorece heterogeneidade estrutural, diversidade florística e presença de espécies autóctones compatíveis com os requisitos de segurança da infraestrutura.

Deste modo, uma das principais conclusões do trabalho é que o papel ecológico dos corredores elétricos depende menos da sua existência física e mais do modo como são geridos. A gestão da vegetação surge, assim, como o principal fator mediador entre impacto e oportunidade ecológica. Modelos uniformes de manutenção tendem a reduzir o valor ecológico dos corredores, enquanto abordagens seletivas, adaptativas e territorialmente diferenciadas revelam maior potencial para compatibilizar segurança operacional, conservação da biodiversidade e conectividade ecológica.

A tipificação de contextos territoriais desenvolvida ao longo da dissertação permitiu reforçar esta conclusão, ao evidenciar que os riscos ecológicos e as oportunidades de valorização variam consoante a paisagem envolvente e as características do corredor. Em áreas florestais contínuas, a prioridade deve incidir na minimização da fragmentação e dos efeitos de bordadura; em áreas agrícolas intensivas, torna-se particularmente relevante potenciar a função de refúgio ecológico; em zonas de interface urbano-rural, a gestão deve equilibrar objetivos ecológicos, paisagísticos e sociais; em áreas com espécies invasoras, assume especial importância a contenção da dispersão biológica; e em áreas de elevado valor ecológico, a intervenção deve ser orientada prioritariamente para a minimização da perturbação.

Neste quadro, a matriz de boas práticas de gestão da vegetação proposta constitui o principal contributo aplicado da dissertação. A sua relevância reside na capacidade de transformar a evidência científica sintetizada numa ferramenta de apoio à decisão, estruturada de forma a relacionar tipologias territoriais, situações de partida, riscos ecológicos, objetivos prioritários e orientações de gestão. Embora careça de futura validação empírica, esta matriz demonstra que é possível traduzir conhecimento científico em orientações operacionais úteis para uma gestão mais sustentável dos corredores elétricos.

Em termos globais, conclui-se que os corredores elétricos podem deixar de ser entendidos apenas como espaços técnicos de servidão e passar a ser reconhecidos como elementos potencialmente integráveis na infraestrutura verde, desde que a sua gestão seja ecologicamente informada, adaptativa e ajustada ao contexto territorial. Esta conclusão assume particular relevância no atual contexto de reforço das redes elétricas, de valorização da biodiversidade e de procura de soluções territoriais capazes de conciliar transição energética, segurança infraestrutural e conservação da natureza.

Em termos de resposta aos objetivos definidos no início da dissertação, considera-se que o estudo permitiu, em primeiro lugar, caracterizar os corredores elétricos enquanto infraestruturas lineares com efeitos ecológicos diferenciados em função do contexto territorial e do regime de gestão da vegetação. Em segundo lugar, possibilitou identificar e sistematizar os principais impactos ecológicos associados a estas infraestruturas, nomeadamente a fragmentação de habitats, a mortalidade de fauna, a alteração da composição florística e a facilitação da dispersão de espécies invasoras. Em terceiro lugar, permitiu evidenciar que os corredores elétricos podem também assumir funções ecológicas positivas, designadamente como habitats alternativos, áreas de alimentação e refúgio e elementos de conectividade funcional em paisagens fragmentadas. Por fim, tornou possível propor uma matriz de boas práticas de gestão da vegetação adaptada a diferentes contextos territoriais, constituindo este o principal contributo aplicado da dissertação.

Deste modo, considera-se que a questão de investigação formulada no início do trabalho encontra resposta afirmativa, ainda que condicionada: os corredores de linhas elétricas podem, em determinadas condições, ser geridos de forma a contribuir para a conservação da biodiversidade e para a conectividade ecológica da paisagem. Contudo, essa contribuição não é automática nem universal, dependendo do contexto territorial, da estrutura da vegetação, da sensibilidade ecológica dos habitats presentes e do modelo de gestão adotado. Assim, os corredores elétricos não devem ser entendidos apenas como espaços de perturbação, mas também como infraestruturas potencialmente valorizáveis do ponto de vista ecológico, desde que a sua gestão seja cientificamente informada, territorialmente diferenciada e futuramente validada em contexto local.

Por fim, considera-se que o aprofundamento futuro deste tema deverá passar pela realização de estudos empíricos em contexto português, pela monitorização ecológica de corredores sob

diferentes modelos de gestão e pela avaliação de longo prazo dos efeitos cumulativos das intervenções. Estes desenvolvimentos permitirão consolidar a base científica disponível, testar a aplicabilidade da matriz proposta e reforçar a robustez de futuras orientações de gestão adaptadas ao contexto nacional.

5. Referências Bibliográficas

- Bennett, A. F. (2003). **Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation** (2nd ed.). IUCN–The World Conservation Union.
- Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? **Trends in Ecology & Evolution*, 18*(4), 182–188. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)
- Berg, Å., Bergman, K.-O., Wissman, J., Żmihorski, M., & Öckinger, E. (2016). Power-line corridors as source habitat for butterflies in forest landscapes. **Biological Conservation*, 201*, 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.07.034>
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C., Shaw, J. M., Silva, J. P., & Moreira, F. (2018). Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. **Biological Conservation*, 222*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.029>
- Biasotto, L. D., & Kindel, A. (2018). Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. **Environmental Impact Assessment Review*, 71*, 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.010>
- Clarke, D. J., Pearce-Higgins, J. W., Grant, M. C., & Maclean, I. M. D. (2013). Effects of linear infrastructure on bird populations: A review. **Environmental Reviews*, 21*(4), 272–280. <https://doi.org/10.1139/er-2013-0031>
- Clarke, D. J., & White, J. G. (2008). Towards ecological management of Australian powerline corridor vegetation. **Landscape and Urban Planning*, 86*(3–4), 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.03.003>
- Collaboration for Environmental Evidence. (2022). **Guidelines and standards for evidence synthesis in environmental management** (Version 5.1; A. S. Pullin, G. K. Frampton, B. Livoreil, & G. Petrokofsky, Eds.). Collaboration for Environmental Evidence.
- European Commission. (2013). **Green infrastructure (GI): Enhancing Europe’s natural capital** (COM/2013/0249 final).
- European Commission. (2020). **EU biodiversity strategy for 2030: Bringing nature back into our lives** (COM/2020/380 final).

European Environment Agency. (2021, December 8). *Landscape fragmentation in Europe*.

Forman, R. T. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29*, 207–231. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>

Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T., & Winter, T. C. (2003). *Road ecology: Science and solutions*. Island Press.

Garfinkel, M., Hosler, S., Whelan, C., & Minor, E. (2022). Powerline corridors can add ecological value to suburban landscapes when not maintained as lawn. *Sustainability*, 14*(12), Article 7113. <https://doi.org/10.3390/su14127113>

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1*(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Haddaway, N. R., Macura, B., Whaley, P., & Pullin, A. S. (2018). ROSES reporting standards for systematic evidence syntheses: Pro forma, flow-diagram, and descriptive summary of the plan and conduct of environmental systematic reviews and systematic maps. *Environmental Evidence*, 7*, 7.

International Energy Agency. (2023). *Electricity grids and secure energy transitions*. IEA.

International Union for Conservation of Nature. (2020). *Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS* (1st ed.). IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>

Lindenmayer, D. B., & Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: An ecological and conservation synthesis*. CSIRO Publishing.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E.,

- McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ*, 372*, n71.
- Plewa, R., Jaworski, T., Tarwacki, G., Gil, W., & Horák, J. (2020). Establishment and maintenance of power lines are important for insect diversity in Central Europe. **Zoological Studies*, 59*, Article 3. <https://doi.org/10.6620/ZS.2020.59-03>
- Renewables Grid Initiative. (2024). **Integrated vegetation management: Best practices from across Europe**.
- Ricketts, T. H. (2001). The matrix matters: Effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist*, 158*(1), 87–99. <https://doi.org/10.1086/320863>
- Russell, K. N., Ikerd, H., & Droege, S. (2005). The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees. **Biological Conservation*, 124*(1), 133–148. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.022>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research*, 104*, 333–339.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos*, 68*(3), 571–573.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. **BMC Medical Research Methodology*, 8*, 45.
- Wagner, D. L., Ascher, J. S., & Bricker, N. K. (2014a). Power line corridors as habitat for bees, wasps, and other insects. **Biological Conservation*, 171*, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.021>
- Wagner, D. L., Metzler, K. J., Leicht-Young, S. A., & Motzkin, G. (2014b). Vegetation composition along a New England transmission line corridor and its implications for other trophic levels. **Forest Ecology and Management*, 327*, 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.04.026>
- Wagner, D. L., Metzler, K. J., & Frye, H. (2019). Importance of transmission line corridors for conservation of native bees and other wildlife. **Biological Conservation*, 235*, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.042>

6. Anexos

Anexo I – Matriz expandida de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas

O presente anexo apresenta uma versão expandida da matriz de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas (Quadro A.1), desenvolvida a partir da revisão bibliográfica e da tipificação de contextos territoriais efetuada no âmbito desta dissertação. A sua inclusão em anexo permite aprofundar a relação entre contexto territorial, situação ecológica de partida, risco dominante, objetivo prioritário de gestão, medidas recomendadas, indicadores de monitorização e escala de aplicação, complementando a síntese apresentada no capítulo dos resultados.

A matriz deve ser interpretada como um instrumento orientador de apoio à decisão, e não como um modelo prescritivo rígido. As medidas aqui apresentadas resultam da sistematização da evidência científica identificada na literatura e da sua adaptação a diferentes cenários territoriais, podendo revelar-se potencialmente aplicáveis ao contexto português. Ainda assim, a sua utilização não deve ser assumida de forma automática, devendo considerar as características específicas de cada corredor, a sensibilidade dos habitats presentes, os requisitos de segurança operacional da infraestrutura elétrica e a necessidade de adaptação e validação local.

Nota metodológica: Cada linha da matriz expandida foi construída a partir do cruzamento entre a tipificação territorial definida na dissertação, os principais riscos ecológicos identificados na literatura analisada, os objetivos de gestão considerados mais pertinentes para cada contexto e as práticas de intervenção mais recorrentemente associadas à promoção da biodiversidade em corredores de linhas elétricas. Deste modo, a matriz não corresponde a uma enumeração arbitrária de recomendações, mas à sistematização aplicada de padrões identificados ao longo da revisão bibliográfica e reinterpretados à luz de uma lógica territorial e operacional.

Quadro A.1- Matriz expandida de boas práticas de gestão da vegetação em corredores de linhas elétricas

Tipologia territorial	Situação de partida	Grupo(s) biológico(s) mais visados	Principal risco ecológico	Objetivo ecológico prioritário	Prioridade de intervenção	Medidas de gestão recomendadas	Frequência / momento recomendado	Condicionantes / cuidados específicos	Indicadores de monitorização	Escala de aplicação
Área florestal contínua	Corredor inserido em mancha florestal contínua, com coberto arbóreo denso, presença de vegetação nativa e baixa abertura estrutural prévia	Borboletas, insetos de habitats abertos, pequenos mamíferos, aves florestais sensíveis à fragmentação, flora do sub-bosque	Fragmentação de habitat, efeitos de bordadura, simplificação estrutural, alterações microclimáticas, instalação de invasoras nas margens	Reduzir a descontinuidade ecológica e manter heterogeneidade estrutural compatível com a segurança da infraestrutura	Alta	Gestão em mosaico; corte seletivo e faseado; manutenção de faixas herbáceas e arbustivas de baixo porte; conservação de manchas com estrutura diferenciada; promoção de regeneração de espécies autóctones compatíveis; limitação da mobilização do solo; controlo precoce de invasoras; manutenção de gradientes vegetais entre	Intervenções faseadas; preferencialmente fora de períodos críticos para reprodução e nidificação; revisão anual ou bianual conforme crescimento da vegetação	Evitar cortes totais em toda a extensão; evitar exposição excessiva de solo nu; minimizar circulação de maquinaria pesada; atender a margens ecotonais mais sensíveis; articular gestão com risco de incêndio sem simplificar excessivamente a vegetação	Estrutura vertical e horizontal da vegetação; cobertura herbácea, arbustiva e solo exposto; riqueza de insetos e borboletas; regeneração de espécies nativas; cobertura por invasoras; extensão de áreas sujeitas a corte uniforme; sinais de erosão	Troço; margens; corredor

						corredor e margem				
Área agrícola intensiva	Corredor localizado em matriz dominada por monoculturas, baixa diversidade florística, escassez de sebes e reduzida oferta de recursos ecológicos	Polinizadores, especialmente abelhas e borboletas; insetos fitófagos e predadores; aves associadas a habitats abertos; pequenos mamíferos	Escassez de habitat e alimento, simplificação da matriz, baixa disponibilidade de recursos florísticos, redução de áreas de refúgio	Aumentar recursos florísticos, reforçar função de refúgio ecológico e melhorar o valor do corredor como habitat seminatural	Alta	Promoção de coberto herbáceo autóctone diversificado; manutenção de zonas floridas; redução da frequência e intensidade do corte; exclusão ou limitação de herbicidas; criação de mosaico com diferentes alturas de vegetação; preservação de pequenas manchas não cortadas; favorecimento de espécies nectaríferas e políferas compatíveis; reforço de continuidade com margens	Corte pouco frequente; evitar intervenções em picos de floração; preferir calendarização faseada; revisão sazonal na primavera e no final do verão	Evitar cortes totais durante floração intensa; não eliminar integralmente o coberto herbáceo; minimizar uso de químicos; garantir compatibilidade com distâncias de segurança; evitar perturbações repetidas em intervalos curtos	Riqueza e abundância de polinizadores; cobertura floral; número de espécies herbáceas autóctones; presença de espécies indicadoras; percentagem de área cortada por campanha; duração do período de floração; presença de solo nu	Faixa; troço; corredor

						agrícolas ou sebes adjacentes				
Interfac e urbano-rural	Corredor próximo de áreas edificadas, jardins, vias secundárias, terrenos expectantes e zonas com vegetação ornamental ou exótica	Polinizadores; aves generalistas e de habitats abertos; flora ruderal e seminatural; pequenos vertebrados tolerantes à perturbação	Degradação paisagística, simplificação ecológica, banalização da vegetação, dispersão de invasoras, conflito entre funções técnicas, ecológicas e sociais	Compatibilizar valor ecológico, paisagístico e social, evitando modelos de manutenção intensiva tipo relvado	Média a alta	Gestão diferenciada da vegetação; criação de manchas tipo <i>old-field</i> ou pradaria; promoção de espécies autóctones de baixo porte; controlo seletivo de invasoras; redução de áreas mantidas como relvado; diversificação da estrutura da vegetação; manutenção de zonas visualmente organizadas nas áreas mais expostas; valorização paisagística sem perda de	Revisão anual; corte seletivo em função do crescimento; evitar manutenção excessivamente frequente por motivos apenas estéticos; calendarização adaptada à pressão de uso local	Considerar segurança pública e visibilidade; evitar proliferação de espécies ornamentais invasoras; ajustar gestão a zonas de maior uso humano; compatibilizar estética e biodiversidade	Riqueza de plantas; abundância de polinizadores; presença de aves; cobertura de invasoras; frequência anual de corte; extensão de áreas mantidas como relvado; grau de heterogeneidade estrutural; avaliação visual do corredor	Troço; faixa; zona de contacto com áreas edificadas

						função ecológica				
Área com presença de invasoras	Corredor com focos ativos de espécies exóticas invasoras ou atravessando áreas fortemente invadidas, com regeneração autóctone limitada	Flora nativa; comunidades herbáceas e arbustivas autóctones; polinizadores dependentes de flora local; fauna associada à vegetação nativa	Redução da biodiversidade, bloqueio da regeneração autóctone, propagação ao longo do corredor, homogeneização florística	Conter a dispersão biológica, restaurar vegetação compatível e reduzir o corredor como via de propagação	Alta	Remoção seletiva e faseada de invasoras; priorização de manchas-fonte; controlo continuado e não pontual; redução de mobilização do solo; promoção de regeneração natural ou plantação dirigida de espécies autóctones compatíveis; vigilância pós-intervenção; articulação com gestão da envolvente; fechamento rápido de clareiras resultantes da remoção	Intervenção faseada e repetida; acompanhamento periódico após cada campanha; monitorização sazonal para deteção precoce de reinvasão	Evitar remoção total seguida de solo exposto; evitar dispersão de propágulos durante operações; garantir destino adequado do material vegetal removido; intervir em articulação com propriedades vizinhas quando possível	Percentagem de cobertura por invasoras; número de focos ativos; taxa de recolonização após remoção; recuperação de espécies nativas; cobertura de vegetação autóctone compatível; frequência de reaparecimento das invasoras	Mancha; troço; margens; corredor
Área de elevado valor	Corredor que atravessa	Avifauna sensível; espécies	Perturbação de habitats e espécies	Minimizar impactes e compatibiliza	Muito alta	Intervenções de baixa intensidade;	Intervenções apenas quando estritamente	Necessidade de prudência acrescida;	Mortalidade observada; estado de	Troço crítico; habitat

ecológico	habitats sensíveis, áreas classificadas, zonas com espécies protegidas ou territórios com funções ecológicas críticas	protegidas; flora de habitats raros; comunidades associadas a zonas húmidas, matos prioritários ou habitats seminaturais sensíveis	sensíveis, mortalidade de fauna, interferência com reprodução, nidificação ou floração, alteração de processos ecológicos delicados	r manutenção da infraestrutura com conservação da natureza		planeamento sazonal rigoroso; levantamentos prévios de habitats e espécies; limitação da extensão e intensidade das operações; corte seletivo ou manual em zonas críticas; monitorização antes e depois da intervenção; eventual sinalização de troços problemáticos para avifauna; articulação com entidades ambientais; aplicação do princípio da intervenção mínima necessária	necessárias; evitar períodos críticos de nidificação, reprodução e floração; reavaliação prévia a cada campanha	possível condicionamento legal ou técnico; evitar maquinaria pesada em zonas sensíveis; priorizar proteção de habitats e espécies de interesse conservacionista; registar efeitos pós-intervenção	conservação do habitat; ocorrência de espécies sensíveis; resposta da vegetação após intervenção; intensidade e frequência das operações; registos antes/depois da intervenção	específico; corredor
------------------	---	--	---	--	--	---	---	---	--	----------------------

Fonte: tabela de elaboração própria, desenvolvida a partir da síntese da literatura científica e técnica analisada no âmbito da presente dissertação. Fontes principais: Biasotto e Kindel (2018), Bernardino et al. (2018), Berg et al. (2016), Clarke e White (2008), Garfinkel et al. (2022), Plewa et al. (2020), Renewables Grid Initiative (2024), Russell et al. (2005) e Wagner et al. (2019)

A matriz expandida apresentada neste anexo permite detalhar as orientações de gestão propostas no corpo principal da dissertação, reforçando a sua utilidade enquanto ferramenta de apoio à decisão. A explicitação das medidas recomendadas, dos indicadores de monitorização, das condicionantes específicas e da escala de aplicação contribui para uma leitura mais operacional da proposta desenvolvida, facilitando a sua interpretação em contextos de planeamento, gestão e manutenção de corredores elétricos. Contudo, a sua aplicação deve ser entendida como orientadora e potencialmente adaptável ao contexto português, carecendo de validação futura em situações concretas de implementação.