



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**

**INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE  
DIRETORIA DE PESQUISA, AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DA  
BIODIVERSIDADE**

**CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE AVES  
SILVESTRES - CEMAVE**

**PLANO DE AÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO DE AVES LIMÍCOLAS  
MIGRATÓRIAS**

**Produto da Ação 3.1: Orientações técnicas para avaliação e  
monitoramento de impactos de empreendimentos de geração de energia  
eólica sobre a fauna com ênfase em aves morcegos.**

Porto Alegre/RS, 2020

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO: CONTRIBUIR PARA O APERFEIÇOAMENTO DO LICENCIAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL DE ATIVIDADES COM IMPACTOS SOBRE AS AVES LIMÍCOLAS.</b>
---

<b>AÇÃO: 3.1 Sistematizar as informações aplicáveis ao licenciamento ambiental e relacionadas às aves limícolas, disponibilizando-as em um repositório comum.</b>
---

<b>RESPONSÁVEIS PELA AÇÃO: Luis Fernando Perelló (FEPAM/RS)</b>
---

<b>COMENTÁRIOS: -</b>
-----------------------

<b>VERSÕES E DATAS: 2020</b>
------------------------------

O produto do PAN foi autorizado pelos autores para divulgação

# **ORIENTAÇÕES TÉCNICAS**

**PARA AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO  
DE IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS DE  
GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA SOBRE A  
FAUNA COM ÊNFASE EM AVES E MORCEGOS**



**Raquel Pretto  
Glayson Ariel Bencke  
João Carlos Pradella Dotto  
Jan Karel Felix Mähler Junior  
Luciano Paschoaloti Messa  
Luis Fernando Carvalho Perelló  
Paulo Duarte da Silva  
Paula Rodrigues Tavares**

**Porto Alegre, 2020**

Este documento foi elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Ordem de Serviço Fepam n.º 16/2017 e subsequentes, e tramitou sob o processo administrativo Fepam n.º 17/0567-0000595-0, onde constam os registros da sua construção.

Autores (em ordem alfabética):

Glayson Ariel Bencke, Biólogo Me., Museu de Ciências Naturais/SEMA

Jan Karel Felix Mähler Junior, Biólogo Dr., Museu de Ciências Naturais/SEMA

João Carlos Pradella Dotto, Biólogo Me., Divisão de Planejamento Ambiental/FEPAM

Luciano Paschoaloti Messa, Biólogo, Divisão de Geração de Energia/FEPAM

Luís Fernando Carvalho Perelló, Biólogo Dr., Divisão de Saneamento Ambiental/FEPAM

Paula Rodrigues Tavares, Bióloga Me., Divisão de Geração de Energia/FEPAM

Paulo Anselmi Duarte da Silva, Eng.º Agrônomo, Regional Sul (Pelotas)/FEPAM

Raquel Pretto, Eng.ª Florestal Me., Divisão de Planejamento Ambiental/FEPAM – Coordenação

Citação recomendada:

Pretto, R.; Bencke, G.A.; Dotto, J.C.P.; Mähler Junior, J.K.F.; Messa, L.P.; Perelló, L.F.C.; Silva, P.A.D. da; Tavares, P.R. Orientações técnicas para avaliação e monitoramento de impactos de empreendimento de geração de energia eólica sobre a fauna, com ênfase em aves e morcegos. Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Ordem de Serviço FEPAM n.º 16/2017 e subsequentes (Processo Administrativo n.º 17/0567-0000595-0). Porto Alegre, documento técnico não publicado, 2020.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>APLICABILIDADE</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FLUXOGRAMA DE APLICAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>FASES DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO</b>	<b>5</b>
4.1	PLANEJAMENTO .....	5
4.2	INSTALAÇÃO .....	5
4.3	OPERAÇÃO.....	6
<b>5</b>	<b>PERGUNTAS ORIENTADORAS</b>	<b>7</b>
5.1	QUADRO DE PERGUNTAS ORIENTADORAS .....	8
<b>6</b>	<b>HIERARQUIA DE MITIGAÇÃO</b>	<b>17</b>
6.1	PREVENÇÃO/EVITAÇÃO .....	18
6.2	MINIMIZAÇÃO .....	18
6.3	RESTAURAÇÃO .....	19
6.4	COMPENSAÇÃO.....	20
6.5	QUADRO DE OPÇÕES DE MITIGAÇÃO RECOMENDADAS:.....	22
<b>7</b>	<b>DIRETRIZES METODOLÓGICAS</b>	<b>31</b>
7.1	ORIENTAÇÕES GERAIS .....	31
7.2	MÉTODOS RECOMENDADOS .....	32
	<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>49</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>54</b>

## LISTA DE SIGLAS

ADA: Área Diretamente Afetada

AID: Área de Influência Direta

All: Área de Influência Indireta

BACI: *Before/After Control Impact*

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Röessler

EIA: Estudo de Impacto Ambiental

IBA: *Important Bird Area* (Área Importante para a Conservação das Aves)

LAC: Licença por Adesão e Compromisso

LI: Licença de Instalação

LO: Licença de Operação

LP: Licença Prévia

LPA: Licença Prévia de Ampliação

LPIA: Licença Prévia e de Instalação para Alteração

RAS: Relatório Ambiental Simplificado

RIMA: Relatório de Impacto Ambiental

RMT: Rede elétrica de Média Tensão

SEMA: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul

TR: Termo de Referência

## 1 INTRODUÇÃO

Parques eólicos constituem uma importante alternativa de geração de energia renovável. Contudo, a produção de energia eólica pode causar diversos impactos sobre a biodiversidade, sobretudo à fauna vertebrada alada. Por essa razão, informações adequadas e confiáveis sobre componentes do meio biótico sensíveis à atividade são fundamentais como suporte à tomada de decisão no licenciamento ambiental de empreendimentos dessa natureza. A análise de tais informações orienta a busca por alternativas e procedimentos menos impactantes, prática usual nas rotinas operacionais do órgão licenciador, pois sobre ele recai a responsabilidade legal de garantir a integridade dos valores ambientais que estão sob sua tutela.

O licenciamento de empreendimentos eólicos no Rio Grande do Sul é regrado pelas Portarias FEPAM n.º 118/2014, 121/2014, 61/2015 e 14/2018. Estes documentos, embora específicos para a atividade, não abordam de maneira suficiente e adequada os preceitos técnicos que devem orientar os estudos de fauna, especialmente a alada. Na perspectiva de suprir tal lacuna, estas diretrizes têm o propósito de qualificar os procedimentos para avaliação e monitoramento de impactos sobre a fauna no âmbito do licenciamento de empreendimentos de geração de energia eólica *onshore* no Estado do Rio Grande do Sul, podendo ser adaptadas para uso em outros contextos geopolíticos.

A elaboração das diretrizes teve por premissa a necessidade de se racionalizar o emprego dos recursos técnicos, tanto na produção de informações como na análise processual, no intuito central de viabilizar a convivência harmônica entre a atividade econômica e a conservação de ativos ambientais. Para tanto, este documento:

- a) cobre todas as fases do desenvolvimento e licenciamento de empreendimentos eólicos;
- b) baseia-se nos impactos conhecidos da atividade;
- c) propõe perguntas orientadoras para o diagnóstico e o monitoramento;
- d) estabelece objetivos claros para os programas de monitoramento;
- e) padroniza métodos e procedimentos, e
- f) orienta a definição de medidas de mitigação.

A aplicação das diretrizes encaminha o licenciamento para a integração e correlação dos estudos de fauna entre todas as etapas do processo, incluindo o monitoramento. Sua estrutura lógica e conceitual, alicerçada nos efeitos conhecidos da atividade (APÊNDICE I), direciona o foco dos estudos de campo e da avaliação de impactos para aspectos relevantes no contexto do planejamento e licenciamento. Com isso, eliminam-se procedimentos normalmente onerosos sob todos os aspectos e documentos cujo conteúdo pouco ou nada contribui para a redução de incertezas inerentes ao processo.

Apoiadas em perguntas orientadoras, estas diretrizes estabelecem um transparente caminho a ser seguido para a produção dos conteúdos mínimos esperados nos estudos de fauna. As questões aqui propostas não só fornecem um roteiro objetivo e abrangente para a condução do processo, como também levam à construção de uma base adequada de informações para fundamentar as decisões.

Além disso, as diretrizes incorporam alguns conceitos e ferramentas que normalmente não integram o arcabouço técnico-normativo empregado no licenciamento ambiental brasileiro. Aqui desaparece, por exemplo,

a compartimentação usualmente aplicada à definição da área de influência, que se reflete na sua divisão em Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII). Na prática, a área influenciada pelos efeitos de um empreendimento pode variar em função dos alvos de conservação considerados e do sítio no qual se pretende instalar a atividade, entre outros fatores. Esses efeitos distribuem-se no espaço sem subordinação a limites arbitrários ou meramente administrativos, como os da ADA, que corresponde ao espaço efetivamente ocupado por um empreendimento. Assim sendo, tanto os efeitos esperados podem não se propagar de maneira direta até os limites da ADA, como também efeitos importantes e diretos podem estar localizados inclusive muito distantes dessa poligonal. Portanto, aqui se considera “área de influência” todo o território sujeito aos efeitos resultantes da atividade que possam comprometer a integridade da fauna.

A incorporação da Hierarquia de Mitigação constitui outra significativa inovação. Desenvolvida para auxiliar na gestão de riscos e impactos potenciais à biodiversidade, essa ferramenta fornece uma abordagem lógica e eficaz para a tomada de decisões na busca pelo equilíbrio entre as necessidades de conservação e as prioridades de desenvolvimento. Mais importante, a Hierarquia de Mitigação induz à formulação e implementação de medidas mitigadoras já nos estágios iniciais de concepção e planejamento do empreendimento. Estimula-se, assim, uma salutar mudança de paradigma em relação à prática usual, que põe ênfase na compensação em detrimento de formas mais diretas e seguras de mitigação.

Outro aspecto incorporado com o intuito de qualificar o licenciamento foi a adoção do método BACI (*Before-After Control Impact*). Ao ser adotada no desenho do monitoramento, essa abordagem amplia a capacidade de estabelecer inferências e permite enxergar de forma mais clara as relações de causa e efeito entre as intervenções decorrentes da atividade e as respostas do monitoramento. Ao valorizar as evidências, o BACI atua na objetiva transparência do processo e na redução das incertezas.

Por fim, agregam-se aqui elementos que ensejam avanços no campo da avaliação de impactos cumulativos, tema necessariamente presente nas discussões atuais que envolvem a gestão ambiental, mas que ainda carece de normativas específicas e métodos consagrados de análise que ponderem a influência e inter-relação entre as diversas e concomitantes ações impactantes.

## **2 APLICABILIDADE**

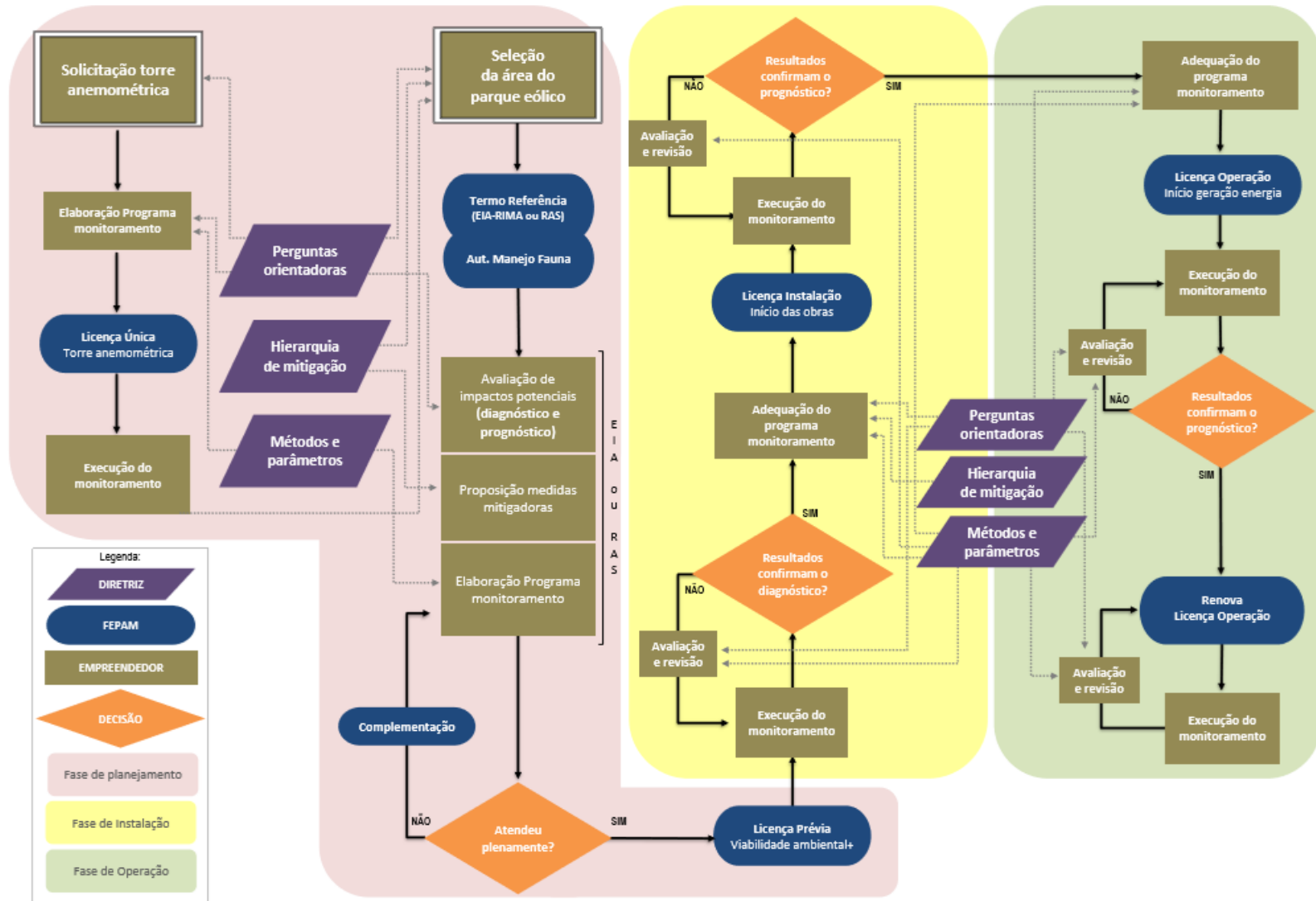
As diretrizes aqui apresentadas aplicam-se ao planejamento e execução de estudos de fauna para fins de diagnóstico, avaliação de impactos e monitoramento no âmbito de processos de licenciamento ambiental de infraestruturas relacionadas à geração de energia por fonte eólica *onshore* submetidas ao rito de licenciamento por meio de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) ou Relatório Ambiental Simplificado (RAS), todos sujeitos à Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação, bem como suas respectivas ampliações e/ou alterações (LPA e LPIA, entre outras). Portanto, as diretrizes servem como instrumento técnico orientativo para os processos de licenciamento e renovação de licenças, devendo ser incorporadas aos documentos vinculados aos procedimentos licenciatórios (TR e formulários, por exemplo).

## **3 FLUXOGRAMA DE APLICAÇÃO**

O diagrama a seguir apresenta o fluxo lógico de aplicação das diretrizes e tem por finalidade auxiliar na sua compreensão e atendimento. Ele representa, de forma esquemática, a conexão de cada um dos componentes principais deste documento (perguntas orientadoras, hierarquia de mitigação e diretrizes metodológicas) com as diferentes fases de desenvolvimento do empreendimento e com as distintas etapas do processo de licenciamento e seus respectivos instrumentos (TR, EIA/RIMA, RAS, autorizações, licenças etc.). O diagrama também indica como a aplicação das diretrizes se insere ao longo de todo o desdobramento do processo e sinaliza o fluxo de tarefas entre os agentes envolvidos (empreendedor/consultor e órgão licenciador).

# Orientações Técnicas

Para avaliação e monitoramento de impactos de empreendimentos de geração de energia eólica sobre a fauna com ênfase em aves e morcegos



## **4 FASES DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDIMENTO**

Para fins de aplicação destas diretrizes, os desdobramentos do processo de desenvolvimento do empreendimento e as respectivas etapas a serem cumpridas no seu licenciamento distribuem-se em três fases consecutivas, delimitadas no fluxograma acima e brevemente caracterizadas a seguir.

### **4.1 PLANEJAMENTO**

A fase de planejamento, ou pré-viabilidade, compreende todas as ações que contribuem para a decisão sobre a viabilidade ambiental do empreendimento. Inicia com a seleção da área para implantação do projeto, tem continuidade com o planejamento e execução dos estudos prévios (diagnóstico), a avaliação dos impactos potenciais (prognóstico), a identificação de medidas mitigadoras preventivas e a elaboração do programa básico de monitoramento, e culmina com o deferimento, ou não, da licença prévia.

O propósito principal desta fase é possibilitar uma avaliação segura da adequabilidade da área selecionada para o desenvolvimento da atividade e dos riscos e restrições envolvidos no tocante à fauna, bem como oportunizar ajustes na proposta inicial do projeto. Portanto, representa a etapa mais importante e decisiva do processo. Falhas na obtenção e análise de dados durante esta fase, gerando lacunas críticas de informação, e a proposição de medidas mitigadoras inadequadas ou insuficientes inevitavelmente resultarão em ônus às fases seguintes.

A seleção da área para implantação do projeto é anterior ao início do rito de licenciamento e, portanto, não envolve a participação do órgão licenciador, embora as respostas às perguntas orientadoras desta ação devam fazer parte do diagnóstico a ser apresentado e estarão sujeitas a análise (como parte da avaliação de alternativas locais). Aqui já se faz referência explícita à avaliação de impactos cumulativos como requisito essencial a ser cumprido na escolha da área do projeto. As demais etapas da fase de planejamento transcorrem dentro do processo ordinário de licenciamento e devem ser desenvolvidas em colaboração com o órgão ambiental.

A instalação de torres anemométricas está sujeita a rito de licenciamento próprio (mediante Licença por Adesão e Compromisso – LAC) e pode, ou não, estar integrada ao planejamento e ao licenciamento do parque eólico. Apesar de apresentar potencial de impacto consideravelmente menor quando comparada ao parque eólico, a torre anemométrica pode causar mortalidade por colisão entre vertebrados alados, especialmente se inserida em ambiente de alta atividade de aves e morcegos. Por isso, seu licenciamento é igualmente amparado em perguntas orientadoras e no monitoramento de impactos.

### **4.2 INSTALAÇÃO**

Esta fase envolve todas as ações desenvolvidas com vistas à obtenção da licença de instalação e cobre também as obras de construção do empreendimento e o monitoramento pós-instalação. Aqui ocorre o detalhamento do projeto pelo planejamento da configuração do parque eólico e de seus componentes, que deve basear-se no cenário diagnosticado e nas restrições levantadas na fase anterior (ou seja, de acordo com as respostas às perguntas orientadoras do diagnóstico e avaliação de impactos).

Dependendo da completude do diagnóstico prévio e do tempo transcorrido desde a sua realização até a solicitação da licença de instalação, pode ser necessária, a critério do órgão licenciador, a complementação e/ou a atualização das informações de base, cuja obtenção nortear-se-á pelas mesmas perguntas orientadoras utilizadas na etapa anterior. Também eventuais ajustes no *layout* do projeto podem tornar necessárias complementações nos estudos prévios.

Nesta fase também tem início a execução do programa básico de monitoramento delineado na fase de planejamento, aqui correspondendo ao monitoramento prévio (ou pré-instalação e operação). O objetivo desta etapa do monitoramento é gerar uma linha de base com a qual os resultados do monitoramento pós-instalação e pós-operação possam ser diretamente comparados. Para tanto, é necessário adequar o programa de monitoramento para que se ajuste ao detalhamento da configuração do parque eólico e das medidas de mitigação.

A fase de instalação estende-se até a avaliação conclusiva dos resultados do monitoramento pós-instalação, com base na qual é tomada a decisão de avançar ou não no desenvolvimento do projeto.

Como visto, o programa de monitoramento deve ser continuamente revisto e seus rumos adequados para que continue atendendo aos seus objetivos, dentro da lógica do manejo adaptativo.

### **4.3 OPERAÇÃO**

Esta fase envolve a preparação para a análise do requerimento de licença de operação e prossegue com o monitoramento da fase de operação. Pode ser necessário o ajuste ou detalhamento do programa de monitoramento para o seu pleno funcionamento, observando-se as perguntas orientadoras correspondentes aos impactos desta fase. Também pode ser necessário estender o monitoramento dos impactos da etapa de instalação, para a obtenção de resultados conclusivos.

A fase de operação compreende a periódica revisão do programa de monitoramento e de seus resultados, que subsidiam a tomada de decisão pela renovação ou não da licença de operação, e se encerra com a desativação do empreendimento.

## 5 PERGUNTAS ORIENTADORAS

As perguntas orientadoras definem os conteúdos e aspectos mínimos a serem considerados, investigados e analisados nos estudos de fauna vinculados ao planejamento e licenciamento de empreendimentos eólicos. Na tabela-síntese a seguir, os desdobramentos de cada fase de desenvolvimento do empreendimento são identificados como **Ações**, às quais estão associados os respectivos **Efeitos** esperados sobre os alvos de fauna potencialmente afetados. Na sequência, para cada efeito esperado, **Perguntas orientadoras** a serem respondidas durante a elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos direcionam os esforços de investigação e análise para as questões de interesse. A mesma lógica é empregada para orientar o planejamento e a execução do programa de monitoramento, cujas perguntas orientadoras se relacionam diretamente com as perguntas das etapas anteriores.

Todas as perguntas relativas ao diagnóstico e avaliação de impactos devem ser respondidas de forma clara, objetiva e conclusiva, por meio de análises e da aplicação de métodos e esforço adequados. O eventual posicionamento conclusivo pela não incidência ou pela irrelevância de um impacto, seja por características da área e/ou do empreendimento, seja pela adoção de medidas preventivas que evitam ou minimizam o impacto, deve ser acompanhado de justificativa cientificamente embasada, demonstrando que o efeito foi adequadamente avaliado e, quando aplicável, mensurado. O mesmo se aplica às respostas a perguntas que busquem verificar a presença de espécies ou sítios de interesse especial na área de influência do empreendimento.

As perguntas que orientam o monitoramento, por sua vez, têm seu atendimento condicionado às respostas obtidas para as perguntas correspondentes das fases de diagnóstico e avaliação de impactos. Para fins de aplicação e atendimento, elas devem ser desdobradas em hipóteses a serem testadas cientificamente.

Na tabela a seguir, as perguntas orientadoras estão distribuídas de acordo com a fase de desenvolvimento do empreendimento a que se aplicam e respeitando a cronologia dos sucessivos passos previstos no rito de licenciamento ambiental. Dessa forma, as perguntas não são aplicadas todas em um mesmo momento, mas sim em blocos que refletem a evolução do empreendimento e do licenciamento. Ainda que esta compartimentação cronológica seja necessária, não se deve perder de vista que as perguntas orientadoras estabelecem o imprescindível fio lógico para a condução e o encadeamento dos estudos de fauna ao longo de um processo que envolve um fluxo contínuo de avaliações e decisões interdependentes.

## 5.1 QUADRO DE PERGUNTAS ORIENTADORAS

PLANEJAMENTO				
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para avaliação de alternativas locais	
Seleção da área do parque eólico	A serem identificados	Fauna	<p>P1. Como a biodiversidade está distribuída na paisagem?</p> <p>P2. Quais impactos o projeto pode ter sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos?</p> <p>P3. Há outros empreendimentos similares próximos que possam fornecer dados e restrições? Quantos? Quais? A que distância?</p> <p>P4. Qual a alternativa locacional com menor impacto ambiental?</p>	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Instalação e operação da torre anemométrica	Colisão	Vertebrados alados	<p>P5. A torre está situada em alguma área de interesse especial para a conservação da biodiversidade? Qual? Há conflito com a atividade?</p> <p>P6. Quais as espécies sensíveis/suscetíveis presentes na área? Qual sua abundância?</p> <p>P6.1. Entre elas, existem espécies de interesse especial?</p> <p>P7. A torre está situada em alguma rota migratória conhecida de aves ou morcegos?</p> <p>P8. Existem áreas de concentração de aves ou morcegos (para alimentação, descanso, reprodução, parada migratória ou muda de penas) na área de influência? Onde?</p> <p>P8.1. Qual o padrão de uso dessas áreas (espécies, abundância, sazonalidade, tipo de uso)?</p> <p>P9. Com que frequência ocorrem condições climáticas que potencializam o risco de colisão? (neblina, chuvisqueiro, nuvens baixas, tempestades)</p> <p>P10. Existem elementos naturais da paisagem (linhas de cumeeada, encostas de vento ascendente, altitude etc.) e/ou usos da terra que influenciam no risco de colisão?</p>	<p>M1. Como as taxas de mortalidade estimadas e a composição de espécies colididas se comparam com o prognóstico?</p> <p>M2. Como as taxas de mortalidade estimadas se comportam em relação a dados de referência e a taxas de mortalidade de outros projetos em áreas com paisagem e composição de espécies semelhantes?</p> <p>M3. A taxa de mortalidade estimada por espécie e o número total de mortes por espécie podem produzir impactos em nível populacional?</p> <p>M4. A taxa de mortalidade varia de acordo com características da paisagem ou com a dinâmica de uso da terra?</p>

			PLANEJAMENTO	INSTALAÇÃO
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Instalação de canteiro de obras	Fragmentação de habitat	Fauna	<p>P11. Existem áreas onde poderá ocorrer fragmentação de <i>habitat</i>? Qual <i>habitat</i> poderá ser afetado e onde?</p> <p>P11.1. Este <i>habitat</i> é ocupado por alguma espécie de interesse especial?</p> <p>P11.2. Esta fragmentação poderá causar o isolamento temporário ou permanente de alguma espécie de interesse especial?</p> <p>P11.3. Qual a potencial relevância dessa fragmentação para espécies de interesse especial, em escala local e regional?</p>	M5. O fluxo demográfico e/ou gênico indica que o isolamento foi temporário/reversível ou que as medidas de mitigação foram eficazes em atenuar os efeitos previstos da fragmentação?
	Perda/degradação de <i>habitat</i>	Fauna	<p>P12. Alguma espécie de interesse especial será afetada pela perda/degradação de <i>habitat</i>? Qual <i>habitat</i> será afetado e onde?</p> <p>P12.1. Qual a relevância dessa perda/degradação de <i>habitat</i> para espécies de interesse especial, em escala local e regional?</p>	M6. Os <i>habitat</i> s remanescentes mantêm as populações das espécies de interesse em escala local e regional?
	Contaminação de recursos hídricos	Fauna	<p>P13. Quais as fontes potenciais de contaminação?</p> <p>P14. Quais recursos hídricos podem ser afetados por contaminação?</p> <p>P14.1. Quais espécies podem ser afetadas pela contaminação desses recursos hídricos?</p> <p>P15. Qual a probabilidade de ocorrer contaminação?</p> <p>P15.1. Quais os riscos para as espécies identificadas?</p>	<p>M7. As medidas preventivas e de controle foram eficazes na prevenção da contaminação?</p> <p>M8. Os parâmetros biológicos e físico-químicos indicam danos relevantes e/ou irreversíveis sobre os ecossistemas aquáticos? Quais?</p>
	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	<p>P16. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas?</p> <p>P16.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?</p>	M9. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	<p>P17. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?</p>	M10. Houve alteração populacional em alguma espécie de interesse?

PLANEJAMENTO			INSTALAÇÃO	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento	
Construção/adequação de acessos	Fragmentação de <i>habitat</i>	Fauna	P18. Existem áreas onde poderá ocorrer fragmentação de <i>habitat</i> ? Qual <i>habitat</i> poderá ser afetado e onde? P18.1. Este <i>habitat</i> é ocupado por alguma espécie de interesse especial? P18.2. Esta fragmentação poderá causar o isolamento temporário ou permanente de alguma espécie de interesse especial? P19. Qual a potencial relevância dessa fragmentação para espécies de interesse especial, em escala local e regional?	M11. O fluxo demográfico e/ou gênico indica que o isolamento foi temporário/reversível ou que as medidas de mitigação foram eficazes em atenuar os efeitos previstos da fragmentação?
			Perda/degradação de <i>habitat</i>	Fauna
	Alteração da dinâmica hídrica superficial (aumento ou diminuição de áreas úmidas)	Fauna	P21. Poderá ocorrer alteração na dinâmica hídrica superficial? De que tipo? P21.1. Essa alteração poderá afetar o <i>habitat</i> de espécies de interesse especial? Quais? P21.2. Qual a relevância dessa alteração para espécies de interesse especial, em escala local e regional? P22. A alteração na dinâmica pode resultar na atração de espécies suscetíveis à colisão, direta ou indiretamente?	M13. Os <i>habitats</i> remanescentes mantêm populações das espécies de interesse em escala local e regional? M14. Houve variação na taxa de colisão devido à atração de espécies suscetíveis pela alteração da dinâmica hídrica superficial?
			Contaminação de recursos hídricos	Fauna
	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	P26. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas? P26.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?	M17. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?

PLANEJAMENTO			INSTALAÇÃO	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Construção/adequação de acessos	Perturbação	Fauna	P27. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M18. Houve alteração populacional em alguma espécie de interesse?
	Introdução ou propagação de espécies exóticas invasoras	Fauna	P28. Há espécies invasoras que poderão ser favorecidas? Quais? P28.1. Quais as vias e vetores potenciais de invasão ou dispersão dessas espécies? P29. Quais ambientes e condições, existentes ou a serem criados, favorecem a invasão ou a dispersão dessas espécies? Onde?	M19. As medidas preventivas e/ou de controle foram eficazes em evitar/controlar a invasão/dispersão?
	Atração e favorecimento ao deslocamento de animais domésticos	Fauna	P30. Quais espécies de animais domésticos poderão ser beneficiadas, direta ou indiretamente? P30.1. Existem riscos associados para espécies de interesse especial? Quais? P30.2. Esses riscos são relevantes?	M20. As medidas preventivas e/ou de controle foram eficazes em evitar/controlar a circulação de animais domésticos na área do empreendimento?
Aumento do tráfego de veículos	Atropelamento	Fauna	P31. Há espécies sensíveis e/ou de interesse especial suscetíveis? Quais? P31.1. Quais os trechos em que é esperado o atropelamento dessas espécies? Há trechos potencialmente mais críticos? Onde estão localizados?	M21. Como as taxas de mortalidade e a composição de espécies afetadas se comparam com o prognóstico?
	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	P32. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas? P32.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?	M22. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	P33. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M23. Houve alteração populacional em alguma espécie de interesse?
Aumento do tráfego de veículos	Contaminação de recursos hídricos	Fauna	P34. Quais as fontes potenciais de contaminação? P35. Quais recursos hídricos podem ser afetados por contaminação? P35.1. Quais espécies podem ser afetadas pela contaminação desses recursos hídricos? P36. Qual a probabilidade de ocorrer contaminação? P36.1. Quais os riscos para as espécies identificadas?	M24. As medidas preventivas e de controle foram eficazes na prevenção da contaminação? M25. Os parâmetros biológicos e físico-químicos indicam danos relevantes e/ou irreversíveis sobre os ecossistemas aquáticos? Quais?

PLANEJAMENTO			INSTALAÇÃO	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento	
Aumento do tráfego de veículos	Introdução ou propagação de espécies exóticas invasoras	Fauna	P37. Há espécies invasoras que poderão ser favorecidas? Quais? P37.1. Quais as vias e vetores potenciais de invasão ou dispersão dessas espécies? P37.2. Quais ambientes e condições, existentes ou a serem criados, favorecem a invasão ou a dispersão dessas espécies? Onde?	M26. As medidas preventivas e/ou de controle foram eficazes em evitar/controlar a invasão/dispersão?
			P38. Existem espécies de interesse para estes fins? Quais? P39. O empreendimento poderá aumentar a incidência dessas atividades?	M27. As medidas preventivas e/ou de controle foram eficazes em evitar/controlar o aumento dessas atividades?
Aumento da presença humana	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	P40. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas? P40.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?	M28. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	P41. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M29. Houve alteração populacional em alguma espécie de interesse?
Instalação de aerogeradores	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	P42. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas? P42.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?	M30. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	P43. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M31. Houve alteração populacional em alguma espécie de interesse?
	Perda/degradação de <i>habitat</i>	Fauna	P44. Alguma espécie de interesse especial será afetada pela perda/degradação de <i>habitat</i> ? Qual <i>habitat</i> será afetado e onde? P44.1. Qual a relevância dessa perda/degradação de <i>habitat</i> para espécies de interesse especial, em escala local e regional?	M32. Os <i>habitats</i> remanescentes mantêm as populações das espécies de interesse em escala local e regional?

			PLANEJAMENTO	INSTALAÇÃO
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Instalação de aerogeradores	Contaminação de recursos hídricos	Fauna	P45. Quais as fontes potenciais de contaminação?	M33. As medidas preventivas e de controle foram eficazes na prevenção da contaminação? M34. Os parâmetros biológicos e físico-químicos indicam danos relevantes e/ou irreversíveis sobre os ecossistemas aquáticos? Quais?
			P46. Quais recursos hídricos podem ser afetados por contaminação? P46.1. Quais espécies podem ser afetadas pela contaminação desses recursos hídricos? P47. Qual a probabilidade de ocorrer contaminação? P47.1. Quais os riscos para as espécies identificadas?	
Instalação da RMT	Fragmentação de <i>habitat</i>	Fauna	P48. Existem áreas onde poderá ocorrer fragmentação de <i>habitat</i> ? Qual <i>habitat</i> poderá ser afetado e onde? P48.1. Este <i>habitat</i> é ocupado por alguma espécie de interesse especial? P48.2. Esta fragmentação poderá causar o isolamento temporário ou permanente de alguma espécie de interesse especial? P48.3. Qual a potencial relevância dessa fragmentação para espécies de interesse especial, em escala local e regional?	M35. O fluxo demográfico e/ou gênico indica que o isolamento foi temporário/reversível ou que as medidas de mitigação foram eficazes em atenuar os efeitos previstos da fragmentação?
			Perda/degradação de <i>habitat</i>	
	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	P50. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas? P50.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?	M37. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	P51. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitório etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M38. Houve alteração populacional para alguma espécie de interesse?

PLANEJAMENTO			INSTALAÇÃO	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Instalação de subestação	Fragmentação de <i>habitat</i>	Fauna	<p>P52. Existem áreas onde poderá ocorrer fragmentação de <i>habitat</i>? Qual <i>habitat</i> poderá ser afetado e onde?</p> <p>P52.1. Este <i>habitat</i> é ocupado por alguma espécie de interesse especial?</p> <p>P52.2. Esta fragmentação poderá causar o isolamento temporário ou permanente de alguma espécie de interesse especial?</p> <p>P52.3. Qual a potencial relevância dessa fragmentação para espécies de interesse especial, em escala local e regional?</p>	M39. O fluxo demográfico e/ou gênico indica que o isolamento foi temporário/reversível ou que as medidas de mitigação foram eficazes em atenuar os efeitos previstos da fragmentação?
	Perda/degradação de <i>habitat</i>	Fauna	<p>P53. Alguma espécie de interesse especial será afetada pela perda/degradação de <i>habitat</i>? Qual <i>habitat</i> será afetado e onde?</p> <p>P53.1. Qual a relevância dessa perda/degradação de <i>habitat</i> para espécies de interesse especial, em escala local e regional?</p>	M40. Os <i>habitats</i> remanescentes mantêm as populações das espécies de interesse em escala local e regional?
	Afastamento ou deslocamento por evitação	Fauna	<p>P54. Há potencial para que espécies da fauna sofram redução das áreas ocupadas ou realizem deslocamento em busca de novas áreas?</p> <p>P54.1. Há espécies de interesse especial que podem ser afetadas?</p>	M41. A escala espacial e temporal do afastamento ou deslocamento indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
	Perturbação	Fauna	P55. Há potencial para que sítios importantes para a fauna (p. ex., áreas de reprodução, dormitórios etc.) ou parâmetros biológicos (p. ex. sucesso reprodutivo) sejam afetados?	M42. Houve alteração populacional para alguma espécie de interesse?

PLANEJAMENTO			OPERAÇÃO	
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Aerogeradores (presença e operação)	Colisão	Vertebrados alados	P56. Quais as espécies sensíveis/suscetíveis presentes na área? Qual sua abundância? P56.1. Qual o padrão de atividade espacial e temporal dessas espécies na área? P56.2. Entre elas, existem espécies de interesse especial?	M43. Como as taxas de mortalidade estimadas e a composição de espécies colididas se comparam com o prognóstico?
			P57. A área está situada em alguma rota migratória conhecida de aves ou morcegos?	M44. Como as taxas de mortalidade estimadas se comportam em relação a dados de referência e a taxas de mortalidade de outros projetos em áreas com paisagem e composição de espécies semelhantes?
			P58. Existem áreas de concentração de aves ou morcegos (para alimentação, descanso, reprodução, parada migratória ou muda de penas) na área de influência? Onde? Como são utilizadas (espécies, abundância, sazonalidade, tipo de uso)? P59. Existem elementos naturais da paisagem (linhas de cumeada, encostas de vento ascendente, altitude etc.) e/ou usos da terra que influenciam no risco de colisão? P60. Com que frequência ocorrem condições climáticas que potencializam o risco de colisão (neblina, chuvisqueiro, nuvens baixas, tempestades)?	M45. A taxa de mortalidade estimada por espécie e o número total de mortes por espécie podem produzir impactos em nível populacional? M46. A taxa de mortalidade varia de acordo com características da paisagem ou com a dinâmica de uso da terra?
Afastamento ou deslocamento por evitação	Vertebrados alados	P61. Quais as espécies suscetíveis presentes na área? Qual sua abundância? P61.1. Qual o padrão de ocupação dessas espécies na área? P61.2. Quanto o empreendimento poderá alterar os padrões de ocupação dessas espécies? Qual a relevância dessa alteração?	M47. Os <i>habitats</i> remanescentes mantêm populações das espécies suscetíveis em escala local e regional?	
Efeito de barreira	Vertebrados alados residentes	P62. Qual o padrão de uso do espaço aéreo por espécies que realizam deslocamentos regulares em voo (intensidade de uso, sazonalidade, rotas de deslocamento, alturas de voo e relação com áreas de concentração)? P63. É esperado que o empreendimento altere o padrão de uso do espaço aéreo por essas espécies? Qual a relevância dessas alterações?	M48. Como o padrão de uso do espaço aéreo se compara com o prognóstico, após o início da operação do empreendimento e a implementação de eventuais medidas mitigadoras?	

			PLANEJAMENTO	OPERAÇÃO
Etapa/Ação	Efeito	Alvo	Perguntas orientadoras para elaboração do diagnóstico e avaliação de impactos	Perguntas orientadoras para o planejamento e execução do programa de monitoramento
Aerogeradores (presença e operação)	Interferência sísmica na comunicação acústica	Anfíbios	<p>P64. Há espécies potencialmente sensíveis a vibrações antropogênicas transmitidas pelo substrato na área?</p> <p>P64.1. Entre elas, existem espécies de interesse especial?</p> <p>P64.2. Qual o padrão de atividade espacial e temporal dessas espécies na área?</p> <p>P64.3. O empreendimento poderá afetar a atividade vocal e, conseqüentemente, o sucesso reprodutivo dessas espécies? Em que extensão?</p>	M49. A escala espacial e temporal da interferência indica que houve impactos sobre alguma espécie de interesse especial?
Aglomerção de parques	Potencialização dos impactos em escala regional (impacto cumulativo)	Fauna	<p>P65. A instalação do empreendimento poderá levar a uma situação em que mais de um parque eólico afete uma mesma área prioritária para a conservação (unidade de conservação, IBA etc.) ou um mesmo alvo de biodiversidade (p. ex., uma mesma subpopulação de uma espécie ameaçada)?</p> <p>P65.1. Que efeitos podem ser potencializados, aditiva ou sinergicamente, com a instalação do empreendimento (p. ex., intensificação do efeito de barreira, mortalidade acumulada etc.)?</p>	M50. As medidas mitigadoras propostas atenuam os impactos cumulativos identificados no prognóstico?

## 6 HIERARQUIA DE MITIGAÇÃO

Conforme são identificados os impactos potenciais associados às diferentes etapas de desenvolvimento do projeto (a começar pela seleção da área do parque eólico), devem-se estabelecer medidas de mitigação para cada impacto previsto seguindo-se um processo hierárquico de decisão conhecido como **hierarquia de mitigação**. Essa abordagem auxilia na gestão do risco e no planejamento da mitigação durante todo licenciamento e implantação de empreendimentos com potenciais impactos adversos sobre a biodiversidade, serviços ecossistêmicos ou recursos naturais.

A abordagem estabelece o ordenamento das ações de redução de impactos em uma escala hierárquica de prioridade com quatro passos principais, que devem ser implementados de forma sequencial:

- 1 – **prevenir/evitar**, tanto quanto possível, os impactos sobre a biodiversidade
- 2 – **minimizar** ao máximo os impactos que não podem ser evitados
- 3 – **restaurar** após impactos não evitáveis terem ocorrido
- 4 – **compensar** quaisquer impactos residuais

Há, portanto, dois componentes **preventivos** (evitar e minimizar) e dois **remediativos** ou **corretivos** (restaurar e compensar). Como regra, medidas preventivas são sempre preferíveis a medidas corretivas e devem ser priorizadas. Os custos da prevenção e minimização são geralmente menores do que os da restauração e compensação.

A hierarquia de mitigação deve ser aplicada desde o início do ciclo de desenvolvimento do projeto, ou seja, ainda na fase de planejamento ou pré-viabilidade. Em geral, mas não sempre, as decisões relativas aos componentes preventivos (evitação e minimização) são tomadas nas etapas de concepção e avaliação de impactos. As opções pelos componentes remediativos (restauração e compensação) ocorrem um pouco mais adiante e durante as fases de instalação e operação.

Se aplicada de forma efetiva, a hierarquia de mitigação reduz riscos, custos e atrasos no licenciamento e no desenvolvimento do projeto. Porém, ela não deve ser vista simplesmente como uma rota decisória unidirecional, mas sim como uma diretriz transversal a todo o processo de avaliação e redução de impactos. Assim sendo, as decisões tomadas em cada componente da hierarquia precisam ser periodicamente reavaliadas à luz das respostas do ambiente às intervenções humanas e dos resultados do monitoramento.

As perguntas a seguir auxiliam na aplicação da hierarquia de mitigação:

1. Para quais impactos potenciais do empreendimento a aplicação de medidas de evitação e/ou minimização representa a opção de mitigação mais segura e viável? (*Definir medidas de evitação e minimização para o maior número possível de impactos potenciais.*)
2. Que tipos de impactos potenciais podem restar após a aplicação das medidas de evitação e minimização? (*Qualificar e quantificar, em termos de intensidade e extensão, os impactos residuais a serem mitigados por restauração e, se necessário, compensação.*)
3. Esses impactos podem de fato ser mitigados por medidas de restauração e/ou compensação? (*Avaliar a viabilidade ecológica, social, política, legal e econômica das medidas de restauração e/ou compensação necessárias, por meio de análise de risco.*)

4. Os riscos e/ou os efeitos residuais esperados após a aplicação sistemática de todos os componentes da hierarquia de mitigação são aceitáveis? (*Se os riscos e/ou os efeitos forem altos demais, retornar ao primeiro passo e delinear medidas de evitação e/ou minimização ad*

## 6.1 PREVENÇÃO/EVITAÇÃO

Evitar ou prevenir o impacto é o primeiro e mais importante passo na hierarquia e deve ser sempre a primeira opção de mitigação. A evitação também pode ser a única alternativa no caso de alvos ou valores de biodiversidade insubstituíveis. Requer que os impactos negativos sejam previstos e evitados ainda nas fases de planejamento e avaliação de impactos do projeto, ou seja, antes que eles se manifestem e preferencialmente antes que qualquer decisão ou ação tenha sido tomada. Envolve, por exemplo, realizar ajustes na concepção inicial do projeto ou eleger um local alternativo para a sua implantação, de modo a descartar precocemente impactos ou riscos cuja remediação pode se tornar especialmente onerosa, incerta e complexa uma vez que o dano tenha ocorrido. É possível evitar impactos sobre valores de conservação delimitados tanto espacialmente (*e.g.*, uma colônia reprodutiva) quanto temporalmente (*e.g.*, um período migratório de algumas semanas). Para definição das medidas, a evitação pressupõe acesso e uso de mapas, bases de dados e informações espaciais confiáveis e de qualidade, bem como o envolvimento de especialistas.

Evitar é frequentemente a maneira mais efetiva de reduzir impactos potenciais negativos. Em muitos casos, a evitação tem maiores chances de sucesso do que os componentes seguintes da hierarquia. Além disso, seus custos tendem a ser menores e mais facilmente ajustáveis ao orçamento do projeto, pois geralmente não são necessários desembolsos.

As opções de mitigação por evitação ou prevenção podem ser enquadradas em três tipos principais:

1. Escolha locacional – análise de informações espaciais e mapas de sensibilidade ambiental na escala de *paisagem* para relocação total do projeto pela avaliação de alternativas locacionais em seu contexto geográfico, ou na escala *local* para relocação de componentes do projeto.
2. Configuração do projeto – planejamento do *layout* do projeto e de seus componentes, incluindo a disposição de infraestruturas (*e.g.*, *micrositios* de aerogeradores, relocação de estradas etc.).
3. Cronograma de implantação – ajustes no cronograma construtivo e operacional do projeto, para evitar períodos de alto risco de incidência de impactos.

## 6.2 MINIMIZAÇÃO

O segundo passo da hierarquia compreende ações ou medidas tomadas para reduzir tanto quanto possível a duração, intensidade, relevância e/ou extensão dos impactos que não podem ser completamente evitados. Ou seja, assume-se que esses impactos ocorrerão, mas serão menos severos do que na ausência de medidas de mitigação. Impactos negativos podem ser minimizados, por exemplo, por meio de um planejamento cuidadoso da distribuição espacial dos componentes do projeto e evitando-se que infraestruturas lineares como estradas ou linhas de transmissão criem barreiras para a dispersão de espécies sensíveis (*e.g.*, pela construção de passagens de fauna ou limitação do tráfego de veículos).

Medidas para minimizar impactos podem ser aplicadas durante toda a vida do projeto, desde sua concepção inicial até as fases de construção, operação e desativação. Porém, é preciso ser realista acerca da eficácia da minimização e ter cautela com técnicas ou métodos ainda não testados. Medidas que parecem boas no papel podem não funcionar na prática. Por isso, é importante que os métodos, técnicas e procedimentos adotados para minimização de impactos sejam definidos especificamente para o problema em questão e considerando a realidade do projeto. Os termos de referência elaborados para orientar o trabalho de consultores ou outros especialistas no planejamento das medidas devem refletir essa especificidade (*e.g.*, projetar corredores de fauna para as espécies x, y e z em todas as estradas internas do empreendimento).

As ações de minimização podem ser de três tipos:

1. Físicas – adaptações no *design* de infraestruturas do projeto para reduzir impactos potenciais (*e.g.*, instalação de sinalizadores de avifauna em cabos de transmissão).
2. Operacionais – gestão e controle das atividades do pessoal associado ao projeto, incluindo operários, consultores, terceirizados e demais colaboradores (compreendendo o controle de impactos diretos, como vazamentos de substâncias poluentes, e indiretos, como a caça ou coleta ilegal).
3. De atenuação – redução dos níveis de emissão de poluentes (efluentes, gases, ruído, luzes etc.); a atenuação pode se dar na fonte (*e.g.*, redução da intensidade de ruído produzido) ou no receptor (*e.g.*, instalação de barreiras para reduzir a transmissão do ruído).

O monitoramento é crucial para avaliar a eficácia das medidas de minimização implementadas. São necessários métodos e métricas específicos, utilizados de forma consistente ao longo do tempo, para avaliar o sucesso das medidas (*e.g.*, buscas regulares e sistemáticas por carcaças ao redor dos aerogeradores, para avaliar se a mortalidade por colisão se mantém dentro de níveis aceitáveis).

### 6.3 RESTAURAÇÃO

O terceiro passo da hierarquia de mitigação compreende medidas para reparar danos sobre valores de biodiversidade causados por impactos que não podem ser completamente evitados e/ou minimizados. Assim sendo, a restauração busca reduzir o passivo ambiental associado aos impactos residuais do projeto, por meio do restabelecimento de funções ou atributos ecológicos básicos de ecossistemas, comunidades e/ou populações degradadas. Portanto, os alvos das ações de restauração podem ser espécies, *habitats* ecossistemas ou serviços ecossistêmicos.

Diferentemente da compensação, a restauração é sempre feita *onsite* ou seja, dentro da área licenciada, e para reparar impactos causados direta ou indiretamente pelo empreendimento. Pode incluir ações como a revegetação de áreas degradadas ou o desenvolvimento de planos de conservação de espécies ameaçadas afetadas pelo projeto. Quando a restauração não é viável, deve-se reavaliar as medidas de evitação e minimização em vez de avançar diretamente para a compensação.

A restauração não é uma opção de mitigação recomendável para valores de conservação insubstituíveis ou muito frágeis (*e.g.*, remanescentes de formações vegetais com crescimento muito lento ou endemismos locais), devido às incertezas inerentes a processos dessa natureza e à demora para se alcançar

resultados satisfatórios. Requer planejamento detalhado e específico para garantir que haja informações de base adequadas para definir as metas e orientar as ações de restauração. Também podem ser necessárias intervenções de longo prazo para garantir que o alvo da restauração permaneça na trajetória correta até que os resultados desejados sejam alcançados. Além disso, a restauração normalmente exige um monitoramento mais intenso e próximo do que outras ações de mitigação, devido à imprevisibilidade das trajetórias e à incerteza quanto à eficácia das técnicas empregadas.

As metas de recuperação a serem atingidas podem estar relacionadas às condições originais da área ou população degradada (retorno ao um estado anterior à perturbação) ou a uma área/população de referência. No entanto, é praticamente impossível retornar completamente um alvo de conservação ao seu estado pré-perturbação, de modo que áreas ou populações restauradas quase sempre serão, até certo ponto, novas.

A restauração tem maiores chances de sucesso quando:

- < é planejada no início do ciclo de desenvolvimento do projeto;
- < são utilizadas técnicas já testadas e validadas;
- < é implementada o mais cedo possível após a ocorrência do impacto;
- < são preservados e utilizados recursos genéticos localmente adaptados;
- < envolve especialistas com experiência prévia em ecossistemas e condições ambientais semelhantes;
- < a continuidade da equipe técnica é garantida (a experiência adquirida de forma progressiva na implementação da restauração é muito importante);
- < o desempenho e eficácia das medidas são monitoradas de perto;
- < o sucesso é adequadamente mensurado; e
- < os seus resultados são periodicamente acompanhados e validados por especialistas externos.

#### **6.4 COMPENSAÇÃO**

O quarto e último passo da hierarquia requer que quaisquer impactos residuais significativos não reparados após a aplicação das etapas anteriores do planejamento estratégico da mitigação sejam compensados em outro local, isto é, fora da área licenciada. Portanto, a compensação tem o objetivo de garantir a equivalência entre perdas e ganhos no balanço final dos impactos ambientais do projeto. Consiste de resultados de conservação mensuráveis resultantes de ações implementadas em áreas não afetadas pelo projeto para compensar impactos adversos que não podem ser evitados, minimizados ou remediados por restauração. Para tanto, é essencial identificar, compreender e quantificar os impactos residuais potenciais, bem como mensurar os ganhos ambientais da compensação, para que seja possível avaliar a efetividade das ações.

A compensação pode ser cara e complexa, e seus resultados muitas vezes são incertos. A necessidade de compensações deve, portanto, ser reduzida ao máximo por meio da atenção aos componentes anteriores na hierarquia de mitigação. Existem situações, inclusive, em que não é possível reparar totalmente os impactos residuais por compensação devido à insubstituibilidade ou fragilidade dos alvos de conservação afetados.

A compensação pode ser de dois tipos principais:

1. Compensações por restauração – intervenções de manejo positivas em áreas propícias à compensação, tais como a reconstituição ou melhoria das condições ecológicas de componentes da biodiversidade ou mesmo a recriação de ecossistemas e seus valores de conservação associados (*e.g.*, restauração de uma área úmida na bacia hidrográfica do projeto, incremento de recursos-chave para uma espécie ameaçada ou controle/erradicação de espécies exóticas invasoras em área ecologicamente importante).
2. Compensações de proteção ou “perda evitada” – ações para proteger a biodiversidade em uma área que reconhecidamente está sob ameaça, real ou projetada, de sofrer perdas ou impactos significativos não relacionados ao projeto (*e.g.*, redução de impactos causados por outras infraestruturas ou criação/regularização fundiária de área protegida).

As perguntas a seguir auxiliam na definição e implementação das medidas de compensação:

1. Os componentes anteriores da hierarquia de mitigação foram sistematicamente aplicados?
2. A reparação por perdas atribuíveis ao projeto é realmente possível?
3. A compensação é uma troca “justa” pelo que foi perdido?
4. A compensação é planejada, implementada e monitorada para alcançar resultados claros e (quando possível) quantitativamente demonstráveis para a biodiversidade?
5. As partes direta ou indiretamente interessadas foram envolvidas no planejamento e no desenho da compensação e continuarão envolvidas na sua implementação?
6. A compensação resultará em uma mudança positiva real que não teria acontecido de qualquer maneira (cenário contrafactual)?

O investimento em unidades de conservação que apresentem deficiências de implementação ou gestão pode representar um caminho mais rápido, simples e seguro para a compensação, além de facilitar as negociações com os órgãos ambientais. Porém, é recomendável que a escolha da área a ser beneficiada não se baseie somente em critérios espaciais, como a proximidade em relação ao empreendimento, mas considere também outros fatores, como a similaridade na composição dos alvos de conservação.

Por fim, com base nos objetivos de conservação definidos e nos indicadores associados, é possível estabelecer metas de biodiversidade para a compensação, que podem ser do tipo *no net loss* (nenhuma perda líquida de valores de biodiversidade com a implantação do projeto) ou *net gain* (saldo final positivo no balanço entre perdas e ganhos de biodiversidade após a implantação do projeto). A opção pela mitigação do tipo *net gain* pode trazer benefícios significativos ao meio ambiente, à sociedade e ao empreendedor.

A seguir são listadas opções de mitigação de impactos decorrentes da construção e operação de parques eólicos sobre a fauna atualmente em uso ou em desenvolvimento. A lista não deve ser tomada como exaustiva e completa, visto que novas estratégias e tecnologias são continuamente desenvolvidas e avaliadas experimentalmente em diversas regiões do mundo.

## 6.5 QUADRO DE OPÇÕES DE MITIGAÇÃO RECOMENDADAS:

PREVENÇÃO/EVITAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Múltiplos efeitos em macro e microescala	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selecção da alternativa locacional de menor impacto potencial (onde implantar o parque eólico?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deve basear-se na análise de mapas detalhados de sensibilidade ambiental em escala regional, gerados a partir de dados secundários e, na medida da necessidade, dados primários</li> <li>Evitar, tanto quanto possível, áreas e sítios de alta relevância ecológica (e.g, áreas úmidas e habitats críticos para espécies ameaçadas), zonas prioritárias para a conservação da biodiversidade, elementos naturais da paisagem que potencializem impactos e onde o risco é mais alto (e.g, cumeadas, linhas de costa), principais rotas migratórias de aves ou morcegos etc.</li> <li>As análises devem focar espécies/grupos sensíveis, ameaçadas de extinção e migratórias de longa distância, ambientes singulares sensíveis e áreas de concentração de indivíduos</li> </ul>	Rydell et al. (2012); Marques et al. (2014); Ekstrom et al. (2015); Mascarenhas et al. (2015); Paula et al. (2015); Coelho et al. (2018)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adequação das dimensões do projeto (qual tamanho do parque eólico, em extensão e número aerogeradores?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excluir, tanto quanto possível, territórios de espécies ameaçadas de extinção sensíveis a impactos de parques eólicos e sítios críticos com alto valor de conservação</li> <li>Aerogeradores maiores e energeticamente mais eficientes, porém em menor número, são preferíveis a aerogeradores menores e menos eficientes</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste e otimização do layout do projeto (onde instalar os aerogeradores e as estruturas de serviço/apoio?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A medida deve ser baseada na análise de mapas de sensibilidade ambiental da área do projeto e área controle, gerados essencialmente a partir de dados primários</li> <li>Inclui microsítios (posicionamento estratégico) de aerogeradores, vias de acesso e outros componentes do projeto, para evitar áreas ou sítios sensíveis (e.g, abrigos de morcegos, ninhais, dormitórios de aves silvestres, sítios de reprodução de anfíbios, poças temporárias ocupadas por peixes anuais etc.)</li> <li>Inclui também o planejamento cuidadoso de infraestruturas lineares, para evitar que criem barreiras</li> <li>O foco de atenção deve ser espécies/grupos sensíveis e ameaçadas de extinção, ambientes singulares e áreas de concentração de indivíduos</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste no cronograma de implantação do projeto (quando começar a realizar cada atividade/intervenção construtiva ou operacional?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exige razoável compreensão ecológica dos padrões sazonais ou diários de atividade e deslocamento de espécies sensíveis na área do projeto e seu entorno</li> <li>Deve basear-se em informações prévias disponíveis especificamente para a área do projeto ou em dados obtidos em programa de monitoramento com, no mínimo, um ano de duração (preferencialmente mais)</li> <li>As análises devem focar espécies/grupos sensíveis ameaçadas de extinção ou migratórias de longa distância, para evitar períodos ou épocas críticas</li> </ul>	

PREVENÇÃO/EVITAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Perturbação	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Definição de zonas de amortecimento ao redor de sítios importantes para a avifauna ou herpetofauna</b> (distanciamento de acordo com tipo de sítio/espécie/grupo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Estabelecer distanciamento radial seguro em relação a locais de nidificação, colônias reprodutivas, pousos/dormitórios ou quaisquer outros sítios importantes para a avifauna (ex., parados migratórios, áreas de alimentação e sítios utilizados para a muda de penas) ou herpetofauna (sítios de reprodução de anfíbios potencialmente sensíveis a vibrações antropogênicas transmitidas pelo substrato)</li> <li>◁ As análises devem focar espécies/grupos sensíveis e sítios de importância regional ou maior</li> <li>◁ Para dormitórios de aves regionalmente importantes, é recomendado um <i>buffer</i> de proteção de 5 km</li> <li>◁ As zonas de amortecimento indicadas no Apêndice II são sugestões ou recomendações baseadas nas melhores informações disponíveis; na ausência de informações, a distância mínima recomendada é a altura total do aerogerador multiplicada por dez</li> </ul>	Atienza et al. (2014); Caorsi et al. (2019)
Colisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Adequação das dimensões do projeto</b> (qual o tamanho do parque eólico, em extensão e número aerogeradores?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Aerogeradores maiores e energeticamente mais eficientes, porém em menor número, são preferíveis a aerogeradores menores, menos eficientes e com maior velocidade de rotação (menor taxa de colisão por megawatt gerado)</li> </ul>	Marques et al. (2014)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Distanciamento mínimo em relação a áreas importantes para morcegos</b> (abrigos, corredores de comutação, áreas de forrageio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Evitar abrigos regional ou localmente importantes (naturais ou antropogênicos), rotas de comutação e áreas com alta atividade de morcegos</li> <li>◁ Para abrigos regionalmente importantes, é recomendável um distanciamento de 5 km em relação aos aerogeradores; para abrigos de importância local, pode-se adotar distanciamentos menores</li> <li>◁ Em áreas de forrageio, respeitar distância mínima de 200 m entre as turbinas e bosques ou florestas, ou de 300 m no caso de áreas florestais &gt;20ha</li> <li>◁ Rios, lagos e áreas úmidas também podem ser ambientes com grande atividade de morcegos, necessitando atenção na avaliação de impactos potenciais; é recomendado um distanciamento mínimo de 300 m de corpos d'água com superfície maior do que 1 ha</li> <li>◁ As medidas devem basear-se em mapas de densidade de atividade elaborados a partir da análise de padrões temporais e espaciais de uso (considerando o efeito da sazonalidade e de fatores climáticos), bem como na localização dos abrigos na área de influência direta e indireta do empreendimento</li> </ul>	Rodrigues et al. (2015); Rydell et al. (2012)

PREVENÇÃO/EVITAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Colisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Definição de zonas de amortecimento ao redor de sítios importantes para a avifauna</b> (distanciamento de acordo com tipo de sítio/espécies/grupo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Estabelecer distanciamento radial seguro em relação a locais de nidificação, colônias reprodutivas, dormitórios ou quaisquer outros sítios importantes para a avifauna (APÊNDICE II)</li> <li>◁ As análises devem focar espécies/grupos suscetíveis e sítios de importância regional ou maior</li> <li>◁ Para dormitórios regionalmente importantes, é recomendado um <i>buffer</i> de proteção de 5 km</li> <li>◁ As zonas de amortecimento indicadas abaixo são sugestões ou recomendações baseadas nas melhores informações disponíveis; na ausência de informações, a distância mínima recomendada é a altura total do aerogerador multiplicada por dez; em certos casos, distâncias maiores podem ser necessárias, como em parados migratórios ou em pontos ao longo de rotas migratórias importantes</li> </ul>	Atienza et al. (2014); Rydell et al. (2012); LAG VSW (2014); Watson et al. (2018)
Atropelamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Restrição da circulação noturna de veículos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A ser aplicado durante a fase de construção ou em outros períodos com tráfego intenso de veículos</li> <li>◁ O foco de atenção deve ser espécies/grupos suscetíveis e ameaçadas de extinção</li> </ul>	Kociolek et al. (2015)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Restrição da velocidade de veículos automotivos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A ser aplicado durante a fase de construção ou em outros períodos com tráfego intenso de veículos</li> <li>◁ A medida deve focar espécies/grupos suscetíveis e ameaçadas de extinção</li> </ul>	Kociolek et al. (2015)
Atração de fauna por sinalização luminosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Uso de luzes de sinalização verdes</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Aves com migração noturna podem ser particularmente desorientadas e atraídas por luzes vermelhas ou brancas, particularmente quando a visibilidade é reduzida (<i>e.g.</i>, sob neblina ou chuvisqueiro); no entanto, um estudo não revelou diferenças significativas entre as taxas de mortalidade em aerogeradores com e sem luzes vermelhas piscantes em um mesmo parque eólico</li> </ul>	Poot et al. (2008); Kerlinger et al. (2010); Marques et al. (2014)
MINIMIZAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Múltiplos efeitos em macro- e microescala	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Uso de métodos construtivos ambientalmente amigáveis</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Inclui reduzir ao máximo o canteiro de obras e áreas construtivas, limitar a conversão de ecossistemas ao estritamente necessário etc.</li> </ul>	Ekstrom et al. (2015); Mascarenhas et al. (2015)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Controle operacional</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Deve basear-se em Plano de Controle Ambiental detalhado, para gerir e regular as atividades do pessoal associado ao projeto, incluindo funcionários, empreiteiros e terceirizados</li> <li>◁ Inclui a gestão de impactos diretos (<i>e.g.</i>, prevenção de vazamentos de contaminantes no solo) e indiretos (<i>e.g.</i>, medidas para reduzir a caça ilegal na área de influência do projeto)</li> </ul>	Ekstrom et al. (2015)

MINIMIZAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Fragmentação do <i>habitat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Construção de passagens de fauna</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Adaptações no desenho físico de infraestruturas lineares para aumentar a sua permeabilidade à fauna</li> <li>◁ Inclui a construção/instalação de pontes e túneis</li> </ul>	Beckmann et al. (2010); van der Grift & van der Ree (2015); van der Ree et al. (2015)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Restrição da velocidade de veículos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Fixar e aplicar limites de velocidade e instruir operadores de veículos, para reduzir o efeito de barreira causado pela circulação de veículos</li> </ul>	van der Ree et al. (2015)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Controle e limitação da circulação de veículos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A ser aplicado durante a fase de construção ou em outros períodos com tráfego intenso de veículos</li> <li>◁ A medida deve focar espécies/grupos sensíveis e ameaçados de extinção</li> </ul>	van der Ree et al. (2015)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Manutenção/implantação de corredores de fauna</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ O foco da medida devem ser espécies sensíveis e ameaçadas de extinção</li> <li>◁ Deve utilizar espécies nativas e recursos genéticos localmente adaptados</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Adequação do padrão e cronograma de remoção da vegetação</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A medida deve focar espécies/grupos sensíveis e ameaçados de extinção</li> </ul>	
Efeito de barreira	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Arranjo paralelo das linhas de aerogeradores em relação a rotas de voo de aves e morcegos</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Manter livres as principais rotas de voo entre dormitórios e áreas de alimentação de aves sensíveis</li> </ul>	LAG VSW (2014)
Perturbação	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Controle das atividades humanas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Por exemplo, reduzir a circulação de pessoas próximo de áreas sensíveis e interromper atividades de construção ou manutenção durante períodos críticos para espécies sensíveis, ou à noite</li> </ul>	Paula et al. (2015)
Interferência sísmica na comunicação acústica	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Desligamento seletivo dos aerogeradores</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Interrupção noturna na operação de aerogeradores durante períodos críticos para a reprodução de espécies sensíveis de anfíbios</li> <li>◁ Requer considerável conhecimento sobre os padrões temporais de atividade das espécies-alvo</li> <li>◁ A medida ainda não foi testada e há incerteza sobre sua viabilidade e efetividade</li> </ul>	Caorsi et al. (2019)
Afastamento por evitação	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Pintura das torres</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ O uso de padrões de pintura em gradiente vertical de cor verde promove a integração visual das estruturas na paisagem de fundo</li> <li>◁ Os benefícios dessa medida para reduzir o efeito de evitação na fauna ainda precisam ser demonstrados</li> </ul>	

MINIMIZAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Afastamento por evitação	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Uso de modelos/manequins para atração de aves</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A medida deve focar espécies sensíveis e/ou ameaçadas de extinção</li> <li>◁ Deve-se evitar o uso de modelos que atraiam aves suscetíveis à colisão com aerogeradores (<i>e.g.</i>, rapinantes)</li> </ul>	
Colisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Aumento da visibilidade das pás e aerogeradores</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Pintar as pás com padrões coloridos ou com tinta refletora de radiação ultravioleta</li> <li>◁ A combinação de uma pá preta e duas brancas se mostrou efetiva em pelo menos um experimento</li> <li>◁ A pintura das torres com padrão em gradiente vertical de cor verde reduz a colisão com essas estruturas</li> </ul>	Marques et al. (2014); Paula et al. (2015); Schuster et al. (2015); May et al. (2020)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Uso de dispositivos dissuasores sonoros</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Instalação de emissores de ultrassom ou de vocalizações de estresse para afastar morcegos ou aves de áreas específicas</li> <li>◁ A emissão de ultrassons a partir das torres dos aerogeradores tem efeito repelente sobre morcegos pelo menos a curtas distâncias e seu efeito parece ser prolongado, mas a eficácia do método ainda está sendo experimentalmente avaliada</li> <li>◁ Para aves, o uso contínuo de dispositivos sonoros pode fazer com que a medida perca seu efeito pela habituação dos alvos</li> </ul>	Rydell et al. (2012); Arnett et al. (2013); Marques et al. (2014); Allison et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Desligamento seletivo dos aerogeradores (sob demanda)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Interrupção na operação de aerogeradores, manual ou automatizada (associada a radar ou câmeras de vigilância instaladas nas turbinas), em situações de alto risco (<i>e.g.</i>, aproximação de aves migratórias suscetíveis em rota de colisão com aerogeradores ou intensa atividade de aves silvestres e/ou morcegos dentro de perímetros de segurança pré-estabelecidos)</li> <li>◁ Requer observadores humanos ou sistemas remotos de vigilância em tempo real para detectar a aproximação de alvos suscetíveis em voo</li> <li>◁ Câmeras podem ser úteis em parques eólicos de pequeno porte ou para monitorar aerogeradores que apresentem alto risco de colisão; radares são mais eficientes para detectar movimentos em larga escala, como períodos de intenso fluxo migratório, particularmente durante a noite</li> <li>◁ Requer consideráveis investimentos em recursos e tecnologia</li> <li>◁ Até o momento, a eficácia da medida foi demonstrada apenas para alguns grupos de aves de grande porte</li> </ul>	Marques et al. (2014); BirdLife International (2015); Paula et al. (2015); McClure et al. (2018); Allison et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Corte programado na operação de aerogeradores (<i>curtailment</i>)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Desligamento programado de aerogeradores baseado em modelos de risco de colisão, durante períodos específicos</li> <li>◁ A ser adotado em certos períodos do dia, em determinadas estações do ano ou sob condições meteorológicas específicas (<i>e.g.</i>, aerogeradores instalados em rotas migratórias podem ter sua operação interrompida em noites de condições climáticas desfavoráveis para resguardar migrantes noturnos)</li> <li>◁ Pode ter maior impacto sobre a produção de energia do que outras opções de manipulação do modo de operação das turbinas</li> </ul>	Marques et al. (2014)

MINIMIZAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Colisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Ajuste na velocidade de arranque dos aerogeradores</b> (velocidade do vento na qual as turbinas começam a produzir eletricidade)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ As turbinas são projetadas para começar a gerar energia acima de um certo limite de velocidade de vento (velocidade de arranque); porém, as pás da turbina giram mesmo quando a velocidade do vento está abaixo da velocidade de arranque definida pelo fabricante, expondo morcegos e aves ao risco de colisão ainda que nenhuma energia elétrica esteja sendo gerada</li> <li>◁ Consiste em interromper o funcionamento das turbinas quando a intensidade do vento é baixa, adotando velocidades de arranque pré-definidas</li> <li>◁ O risco a morcegos diminui consideravelmente quando um ou mais aerogeradores em particular são desligados em noites quentes e com vento de baixa velocidade</li> <li>◁ A velocidade de arranque dos aerogeradores deve ser definida com base em estudos prévios relacionando a atividade de morcegos na área dos aerogeradores com variáveis climáticas, sobretudo temperatura e velocidade do vento</li> </ul>	Arnett et al. (2011); Rydell et al. (2012); Marques et al. (2014); Paula et al. (2015); Pereira et al. (2017); Allison et al. (2019); Hayes et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Ajuste no ângulo das pás dos aerogeradores</b> (<i>blade feathering</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ A mudança no ângulo das pás aumenta a velocidade de arranque das turbinas, evitando que girem sob condições de baixa velocidade de vento</li> <li>◁ A ser implementado em noites com condições climáticas que aumentam a atividade de morcegos (<i>e.g.</i>, noites quentes com vento de baixa velocidade)</li> <li>◁ As condições meteorológicas para adoção da medida devem ser definidas com base em estudos prévios relacionando a atividade de morcegos na área dos aerogeradores com variáveis climáticas, sobretudo temperatura e velocidade do vento</li> </ul>	Peste et al. (2015); Pereira et al. (2017); Allison et al. (2019)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Manejo do <i>habitat</i> no entorno dos aerogeradores</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Manejo do <i>habitat</i> com o objetivo de reduzir a atividade de espécies suscetíveis em áreas de risco</li> <li>◁ Inclui, por exemplo, o corte periódico ou adensamento da vegetação, a restrição de usos que criem condições favoráveis a espécies sensíveis (<i>e.g.</i>, cultivo de arroz irrigado) e o controle de populações de presas no entorno dos aerogeradores</li> <li>◁ O manejo do <i>habitat</i> para proteger espécies suscetíveis pode ter efeitos colaterais sobre outras espécies</li> </ul>	Marques et al. (2014)

RESTAURAÇÃO			
EFEITO POTENCIAL	OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
Perda/degradação de <i>habitat</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Restauração/recuperação de <i>habitat</i></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Tem por objetivo melhorar condições adversas geradas diretamente pelo desenvolvimento do projeto</li> <li>◁ Inclui, por exemplo, a revegetação ou restauração ambiental de áreas degradadas</li> <li>◁ Deve priorizar o <i>habitat</i> de espécies sensíveis ou ameaçadas de extinção</li> <li>◁ Deve ser orientada por informações de base adequadas, obtidas durante a fase de diagnóstico</li> <li>◁ Requer planejamento detalhado e específico, com inclusão de metas de restauração e definição de indicadores de desempenho</li> <li>◁ Deve utilizar espécies nativas e recursos genéticos localmente adaptados</li> <li>◁ É necessária também nos casos de repotenciação e desativação de parques eólicos</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Reposição/restauração de estruturas destruídas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Envolve a definição de quais, onde e quando devem ser reparadas as estruturas perdidas, como abrigos de morcegos ou substratos de nidificação, por exemplo</li> </ul>	Peste et al. (2015); Pereira et al. (2017)
Introdução/propagação de espécies exóticas invasoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Controle/erradicação de espécies exóticas invasoras</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Implementação de programa de controle de espécies exóticas invasoras, em consonância com a estratégia regional e o plano estadual de controle de espécies exóticas invasoras</li> </ul>	
Colisão	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Desenvolvimento de programa de conservação de espécies afetadas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Tem por objetivo a recuperação da população de espécies que tenham sofrido significativa mortalidade por colisão ou outros impactos</li> <li>◁ Deve focar espécies sensíveis e ameaçadas de extinção</li> <li>◁ Deve priorizar ações <i>in situ</i> como o incremento de recursos-chave, a recuperação de populações de presas, a instalação de caixas-ninho etc</li> <li>◁ A reintrodução de espécies a partir de estoques de cativeiro deve ser a última opção</li> </ul>	
Alteração da dinâmica hídrica superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ <b>Bloqueio de drenos para recuperar áreas úmidas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Deve ser orientada por informações de base adequadas, obtidas durante a fase de diagnóstico</li> </ul>	

COMPENSAÇÃO		
OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
< <b>Expansão, melhoramento ou restauração de habitats fora do parque eólico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Deve focar o <i>habitat</i> de espécies sensíveis ou ameaçadas de extinção</li> <li>&lt; Os <i>habitats</i> criados/restaurados devem estar relacionados com os <i>habitats</i> espécies afetados pelo empreendimento (estratégias do tipo <i>like-for-like</i>)</li> </ul>	
< <b>Controle/erradicação de espécies exóticas invasoras em áreas ecologicamente relevantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; A seleção das áreas para o desenvolvimento da ação deve levar em conta a sua semelhança com a área do parque eólico em termos de alvos de conservação impactados</li> </ul>	
< <b>Manejo de habitats para espécies migratórias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Consiste no manejo de áreas úmidas visando aumentar a disponibilidade e a qualidade do <i>habitat</i> para as aves limícolas migratórias</li> <li>&lt; Requer o desenvolvimento e implementação de protocolos de manejo área-específicos, em colaboração com proprietários e gestores de terras públicas ou privadas</li> <li>&lt; Não é necessário haver relação entre a área afetada e a área manejada em termos de <i>habitat</i> de espécies afetadas</li> </ul>	Elphick (1996)
< <b>Criação de áreas livres de pesticidas ao redor de parques eólicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Medida para proteger populações de morcegos no entorno de parques eólicos quando há impacto populacional residual por colisão com aerogeradores, por exemplo</li> </ul>	Peste et al. (2015)
< <b>Proteção de abrigos de morcegos existentes no entorno de parques eólicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Os refúgios utilizados por morcegos nas proximidades de parques eólicos, sejam de origem natural ou antropogênica, podem ser incrementados ou protegidos para melhorar as condições de abrigo</li> <li>&lt; Inclui a proteção dos sítios (restrição do acesso humano) pela instalação de portões ou cercas na entrada de cavernas ou a manutenção de árvores mortas, por exemplo</li> </ul>	Peste et al. (2015)
< <b>Oferta de novos abrigos para morcegos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Consiste na instalação de abrigos artificiais, construídos com materiais duráveis, em áreas onde a disponibilidade de abrigos naturais é baixa</li> <li>&lt; A ocupação dos novos abrigos leva algum tempo, podendo ser necessário monitorá-los por vários anos para avaliar sua efetividade</li> <li>&lt; Os abrigos devem ser instalados preferencialmente em áreas próximas ao parque eólico, mas suficientemente distantes para evitar a atração de morcegos à área de influência dos aerogeradores</li> </ul>	Peste et al. (2015)
< <b>Criação, expansão, recuperação ou proteção de sítios de reprodução ou repouso de aves silvestres (<i>ninhais, pousos, abrigos etc</i>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Inclui ações para melhorar as condições ecológicas ou minimizar outros impactos humanos em sítios de importância regional</li> <li>&lt; Preferencialmente, os sítios criados/recuperados devem ter alguma relação com sítios/espécies afetados pelo empreendimento (estratégias do tipo <i>like-for-like</i>)</li> </ul>	
< <b>Desenvolvimento de planos de conservação/programas de reprodução de espécies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Os planos devem ser voltados preferencialmente à recuperação de populações de espécies ameaçadas de extinção/suscetíveis afetadas pelo empreendimento</li> </ul>	IUCN/SSC (2017)

COMPENSAÇÃO		
OPÇÃO DE MITIGAÇÃO	CONSIDERAÇÕES E DIRETRIZES DE APLICAÇÃO	REFERÊNCIAS
< <b>Recuperação de populações de presas ou incremento de recursos-chave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Deve focar as necessidades de espécies ameaçadas de extinção</li> <li>&lt; Estratégias do tipo <i>like-for-like</i> são preferíveis, ou seja, aquelas em que as ações de conservação beneficiem populações de uma ou mais espécies negativamente afetadas, em áreas próximas à do empreendimento, visando melhorar as condições ecológicas</li> </ul>	
< <b>Programas de reintrodução de espécies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Devem focar preferencialmente espécies ameaçadas de extinção que tenham sido localmente extintas em áreas próximas e ecologicamente similares à impactada pelo empreendimento</li> </ul>	IUCN/SSC (2013)
< <b>Criação ou regularização fundiária de áreas protegidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; A medida deve ser planejada e implementada sob a tutela técnica do órgão gestor da área protegida</li> <li>&lt; A escolha da área a ser beneficiada deve considerar, entre outros fatores, a sua similaridade com a área do empreendimento em termos de composição dos alvos de conservação (estratégia do tipo <i>like-for-like</i>)</li> </ul>	
< <b>Elaboração de planos de manejo de áreas protegidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; A medida deve ser planejada e implementada sob a tutela técnica do órgão gestor da área protegida</li> <li>&lt; A escolha da área a ser beneficiada deve considerar, entre outros fatores, a sua similaridade com a área do empreendimento em termos de composição dos alvos de conservação (estratégia do tipo <i>like-for-like</i>)</li> </ul>	
< <b>Campanhas de conscientização/sensibilização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Devem estar voltadas à redução de ameaças (<i>e.g.</i>, captura ilegal, perseguição) a espécies/grupos ou à solução de conflitos entre humanos e fauna silvestre</li> <li>&lt; Os resultados da campanha devem ser mensuráveis</li> </ul>	
< <b>Redução de impactos causados por outras infraestruturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Por exemplo, a instalação de dispositivos que reduzam o risco de eletrocussão de aves silvestres em linhas de transmissão</li> <li>&lt; Preferencialmente em áreas próximas ou que tenham alguma relação com a área de influência do projeto</li> </ul>	Bernardino et al. (2019)

## 7 DIRETRIZES METODOLÓGICAS

Tanto na fase de diagnóstico prévio e avaliação de impactos como durante a execução do programa de monitoramento, a obtenção de respostas objetivas, conclusivas e cientificamente embasadas para as perguntas orientadoras preconizadas nestas diretrizes requer decisões adequadas acerca do desenho amostral, dos métodos analíticos, dos parâmetros a serem avaliados e das métricas de integridade ou desempenho a serem mensuradas.

Esta seção fornece uma visão geral das opções metodológicas atualmente em uso para identificar, avaliar e monitorar os impactos de parques eólicos *onshore* sobre a fauna, destacando suas principais aplicações e eventuais limitações. Como os métodos, tecnologias e ferramentas aplicadas à amostragem da fauna com vistas à avaliação e monitoramento de impactos de parques eólicos estão em contínua evolução, o conjunto de recomendações aqui apresentadas não deve ser visto como completo e definitivo, mas sim como um auxílio para orientar a escolha dos métodos e a padronização dos procedimentos.

### 7.1 ORIENTAÇÕES GERAIS

O diagnóstico prévio (EIA-RIMA ou RAS) deve priorizar a coleta intensiva de dados de referência que permitam uma caracterização detalhada da condição ou do comportamento dos alvos de conservação antes do início das intervenções. O mesmo se aplica ao monitoramento prévio. Os protocolos metodológicos utilizados devem ser passíveis de replicação nas fases subsequentes do projeto e em áreas-controle.

O monitoramento das fases de instalação e operação, por sua vez, deve servir para diagnosticar e confirmar a ocorrência dos impactos previstos nos estudos prévios, identificar impactos não previstos e avaliar a efetividade das medidas mitigadoras adotadas. Portanto, o programa de monitoramento deve ser planejado para responder questões específicas formuladas *a priori* mediante o uso de métricas e indicadores previamente definidos.

Os esforços de amostragem devem ser direcionados a alvos ou valores de biodiversidade potencialmente sensíveis aos impactos diretos e indiretos, identificados por meio de critérios explícitos (*e.g.*, espécies com *status* de conservação desfavorável, endêmicas e/ou regionalmente raras; espécies/grupos com atributos comportamentais ou ecomorfológicos que conferem maior suscetibilidade; sítios de importância crítica, ambientes singulares e áreas de concentração de biodiversidade).

Para a elaboração do diagnóstico prévio e avaliação de impactos, o esquema de amostragem deve abranger pelo menos um ano, no caso de exigência de EIA-RIMA, ou pelo menos seis meses consecutivos, incluindo necessariamente toda a primavera e pelo menos parte do verão, se o estudo exigido corresponder a um RAS<sup>1</sup>. Em ambos os casos, a amostragem deverá ter frequência mensal e duração de pelo menos uma semana.

O monitoramento, por outro lado, deve estender-se por no mínimo três anos consecutivos após o início da fase de operação, ao término dos quais o programa será reavaliado e: i) continuado sem alterações nas

---

<sup>1</sup> De acordo com as recomendações expressas no Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil (CEMAVE/ICMBio, 2019) e sugeridas por Pereira et al. (2017).

rotinas amostrais, ii) espaçado (por exemplo, tornando-se bienal), iii) reduzido (pelo encerramento de alguns de seus componentes e manutenção de outros), iv) espaçado e reduzido ou v) encerrado. Em alguns casos, o monitoramento pode ser necessário durante toda a vida útil do parque eólico.

Como meio principal de avaliação de impactos e apoio à tomada de decisão, é recomendada a elaboração de mapas temáticos e integrados de sensibilidade ambiental. A comparação dos mapas construídos durante a fase de diagnóstico e/ou monitoramento prévio com os mapas gerados a partir de dados de monitoramento nas fases de instalação e operação permite verificar se houve alterações na condição, abundância, composição e/ou atividade dos alvos nesse intervalo de tempo, bem como determinar sua magnitude. A ausência de alterações significativas ou fora de limites “aceitáveis” indica que as medidas de mitigação adotadas surtiram o efeito desejado e foram efetivas em reduzir os impactos previstos. Já a constatação de alterações significativas ou relevantes indica a necessidade de medidas mitigadoras adicionais ou mais restritivas.

A incorporação da abordagem BACI (*Before-After Control Impact*) no desenho experimental do monitoramento aumenta o seu poder inferencial e permite estabelecer uma relação de causa e efeito entre as intervenções humanas e as respostas dos alvos monitorados. Nesse tipo de desenho, dados de referência e das fases de construção e operação em áreas impactadas e não impactadas são comparados para distinguir impactos reais resultantes do empreendimento de variações espaço-temporais naturais que não têm relação com o desenvolvimento do projeto. Essa abordagem exige o levantamento simultâneo de dados na área de influência do empreendimento e em áreas-controle que apresentem características fisionômicas e ecológicas semelhantes, mas não sejam diretamente afetadas pelo projeto.

Tanto quanto possível, a ocorrência das espécies amostradas deve ser documentada para fins de verificação da identificação taxonômica. Os *vouchers* coletados (espécimes completos ou parciais, fotografias, gravações de áudio etc) deverão ser depositados em coleções ou bases de dados científicas de acesso público, ou disponibilizados em plataformas digitais de ciência cidadã, e anexados ou referenciados nos relatórios apresentados ao órgão licenciador, juntamente com as respectivas licenças de coleta.

Por fim, é fundamental que os procedimentos metodológicos sejam aplicados e integrados sob uma perspectiva de manejo adaptativo, possibilitando sua contínua reavaliação e eventual adequação à luz do aprendizado acumulado ao longo do processo.

## 7.2 MÉTODOS RECOMENDADOS

As variações que se busca diagnosticar e quantificar pela comparação dos resultados do monitoramento com os dados de referência obtidos durante os estudos prévios são de natureza diversa e definem diferentes pautas de investigação. Para facilitar o processo de seleção dos métodos de amostragem, as questões mais relevantes no contexto da avaliação e monitoramento de impactos de parques eólicos sobre a fauna são organizadas em três objetivos básicos, que por sua vez se vinculam aos principais efeitos diretos da atividade sobre esse componente do meio biótico:

<b>OBJETIVOS DO MONITORAMENTO</b>	<b>EFEITOS A SEREM AVALIADOS</b>
<i>O que se pretende analisar?</i>	<i>O que se pretende diagnosticar/medir?</i>
Variações populacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Desaparecimento ou aparecimento de espécies (alterações na composição de espécies)</li> <li>&lt; Redução ou aumento populacional (alterações em padrões de abundância)</li> <li>&lt; Variação no sucesso reprodutivo/produktividade (alterações na performance reprodutiva)</li> </ul>
Alterações em padrões de atividade ou uso do <i>habitat</i> (inclui espaço aéreo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Alteração de rotas de voo/corredores de comutação (efeito de barreira)</li> <li>&lt; Afastamento ou deslocamento (evitação)</li> <li>&lt; Mudança no comportamento de espécies (em áreas/sítios de alimentação, caça ou descanso)</li> <li>&lt; Interferência de vibrações transmitidas pelo substrato na comunicação acústica (alterações na atividade vocal)</li> </ul>
Mortalidade por colisão	< Taxa de mortalidade

A clara definição dos objetivos de monitoramento baseada nos impactos potenciais da atividade permite a determinação objetiva dos parâmetros a serem avaliados e das métricas a serem utilizadas. Isto, por sua vez, orienta a definição do desenho amostral, a escolha dos métodos analíticos e, por conseguinte, a estruturação do programa de monitoramento.

## 7.2.1 QUADRO DE MÉTODOS RECOMENDADOS:

VARIÇÕES POPULACIONAIS						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Alterações na composição de espécies (desaparecimento ou aparecimento de espécies)	Ocorrência de espécies por habitat/área	< Dados de presença/ausência	Contagem em transecções lineares/pontos fixos	Aves	Observadores com capacidade para reconhecer visual e auditivamente as espécies presentes na região; contagens em transecções de 400–500 x 100 m ou pontos de 5–10 min x 50–100 m de raio, ou ainda com estimativa de distância (método <i>Distance</i> )	Ralph et al. (1995); Bibby et al. (1998); Nur et al. (1999); Bibby et al. (2000); Buckland et al. (2001); Sutherland et al. (2004); Canadian Wildlife Service (2007); Buckland et al. (2008); Simons et al. (2009); Strickland et al. (2011)
		< Estimadores de riqueza	Busca por abrigos diurnos ( <i>roost search</i> )	Morcegos	Busca ativa, entrevistas e consulta a mapas geológicos/de mineração, na área de influência direta e indireta; contagens sazonais nos abrigos para estimar número de indivíduos e variação ao longo do ano	Pereira et al. (2017)
Alterações em padrões de abundância (redução ou aumento populacional)	Riqueza/diversidade de espécies por habitat/área	< Índices de diversidade	Contagem em dormitórios e ninhais	Aves coloniais	Contagens totais de aves ou de ninhos ativos, no período adequado; uso de fotos aéreas tomadas a distância segura permitem contagens mais acuradas; áreas de concentração de anatídeos devem ser monitoradas quinzenalmente durante o estudo prévio	Bibby et al. (1998); Bibby et al. (2000); Sutherland et al. (2004); Stenhouse & Goyette (2012); SNH (2014)
		< Curva de rarefação e extrapolação baseada na cobertura amostral	Contagem a partir de mirantes ( <i>vantage point survey</i> )	Aves de rapina; aves migratórias	Observadores com experiência na contagem de aves em bandos; uso de pontos de observação com ampla visão panorâmica	Bibby et al. (1998); Bird & Bildstein (2007); Strickland et al. (2011); SNH (2014)
		< Dados de contagens/censos	Captura/recaptura com redes de neblina	Aves e morcegos	Requer experiência e estrita observância a protocolos de segurança; permite marcação de indivíduos para reconhecimento individual, determinação de idade, instalação de dispositivos de rastreamento e estimativa de taxas de recaptura e tamanho populacional; para morcegos, recomendado em áreas com florestas ou alta incidência de filostomídeos	CEMAVE (1994); Bibby et al. (1998); Gaunt & Oring (1999); Nur et al. (1999); Ralph et al. (1999); NABC (2003); Dunn & Ralph (2004); Ralph et al. (2004); Wolfe et al. (2010); Efford & Dawson (2012); Pereira et al. (2017)
		< Abundância/densidade por habitat/área				
		< Índices de abundância relativa				
		< Estimativas de densidade				
		< Número de territórios				

VARIÇÕES POPULACIONAIS						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Alterações na composição de espécies (desaparecimento ou aparecimento de espécies)	Ocorrência de espécies por habitat	< Dados de presença/ausência	Armadilhas fotográficas	Mamíferos de médio/grande porte	Câmeras remotas com sensor de movimento para detectar/documentar presença de espécies em áreas ou habitats específicos; método fornece informações sobre distribuição, abundância e comportamento; modelos de captura/recaptura podem ser usados com reconhecimento de indivíduos para estimativa populacional	Lyra-Jorge et al. (2008); Ancrenaz et al. (2012); Cunha (2013); Burton (2014); Trolliet et al. (2014)
		< Estimadores de riqueza				
Alterações em padrões de abundância (redução ou aumento populacional)	Riqueza/diversidade de espécies por habitat	< Índices de diversidade	Detecção acústica via receptores de ultrassom	Morcegos com ecolocalização	Detectores manuais ao nível do solo ou aparelhos automáticos instalados a diferentes alturas do solo; identificação de sinais gravados de ecolocalização até pelo menos o nível de gênero; espectogramas correspondentes a cada sonótipo identificado devem ser anexados nos relatórios apresentados ao órgão licenciador	Strickland et al. (2011); Pereira et al. (2017)
		< Curva de rarefação e extrapolação baseada na cobertura amostral				
		< Dados de contagens/censos	Levantamento de vestígios (fezes, pegadas, tocas etc.)	Mamíferos	Busca e contagem de vestígios em transecções lineares; amostras de fezes frescas podem ser coletadas para análises genéticas	Lyra-Jorge et al. (2008); Cunha (2013)
		< Índices de abundância relativa				
< Estimativas de densidade	Coleta ativa com puçá	Peixes anuais	Coleta em ambientes de ocorrência potencial no período adequado	Alonso & Genade (2018)		
< Número de territórios						

VARIÇÕES POPULACIONAIS						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Variações no sucesso reprodutivo (alterações na performance reprodutiva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Natalidade</li> <li>&lt; Produtividade</li> <li>&lt; Fecundidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Número de ninhos ativos por ano ou estação reprodutiva</li> <li>&lt; Número de ovos, filhotes ou jovens produzidos por ano ou estação reprodutiva</li> </ul>	Contagem e monitoramento em ninhais	Aves coloniais	Estimativa do número de casais reprodutivos ou ninhos ativos na colônia e acompanhamento de métricas de sucesso reprodutivo em uma amostra representativa dos ninhos; uso de armadilhas fotográficas ou câmeras remotas de vigilância auxilia na obtenção de dados	Hensler & Nichols (1981); Sutherland et al. (2004); Dinsmore & Dinsmore (2007); Stenhouse & Goyette (2012)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Tamanho médio de postura ou ninhada</li> <li>&lt; Taxa de eclosão</li> </ul>	Busca ativa e monitoramento de ninhos	Aves territoriais	Contagem do número de ninhos por área ou <i>habitação</i> e acompanhamento de métricas de sucesso reprodutivo; uso de armadilhas fotográficas ou câmeras remotas de vigilância auxilia na obtenção de dados	Hensler & Nichols (1981); Nur et al. (1999); Sutherland et al. (2004); Bird & Bildstein (2007); Dinsmore & Dinsmore (2007); Stenhouse & Goyette (2012)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Taxa de sobrevivência de ovos e/ou filhotes</li> <li>&lt; Sucesso de filhotes por ninho (<i>fledgling success</i>)</li> <li>&lt; Razão etária</li> </ul>	Estimação da razão etária	Aves congregantes com variação etária aparente na plumagem	Requer uso de luneta ou câmera fotográfica com zoom/lente telefoto, para determinação segura da classe etária de cada indivíduo	Sutherland et al. (2004); Stenhouse & Goyette (2012)
Alterações em rotas de voo/corredores de comutação (alterações em padrões espaciais temporais de deslocamento e efeito de barreira)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Deslocamentos em voo</li> <li>&lt; Presença/ausência de espécies sensíveis</li> <li>&lt; Comportamento de voo</li> <li>&lt; Uso de rotas de voo/corredores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Intensidade e frequência de deslocamentos</li> <li>&lt; Mapas com espacialização das rotas de voo</li> </ul>	Contagem em transecções lineares/pontos fixos	Aves congregantes, migratórias ou de rapina	Quantificar deslocamentos e registrar comportamento, altura, direção dos voos etc.; rotas de voo devem ser desenhadas em mapas e vetorizadas em SIG, para permitir análises espaciais; estimativas de altura de voo com fraca resolução; não é adequado para amostragem noturna; estimativas de uso do espaço aéreo baseadas em pontos fixos são mais propensas a distorções devido às grandes distâncias de observação	Bibby et al. (1998); Nur et al. (1999); Bibby et al. (2000); Buckland et al. (2001); Sutherland et al. (2004); Canadian Wildlife Service (2007); Buckland et al. (2008); Strickland et al. (2011); Atienza et al. (2014)
			Contagem a partir de mirantes ( <i>vantage point survey</i> )	Aves de rapina	Uso de pontos de observação com ampla visão panorâmica; estimar número de contatos/hora por ponto ou por quadrícula da área de estudo; em geral, baixa resolução espacial	Bibby et al. (1998); Bird & Bildstein (2007); Strickland et al. (2011); SNH (2014)

ALTERAÇÕES EM PADRÕES DE OCUPAÇÃO ESPACIAL						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Alterações em rotas de voo/corredores de comutação (alterações em padrões espaço-temporais de deslocamento e efeito de barreira)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Deslocamentos em voo</li> <li>◁ Presença/ausência de espécies sensíveis</li> <li>◁ Comportamento de voo</li> <li>◁ Uso de rotas de voo/corredores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Intensidade e frequência de deslocamentos</li> <li>◁ Mapas com espacialização das rotas de voo</li> </ul>	Radar	Aves (morcegos)	Recomendam-se radares marítimos móveis com duas antenas, uma operando no plano horizontal e outra no vertical; permite coleta de dados detalhados do uso do espaço aéreo (rotas, direções, velocidade e altura dos voos); baixa resolução para diferenciar espécies/grupos (requer observação para identificação dos alvos); permite amostragem contínua da área, de dia e à noite; maior precisão em comparação com observadores humanos; custo elevado do equipamento; mais efetivo em terrenos planos; uso para detecção de morcegos ainda traz desafios técnicos	Strickland et al. (2011); Atienza et al. (2014); Santos et al. (2018); Bauer et al. (2019); Rogers et al. (2020)
			Rastreamento remoto (telemetria)	Aves e mamíferos	<p>Via rádio: sinal emitido por transmissor VHF afixado no animal é captado por antena e receptor portáteis ou por rede de estações fixas instaladas na área de estudo; coleta de dados manual (a pé, de carro, barco etc.) ou automática (por triangulação); baixo alcance do sinal; em geral, gera localizações com alta precisão; adequado ao estudo de deslocamentos a curtas distâncias, área de vida, sobrevivência, uso do <i>habitat</i>; é adequado para estudos de migração ou de espécies que percorrem longas distâncias; além da localização, pode transmitir dados de atividade; permite rastrear vertebrados muito pequenos até muito grandes; baixo custo inicial e de operação; não necessita recaptura dos animais marcados; uso de microtransmissores codificados (<i>NanoTags</i> 1 g) permite o registro automático da presença ou passagem de animais marcados pela área de estudo e o monitoramento simultâneo de vários indivíduos em uma mesma frequência; aplicável a aves e morcegos muito pequenos; usa rede de estações coordenadas automatizadas (<i>Motus Wildlife Tracking System</i>); distribuídas ao longo de rotas migratórias ou instaladas em pontos de interesse (colônias reprodutivas ou abrigos comunitários); recomendado para monitorar movimentos migratórios de longa distância, presença/ausência em pontos de interesse, taxas de visitação ao ninho (<i>beeper tags</i>) etc.</p>	Kenward (2001); Fuller et al. (2005); FAO (2007); Candia-Gallardo et al. (2010); <i>site</i> de fornecedores

ALTERAÇÕES EM PADRÕES DE OCUPAÇÃO ESPACIAL						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Alterações em rotas de voo/corredores de comutação (alterações em padrões espaciais temporais de deslocamento da ave)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Deslocamentos em voo</li> <li>&lt; Presença/ausência de espécies sensíveis</li> <li>&lt; Comportamento de voo</li> <li>&lt; Uso de rotas de voo/corredores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Intensidade e frequência de deslocamentos</li> <li>&lt; Mapas com espacialização das rotas de voo</li> </ul>	Rastreamento remoto (telemetria)	Aves e mamíferos	Via satélite: sinais de rádio de transmissores (PTTs) afixados no animal são captados por satélites e retransmitidos a estações receptoras e de processamento em terra (geralmente do sistema Argos), que processam os dados e os disponibilizam ao usuário; adequado para rastrear rotas migratórias, dispersão a longas distâncias, área de vida etc.; precisão moderada (<150 m); não requer recaptura dos animais marcados; alto custo inicial e de operação; não permite rastreamento de vertebrados muito pequenos.	Kenward (2001); Fuller et al. (2005); FAO (2007); Candia-Gallardo et al. (2010); <i>site</i> de fornecedores
					Via GPS: <i>Data loggers</i> ou transmissores GPS afixados ao animal captam sinal de GPS e armazenam internamente ou transmitem os dados de localização via satélite, respectivamente; dados de localização com alta precisão (em geral <10 m), adequados para rastrear rotas migratórias e deslocamentos de qualquer distância, avaliar uso do <i>habitat</i> e estimar área de vida; transmissores GPS não requerem recaptura para obtenção dos dados, que são retransmitidos automaticamente via sistema Argos ou Iridium; dados de <i>data loggers</i> podem ser armazenados em memória interna ou baixados remotamente via sinal VHF (somente quando o animal retorna periodicamente aos mesmos locais); <i>data loggers</i> com memória interna requerem a recaptura do animal para recuperação dos dados, mas permitem o monitoramento de vertebrados muito pequenos; painéis solares podem ser usados para estender a duração da bateria, mas aumentam o peso do conjunto; custo inicial e de operação médio ( <i>data loggers</i> ) a alto (transmissores via satélite);	

ALTERAÇÕES EM PADRÕES DE OCUPAÇÃO ESPACIAL						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Alterações em rotas de voo/corredores de comutação ( <i>alterações em padrões espaciais temporais de deslocamento e efeito de barreira</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Deslocamentos em voo</li> <li>◁ Presença/ausência de espécies sensíveis</li> <li>◁ Comportamento de voo</li> <li>◁ Uso de rotas de voo/corredores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Intensidade e frequência de deslocamentos</li> <li>◁ Mapas com espacialização das rotas de voo</li> </ul>	Rastreamento remoto (telemetria)	Aves e mamíferos	Via Geolocalizador: <i>data logger</i> com sensores de luminosidade afixados ao animal determinam a sua localização duas vezes ao dia relacionando intensidade de luz com data/horário; custo similar ao do rastreamento via rádio, mas com baixa precisão nas localizações (>150 km); indicado para rastrear deslocamentos de muito longa distância; requer a recaptura do animal para descarregar os dados; permite o rastreamento de vertebrados muito pequenos até muito grandes.	Kenward (2001); Fuller et al. (2005); FAO (2007); Candia-Gallardo et al. (2010); <i>sites</i> de fornecedores
Alterações em padrões de atividade/uso do habitat (inclui espaço aéreo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Distribuição espacial</li> <li>◁ Ocupação</li> <li>◁ Atividade vocal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Índices de atividade, ocupação, forrageio ou abundância relativa por habitat/área</li> <li>◁ Mapas de abundância ou densidade</li> <li>◁ Mapas de densidade/intensidade de atividade</li> <li>◁ Modelos de uso do espaço (<i>Soundscape</i>)</li> <li>◁ Taxa individual de emissões sonoras</li> </ul>	Monitoramento acústico passivo – PAM (espectro total, no caso de morcegos)	Morcegos insetívoros aéreos, aves territoriais e anfíbios	Construção de perfis ou modelos de atividade por levantamento acústico com uso de gravadores automáticos programáveis distribuídos na área de estudo e área controle; padrão de atividade avaliado por amostragem aleatória estratificada, com distanciamento mínimo de 200 m entre pontos (avaliações em nível de comunidade); regime amostral conforme o grupo alvo/objetivo, <i>e.g.</i> , unidades amostrais de 10–15'/hora durante 3 dias/ponto/mês, ou 1 semana/mês (morcegos), em horários de maior atividade dos alvos; estimar índices de atividade vocal, de abundância relativa ou de atividade de forrageio ( <i>e.g.</i> , n° vocalizações ou detecções/unidade de tempo, n° registros da espécie/n° total de registros, frequência ou taxa registro/ponto, n° chamados de navegação ou de forrageio/unidade de tempo etc.); identificação de sinais acústicos até o nível de espécie (aves e anfíbios) ou pelo menos gênero (morcegos); atividade de morcegos deve ser medida na faixa de altura de rotação das pás; identificação de sinais acústicos de morcegos ainda em evolução, assim como a identificação automática de espécies por meio de algoritmos; interferência de vibrações provocadas por aerogeradores sobre a comunicação sonora de anfíbios	Acevedo & Villanueva-Rivera (2006); Brandes (2008); Dawson & Efford (2009); Pereira et al. (2017); Arias-Aguilar et al. (2018); Darras et al. (2018); Gibb et al. (2019); Caorsi et al. (2019); Pérez-Granados et al. (2019); Sugai et al. (2019a); Sugai et al. (2019b)
Mudança no comportamento de espécies (em áreas/sítios de alimentação, caça ou descanso)						
Interferência sísmica na comunicação acústica de anfíbios						

ALTERAÇÕES EM PADRÕES DE OCUPAÇÃO ESPACIAL						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
					demonstrada apenas experimentalmente, havendo lacunas de conhecimento sobre limiares de tolerância, capacidade de habituação das espécies e raio de propagação das vibrações em cada tipo de terreno; método requer armazenamento e pós-processamento de grande volume de dados; em geral, não permite distinguir indivíduos (necessário, por exemplo, para avaliar alteração na atividade vocal de indivíduos); custo inicial relativamente alto; correlação da atividade com variáveis climáticas permite melhor compreensão dos padrões de uso; espectogramas correspondentes a cada sonótipo identificado devem acompanhar os resultados apresentados ao órgão licenciador	
Alterações em padrões de atividade/uso do habitat (inclui espaço aéreo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Distribuição espacial</li> <li>&lt; Ocupação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Índices de atividade, ocupação, forrageio ou abundância relativa por área</li> <li>&lt; Mapas de abundância ou densidade</li> <li>&lt; Mapas de densidade/intensidade de atividade</li> <li>&lt; Modelos de uso do espaço (<i>Soundscape</i>)</li> </ul>	Contagem em transecções lineares/pontos fixos	Aves territoriais, mamíferos (em parte)	Observadores com capacidade para reconhecer visual e auditivamente as espécies presentes na região; contagens em transecções de 400–500 x 100 m ou pontos de 5–10 min x 50–100 m de raio, ou ainda com estimativa de distância (método <i>Distance</i> )	Ralph et al. (1995); Bibby et al. (1998); Nur et al. (1999); Bibby et al. (2000); Buckland et al. (2001); Sutherland et al. (2004); Canadian Wildlife Service (2007); Buckland et al. (2008); Simons et al. (2009); Strickland et al. (2011)
Mudança no comportamento de espécies (em áreas/sítios de alimentação, caça ou descanso)			Rastreamento remoto (telemetria)	Aves e mamíferos	Ver acima	Ver acima
			Radar	Aves (morcegos)	Ver acima	Ver acima
			Armadilhas fotográficas	Mamíferos de médio/grande porte	Ver acima	Ver acima

MORTALIDADE POR COLISÃO						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Colisão com as pás de aerogeradores em movimento ou com estruturas estáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Mortalidade</li> <li>◁ Espécies afetadas</li> <li>◁ Distribuição espacial e temporal das colisões</li> <li>◁ Remoção de carcaças</li> <li>◁ Detectabilidade das carcaças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Lista de espécies afetadas</li> <li>◁ Número observado e estimado de mortes, total e por espécie</li> <li>◁ Número observado e estimado de mortes por ano e por estação, total e por espécie</li> </ul>	Buscas periódicas por carcaças ao redor dos aerogeradores (por observadores humanos ou cães treinados)	Aves e morcegos	Monitorar todas as turbinas ou amostra representativa de 30% (mínimo de 10), selecionadas ao acaso, estratificadas por <i>habitat</i> ou selecionadas de acordo com características específicas (localização, histórico de colisões etc.); raio de busca de 50 m ou igual à altura total da turbina (o que for maior), centrado nos aerogeradores a serem monitorados; mínimo de 20 min de busca, percorrendo transecções lineares paralelas, em ziguezague ou aleatórias, dependendo do terreno e vegetação dominante; buscas realizadas no mínimo a cada 15 dias nos primeiros anos, por pelo menos 3 anos, e mensais a partir do quarto ano; inspeções podem ser semanais ou a cada três dias em períodos críticos (fases de reprodução, dispersão, emigração e imigração); uso de cães treinados aumenta a eficiência de detecção de carcaças (>taxa de detecção = <tempo de busca = 10 min); causas de óbitos de morcegos ainda são pouco conhecidas; a	Paula et al. (2011); Strickland et al. (2011); Ferrer et al. (2012); Atienza et al. (2014); Marques et al. (2015); Pereira et al. (2017); Santos et al. (2018); Rodrigues et al. (2018); Allison et al. (2019); aplicativo online <i>Wildlife Fatality Estimator</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Taxa de mortalidade, total e por espécie (mortes/turbina/ano)</li> <li>◁ Taxa de mortalidade por turbina ou por conjunto de turbinas, total e por espécie</li> </ul>	Buscas periódicas por carcaças ao redor dos aerogeradores (por observadores humanos ou cães treinados)	Aves e morcegos	contagem bruta de carcaças subestima o número de mortes por colisão e deve ser ajustada aplicando-se fatores de correção para três fontes principais de erro: remoção de carcaças por carniceiros, eficiência do observador e tamanho da área de busca; correlacionar número de colisões com o período do ano e com fatores climáticos (temperatura, umidade e vento) para determinar quando e em que condições ocorre o maior número de mortes	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ “Mapa de calor” de incidência de mortes</li> <li>◁ Distribuição sazonal das mortes</li> <li>◁ Tempo médio de permanência das carcaças</li> <li>◁ Percentual de detecção de carcaças, por observador (humano ou canino)</li> </ul>	Experimentos para estimar taxa de remoção de carcaças por animais carniceiros	Aves e morcegos	Ensaios de remoção de carcaças: inspeções diárias a carcaças previamente dispostas em locais conhecidos, para estimar o tempo médio que elas persistem até serem removidas ou decompostas; considerar diferentes tipos de carcaças, de pelo menos três classes de tamanho; camundongos devem ser usados como substitutos para morcegos; evitar a saturação do local para não atrair artificialmente predadores e carniceiros; experimentos devem ser repetidos a cada estação do ano; podem-se usar armadilhas fotográficas ativadas por infravermelho para avaliar a remoção de carcaças, com a vantagem de permitir a identificação do agente removedor	

MORTALIDADE POR COLISÃO						
EFEITO POTENCIAL	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	MÉTRICAS/ PRODUTOS	MÉTODOS RECOMENDADOS	GRUPO-ALVO	REQUISITOS/OBSERVAÇÕES	REFERÊNCIAS
Colisão com as pás de aerogeradores em movimento ou com estruturas estáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Mortalidade</li> <li>◁ Espécies afetadas</li> <li>◁ Distribuição espacial e temporal das colisões</li> <li>◁ Remoção de carcaças</li> <li>◁ Detectabilidade das carcaças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Lista de espécies afetadas</li> <li>◁ Número observado e estimado de mortes, total e por espécie</li> <li>◁ Número observado e estimado de mortes por ano e por estação, total e por espécie</li> </ul>	Experimentos para estimar eficiência de detecção dos observadores	Aves e morcegos	Testes cegos de detectabilidade para estimar a eficiência de cada observador na detecção de um número conhecido de carcaças; devem ser realizados uma vez por estação ou toda vez que houver mudanças que possam afetar a detecção de carcaças ( <i>e.g.</i> , na estrutura da vegetação), ou ainda quando mudarem os observadores; usar modelos que simulem os diferentes tipos de carcaças quanto ao tamanho e cor; usar de 20 a 50 carcaças/modelos de cada classe de tamanho (pequeno, médio e grande); calcular taxa de detecção para cada observador (proporção de carcaças detectadas); em áreas de vegetação heterogênea, as carcaças/modelos devem ser distribuídas proporcionalmente em cada classe de vegetação; uso de cães requer a	Paula et al. (2011); Strickland et al. (2011); Ferrer et al. (2012); Atienza et al. (2014); Marques et al. (2015); Pereira et al. (2017); Santos et al. (2018); Rodrigues et al. (2018); Allison et al. (2019); aplicativo online <i>Wildlife Fatality Estimator</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ Taxa de mortalidade, total e por espécie (mortes/turbina/ano)</li> <li>◁ Taxa de mortalidade por turbina ou por conjunto de turbinas, total e por espécie</li> </ul>	Experimentos para estimar eficiência de detecção dos observadores	Aves e morcegos	disposição de carcaças reais, se possível de animais vitimados no próprio parque eólico, mas não é necessário considerar diferentes classes de tamanho de carcaça ou tipos de vegetação	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>◁ “Mapa de calor” de incidência de mortes</li> <li>◁ Distribuição sazonal das mortes</li> <li>◁ Tempo médio de permanência das carcaças</li> <li>◁ Percentual de detecção de carcaças, por observador (humano ou canino)</li> </ul>	Experimentos para estimar a abrangência da área de busca	Aves e morcegos	Modelos de densidade de carcaças a diferentes distâncias da turbina podem ser usadas para estimar a fração de carcaças que caem fora da área de busca, permitindo ajustar o número total de mortes considerando a área não amostrada	

## GLOSSÁRIO

### **Afastamento**

Ausência ou uso reduzido de determinada área previamente ocupada por uma espécie, em consequência de modificações ambientais que tornam o *habitat* inadequado ou diminuem sua capacidade de suporte. Ocorre, por exemplo, quando os indivíduos de uma espécie passam a evitar áreas dentro de um determinado raio em torno dos aerogeradores devido a interferências diretas (alteração da estrutura do *habitat*) ou indiretas (*e.g.*, inibição comportamental). O afastamento, ou deslocamento, decorre do comportamento de evitação e leva à redução efetiva da área de *habitat* apropriado à espécie.

### **Alvo, espécie ou grupo**

A espécie ou grupo de espécies selecionado para ser o foco de um estudo, monitoramento ou medida.

### **Área, padrão de uso da**

Uso sistemático de um determinado território onde os espécimes da fauna repetem comportamentos em atendimento às suas necessidades.

### **Área controle**

Em um desenho experimental, é a área de estudo escolhida para representar o cenário contrafactual, ou seja, a condição ou situação esperada ao longo do tempo na ausência do impacto a ser monitorado. Quando avaliada por meio de procedimentos amostrais e metodológicos idênticos aos aplicados à área potencialmente impactada, serve para inferir se as respostas ambientais detectadas são atribuíveis, ou não, à intervenção causadora do impacto. As áreas controle devem guardar minimamente semelhanças topográficas e fitofisionômicas com as áreas potencialmente impactadas.

### **Área de Influência**

Espaço/território no qual se distribuem os efeitos dos impactos com origem na instalação e/ou operação de alguma atividade/intervenção humana, provocando alterações nos meios físico, biótico e/ou socioeconômicos e em seus componentes associados.

### **Aves ou morcegos, áreas de concentração de**

Ambientes de uso preferencial e cotidiano dos indivíduos do grupo das aves e mamíferos alados onde ocorre a concentração de vários indivíduos e que normalmente representam *habitats* de reprodução, alimentação, dormitório ou refúgio.

### **BACI (Before-After Control-Impact), delineamento experimental**

Desenho experimental estatisticamente robusto e amplamente empregado em estudos de impacto ambiental. Permite isolar o efeito do empreendimento de variações naturais em parâmetros ecológicos quando não é possível escolher as áreas de controle e tratamento aleatoriamente. Baseia-se no princípio de que o padrão de alteração observado entre o “antes” e o “depois” de uma intervenção antropogênica no local impactado (tratamento) será diferente do padrão natural

observado em um local não sujeito a essa mesma intervenção (controle). Exige que as amostragens sejam replicadas antes e depois do início do impacto na área afetada e em uma ou mais áreas-controle.

**Barreira**, *efeito de*

Efeito que resulta em alteração significativa no comportamento de uma ou mais espécies animais devido à instalação de infraestruturas que criam um obstáculo a seus movimentos regulares. Por exemplo, a alteração de rotas migratórias ou rotas locais de voo de aves ou morcegos. O efeito de barreira pode traduzir-se em um aumento nas distâncias de voo e, conseqüentemente, no gasto energético associado aos deslocamentos, ou até causar o rompimento da conectividade ecológica entre áreas de alimentação e de reprodução ou descanso.

**Biodiversidade**, *área de interesse especial para a conservação da*

Área dotada de atributos importantes para a manutenção da biodiversidade onde podem ser restringidos determinados regimes de uso. Exemplos: unidades de conservação, Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, *Important Bird Area* (IBA), áreas de preservação permanente, corredores ecológicos, entre outras.

**Comunidade**

Conjunto de populações de diferentes espécies que interagem entre si e ocorrem juntas no espaço. Por exemplo, uma comunidade de floresta de planície. As comunidades diferem na riqueza de espécies, ou seja, no número de espécies que contêm, e na abundância relativa das diferentes espécies.

**Dinâmica hídrica**

Variação no aporte de água superficial ou subterrânea dos recursos hídricos de uma determinada área, em escala variada. Flutuação observada nos níveis de vazão em determinado território ou recurso hídrico.

**Efeito**

Fenômeno resultante da incidência de uma determinada intervenção sobre um meio físico, biótico ou socioeconômico; aquilo que é produzido por uma causa; é a sua consequência, resultado.

**Escala local**

Território circunscrito ao polígono do empreendimento.

**Escala regional**

Território além daquele circunscrito à escala local, normalmente extrapolando a extensão para outra microbacia hidrográfica, ou até mesmo outra bacia, em alguns casos.

**Espécie de interesse especial**

Toda a espécie com algum grau de ameaça estadual, nacional ou global, ou que ocupa posição elevada na rede trófica, ou enfrente alta pressão sobre seu *habitat* ou seja endêmica, rara ou migratória.

**Espécie suscetível**

Espécie capaz ou passível de receber, de experimentar, de sofrer influência ou ser atingida por algum dos impactos associados às atividades do empreendimento. Vertebrados que representem interesse especial no âmbito do levantamento de informações para avaliação dos efeitos da instalação de parques eólicos.

**Espécies**, *composição de*

Conjunto qualitativo de espécies que compõem uma comunidade. Ao informar a composição de espécies de uma área, devemos dizer “quem são” e não “quantas são”.

**Evidência direta**

Constatação de um fenômeno, episódio, de uma espécie ou grupo delas, através de contato visual (preferencialmente documentado por fotografia) ou sinais sonoros, quando for o caso.

**Evidência indireta**

Constatação de um fenômeno, episódio, de uma espécie ou grupo delas, através de outros recursos que não o visual, tais como vestígios (penas, pelos, rastros, fezes etc.) ou até relatos de terceiros, entre outros.

**Evitação**<sup>1</sup> (*displacement*)

Ver sob **Afastamento**.

**Evitação**<sup>2</sup> (*avoidance*)

Neste documento, o termo evitação também significa o primeiro nível (**prevenir/evitar**, tanto quanto possível, os impactos sobre a biodiversidade) no ordenamento das ações de mitigação de impactos em uma escala hierárquica de prioridade com quatro passos principais (hierarquia de mitigação).

**Fluxo demográfico**

Movimento de indivíduos, independente do propósito, que ocorre nas áreas de vida da espécie.

**Fluxo gênico**

Movimento de indivíduos, entre suas populações, que interagem reprodutivamente; troca de alelos que diminui a divergência genética e geralmente aumenta a diversidade intrapopulacional, evitando a erosão genética.

**Fragmento**

Área remanescente de porção maior que permanece com atributos ambientais originais, porém com menor capacidade de suporte.

**Fragmentação**

Processo pelo qual uma paisagem é dividida em fragmentos menores, ocasionando a quebra da conectividade estrutural e funcional entre as manchas resultantes. As lacunas entre os fragmentos remanescentes podem constituir barreiras ao deslocamento e à dispersão de espécies, atuando como filtros seletivos que comprometem a sobrevivência de indivíduos, o fluxo gênico e, conseqüentemente, a manutenção das populações dos alvos.

**Habitat***perdido*

Supressão ou modificação severa na estrutura de um ambiente, provocando a perda severa de qualidade e forçando as espécies que dele dependem ao abandono da área ou provocando a morte de indivíduos. As principais consequências para a biodiversidade são a extinção local de espécies e/ou a redução regional de recursos.

#### *Habitatdegradação d*

Processo pelo qual a qualidade ou condição do *habitat* é reduzida ou comprometida. A degradação altera as interações bióticas e abióticas, tendendo a favorecer espécies generalistas e exóticas invasoras. Portanto, um *habitat* em condições precárias pode não sustentar populações de espécies raras ou de alto valor ecológico, nem fornecer serviços ecossistêmicos. No caso da degradação, embora não haja o desaparecimento do *habitat* ele perde atributos imprescindíveis ao seu funcionamento.

#### **Impacto ambiental**

O efeito negativo sobre o ambiente de uma intervenção ou atividade humana, tal como a construção e operação de um parque eólico, afetando a biota, os serviços ecossistêmicos e/ou a qualidade dos recursos naturais. Definido na legislação como “Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais” (Resolução Conama 01/1986).

#### **Impacto potencial**

É o impacto previsto para uma certa atividade, projeto ou intervenção. Os impactos potenciais são identificados antes da instalação do empreendimento, como forma de avaliar sua viabilidade.

#### **Impacto real**

É o impacto constatado (e, em geral, mensurado e monitorado) durante a instalação ou operação do empreendimento.

#### **Impacto residual**

Impacto negativo que se mantém após a implementação de medidas de mitigação apropriadas de evitação, minimização e restauração.

#### **Impacto cumulativo**

O conjunto de transformações causadas pela combinação dos efeitos de ações humanas com os efeitos de ações similares ou distintas que ocorreram no passado, que são praticadas no presente ou que poderão vir a ocorrer no futuro, em um dado espaço territorial. Tais efeitos podem resultar de ações individualmente pouco importantes, mas que coletivamente se tornam significativas ao longo de um período de tempo, modificando a capacidade de suporte ou resiliência dos sistemas ambientais. Os impactos cumulativos podem ocorrer de modo aditivo, pela soma de efeitos de mesma natureza, ou de modo interativo, quando os efeitos se multiplicam ou sofrem sinergismo (efeito sinérgico).

### **Isolamento**

Separação física de subpopulações de uma espécie que impede o fluxo demográfico e gênico.

### **Manejo adaptativo**

Processo contínuo, sistemático e flexível de planejar, desenvolver e avaliar ações de manejo por meio do qual ações futuras são ajustadas com base nos resultados e na experiência acumulada. A base do manejo adaptativo é constituída por um ciclo contínuo de ações, monitoramento, aprendizagem e ajuste de novas ações. No presente documento, o conceito do manejo adaptativo se aplica à definição de medidas de mitigação e ao planejamento do programa de monitoramento, para que os necessários ajustes possam ser feitos no decorrer do processo de desenvolvimento do empreendimento.

### **Matriz**

Unidade espacial e funcionalmente dominante e que, geralmente, controla a dinâmica da paisagem; geralmente oriunda das atividades humanas preponderantes em determinada área/região.

### **Minimização**

Segundo nível na hierarquia de mitigação. Empregado neste documento com o sentido geral de “redução” dos efeitos de um impacto. Não é empregado aqui com a acepção pretendida na legislação ou em certos países, onde o termo “minimizar” significa “reduzir a zero”, pois em muitos casos não é possível reduzir um risco ou impacto relacionado à biodiversidade a zero e, quando isso é possível, o benefício ambiental/social alcançado pode não justificar os custos adicionais.

### **Mitigação, *medidas de***

Ações tomadas para evitar, reduzir, restaurar ou compensar os impactos de uma intervenção, atividade ou empreendimento.

### **Monitoramento**

Atividade de caráter sistemático, desenvolvida ao longo do tempo e com uso de método definido, que tem por objetivo acompanhar e verificar o comportamento de determinado fenômeno e cujos resultados devem ser decorrentes do atendimento a questões estabelecidas *a priori*. Neste documento, o monitoramento é visto como o desenrolar de um programa único e próprio a cada projeto, delineado na fase de diagnóstico e avaliação de impactos e adequado por manejo adaptativo nas fases seguintes de desenvolvimento do empreendimento, com vistas ao atendimento dos seguintes objetivos básicos: avaliar a efetividade das medidas mitigadoras adotadas; avaliar alterações populacionais em espécies de interesse especial; gerar informações para a definição de medidas mitigadoras alternativas e/ou complementares; avaliar a interação entre a infraestrutura e a operação do empreendimento com a dinâmica do uso da terra; avaliar impactos cumulativos e sinérgicos.

### **Mortalidade, *taxa de***

Número de óbitos por tempo (taxa geral) ou por determinada causa ou grupo de causas específicas (taxa específica), como idade, sexo, aerogerador, ou conjunto de, etc.

### **Paisagem**

Área da superfície terrestre que nasce como resultado da interação entre diversos fatores (bióticos, abióticos e antrópicos) e que conta com um reflexo visual no espaço. Uma paisagem pode ser composta tanto por elementos atuais quanto do passado. E ser composta, ainda, por elementos naturais e culturais. É a combinação dinâmica, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, não é apenas natural, mas é total, com todas as implicações da participação humana.

### **Perturbação**

Impacto adverso em nível populacional decorrente da presença ou operação de infraestruturas, ou ainda de perturbação humana. Por exemplo, uma redução no sucesso reprodutivo da espécie em razão da circulação humana próximo às áreas de reprodução.

### **População**

O conjunto de todos os indivíduos de uma espécie que vivem em uma determinada área geográfica e têm potencial de intercruzamento.

### **Restauração**

Recomposição de um ambiente, ecossistema ou população degradada. Aqui utilizado em um sentido amplo e geral, sem implicar obrigatoriamente o retorno do alvo degradado ao seu estado e/ou funcionamento anterior à degradação (o que constitui um objetivo praticamente inatingível e, em geral, excessivamente complexo e dispendioso). Em vez disso, a restauração deve contemplar a reparação dos impactos do empreendimento e o retorno de funções prioritárias e características de biodiversidade específicas dos alvos em questão. Constitui o terceiro passo na hierarquia de mitigação.

### **Sinérgica, *avaliação***

Avaliação dos efeitos que a sinergia dos impactos ambientais causa no ambiente. O efeito sinérgico ocorre quando o resultado de dois efeitos é maior que a soma deles individualmente.

### **Vertebrados alados**

Conjunto de espécies (aves e morcegos) que se desloca também através de voo.

### **Voo, *rota regular de***

Rotas de deslocamento aéreo utilizadas com padrão espaço-temporal definido.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, M. A; VILLANUEVA-RIVERA, L. J. **Using Automated Digital Recording Systems as Effective Tools for the Monitoring of Birds and Amphibians.** *Wildlife Society Bulletin*. Published By: The Wildlife Society. Source: *Wildlife Society Bulletin* vol. 34, n° 1, pág. 211–214, 2006.
- AGUILAR, A. A. et al. **Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats.** Poland: Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, 2018.
- ALLISON et al. **Issues in Ecology: Impacts to wildlife of wind energy siting and operation in the United States.** Report n° 21. Ecological Society of America, 2019.
- ALONSO, F.; GENADE, T. **Protocol for collecting Killifish and other freshwater fish for diversity surveys.** [autor] ResearchGate, p. 88-93, jul. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330451459\\_Protocol\\_for\\_collecting\\_Killifish\\_and\\_other\\_freshwater\\_fish\\_for\\_diversity\\_surveys](https://www.researchgate.net/publication/330451459_Protocol_for_collecting_Killifish_and_other_freshwater_fish_for_diversity_surveys).
- ANCRENAZ, M. et al. **Handbook for wildlife monitoring using camera-traps.** Malaysia: BBEC II Secretariat c/o Natural Resources Office, 2012.
- ARNETT, E. B. et al. **Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing.** PLoS ONE 8(6):e65794, 2013. doi:10.1371/journal.pone.0065794
- ARNETT, E. B. et al. **Changing wind turbine reduces at wind facilities.** *Front Ecol Environ* 9:209–214, 2011. doi:10.1890/100103
- ATIENZA, J. C. et al. **Guidelines for assessing the impact of wind farms on birds and bats.** Version 4.0. Madrid: SEO/BirdLife, 2014.
- BAUER, S. et al. **Research: The grand challenges of migration ecology that radar aeroecology can help answer.** *Ecography*, 2019.
- BECKMANN, J. P. et al. (Ed.). **Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity.** Washington, D.C.: Island Press, 2010. 383 pp.
- BERNARDINO, J. et al. **Re-assessing the effectiveness of wire-marking to mitigate bird collisions with power lines: A meta-analysis and guidelines for field studies.** Vol. 252. *Journal of Environmental Management*, 2019.
- BIBBY, C.J. et al. **Bird Census Techniques.** 2nd edition. London: Academic Press, 2000.
- BIBBY, C; JONES, M; MARSDEN, S. **Expedition Field Techniques: BIRD SURVEYS.** London: Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society (with The Institute of British Geographers), 1998.
- BIRD, D. M.; BILDSTEIN, K. L. (eds) **Raptor research and management techniques.** 1st ed. Washington, D.C.: Institute for Wildlife Research, National Wildlife Federation. Edited by Bird, D. M. et al in 2007.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Guidance on appropriate means of impact assessment of electricity power grids on migratory soaring birds in the Rift Valley / Red Sea Flyway.** Regional Flyway Facility. Amman, Jordan. Netherlands: Bureau Waardenburg, 2015. 50 p. Disponível em: [http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/sites/default/files/msb\\_guidance\\_impact\\_assessment\\_of\\_power\\_grids.pdf](http://migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org/sites/default/files/msb_guidance_impact_assessment_of_power_grids.pdf).
- CEMAVE/ICMBio. **Relatório de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil.** Brasil: CEMAVE/ ICMBio, ISSN: 2446-9750 (versão online), ed. 03, 2019.
- BRANDES, T. S. **Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation.** *Bird Conservation International* Vol. 18, pág. S163–S173, 2008.
- BUCKLAND, S. T. et al. **Introduction to distance sampling, estimating abundance of biological populations.** London: Oxford University Press, 2001.

BUCKLAND, S. T; MARSDEN, S. J; GREEN, R. E. **Estimating bird abundance: Making methods work.** Bird Conservation International Vol. 18, pág. S91–S108, 2008.

BURTON, A. C. **Monitoring Mammals with Camera Traps: 2012-13 Summary and Recommendations.** ABMI Camera Trap Report 2, 2014.

CANADIAN WILDLIFE SERVICE. **Recommended Protocols for Monitoring Impacts of Wind Turbines on Birds.** Canada, 2007.

CANDIA-GALLARDO, C. et al. **Rastreamento de aves através de telemetria por rádio e satélite.** Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento, Chapter: 10, Publisher: Technical Books, 2010. Editors: Sandro Von Matter, Fernando Straube, Iury Accordi, Vitor Piacentini, J. F. Cândido Jr, pp.255-279

CAORSI, V. et al. **Anthropogenic substrate-borne vibrations impact anuran calling.** Nature Research, 2019.

CEMAVE. **Manual de anilhamento de aves silvestres.** 2nd Ed. Brasília: IBAMA, 1994.

COELHO, H.; MESQUITA, S.; MASCARENHAS, M. How to Design an Adaptive Management Approach? In: MASCARENHAS, M. et al. (Ed.). **Biodiversity and Wind Farms in Portugal: Current knowledge and insights for an integrated impact assessment process.** Cham: Springer, 2018. cap. 8, p.205-224.

CUNHA, F. P. **Protocolo:** Monitoramento de mamíferos terrestres de médio e grande porte. Atibaia (SP), 2013.

DARRAS, K. et al. **Comparing the sampling performance of sound recorders versus point counts in bird surveys: A meta-analysis.** Journal of Applied Ecology, 2018.

DAWSON, D. K; EFFORD, M. G. **Bird population density estimated from acoustic signals.** J. Appl. Ecol. vol. 46, pág. 1201-1209. 2009.

DINSMORE, S. J.; DINSMORE, J. J. **Modeling avian nest survival in program MARK.** Studies in Avian Biology 34:73–83, 2007.

DUNN, E. H; RALPH, C. J. **Use of mist nets as a tool for bird population monitoring.** Studies in Avian Biology Vol. 29, pág. 1-6, 2004.

EFFORD, M; DAWSON, D. **Birds: Incomplete counts standardised mist netting.** Version 1.0. Departmento of conservation *the papa atay* 2012.

EKSTROM, J; BENNUN, L; MITCHELL, R. **A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy.** Biodiversity Consultancy, 2015.

ELPHICK, C. S. **Experimental approaches to shorebird habitat management.** Nevada (USA): International Wader Studies Vol. 9, pág. 20-28, 1996.

FAO. **Wild Birds and Avian Influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques.** Edited by D. Whitworth, S.H. Newman, T. Mundkur and P. Harris. FAO Animal Production and Health Manual, No. 5. Rome. (also available at [www.fao.org/avianflu](http://www.fao.org/avianflu)), 2007.

FERRER, M. et al. **Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms.** Journal of Applied Ecology Vol. 49, pág. 38-46, 2012.

FULLER, M. R. et al. **Wildlife radiotelemetry.** In: Braun, C. E. (Ed.). Techniques for wildlife investigations and management. Bethesda, USA: The Wildlife Society, 2005. pp. 377-417.

GAUNT, A. S; ORING, L. W. **Recomendações para o uso de aves silvestres em pesquisa.** 1999. Versão para o português: Fontana, C. S. Porto Alegre, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS.

GIBB, R. et al. **Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring.** Methods in Ecology and Evolution, 2019; 10:169–185.

- HAYES, M. A. et al. **A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities.** *Ecological Applications* 00(00):e01881. 10.1002/eap.1881, 2019
- HENSLER, G. L.; NICHOLS, J. D. **The Mayfield method of estimating nesting success:** a model, estimators and simulation results. *Wilson Bulletin* 93:42–53, 1981.
- IUCN - Species Survival Commission's. **Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations.** Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, 2013.
- IUCN - Species Survival Commission's. **Guidelines for Species Conservation Planning.** Colombia: IUCN, Cambridge, UK and Gland, Switzerland, 2017.
- KENWARD, R. E. **A manual of wildlife radio tagging.** London: Academic Press, 2001.
- KERLINGER, P. et al. **Night Migrant Fatalities and Obstruction Lighting at Wind Turbines in North America.** *The Wilson Journal of Ornithology* Vol. 122, nº 4, pág.744-754, 2010.
- KOCIOLEK, A.; GRILO, C.; JACOBSON, S. Flight doesn't solve everything: Mitigation of road impacts on birds. In: van der REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. (Ed.) **Handbook of Road Ecology.** John Wiley and Sons, 2015. pp. 281-289. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch15>.
- Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW). **Recommendations for distances of wind turbines to important areas for birds as well as breeding sites of selected bird species.** Vol. 51, pág. 15-42, 2014.
- LYRA-JORGE, M. C. et al. **Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots.** São Paulo: Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo. **European Journal of Wildlife Research**, vol. 54, pág. 739-744, 2008.
- MARQUES, A. T. et al. **Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies.** *Biological Conservation*, vol. 179, pág 40-52, 2014.
- MARQUES, A. T. et al. Assessing the problem. In: MASCARENHAS, M. et al. **Biodiversity & Wind Energy: a bird's and bat's perspective.** Aveiro, Portugal: Bio3 and University of Aveiro, 2015. cap. 3, p. 30-51.
- MASCARENHAS, M. et al. **Biodiversity & Wind Energy: a bird's and bat's perspective.** Aveiro, Portugal: Bio3 and University of Aveiro, 2015.
- MAY, R. et al. **Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities.** *Ecology and Evolution*, 2020.
- McCLURE, C. J. W; MARTINSON, L; ALLISON, T. D. **Automated monitoring for birds in flight: Proof of concept with eagles at a wind power facility.** *Biological Conservation*, vol. 224, pág 26-33, 2018.
- NABC. **Guía de Estudio del Anillador de Norteamérica.** Point Reyes Station: Comité de Publicaciones, 2003.
- NUR, N.; JONES, S. L; GEUPEL, G. R. **A statistical guide to data analysis of avian monitoring programs.** Washington, D.C: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1999.
- PAULA, A. et al. Mitigation: a hierarchy of solutions. In: MASCARENHAS, M. et al. **Biodiversity & Wind Energy: a bird's and bat's perspective.** Aveiro, Portugal: Bio3 and University of Aveiro, 2015. cap. 4, p. 52-71.
- PAULA, J. et al. **Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms.** *Biological Conservation*, vol. 19, pág 202-208, 2011.
- PEREIRA, M. J. R. et al. **Guidelines for consideration of bats in environmental impact assessment of wind farms in Brazil: A collaborative governance experience from Rio Grande do Sul state.** *Oecologia Australis*, vol. 21, nº 3, pág. 232-255, 2017.

- PÉREZ-GRANADOS, C. et al. **Vocal activity rate index: a useful method to infer terrestrial bird abundance with acoustic monitoring.** *International Journal of avian science (IBIS)* vol. 161, pág. 901-907, 2019.
- PESTE, F. et al. **How to mitigate impacts of wind farms on bats? A review of potential conservation measures in the European context.** *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 51, pág. 10-22, 2015.
- POOT, H. et al. **Green light for nocturnally migrating birds.** *Ecology and Society*, Vol. 13, Issue 47, 2008.
- RALPH, C. J. et al. **Recommendation for the use of mist nets for inventory and monitoring of Bird populations.** *Studies in Avian Biology* vol. 29, pág. 187-196, 2004.
- RALPH, C. J; SAUER, J. R; DROEGE, S. **Monitoring Bird Populations by Point Counts.** Albany, CA: Technical Editors, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, US. Department of Agriculture, pág.187, 1995
- RALPH, C. J. et al. **Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds.** Albany, California: USDA Forest Service - Pacific Southwest Research Station, 1999.
- RODRIGUES, S.; ROSA, L.; MASCARENHAS, M. An Overview on Methods to Assess Bird and Bat Collision Risk in Wind Farms. In: MASCARENHAS, M. et al. (Ed.). **Biodiversity and Wind Farms in Portugal: Current knowledge and insights for an integrated impact assessment process.** Cham: Springer, 2018. cap. 4, p. 87-110.
- RODRIGUES, L. et al. **Guidelines for consideration of bats in wind farm projects.** Revision 2014. Eurobats Publication Series N. 6. (English version). Bonn: UNEP/EUROBATS Secretariat, 2015. p. 133
- ROGERS, R. M. et al. **Opportunities and challenges in using weather radar for detecting and monitoring flying animals in the Southern Hemisphere.** *Austral Ecology*, vol. 45, pág. 127-136, 2020.
- RYDELL, J. et al. **The effect of wind power on birds and bats - A synthesis.** Swedish Environmental - Protection Agency, Report 6511, 2012.
- SANTOS, J. et al. Environmental Impact Assessment Methods: An Overview of the Process for Wind Farm's Different Phases – From Pre-construction to Operation. In: MASCARENHAS, M. et al. (Ed.). **Biodiversity and Wind Farms in Portugal: Current knowledge and insights for an integrated impact assessment process.** Cham: Springer, 2018. cap. 3, p. 35-86.
- SCOTTISH NATURAL HERITAGE (SNH). **Recommended bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms.** 2014.
- SCHUSTER, E; BULLING, L; KÖPPEL, J. **Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects.** *Environmental Management*, vol. 56, pág. 300-331, 2015.
- SIMONS, T. R. et al. **Sources of Measurement Error, Misclassification Error, and Bias in Auditory Avian Point Count Data.** Springer Science+Business Media, LLC 2009.
- STENHOUSE, I. J.; GOYETTE, J. L. **Developing Standardized Protocols for Monitoring Nesting Colonial Waterbirds in Region 5: Recommendations.** BRI Report number 2012-11. A Report to U.S. Fish & Wildlife Service – Maine Coastal Islands National Wildlife Refuge. Gorham, ME: Biodiversity Research Institute, 2012. 27pp.
- STRICKLAND, M. D. et al. **Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions.** Washington, D.C: Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, 2011.
- SUGAI, L. S. M. et al. **A roadmap for survey designs in terrestrial acoustic monitoring.** *Survey Design for Acoustic Monitoring*, 2019a.
- SUGAI, L. S. M. et al. **Terrestrial Passive Acoustic Monitoring: Review and Perspectives.** *BioScience*, vol. 69, pág. 15-25, 2019b.

SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. **Techniques in Ecology and Conservation Series**. Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. 2004.

TROLLIET, F. et al. **Use of camera traps for wildlife studies. A review**. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, vol. 18, nº 3, pág. 446-454, 2014.

van der GRIFT, E. A.; van der REE, R. Guidelines for Evaluating Use of Wildlife Crossing Structures. In: van der REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. (Ed.). **Handbook of Road Ecology**. John Wiley and Sons, 2015. pp. 119-128. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch15>.

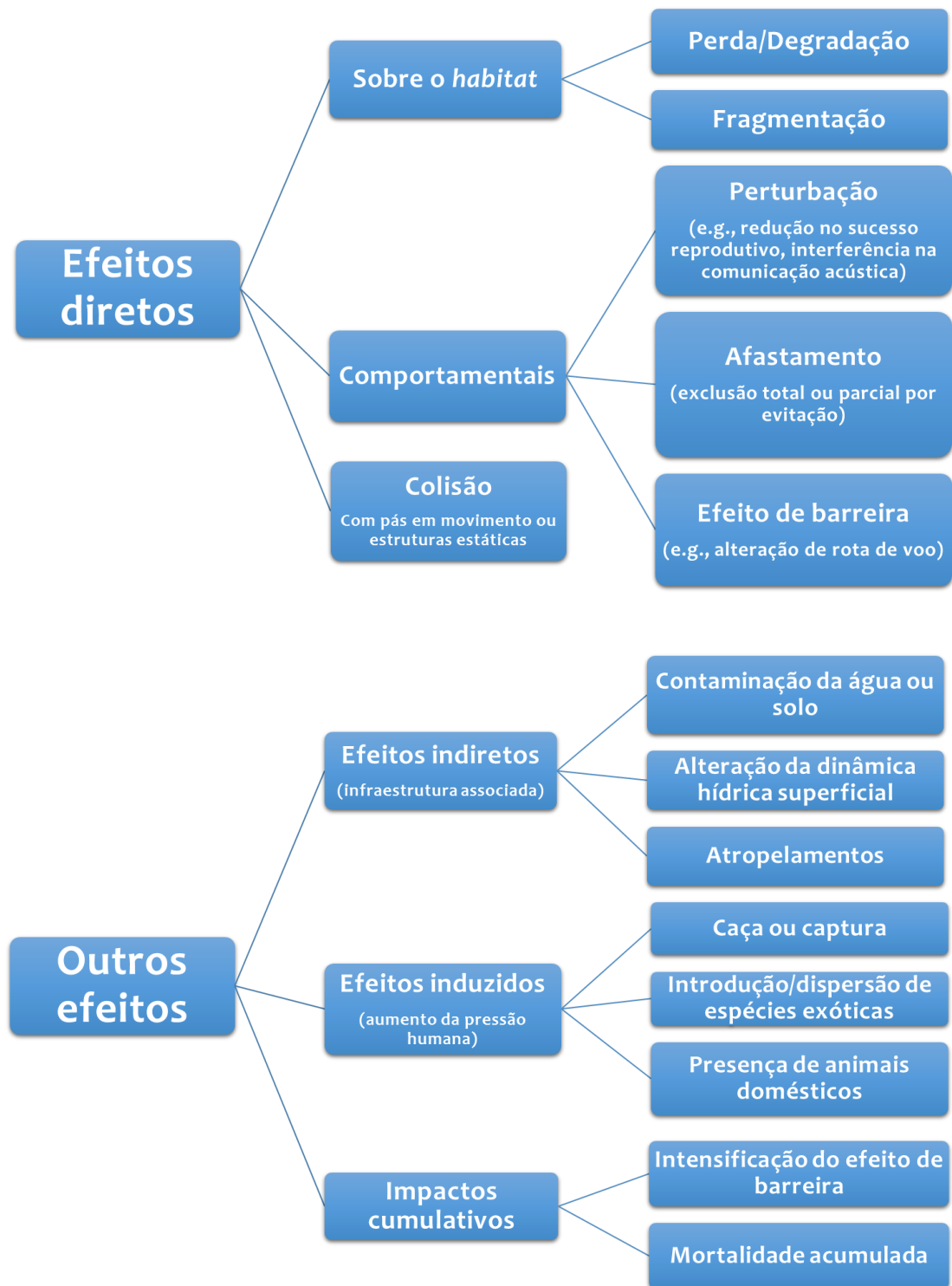
van der REE, R.; SMITH, D. J.; GRILO, C. (Ed.) **Handbook of Road Ecology**. John Wiley and Sons, 2015. pp. 119-128. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch15>.

WATSON, R. T. et al. **Raptor Interactions with Wind Energy: Case Studies from Around the World**. Published By: The Raptor Research Foundation. Source: Journal of Raptor Research, vol. 52, nº 1, pág. 1-18, 2018.

WOLFE, J. D.; RYDER, T. B.; PYLE, P. **Using molt cycles to categorize the age of tropical birds: an integrative new system**. Journal of Field Ornithology 8:186–194, 2010.

## APÊNDICES

### APÊNDICE I – Tipos de efeitos potenciais sobre a fauna associados à implantação e operação de parques eólicos.



**APÊNDICE II – Extensão mínima sugerida para o distanciamento radial dos aerogeradores a partir do perímetro externo do sítio para diferentes espécies/grupos de aves sensíveis à colisão com aerogeradores (adaptado de Rydell et al. 2012 e LAG VSW 2014).**

<b>Espécie ou grupo</b>	<b>Tipo de sítio</b>	<b>Distanciamento radial mínimo dos aerogeradores a partir do perímetro externo do sítio*</b>
Águia-cinzenta ( <i>Urubitinga corqnata</i> )	Sítios de nidificação	3 km
Águia-serrana ( <i>Geranoaetus melanoleucus</i> )	Sítios de nidificação	2-3 km
Gavião-cinza ( <i>Circus cinereus</i> )	Sítios de nidificação	1 km
Mocho-dos-banhados ( <i>Asio flammeus</i> )	Sítios de nidificação	1 km
Narcejão ( <i>Gallinago undulata</i> )	Sítios de nidificação	0,5 km
Gaivotas (Laridae)	Colônias reprodutivas	1 km
Trinta-réis (Sternidae)	Colônias reprodutivas	1 km
Anatídeos (cisnes, patos e marrecas)	Áreas de descanso regulares**	1 km
Aves limícolas migratórias	Áreas de concentração de importância internacional, nacional ou regional (sítios de alimentação e descanso)	10 vezes a altura dos aerogeradores ou pelo menos 1,2 km
Aves aquáticas em geral (garças, íbis e ciconídeos)	Áreas úmidas >10ha de importância regional ou maior como sítios de alimentação/reprodução	10 vezes a altura dos aerogeradores ou pelo menos 1,2 km
Aves aquáticas em geral (garças, íbis e ciconídeos)	Colônias reprodutivas	1-3 km
Aves aquáticas em geral (garças, íbis e ciconídeos)	Dormitórios ou pousos regulares	1 km

\* As distâncias sugeridas são recomendações baseadas na melhor evidência disponível. Dependendo da situação, podem ser necessárias extensões maiores do que as indicadas.

\*\*Lagoas rasas e banhados onde ocorrem concentrações (ainda que sazonais) de anatídeos, não incluindo lavouras de arroz irrigado.