

Universidade Feevale
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental
Mestrado em Qualidade Ambiental

TIAGO AUGUSTO DE OLIVEIRA

DIAGNÓSTICOS DE AVIFAUNA EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LINHAS
DE TRANSMISSÃO NO SUL DO BRASIL: PADRÕES, PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES

Linha de Pesquisa: Diagnóstico Ambiental Integrado

Novo Hamburgo

2023

Universidade Feevale
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental
Mestrado em Qualidade Ambiental

TIAGO AUGUSTO DE OLIVEIRA

DIAGNÓSTICOS DE AVIFAUNA EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LINHAS
DE TRANSMISSÃO NO SUL DO BRASIL: PADRÕES, PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES

Linha de Pesquisa: Diagnóstico Ambiental Integrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental como
requisito para a obtenção do título de Mestre em Qualidade Ambiental

Orientador: Dr. Jairo Lizandro Schmitt
Co-orientador: Dr. Ismael Franz

Novo Hamburgo
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Oliveira, Tiago Augusto de

Diagnósticos de avifauna em estudos de impacto ambiental de linhas de transmissão no Sul do Brasil: padrões, práticas e recomendações - RS / Tiago Augusto de Oliveira– 2023.

84 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Dr. Jairo Lizandro Schmitt

Coorientador: Dr. Ismael Franz

Dissertação (Mestrado) – Universidade Feevale – Pós-graduação em Qualidade Ambiental, Novo Hamburgo, 2023.

1. Aves. 2. Levantamento. 3. Licenciamento ambiental. 4. Infraestruturas lineares. I. Schmitt, Jairo Lizandro, orient. II. Franz, Ismael, coorient. III. Título.

CDU 658.56:504

CDD 363.7

Bibliotecária responsável
Lizete Flores da Silva CRB10/2724

Universidade Feevale
Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental
Mestrado em Qualidade Ambiental

TIAGO AUGUSTO DE OLIVEIRA

DIAGNÓSTICOS DE AVIFAUNA EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LINHAS
DE TRANSMISSÃO NO SUL DO BRASIL: PADRÕES, PRÁTICAS E RECOMENDAÇÕES

Linha de Pesquisa: Diagnóstico Ambiental Integrado

Dissertação de Mestrado aprovada pela banca examinadora em 29 de março de
2023, conferindo o título de Mestre em Qualidade Ambiental.

Componentes da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jairo Lizandro Schmitt (Orientador)
Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Ismael Franz (Coorientador)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra. Larissa Donida Biasotto
University of Birmingham]

Prof. Dr. Marcelo Pereira de Barros
Universidade FEEVALE

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha família, por sempre ser compreensiva e estimular o meu crescimento através do estudo.

Agradeço especialmente a minha esposa Claudina, por ser minha parceira e além de estimular o meu desenvolvimento é parceira trazendo um ambiente sadio e acolhedor para o desenvolvimento de meus projetos.

Agradeço meu orientador o Professor Jairo, com toda a sua experiência, tem auxiliado no meu aprendizado e desenvolvimento, juntos crescendo nessa parceria.

Agradeço ao meu coorientador Professor Ismael, que além do reconhecido conhecimento na ornitologia, traz sua visão de pesquisador para engrandecer a pesquisa.

Agradeço a Professora Daniela, por me adotar nessa guarda compartilhada até que as questões documentais fossem resolvidas.

Agradeço a Professora Annette que no período de Coordenadora do PPGQA, abriu as portas e acolheu um engenheiro dentro da biologia.

Agradeço ao PPGQA, que com um corpo docente extremamente qualificado, proporciona a ampliação do olhar multifacetado nos projetos de Qualidade Ambiental.

Agradeço ao Professor Gabriel Grabowski, por proporcionar discussões fantásticas, ampliando o meu olhar na docência.

Agradeço aos meus colegas, amigos e parceiros de orientador, Adriana, Norberto e Rochelle, por juntos dividirmos os sentimentos de alegria, angústia, desespero, paciência, incentivo e todo o conjunto de sentimentos que os estudantes e pesquisadores passam para conquistar seus objetivos.

EPÍGRAFE

"Quem constrói muros permanece prisioneiro deles.
Os construtores de pontes vão avante".

Papa Francisco

RESUMO

A construção de rodovias e linhas de transmissão (LT) está se expandindo à medida que o desenvolvimento econômico e a população mundial aumentam. No Brasil, esse crescimento resultará em mais 41.262 km de linhas de transmissão até 2030. O acesso universal à energia é uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim como as estradas, as linhas de transmissão criam clareiras lineares, que em áreas florestais, produzem bordas alterando as características do habitat. A morfologia das aves influencia o voo e o nível de exposição aos riscos de acidentes com linhas de transmissão. No mundo as linhas de transmissão causam a morte de milhões de pássaros por ano. Estudo de Impacto Ambiental é o estudo técnico elaborado por equipe multidisciplinar que aborda a interação entre elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico em relação a um empreendimento ou construção que altera o ambiente. Durante o voo, algumas aves podem não visualizar os obstáculos. Existem três tipos gerais de dispositivos de marcação de linha: esferas de balizamento aéreo, espirais e dispositivos suspensos, mas não há consenso sobre a eficácia desses sinalizadores. Entre março de 2010 e maio de 2022, foram avaliados 142 estudos de impacto ambiental na região sul do Brasil. Nessa amostra, a maior quantidade de estudos são processos simplificados, refletindo o crescimento de linhas de transmissão curtas e em tensão inferior a 230 kV. Os levantamentos primários adotam basicamente três métodos (listas, pontos e transectos). Há uma notável diferença observável entre o maior e o menor número de pontos por unidade de comprimento nas LTs curtas, enquanto nas LTs de comprimento médio a média é de 0,29. Vale destacar que a média para LTs de comprimento médio é a maior taxa de pontos amostrais por unidade de comprimento em comparação com as LTs longas. A definição do período de amostragem é uma definição que deve ser feita na fase de planejamento e após o levantamento dos dados secundários, pois conhecendo a população em potencial de determinado ambiente, é possível determinar com maior precisão os hábitos e com isso a coleta dos dados primários será mais eficaz. Avaliando as limitações dos métodos, pode-se afirmar que a lista MacKinnon não é adequada para representar adequadamente a estrutura das comunidades. A contagem de pontos não é o método que deve ser adotado para avaliar a riqueza das espécies em locais com grande diversidade. Nessa amostra, 56% dos projetos indicam a utilização de sinalizadores

de avifauna como medida para mitigar o risco de colisão. Utilização de novas tecnologias como: gravadores acústicos, software de reconhecimento, algoritmos de reconhecimento de vocalizações estão facilitando e automatizando a identificação de espécies e análise de tendências de longo prazo a partir de grandes volumes de dados coletados. O desenvolvimento e promoção de programas de monitoramento de mortalidade de aves com auxílio da comunidade local, promovendo a ciência cidadã, pode auxiliar na criação de um banco de dados para avaliação dos efeitos antrópicos nas populações de avifauna e de outros animais.

Palavras-chave: Aves; levantamento; licenciamento ambiental; infraestruturas lineares.

ABSTRACT

Construction of highways and transmission lines (LT) is expanding as economic development and world population increase. In Brazil, this growth will result in an additional 41,262 km of transmission lines by 2030. Universal access to energy is one of the targets of the Sustainable Development Goals (SDGs). Like roads, transmission lines create linear clearings, which in forest areas produce edges that alter habitat characteristics. The morphology of birds influences their flight and level of exposure to the risks of transmission line accidents. Worldwide, transmission lines cause the death of millions of birds every year. Environmental Impact Assessment is a technical study prepared by a multidisciplinary team that addresses the interaction between elements of the physical, biological, and socioeconomic environments in relation to a project or construction that alters the environment. During flight, some birds may not see obstacles. There are three general types of line marking devices: aerial beacon spheres, spirals, and overhead devices, but there is no consensus on the effectiveness of these beacons. Between March 2010 and May 2022, 142 environmental impact studies were evaluated in the southern region of Brazil. In this sample, the largest number of studies are simplified processes, reflecting the growth of short transmission lines and at voltages below 230 kV. The primary surveys basically adopt three methods (lists, points and transects). There is a notable observable difference between the highest and lowest number of points per unit length in short LTs, while in medium length LTs the average is 0.29. It is worth noting that the average for medium length LTs is the higher rate of sample points per unit length compared to long LTs. The definition of the sampling period is a definition that should be made in the planning phase and after the secondary data survey, because knowing the potential population of a given environment, it is possible to determine more accurately the habits and with this the primary data collection will be more effective. Evaluating the limitations of the methods, it can be stated that the MacKinnon list is not adequate to adequately represent the structure of the communities. Point counts are not the method that should be adopted to assess species richness in sites with high diversity. In this sample, 56% of the projects indicate the use of bird signaling as a measure to mitigate the risk of collision. Use of new technologies such as acoustic recorders, recognition software, and vocalization recognition algorithms are facilitating and automating species identification and long-term trend analysis from large volumes of collected data. The

development and promotion of bird mortality monitoring programs with the help of the local community, promoting citizen science, can help in the creation of a database for the evaluation of anthropogenic effects on populations of avifauna and other animals.

Keywords: Birds; survey; environmental licensing; linear infrastructures.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA ELETROGEOGRÁFICO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO - HORIZONTE 2024.....	22
FIGURA 2 - DIAGRAMA DAS PRINCIPAIS ROTAS DE AVES MIGRATÓRIAS NO BRASIL.....	23
FIGURA 3 - COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO BINOCULAR ENTRE HUMANOS E AVES.	28
FIGURA 4 – VOO DE DISPUTA ENTRE DUAS ESPÉCIES.	29
FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS AVES DE ACORDO COM A MORFOLOGIA DAS ASAS.....	30
FIGURA 6 - SINALIZADOR PARA AVE DE GRANDE PORTE.....	32
FIGURA 7 - SINALIZADOR PARA AVE DE PEQUENO PORTE.....	32
FIGURA 8 - ESFERA DE SINALIZAÇÃO.	32
FIGURA 9 - DISPOSITIVOS SUSPENSOS DE SINALIZAÇÃO.	33
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DA CONDIÇÃO HABITUAL EM RELAÇÃO À VEGETAÇÃO PRÓXIMA ÀS LTs.	34
FIGURA 11 - REPRESENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO PRÓXIMA ÀS LTs SENDO UTILIZADAS COMO BARREIRAS.....	35
FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NOS TRÊS ESTADOS DO SUL DO BRASIL, ENTRE 2010 E 2022. AS ÁREAS DO GRÁFICO IDENTIFICADAS COMO MAIS DE UM ESTADO REFEREM-SE A PROJETOS INTERESTADUAIS.	46
FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS AVALIADOS, SEPARADOS POR ESTADO E ÓRGÃO LICENCIADOR.....	47
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO POR TIPO DE ESTUDO EM CADA ÓRGÃO.....	48
FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DO COMPRIMENTO DE LTs NOS ESTADOS.	48
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS POR KM DE LT.	49
FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DOS DADOS PRIMÁRIOS.	51
FIGURA 18 - ESFORÇO AMOSTRAL EM HORAS POR TIPO DE LEVANTAMENTO.....	53
FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS NAS ESTAÇÕES DO ANO.	55
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO NOS PROJETOS POR TIPO DE ESTUDO.	56
FIGURA 21 - ESTUDOS COM AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO.....	58
FIGURA 22 - ESTUDOS COM AVALIAÇÃO ESPÉCIES E ROTAS MIGRATÓRIAS.	59
FIGURA 23 – PROJETOS COM INDICAÇÃO DE INSTALAÇÃO DO SINALIZADOR DE AVIFAUNA.....	60
FIGURA 24 – ACÚMULO DE ESCREMENTO NA CADEIA DE ISOLADOR DE VIDRO.	64
FIGURA 25 – ACÚMULO DE ESCREMENTO NA ESTRUTURA DA LT.....	65
FIGURA 26 – DISPOSITIVOS ANTI-POUSO NAS ESTRUTURAS DAS LTs.....	66
FIGURA 27 – AVES UTILIZANDO ESTRUTURAS DE LTs COMO POLEIRO.....	67
FIGURA 28 – AVE VÍTIMA DE COLISÃO COM LT.	68
FIGURA 29 – ASA DE AVE QUE COLIDIU COM O SINALIZADOR DE AVIFAUNA.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FEPAM Roessler	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis
IAT	Instituto Água e Terra
IBAMA Renováveis	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
LT	Linha de Transmissão
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
EPÍGRAFE	6
RESUMO	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
SUMÁRIO	13
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 CONTEXTO REGIONAL DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	21
2.2 CONTEXTO GLOBAL DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	25
2.3 COMPORTAMENTO E MORFOLOGIA DAS AVES	27
2.4 MITIGAÇÃO DO RISCO DE COLISÃO DE AVES	31
2.5 LEGISLAÇÃO APLICADA AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	35
2.6 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	38
2.7 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL NO MUNDO	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	42
3.1 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	42
3.2 COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	42
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	44
3.4 APRESENTAÇÃO DAS PRÁTICAS RECOMENDADAS E NOVAS TECNOLOGIAS	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
4.2 LACUNAS NOS ESTUDOS.....	61
4.3 EFEITOS DA CONVIVÊNCIA ENTRE AVES E LTS	63
4.4 O FUTURO E AS NOVAS TECNOLOGIAS	69
5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE	83

1 INTRODUÇÃO

A construção de linhas de transmissão (LT), está se expandindo à medida que o desenvolvimento econômico e a população mundial crescem. As linhas de transmissão criam clareiras lineares quando passam por áreas florestais, produzindo novas bordas e reduzindo a quantidade de habitat disponível. No entanto, a maioria dos corredores de serviços públicos é caracterizada por uma vegetação arbustiva dentro da clareira (HYDE, *et al.*, 2018). A construção de LTs, promove a separação do ambiente, a criação de uma área com aparecimento de novos indivíduos, alteração do comportamento do voo de algumas espécies de aves e a ocupação de outras (BIASOTTO e KINDEL, 2018). Esta expansão exige extração e manejo de recursos naturais. Para que esse desenvolvimento ocorra de forma mais sustentável e com menor impacto, é necessária a integração entre engenheiros e consultores especialistas em meio ambiente. Também é preciso fomento para que monitoramentos possam ser conduzidos, com a liberdade de publicação dos resultados sem influência corporativa ou governamental, já que muitos deles ficam nas corporações, sem acesso aos cientistas (RICHARDSON, *et al.*, 2017).

Nos casos em que as linhas de transmissão seguem estritamente a rede rodoviária, seu impacto pode além de sobrepor ao impacto da estrada, apresentar novos impactos. Dependendo da frequência com que isso ocorre, ignorar essa sobreposição pode levar a uma superestimação do impacto das linhas de transmissão. Assim, os locais onde as áreas de impacto das linhas de transmissão não se sobrepõem às das estradas podem ser consideradas como tendo impacto adicional (HYDE, *et al.*, 2018).

A necessidade do considerável incremento na construção de linhas de transmissão de energia para atendimento da demanda e da confiabilidade do sistema elétrico tem como um dos impactos no ambiente o aumento da ocupação das linhas de transmissão nos habitats, interferindo na flora e fauna. O acesso universal à energia é uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), espera-se que a implantação de redes elétricas se expanda globalmente nas próximas décadas (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022).

Projetar rotas de LTs que evitem efeitos ambientais adversos torna-se um importante desafio. Identificar áreas conflitantes no início é essencial para evitar

adicionar custos e atrasos ao projeto (BIASOTTO, *et al.*, 2022). Segundo Cardoso e Hoffmann (2019), os atrasos e as incertezas são relacionados à concessão de empreendimentos de transmissão de energia, são por conta da não aplicação dos estudos prévios nas decisões dos projetos. Já que atualmente, espera-se que o estudo seja realizado em poucos meses após o início da concessão do empreendimento isso pode ser algo improvável, pois com uma robusta legislação ambiental, e a necessidade que o órgão ambiental faça a análise em tempo reduzido, considerando ainda que a documentação enviada será totalmente aceita no licenciamento, sem a necessidade de correções (CARDOSO e HOFFMANN, 2019).

Linhas de transmissão causam a morte de milhões de pássaros todos os anos no mundo. Essas mortes ocorrem por eletrocussão e por colisão. Nas últimas décadas, diferentes estudos melhoraram nossa compreensão dos fatores que influenciam o risco de eletrocussão em aves, mas ainda existem muitas lacunas nos estudos que avaliam essa relação (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022). Este é um problema global, de longa data, como já identificado por Michener (1928), onde já é reportado os problemas da utilização pelas aves das estruturas das LTs, os estudos levam a acreditar que está piorando à medida que a produção e o consumo de energia elétrica estão crescendo em todo o mundo como um todo (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

O planejamento do setor elétrico no Brasil visa promover um fornecimento confiável e seguro de energia elétrica para a sociedade (CARDOSO e HOFFMANN, 2019). No Brasil a expansão de linhas de transmissão tem ocorrido nas mesmas regiões das rotas migratórias de aves, ainda que essas rotas migratórias precisem ser mais bem estudadas (BRASIL; ONS, 2022). Conseqüentemente, observa-se o aumento de acidentes que envolvem aves, além da ocupação das novas estruturas por animais. Essa ocupação é um risco para as espécies envolvidas e para o suprimento de energia elétrica (BRASIL; ICMBIO, 2016).

No Brasil, o projeto de uma nova LT é precedido da avaliação dos impactos que essa nova construção pode ter no ambiente, gerando o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente ou Relatório Ambiental Simplificado (MOURA, 2006). Essa avaliação irá auxiliar no projeto da LT fazendo ajustes no traçado e definindo as interferências antrópicas que o projeto deverá mitigar, além de ser necessário aos órgãos governamentais de proteção ao meio ambiente para avaliação e autorização da nova

construção. Essas autorizações consistem no processo de licenciamento ambiental, que conforme o Conama 01/86 (BRASIL, 1986), é obrigatório para atividades de significativo impacto como a em questão.

A instalação de uma LT em determinado ambiente altera a fauna, temporariamente o solo e dependendo do nível de tensão de operação pode haver o aparecimento do efeito corona ou efeito de bordas (COLMAN, *et al.*, 2015) produzindo ruído, radiação ultravioleta e produção de gás ozônio (FERRER, *et al.*, 2020). Informações sobre tamanhos populacionais de espécies também podem ser usadas para definir prioridades, permitindo que o esforço de conservação seja focado nas espécies que mais precisam de atenção (GREGORY, *et al.*, 2004). Essas informações devem estar presente durante o planejamento para auxiliar os entes envolvidos nas alternativas de construção de estruturas lineares a buscar melhores locações.

Algumas fragilidades são conhecidas nos estudos para implantação de oleodutos e linhas de transmissão, como a baixa disponibilidade de estudos em determinados ecossistemas (RICHARDSON, *et al.*, 2017). Mesmo com as tecnologias disponíveis, ainda as áreas amostradas são pequenas e deveriam ter monitoramento nas fases de projeto, execução e operação do empreendimento. A coleta de dados normalmente ocorre na fase de projeto, não permitindo a ampla avaliação de bioindicadores e as alterações provocadas no ambiente pelo empreendimento. Geralmente não ocorrem estudos que avaliem os impactos de vários projetos em conjunto para avaliar o impacto da população atingida.

Os impactos ambientais das usinas de geração de energia, principalmente aquelas com grandes barragens, têm sido amplamente discutidos, mas pouca atenção tem sido dada aos impactos das linhas de transmissão associadas. Esses impactos provavelmente serão substanciais, dada a ampla extensão geográfica das linhas e a cobertura florestal relativamente alta nas áreas atravessadas, já que as grandes usinas se situam distantes dos locais onde essa energia será consumida. As informações públicas disponíveis sobre a localização e extensão das LTs não são precisas nem atuais e seus impactos ambientais nos ecossistemas terrestres não foram avaliados em larga escala (HYDE, *et al.*, 2018).

O uso de bioindicadores como ferramenta em projetos de conservação e ecologia da paisagem está se tornando mais difundido. Utilizar aves como

bioindicadores traz diversas vantagens, já que sua ecologia é compreendida, existem ligações entre comunidades de aves, associações vegetais e território e cobrem diferentes níveis da pirâmide ecológica em cada ambiente (PADOA-SCHIOPPA, *et al.*, 2006).

De acordo com BEVANGER (1998) as características morfológicas das aves influenciam o voo e caracterizam o nível de exposição da avifauna aos riscos da presença de linhas de transmissão. Apesar da legislação prever o conteúdo mínimo para elaboração dos estudos de impacto ambiental, esses não padronizam as metodologias, impossibilitando a convergência e a comparação dos estudos pelos órgãos licenciadores (BRASIL, 2011; MATTER, *et al.*, 2010).

Estão disponíveis diversas tecnologias que possibilitam o levantamento automatizado das aves. Esses dispositivos que realizam gravações de sons e imagens, auxiliados por plataformas computacionais de reconhecimento automatizado, reduzem o tempo e a necessidade de especialistas, reduzindo os custos dos estudos ambientais. Com essa redução de custos, será possível ampliar os estudos de licenciamento ambiental e possibilitará um monitoramento muito mais realístico, reduzindo o afugentamento das espécies pela presença humana (BRANDES, 2008).

Padronizar a metodologia de levantamento de avifauna pode auxiliar as agências reguladoras na avaliação dos impactos ambientais, tornando o processo de licenciamento ambiental mais previsível para os empreendedores. Isso pode reduzir os custos inesperados, como mudanças no traçado da linha de transmissão (LT), além de propor soluções mais eficazes para o equilíbrio entre as estruturas antrópicas e o ecossistema afetado pelas alterações.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar, nos estudos de impacto ambiental para construção de linhas de transmissão de energia elétrica na região sul do Brasil, a adoção de metodologias padronizadas para caracterização da avifauna e identificação dos impactos potenciais.

1.1.2 Objetivos Específicos

Nos estudos avaliados, levantar e relacionar parâmetros como local de instalação, período de avaliação, tensão de operação, comprimento da linha de transmissão, método de estudo e esforço amostral, quantidade de espécies de avifauna encontradas nos dados primários e secundários, se foram avaliadas presença de espécies ameaçadas de extinção e migratórias e se há indicação de sinalizador de avifauna e de que tipo.

Descrever as metodologias para o inventário de avifauna aplicadas nesses estudos, considerando o método de inventário, esforço amostral e quantidade de locais avaliados por projeto, testando se há padronização.

Identificar as metodologias consolidadas e novas tecnologias, tornando os estudos comparáveis a partir de parâmetros ou características de similaridade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), são procedimentos globalmente empregados para garantir que um projeto proposto seja desenvolvido de maneira ambientalmente sustentável (Ott, *et al.*, 2012). Na prática, o EIA consiste em avaliar os impactos ambientais que determinado projeto irá causar, propor alternativas para que não se tenham esses impactos. Caso não sejam viáveis as alternativas para que não ocorram impactos, propor ações de controle, mitigação e monitoramento desses impactos ao meio ambiente (MARSHALL, *et al.*, 2005).

É um desafio dos especialistas para elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental, obter informações científicas sobre ecossistemas até então desconhecidos e garantir que se tenha comparação com áreas e ecossistemas conhecidos, na busca de padronização e comparabilidade dos estudos (O'DEA, *et al.*, 2004). Muitos estudos são realizados na forma de avaliações rápidas, que são levantamentos instantâneos da biodiversidade, não capturam variações naturais inerentes à riqueza e composição de espécies ao longo do tempo (LARSEN, 2016). Além da padronização e da busca por informações científicas sólidas, a evolução da análise do impacto ambiental, está na evolução e na elevação do grau de aprendizagem dos pesquisadores, aumentando a integração entre a teoria e a prática (MARSHALL, *et al.*, 2005).

O processo de aprendizagem e evolução nos estudos ambientais tem como uma das consequências o dimensionamento correto do escopo do estudo. Com a evolução contínua do conhecimento, os pesquisadores podem identificar de forma mais precisa as variáveis e os fatores que afetam o meio ambiente, o que permite uma avaliação mais adequada do escopo do estudo. Dessa forma, é possível garantir que os estudos sejam planejados e executados de maneira mais eficiente e eficaz, evitando gastos desnecessários de tempo e recursos em áreas que não são críticas para o objetivo do estudo. Já que um erro comum é ser ambicioso demais e tentar coletar muito mais informações do que o necessário, a ponto de comprometer a qualidade e outras atividades. A definição do escopo, inicia em listar os objetivos, dados necessários, tempo necessário para coletar esses dados (GREGOR, *et al.*, 2004).

O uso de espécies indicadoras pode economizar uma quantidade considerável de recursos quando os atributos de outras espécies ou do processo ecológico de interesse são difíceis ou caros de medir diretamente (PÉREZ-GARCÍA, *et al.*, 2016). Substitutos entre táxons são substancialmente mais eficazes do que substitutos baseados em dados ambientais (RODRIGUES, *et al.*, 2007). A utilização de substitutos ecológicos é uma ferramenta em todos os campos e ecossistemas porque há recursos e tempo insuficientes para trabalhar com todas as entidades em todos os ecossistemas o tempo todo (LINDENMAYER, *et al.*, 2015).

A detectibilidade das aves depende da biologia e comportamento da espécie, das características individuais, dos fatores ambientais e da metodologia de contagem. A competência dos observadores é um fator que pode ter alta relevância dependendo do método utilizado (SÓLYMOS, *et al.*, 2018). A escolha de um método de amostragem adequado é fundamental para obter informações suficientemente precisas sobre a distribuição das espécies (ZAMORA-MARÍN, *et al.*, 2021). Existem relações entre algumas aves e a flora de determinados ambientes, essa relação pode ser usada como indicador da diversidade aviária nas florestas porque suas populações podem ser monitoradas de forma confiável com suas atividades de forrageamento e nidificação (DREVER, *et al.*, 2008).

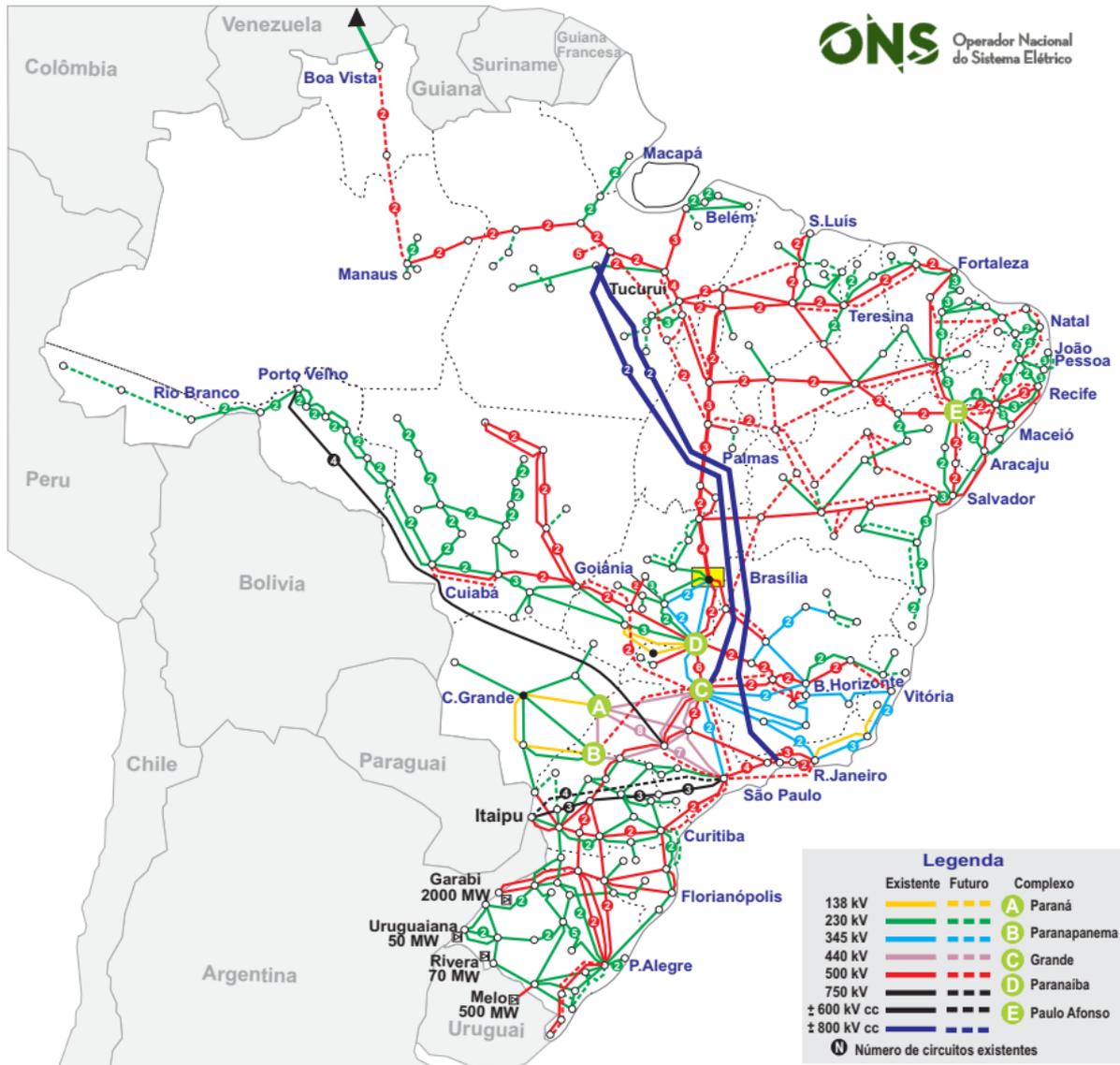
Na escolha entre transectos de linha e pontos de visualização e escuta, há pouca diferença, pois ambos os métodos são adaptáveis a diferentes espécies e habitats. No entanto, é importante ressaltar que esses métodos requerem um alto nível de habilidade e experiência do observador, já que uma grande proporção de contatos e identificações será feita por meio de cantos ou chamados. Portanto, é essencial que o observador tenha uma ampla compreensão do comportamento e vocalização das espécies-alvo, a fim de maximizar a precisão das observações. Em resumo, tanto transectos de linha quanto pontos de visualização e escuta podem ser eficazes para a observação de espécies em seus habitats naturais, desde que conduzidos por observadores experientes e habilidosos (GREGOR, *et al.*, 2004). A contagem de aves por pontos de visualização e escuta é um método eficiente de medir abundâncias relativas (WHITMAN, *et al.*, 1997). Os transectos de linha, são linhas retas ao longo das quais o observador se move a uma velocidade constante, porém em habitats tropicais, colocar linhas retas é um desafio logístico (LARSEN, 2016). A rede de neblina é um método tendencioso, pois depende do voo das aves em um

ponto muito específico, além de poder causar ferimentos pelo manuseio inadequado após a captura (FJELDSÅ, 1999).

2.1 CONTEXTO REGIONAL DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

O aumento da instalação e da necessidade de novas linhas de transmissão de energia elétrica no Brasil, como é apresentado no Plano Decenal de Expansão de Energia para 2030 (BRASIL; EPE, 2021), resultará em um incremento de 41.262 km de linhas de transmissão nesse período, passando de 158.892 km consolidado em agosto de 2020 para o valor estimado de 200.154 km. No Diagrama Eletrogeográfico do Sistema de Transmissão para o horizonte de planejamento de 2024, publicado pelo ONS, na Figura 1 é possível ver a tendência de aglomeração de linhas de transmissão (LT) no sul e sudeste, além das extensões para a região norte e nordeste, percorrendo praticamente todo o território nacional, neste planejamento, incidindo em todos os biomas e na maioria dos ecossistemas do país (BRASIL; ONS, 2022).

Figura 1 - Diagrama Eletrogeográfico do Sistema de Transmissão - Horizonte 2024.



Fonte: ONS, 2022.

As linhas de transmissão de energia elétrica têm por finalidade interligar subestações, podendo elas serem de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica. Essa interligação pode percorrer de curtas a longas distâncias, cruzando áreas urbanas, rurais, florestas, lagoas, entre outros ambientes, interferindo de forma direta e indireta na fauna e flora dos locais onde é instalada. É crescente o número de estudos que avaliam o incremento nas colisões de aves em LTs, ao mesmo tempo que são crescentes os estudos para propor formas de mitigar esses acidentes, embora não exista uma metodologia consolidada para sinalizar, desviar ou alterar as características LTs pela população de aves que habita de forma temporária ou

permanente a região alvo do traçado, assim como a população migratória (BERNARDINO, *et al.*, 2018). Não existe consenso na forma dos sinalizadores e as pesquisas realizadas não são conclusivas em relação a forma de instalação e o tipo de dispositivo a ser utilizado. Na pesquisa realizada por BIASOTTO e outros autores (2017) no litoral sul do Brasil, não houve alteração significativa no comportamento das aves próximas a LTs quando comparados áreas com e sem sinalização.

A partir do relatório produzido pelo ICMBIO (BRASIL, 2016) sobre as rotas das aves migratórias no Brasil, apresentadas na Figura 2 é possível ver uma tendência de sobreposição entre a expansão das linhas de transmissão na Figura 1 com as rotas migratórias. Este fato aumenta ainda mais o desafio da expansão sustentável da transmissão de energia elétrica. Os movimentos migratórios de aves em grandes distâncias ocorrem em muitos momentos nas áreas abertas onde se formam correntes ascendentes de vento e térmicas, as mesmas áreas onde normalmente são estabelecidas infraestruturas de energia (SMERALDO, *et al.*, 2020).

Figura 2 - Diagrama das principais rotas de aves migratórias no Brasil.



Fonte: ICMBIO, 2016.

O planejamento dos traçados das LTs deve incluir um mapeamento cuidadoso das características topográficas que são linhas principais e pistas de voo para aves migratórias e/ou são importantes para movimentos locais de espécies residentes, elementos topográficos como falésias e fileiras de árvores que forçam pássaros a sobrevoar as LTs, funções ornitológicas primárias ou usos da área para evitar áreas-chave para pássaros e evitar separar essas áreas e condições climáticas locais incluindo variações sazonais como frequência de neblina e direção predominante do vento. O resultado depende em grande parte de uma combinação desses fatores (BEVANGER, 1994).

Avaliar os níveis de eletrocussão e seu impacto potencial nas populações de aves pode ser difícil, já que é incomum durante os estudos de impacto e de monitoramento, presenciar a eletrocussão de aves (FOX e WYNN, 2010). A distribuição de eletricidade deve ser feita de forma sustentável, para isso o planejamento de futuras linhas de energia deve envolver especialistas científicos e ecologistas de grupos taxonômicos potencialmente afetados. Identificar como as mais perigosas auxiliam a neutralizar ou reduzir o seu impacto na biodiversidade (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

A elaboração de um mapa de risco onde estejam identificadas a presença de espécies de aves mais impactadas pela implantação das linhas de transmissão é uma medida que auxiliará no planejamento da expansão do setor elétrico, não só para a construção de LTs, mas também para a implantação de parques eólicos. Mesmo que em determinadas regiões ocorram espécies com baixa taxa de detecção, não se deve impedir a tentativa de realizar uma análise desse mapa de risco, pois a priorização da conservação em determinadas regiões é possível (PAQUET, *et al.*, 2022). A maioria dos estudos publicados sobre taxas de colisão em linhas de transmissão de energia tem se concentrado em seções curtas de linhas de transmissão e em determinados locais mais propensos a colisão, que são normalmente em zonas úmidas (JENKINS, *et al.*, 2010).

Tanto dados empíricos quanto considerações teóricas indicam que espécies com alta carga alar e baixo aspecto têm um alto risco de colisão com linhas de energia. Essas características físicas podem dificultar a detecção das linhas de transmissão pelas aves, aumentando a probabilidade de impacto e morte. Portanto, é fundamental levar em consideração esses fatores ao avaliar o impacto das linhas de energia na

fauna local e desenvolver medidas de mitigação adequadas. A conscientização sobre os efeitos potenciais das linhas de energia em diferentes espécies de aves é crucial para a tomada de decisões informadas e a implementação de práticas mais seguras e sustentáveis. (BEVANGER, 1998). As espécies com alta carga alar têm asas relativamente pequenas em relação ao tamanho do corpo, o que lhes permite gerar mais sustentação durante o voo, mas também significa que precisam bater as asas com mais frequência para manter o voo, aumentando assim o risco de colisão com obstáculos. As aves com baixo aspecto, que têm asas relativamente curtas e largas, são boas em manobrar em ambientes fechados e gerar sustentação em baixas velocidades, mas podem ter mais dificuldade em voar longas distâncias ou em ambientes abertos. Além disso, como suas asas são relativamente curtas, podem ter mais dificuldade em evadir obstáculos como linhas de energia. A morfologia e fisiologia do olho aviário e como a informação do olho é processada, provavelmente influencia o risco de colisão e a eficácia dos meios de evitar a colisão. Existem diferenças importantes de como as aves e os seres humanos processam as imagens das linhas de transmissão, isso pode resultar em uma limitação da nossa capacidade de entender e como sensibilizar as aves para evitar as colisões (BERNARDINO, *et al.*, 2018). Os fatores de mitigação de colisões, estão centrados na probabilidade de voar horizontalmente na altura da LT e na capacidade de as ver à frente a tempo de evitar uma colisão iminente, mas não há dispositivos para voos que iniciem próximos as LTs, pois considera-se que neste caso o obstáculo já faça parte do ambiente (JENKINS, *et al.*, 2010).

Pesquisas rápidas de avaliação de comunidades de aves tropicais são cada vez mais usadas para estimar a riqueza de espécies e determinar prioridades de conservação, mas os resultados de diferentes estudos muitas vezes não são comparáveis devido à falta de padronização (HERZOG, *et al.*, 2002).

2.2 CONTEXTO GLOBAL DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

As aves são encontradas praticamente em todos os habitats terrestres e aquáticos, existem poucos lugares na Terra onde as aves não ocorrem regularmente (SEKERCIOGLU, 2006). Dessa forma, entender o contexto mundial para avaliação dos impactos ambientais e adotar boas práticas globais é um recurso que pode ser incentivado na legislação brasileira. Embora a legislação e a prática variem em todo o

mundo, é importante que um programa de monitoramento seja implementado para determinar se os impactos previstos ocorreram e as medidas de mitigação propostas foram implementadas e se estas últimas estão ou não funcionando efetivamente (MARSHALL, *et al.*, 2005).

Na Bélgica, de todas as espécies regularmente observadas, 38,4% são consideradas suscetíveis para risco de colisão com LTs (PAQUET, *et al.*, 2022). Nos estudos envolvendo a relação entre as aves e as estruturas de energia elétrica, os países localizados na Europa e América do Norte, respondem por mais de 80% desses estudos, que foram predominantemente realizados em áreas com mais alterações antrópicas (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022).

De acordo com Jenkins e outros autores (2010) apenas o estudo de Anderson (2002) detalha as taxas de colisão de aves em LTs por unidade de comprimento na África do Sul e esse estudo foi realizado por um longo período de coletas e com amostras repetidas. Observa-se também que em certas regiões do Norte de África, a instalação de LTs não recebeu a atenção que este tema merece (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019). Na Nova Zelândia, a maior causa da mortalidade de falcões nas áreas eletrificadas é a eletrocussão (FOX e WYNN, 2010).

A falta de informações primárias do subcontinente indiano é particularmente preocupante, uma vez que sua economia crescente e densa população humana divide espaço com rica biodiversidade e rotas migratórias, levando a uma interface cada vez maior entre linhas de transmissão e pássaros (UDDIN, *et al.*, 2021).

Na Finlândia é necessário a realização de um estudo de impacto ambiental, para todos os parques eólicos que tenham mais de dez turbinas ou uma capacidade de produção superior a 45 MW. Ainda na Finlândia, o mapeamento de aves no território tem como método mais utilizado os transectos lineares (MÄKELÄINEN, *et al.*, 2021).

O Grupo Elia, que opera linhas de transmissão na Bélgica e Alemanha mantém atualizado um mapa de áreas com aves que têm potencial de colisão com LTs, esse mapa é sobreposto aos projetos de expansão das redes de energia para avaliar as soluções de menor impacto ou promover ações de mitigação para a colisão de aves (PAQUET, *et al.*, 2022).

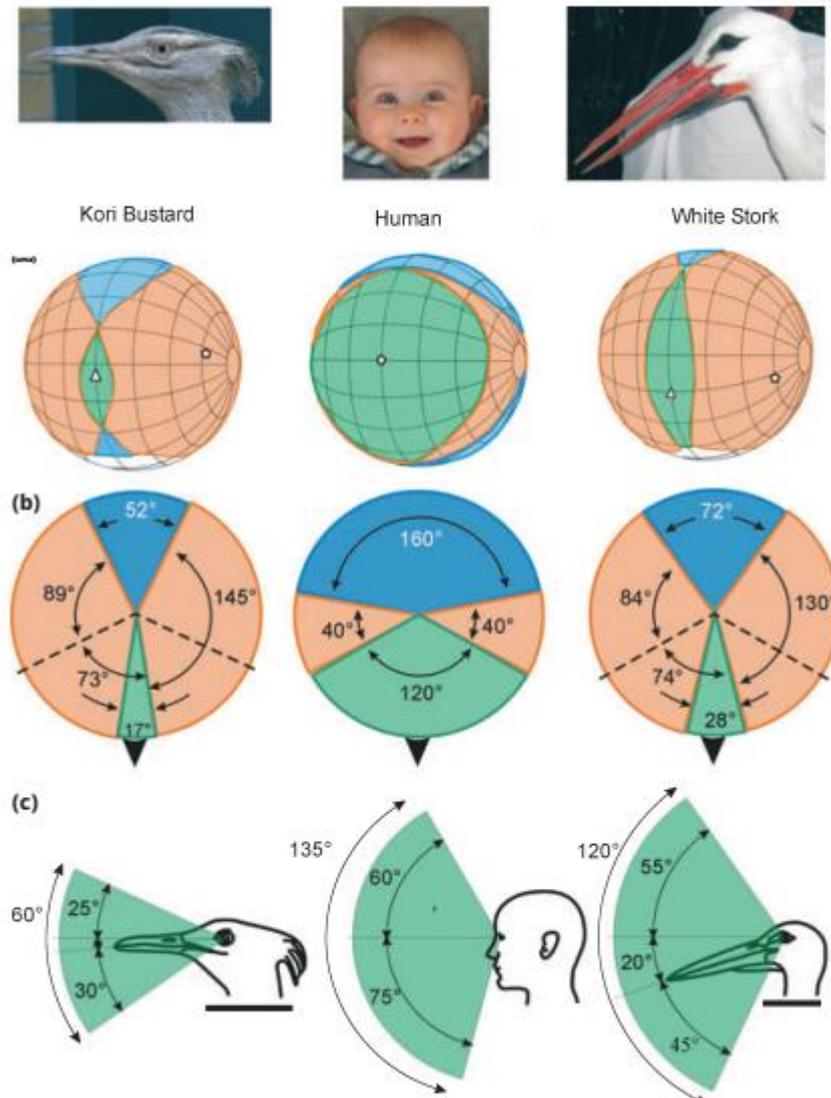
Estudos comparativos são agregados espacialmente sobre colisões e eletrocussões de aves em LTs, foram em 70% conduzidos na Europa ou América do Norte, o que é uma limitação para a escala global do problema. Uma das causas dessa realidade tem a ver com a dificuldade de acesso à literatura, por se tratar de língua não inglesa e ibérica, especialmente em áreas como Ásia, Oriente Médio e partes da África. Acredita-se que nesses locais as taxas são potencialmente altas de eletrocussão e podem comprometer os resultados de uma avaliação global (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022).

Os estudos que relacionam a morte de aves com linhas de transmissão a partir da contagem de carcaças possui uma distribuição desigual nos continentes, ficando restrito a Europa e América do Norte. Na Oceania não foram encontrados estudos, na América do Sul e África são escassos (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022).

2.3 COMPORTAMENTO E MORFOLOGIA DAS AVES

As evidências e os argumentos revisados sugerem que as colisões de aves podem ser o resultado de restrições visuais e perceptivas (MARTIN, 2011). As aves têm olhos e sistemas visuais que são adaptados para diferentes condições de iluminação, percepção de cores e resolução visual em comparação com os humanos. A visão das aves não é a mesma que a visão humana no que diz respeito a muitos parâmetros, conforme apresentado na Figura 3, dessa forma, não é possível extrapolar a partir do conhecimento da percepção humana de um perigo para entender o problema enfrentado por uma ave.

Figura 3 - Comparação da função binocular entre humanos e aves.



Fonte: Martin, 2011.

Durante o voo, algumas aves podem não visualizar o que está à sua frente; virar a cabeça tanto em inclinação quanto em guinada para olhar para baixo com o campo binocular ou com a parte central do campo visual de um olho pode não ser incomum, e isso pode deixar as aves cegas na direção da viagem, como é possível ver na Figura 4, durante uma disputa entre duas espécies, onde as atenções estão voltadas para a disputa e acredita-se que os obstáculos do entorno fiquem em segundo plano. A visão frontal em algumas espécies de aves não é uma visão de alta resolução; a alta resolução ocorre nos campos de visão laterais. A visão frontal em aves pode ser ajustada para a detecção de movimento relacionado à extração de informações do campo de fluxo óptico, em vez de detalhes espaciais elevados. As

aves em voo podem prever que o ambiente à frente não está desordenado (MARTIN, 2011).

Figura 4 – Voo de disputa entre duas espécies.

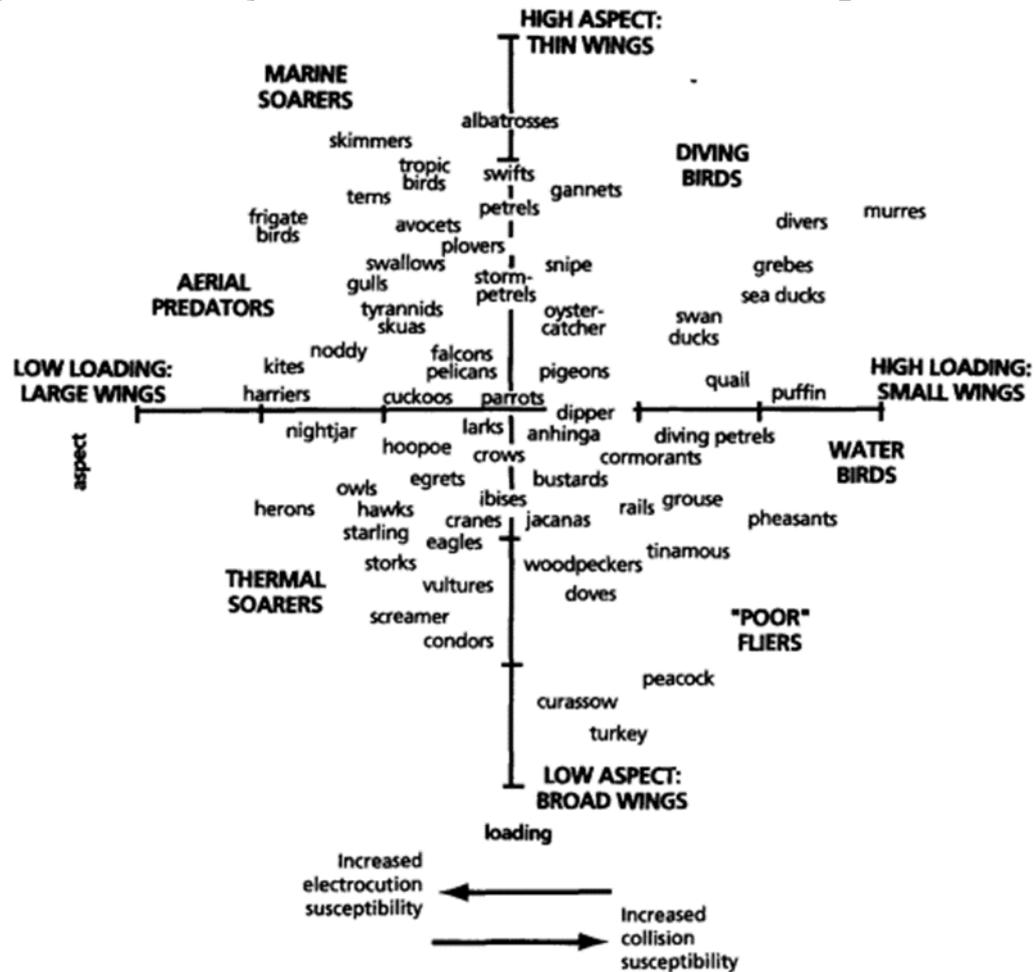


Fonte: autor, 2022.

Mesmo que estejam "olhando para a frente", eles podem não conseguir ver um obstáculo, pois podem não prever obstruções. Perceptivelmente, eles não têm "prioridade" para artefatos humanos, como edifícios, fios de energia ou turbinas eólicas. As aves têm apenas uma faixa restrita de velocidades de voo que pode ser usada para ajustar sua taxa de ganho de informação conforme os desafios sensoriais do ambiente mudam devido à visibilidade reduzida causada, por exemplo, por chuva, névoa ou níveis de luz mais baixos (MARTIN, 2011). Fatores meteorológicos têm ação direta no risco de colisões de aves em LTs (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

Muitas aves grandes, de áreas úmidas e algumas espécies menores de voo rápido são propensas a colidir com cabos aéreos associados à infraestrutura de energia (JENKINS, *et al.*, 2010). Características morfológicas e do voo influenciam a possibilidade de colisão e eletrocussão. Envergadura e a morfologia são características relevantes quando se avalia o risco de colisão em linhas de transmissão de tensões menores, em especial as linhas de distribuição (BEVANGER, 1998). A partir da Figura 5 é possível identificar espécies de aves de acordo com a característica morfológica das asas.

Figura 5 - Distribuição das aves de acordo com a morfologia das asas.



Fonte: Bevanger, 1998.

As espécies de aves planadoras, incluindo a maioria das aves de rapina, cegonhas e outras aves de grande porte, são o grupo de maior preocupação para acidentes envolvendo linhas de transmissão (SMERALDO, *et al.*, 2020). As aves frequentemente afetadas por eletrocussão parecem envolver particularmente Ciconiiformes, Falconiformes, Strigiformes e Passeriformes (BEVANGER, 1998).

Espécies que necessitam de atenção para construção de LTs, em geral, são espécies com as seguintes características: baixas densidades populacionais, com baixo potencial reprodutivo, longa expectativa de vida cuja estabilidade populacional depende da alta taxa de sobrevivência dos adultos e espécies raras e ameaçadas (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

Condições climáticas, como ventos fortes que afetam a manobrabilidade do voo ou outras condições que reduzem a visibilidade, parecem aumentar as colisões de aves com estruturas antropogênicas (MARQUES, *et al.*, 2014).

2.4 MITIGAÇÃO DO RISCO DE COLISÃO DE AVES

A elaboração de mapas de risco com as espécies de aves com tendência de colisão e/ou eletrocussão, auxiliaram o planejamento de linhas de transmissão com menor impacto (SMERALDO, *et al.*, 2020). Esse mapa de risco leva em consideração a população de avifauna e os fatores que as tornam mais propensas a acidentes, geralmente são fatores: espécies específicas, locais específicos e características da LT (BERNARDINO, *et al.*, 2018).

Em vários projetos, foi observado a redução efetiva de 55 a 94% de colisões de aves com a instalação de dispositivos de sinalização de avifauna (BARRIENTOS *et al.*, 2012). Na amostragem realizada por BEVANGER (1998), ocorreu uma redução de 93,5% na colisão de aves após a instalação da sinalização.

Existem três tipos gerais de dispositivos de marcação de linha: esferas de balizamento aéreo, espirais e dispositivos suspensos (oscilando, batendo e fixo). Além disso, o cabo de grande diâmetro, embora não seja um dispositivo de marcação, também pode melhorar a visibilidade da LT e reduzir o risco de eletrocussões e colisões. Desde 1994, esferas de balizamento aéreo, espirais e dispositivos suspensos foram desenvolvidos. Os avanços incluem mudanças na forma e nos padrões de cores e acessórios, junto com a resistência aos raios UV, que melhora a durabilidade e a firmeza das cores. Como há poucos estudos comparativos, nenhum dispositivo é considerado o de melhor desempenho (EDISON ELECTRIC INSTITUTE, 2012).

Os equipamentos de sinalização de avifauna comumente utilizados são os tipos espiral para ave de grande porte (Figura 6) e para ave de pequeno porte (Figura 7). Também são empregados os sinalizadores tipo esfera (Figura 8) para sinalização aérea e náutica (PLP, 2016).

Figura 6 - Sinalizador para ave de grande porte.



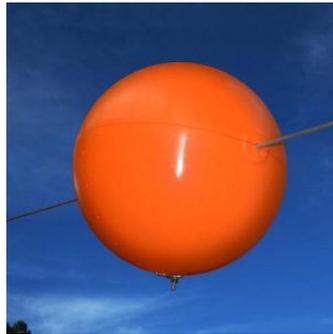
Fonte: PLP, 2016.

Figura 7 - Sinalizador para ave de pequeno porte.



Fonte: PLP, 2016.

Figura 8 - Esfera de Sinalização.



Fonte: PLP, 2016.

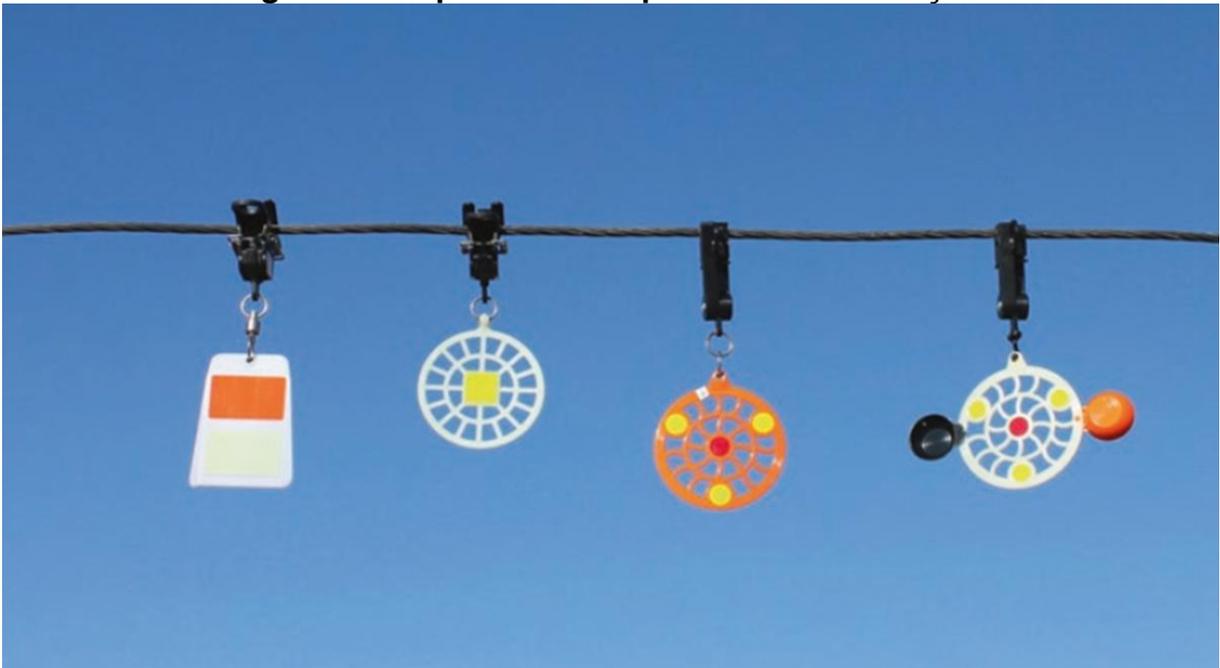
As colisões podem ocorrer principalmente quando as aves cruzam linhas de transmissão em seus movimentos diários locais. Aves podem passar grande parte do dia voando entre locais de reprodução/ninho ou poleiro e áreas de forrageamento (BERNARDINO, *et al.*, 2018). Uma observação comum em estudos de colisão é que as aves demonstram a capacidade de evitar uma linha de energia se enxergarem as linhas cedo o suficiente. Muitos desses estudos indicam que o risco de colisão pode ser reduzido em mais da metade e em alguns casos, em até 80% após as linhas terem sido marcadas (EDISON ELECTRIC INSTITUTE, 2012).

Porém não há consenso sobre a eficácia dos sinalizadores, pois Alonso e outros autores (1994) definem como uma demonstração cabal que os sinalizadores tipo espirais possuem eficácia superior a 60 %. Enquanto Biasotto e outros autores (2017) demonstram que a eficácia dos sinalizadores é dúbia, pois durante os estudos

realizados não foi possível distinguir a percepção pelas aves dos cabos com ou sem sinalizadores.

Além dos dispositivos de sinalização fixos, existem vários tipos de dispositivos suspensos de diferentes modelos e fabricantes. São fixos nos cabos condutores e/ou nos cabos de coberturas das linhas de transmissão para que o dispositivo possa se mover com o vento, aumentando a visualização pelas aves em locais críticos. Alguns são projetados para balançar, bater e girar, enquanto outros, para uso em locais com ventos fortes, são quase imóveis, mas permitem algum movimento. Alguns têm propriedades reflexivas e que brilham no escuro (EDISON ELECTRIC INSTITUTE, 2012). Na Figura 9 são apresentados diferentes modelos de sinalizadores suspensos.

Figura 9 - Dispositivos suspensos de sinalização.



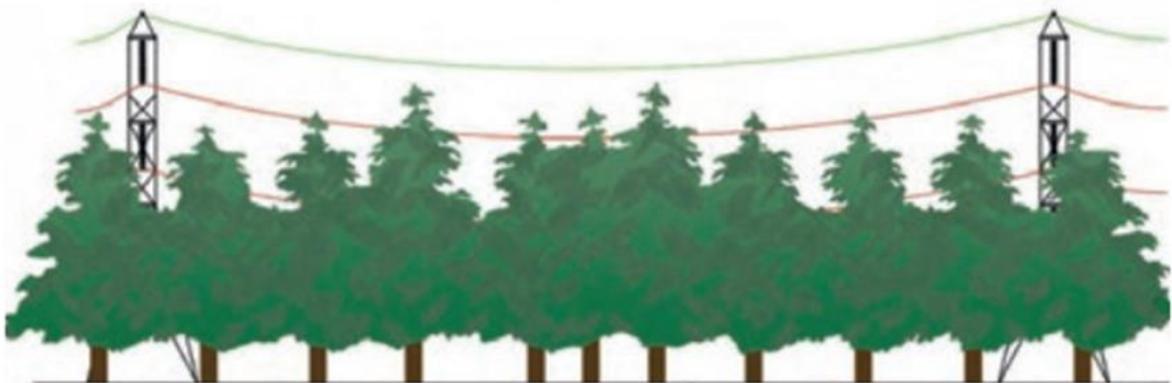
Fonte: Edison Eletric Institute, 2012.

Os dispositivos mais comumente usados para marcação de cabos de LTs no estudo apresentado por Bernardino e outros autores (2018) são os espirais e amortecedores de vibração (51%), seguidos por *flappers* ou outros grampos com partes móveis (32%) e grampos sem partes móveis (8%).

Para reduzir ou mitigar as colisões, os estudos ambientais devem estar em sintonia com o projeto da LT, buscando distanciar-se ao menos de 1 km de zonas

úmidas, aterros sanitários e resíduos sólidos urbanos, pontos de armazenamento de animais mortos ou seus restos e campos cultivados, num raio de 3 km das plataformas de nidificação de espécies de grande porte. O traçado da LT deve evitar o cruzamento com cursos d'água que servem como corredores para aves marinhas e migratórias (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019). A vegetação nesses habitats é cortada regularmente e cria manchas de solo nu e padrões heterogêneos de umidade do solo, sendo um atrativo para aves e outros animais e insetos que poderão servir de alimento para as aves (BERG, *et al.*, 2013). Na Figura 10, está representada uma condição habitual em relação à vegetação próxima às LTs.

Figura 10 – Representação da condição habitual em relação à vegetação próxima às LTs.



Fonte: MARTÍN MARTÍN, 2019.

A vegetação desempenha um papel importante na exposição de aves às LTs, pois em espaços abertos, as aves tendem a voar em altitudes mais baixas. Já em áreas florestais, as aves tendem a voar em alturas maiores, desviando das LTs. Áreas com grande potencial de colisões, podem ter esse risco reduzido com a utilização de barreiras de árvores próximo a faixa de domínio da LT, como está representado na Figura 11 (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

Figura 11 - Representação da vegetação próxima às LTs sendo utilizadas como barreiras.



Fonte: MARTÍN MARTÍN, 2019.

Uma linha de transmissão localizada em um habitat densamente florestado com altura de estrutura de energia menor do que a altura média das árvores representa um risco limitado para espécies possivelmente suscetíveis, uma vez que são forçadas a voar acima das árvores e por consequência das linhas de transmissão, essa pode ser uma ação mitigadora para conciliar o elevado risco de colisões, adotando silvicultura nesses corredores (JENKINS, *et al.*, 2010)

2.5 LEGISLAÇÃO APLICADA AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Para mitigar os impactos ambientais e no tema em estudo, o Brasil tem evoluído na legislação, a partir da promulgação da Lei nº 6.938/81, que define as principais diretrizes para a execução do licenciamento ambiental (BRASIL, 1981).

A Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, estabelece as responsabilidades e as diretrizes gerais para avaliação dos impactos ambientais. Onde no artigo segundo, define que as linhas de transmissão com tensão de operação superior a 230 kV são elegíveis ao estudo de impacto ambiental (BRASIL, 1986; BRASIL, 1997).

A Portaria nº 421/2011 do Ministério do Meio Ambiente dispõe que o licenciamento dos sistemas de transmissão de energia elétrica poderá ocorrer na

forma de Relatório Ambiental Simplificado (RAS) ou Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (BRASIL, 2011).

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o estudo técnico ordinário e elaborado por equipe multidisciplinar que aborda a interação entre elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico. O conteúdo mínimo para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, que é o procedimento ordinário de licenciamento ambiental de empreendimentos com potencial impacto, como as linhas de transmissão de energia, o EIA/RIMA aborda os aspectos sociais e ambientais do empreendimento. O estudo deverá caracterizar as populações faunísticas e sua distribuição espacial e sazonal, com especial atenção às espécies ameaçadas de extinção, raras e/ou endêmicas e migratórias, nas áreas atingidas pelas intervenções do empreendimento. Os locais selecionados para a amostragem deverão ser listados, georreferenciados, mapeados e justificados tecnicamente. Oferecendo subsídios para análise da viabilidade ambiental de empreendimentos ou atividades consideradas potencial ou efetivamente causadoras de degradação do meio ambiente. O estudo é propositivo para formas de mitigar e compensar os impactos encontrados (BRASIL, 2011).

O Estudo Ambiental Simplificado (EAS) é um estudo elaborado por equipe multidisciplinar que aborda a interação entre elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico. Ele oferece subsídios para análise da viabilidade ambiental de empreendimentos ou atividades consideradas potencial ou efetivamente causadoras de degradação do meio ambiente. O estudo é propositivo para formas de mitigar e compensar os impactos encontrados. Dependendo da legislação ou do órgão licenciador, este estudo poderá ser chamado de Relatório Ambiental Simplificado (RAS). Para o meio biótico, esse documento deve apresentar as características predominantes da região a ser atravessada e realizar diagnóstico descritivo da avifauna, apresentando as espécies predominantes, existência de rotas migratórias, espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. A Portaria nº 421/2011 do Ministério do Meio Ambiente no artigo quinto define as características para os empreendimentos de sistemas de transmissão de energia elétrica que podem fazer uso do relatório ambiental simplificado (RAS). Esse relatório que integra o procedimento simplificado para o licenciamento ambiental de empreendimentos com menor potencial de impacto, algumas LTs podem receber esse enquadramento (BRASIL, 2011).

Os estudos de impacto ambiental também deverão caracterizar a fauna silvestre em nichos de vegetação e corredores, em unidades de conservação ou em áreas especialmente protegidas por lei, que funcionem como possível rota migratória ou berçário para espécies existentes (BRASIL, 2007). Estado de conservação, considerando as listas oficiais de espécies ameaçadas, tendo como referência as listas: CITES, IUCN, MMA, listas estaduais e municipais. Georreferenciar o local onde foram encontradas aquelas ameaçadas de extinção, condição de bioindicadora, endêmica, rara, exótica, não descrita pela ciência e não descrita para a região e deve consistir na amostragem quali-quantitativa (BRASIL, 2011).

No Brasil, a legislação ambiental é composta por normas federais, estaduais e municipais, sendo que cada uma delas possui sua própria competência e atribuição. A Constituição Federal estabelece a competência comum entre União, estados e municípios para proteger o meio ambiente. A legislação ambiental federal estabelece as normas gerais a serem seguidas, enquanto as legislações estaduais e municipais podem ser mais restritivas, desde que não sejam menos rigorosas que a legislação federal.

No estado do Paraná, a Resolução CEMA 107 define os procedimentos para o licenciamento ambiental dos empreendimentos no estado e que não forem de competência federal (PARANÁ, 2020). A Resolução CONSEMA Nº 98 DE 05/07/2017, no estado de Santa Catarina, considera que o licenciamento ambiental é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, cujas regras gerais estão definidas pela Lei federal nº 6.938/81 (SANTA CATARINA, 2017). Já a Resolução CONSEMA 372 no estado do Rio Grande do Sul, define o porte dos empreendimentos, para as linhas de transmissão, a diferenciação ocorre pelo comprimento das linhas de transmissão, fazendo a separação de linha individual e de sistema de transmissão (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

A Instrução Normativa nº 146 do IBAMA, traz os critérios para o levantamento de fauna. Define que deve haver uma descrição detalhada da metodologia utilizada para registro dos dados primários, destacando a necessidade de apresentar o esforço amostral. Os resultados desse levantamento devem conter a lista das espécies com o habitat, destacando as espécies ameaçadas de extinção, as endêmicas e as consideradas raras. Os dados brutos e a curva de estabilização do coletor também deverão ser apresentados (BRASIL, 2007).

2.6 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Os estudos de impacto ambiental que envolvem a avifauna, são apresentados dentro do item do meio biótico e do subitem fauna. Dentro desse levantamento deve-se delimitar as áreas de estudos, definindo corretamente a área de influência direta (AID), área de influência indireta (AII), área diretamente afetada (ADA) e área indiretamente afetada (AIA). Não existe um protocolo rígido para a definição dessas áreas. Partindo dessas áreas, é possível fazer o levantamento bibliográfico ou levantamento secundário e ter uma referência preliminar de avifauna. Deve-se destacar espécies relevantes para o estudo, fazendo a conceituação do motivo dessa relevância, como por exemplo, espécies em extinção, migratórias ou que tenham morfologia e/ou comportamento relevante ao estudo (STRAUBE, *et al.*, 2010).

Com esses dados secundários, é possível planejar o levantamento de campo para obtenção dos dados primários, embora trate-se de um levantamento científico, não existe metodologia ou normativa que defina os esforços amostrais mínimos. Utiliza-se a boa prática, experiência dos pesquisadores e a curva de estabilização do coletor como um parâmetro. Essa prática dificulta a comparação entre os estudos. Em relação a sazonalidade, não está definido o protocolo para contemplação da sazonalidade frente aos dados secundários. Antes de iniciar o levantamento de aves, é muito importante considerar a heterogeneidade do habitat e a diversidade na área geral do levantamento. Cada tipo geral de habitat deve ser pesquisado e analisado separadamente para garantir a comparabilidade entre diferentes locais de avaliação com diferentes graus de diversidade de habitat (LARSEN, 2016).

MATTER e outros autores (2010) apontam a dificuldade de organização e convergência das metodologias de pesquisa, devido à grande diversidade de normas, portarias, legislações e metodologias científicas. Dessa forma, os próprios órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental não têm como comparar estudos. Falta de estudos em determinados ecossistemas e tornam difícil para cientistas e gerentes de projetos aplicação de técnicas de prevenção e mitigação dos impactos. Avaliação de um conjunto limitado de bioindicadores.

A mortalidade de aves e outros animais causada por cabos aéreos de LTs pode ter efeitos significativos no ecossistema, especialmente em relação aos serviços ecossistêmicos que dependem desses animais, como a dispersão de sementes,

polinização e controle de pragas. Além disso, a perda de espécies de aves devido a colisões com linhas de transmissão pode ter consequências cascata em cadeias alimentares e ecossistemas inteiros. (UDDIN, *et al.*, 2021).

Um corredor de infraestrutura linear aumenta a atividade humana secundária em uma área, sendo um segundo gerador de impacto daquele ambiente. Geralmente não são estudados a interação de diferentes projetos no mesmo ambiente ou em ambientes próximos. O impacto cumulativo do desenvolvimento precisa ser mais estudado, de modo a apontar as vantagens e desvantagens de concentrar vários tipos de infraestrutura no mesmo corredor ou em corredores adjacentes (RICHARDSON *et al.*, 2017).

À luz da crise global da biodiversidade, é importante realizar avaliações de impacto de alta qualidade sobre a biodiversidade, pois as informações sobre a biodiversidade, entre outros fatores, têm o potencial de influenciar como os projetos serão implementados no final (MÄKELÄINEN, *et al.*, 2021).

Os monitoramentos de longo prazo, essencialmente ocorrem na fase de operação dos empreendimentos e são condicionantes para manutenção das licenças de operação. Nesses monitoramentos obrigatórios, os dados ambientais são coletados como um requisito estipulado pela legislação governamental ou uma diretriz política, como o monitoramento do clima ou do fluxo do rio, o foco geralmente é identificar tendências. Também podem ser realizados outros tipos de monitoramento de longo prazo, como o baseado em perguntas, que se trata de um acompanhamento guiado por um modelo conceitual e por um rigoroso desenho de estudo, podendo haver sobreposição entre essas amplas categorias de monitoramento. Além do monitoramento movido pela curiosidade ou passivo, que é fruto de diversas correntes muitas vezes até de conhecimentos empíricos (LINDENMAYER e LIKENS, 2010).

O monitoramento de longo prazo, além de observar o comportamento da avifauna frente a operação do empreendimento, pode ser realizado fazendo a contabilização das taxas de mortalidade das aves nas estruturas de energia elétrica. Nesse tipo de monitoramento é importante que seja relacionada a localização geográfica, os tipos de estruturas, a tensão de operação e os atrativos da paisagem (MAÑOSA, 2001).

Em áreas com alta concentração de aves, como rotas migratórias, essas aves parecem estar particularmente em risco de colisões durante as migrações. Passeriformes de migração noturna constituem as fatalidades mais comuns (MARQUES, *et al.*, 2014). Segundo Uddin de outros autores (2021), anualmente, cerca de 51 pássaros morrem por quilômetro de linha de energia no deserto de Thar devido à colisão e à eletrocussão.

Assim, a mortalidade de aves em regiões menos desenvolvidas pode ser comparável a muitas áreas bem desenvolvidas. Representando uma região pouco estudada, essa estimativa é significativa para futuras avaliações globais de mortalidade em LTs e promovendo a evolução na formulação de políticas para novos empreendimentos na área de transmissão de energia elétrica em áreas ricas em pássaros (UDDIN, *et al.*, 2021).

2.7 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL NO MUNDO

Em alguns países da União Europeia, há falta da implementação adequada de boas práticas de controle de qualidade ou abordagens de garantia que vão além da revisão das agências e do público para os estudos de impactos ambientais. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental Federal avalia os estudos de impacto ambiental, isso serve como uma revisão formal e uma padronização dentro das ações governamentais. Já a Comissão Holandesa de Avaliação Ambiental é um órgão especializado e independente na avaliação de impacto ambiental de projetos. Os membros do Painel de Revisão Canadense são especialistas com conhecimento relevante, experiência e especialização em casos individuais como nos estudos que interferem em povos originários (GÜNTHER, *et al.*, 2017).

Na Nova Zelândia, não é exigida a aprovação de projetos dos empreendimentos de energia elétrica por órgãos ambientais, nem a realização de Avaliação de Impacto Ambiental ou o uso de projetos que sejam favoráveis à vida selvagem, o que demonstra a falta de gestão adequada para a proteção de aves. (FOX e WYNN, 2010).

O *QualityMarké* uma iniciativa criada em 2011 pelo Instituto de Gestão e Avaliação Ambiental, é a maior associação profissional do Reino Unido para gestão e avaliação ambiental, é um sistema de acreditação com o objetivo de melhorar

continuamente a qualidade dos estudos de impacto ambiental na prática. Os revisores da *QualityMarké* agem independente e a abordagem não é respaldada por lei (GÜNTHER, *et al.*, 2017).

Nos países da Ásia, África e América do Sul são necessários mais estudos, pois existem espécies de aves específicas desses locais, além de características particulares de construção de LTs (BERNARDINO, *et al.*, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

Foram avaliados os Estudos de Impacto Ambiental dos projetos para construção de linhas de transmissão nos três estados da região sul do Brasil. Estes, estão disponíveis nos sítios eletrônicos dos órgãos licenciadores estaduais: o Instituto Água e Terra (IAT/PR), Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC), Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM/RS) e o sítio eletrônico do órgão licenciador federal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Este último foi consultado para a busca de estudos envolvendo mais de um estado ou projetos em conjunto com países vizinhos.

Os estudos foram amostrados a partir de relatórios disponíveis nos sites dos órgãos de licenciamento ambiental, no período de março de 2010 até maio de 2022, incluindo tanto relatórios para implementação de novas linhas de transmissão quanto para adequações em LTs já existentes.

3.2 COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os resultados dos estudos são organizados em uma planilha eletrônica, onde cada linha refere-se a um projeto e as colunas são os parâmetros de avaliação, onde destacam-se as seguintes informações coletadas:

- Sigla do estado em que ocorrerá o empreendimento, em caso de mais de um estado, devem seguir a sequência da descrição do projeto;
- Sigla do órgão responsável pela avaliação do estudo;
- Tipo de estudo apresentado, EIA/RIMA, RAS ou EAS;
- Tensão nominal da linha de transmissão em kV;
- Extensão da LT em km;
- Classificação: Adota-se o critério de capacitância para comprimento de linhas de transmissão, onde LTs com comprimento inferior a 80 km são consideradas

linhas curtas, LTs entre 80 km e 240 km são linhas médias e LTs superiores a 240 km são classificadas como linhas longas (STEVENSON, 1986);

- Contagem de pontos de amostragem ou quantidade de transectos por unidade de comprimento de LT. Quando o método for a Lista de Mackinnon esse indicador não é calculado;
- Terminal da subestação de início da LT conforme descrição do relatório;
- Terminal da subestação de destino da LT. Quando o projeto trata de uma derivação em uma LT existente para acesso a uma subestação, sem a construção de uma LT que interligue duas subestações;
- Método utilizado para o inventário de avifauna;
- Quantidade de pontos de escuta e visualização, transectos lineares, transectos não lineares ou Listas de Mackinnon utilizadas;
- Esforço amostral em horas, empregado no método de inventário;
- Data de início do inventário de avifauna;
- Data final do inventário de avifauna;
- Estação do ano em que o inventário de avifauna ocorreu;
- Fase do empreendimento em que o inventário foi realizado. Pode ser na fase projeto e licenciamento, neste caso, chamado de “pré” e na fase de operação, chamado de “pós”;
- Número de espécies de avifauna identificadas nos levantamentos de campo (levantamento primário);
- Número de espécies de avifauna identificadas nos levantamentos bibliográficos (levantamento secundário);
- Valor percentual da razão entre o número de espécies do levantamento primário com o número de espécies do levantamento secundário;
- Se o estudo sob análise identificou espécies ameaçadas de extinção, independente se no levantamento dos dados primários ou secundários;

- Se o estudo sob análise identificou áreas e espécies que compõem rotas migratórias conhecidas;
- O estudo sob análise indicou a necessidade de instalação de sinalização de avifauna;
- Tipo de sinalizador o estudo sob análise indicou;
- Para os relatórios de monitoramento, indicar se está instalada a sinalização de avifauna.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Analisou-se os dados obtidos para avaliar aderência, replicabilidade e boas práticas comuns entre os projetos e os órgãos licenciadores, a partir do preenchimento da planilha eletrônica com os dados dos estudos para o licenciamento ambiental.

3.3.1 Análise quantitativa dos relatórios

Análise do cenário envolvendo a distribuição dos projetos por estado, órgão regulador, tipo de estudo, tipo de LT, método de inventário e informações de indicações de sinalização de avifauna, tipo de sinalizador, espécies em extinção e migratórias.

3.3.2 Análise comparativa dos relatórios

A partir dos dados inseridos na planilha eletrônica, avaliou-se a similaridade entre a quantidade de pontos amostrais e o comprimento das LTs. Se existe convergência entre a quantidade de espécies identificadas nos levantamentos secundários com o resultado dos levantamentos primários, para avaliar se a metodologia utilizada no estudo incorporou os aspectos necessários para uma avaliação ampla e aderente a realidade do ambiente em estudo. Qual a estação do ano predominante nos levantamentos primários. Como está o esforço amostral para os levantamentos primários.

3.4 APRESENTAÇÃO DAS PRÁTICAS RECOMENDADAS E NOVAS TECNOLOGIAS

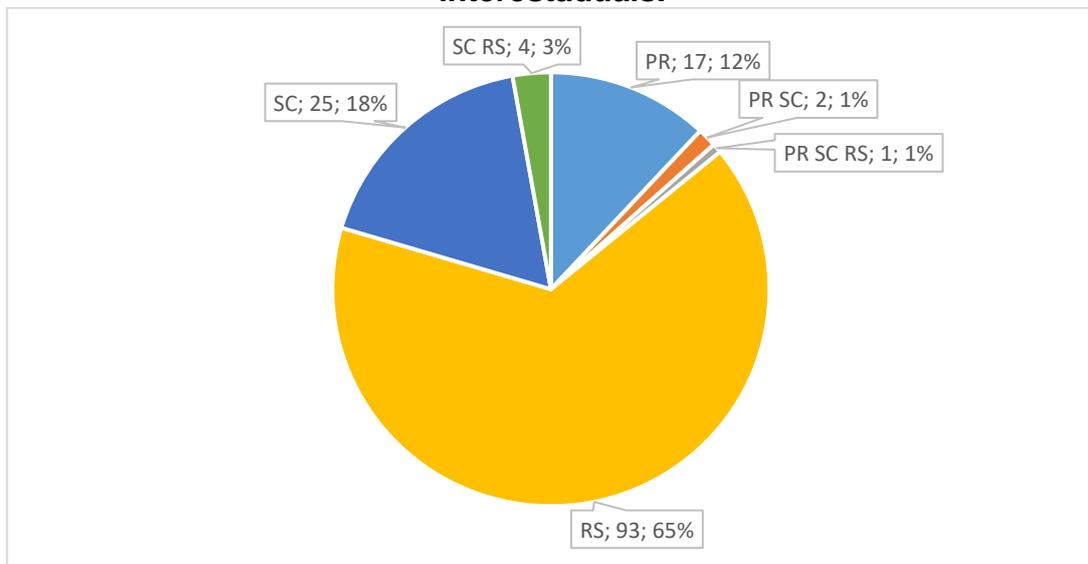
Com a crescente demanda por infraestrutura e desenvolvimento, a realização de estudos de impacto ambiental tem se tornado cada vez mais importante para garantir a sustentabilidade das atividades humanas. Na área de energia elétrica, a construção de linhas de transmissão é uma atividade que gera impactos significativos ao meio ambiente. O levantamento de informações precisas e confiáveis sobre a avifauna é fundamental para avaliar e mitigar os impactos gerados pelas linhas de transmissão.

A utilização de metodologias padronizadas para o levantamento de avifauna e a adoção de tecnologias inovadoras pode trazer benefícios significativos para a gestão ambiental das linhas de transmissão. Além de garantir maior eficiência e precisão na coleta de dados, essas práticas podem também contribuir para reduzir os custos e os prazos dos estudos de impacto ambiental, tornando o processo de licenciamento mais ágil e previsível para as empresas de energia elétrica. Dessa forma, a adoção de boas práticas e a introdução de novas tecnologias pode ser uma estratégia eficaz para equilibrar o desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados 142 estudos de impacto ambiental na região sul do Brasil, sendo a maioria (65%) do Rio Grande do Sul (Figura 12).

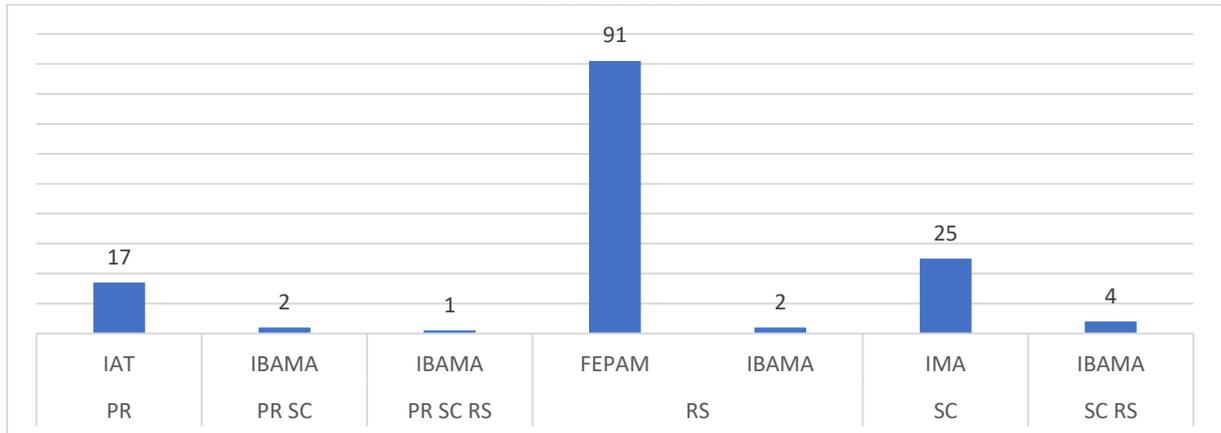
Figura 12 - Distribuição dos Estudos de Impacto Ambiental de Linhas de Transmissão nos três estados do sul do Brasil, entre 2010 e 2022. As áreas do gráfico identificadas como mais de um estado referem-se a projetos interestaduais.



Fonte: autor.

O acesso aos dados dos processos de licenciamento ambiental nos órgãos teve considerável variação (Figura 13). A disponibilidade e a organização do sítio eletrônico facilitaram a busca das informações e permitiu acesso à quantidade de processos avaliados no IBAMA, FEPAM, IMA e IAT.

Figura 13 - Distribuição dos estudos avaliados, separados por estado e órgão licenciador.



Fonte: autor.

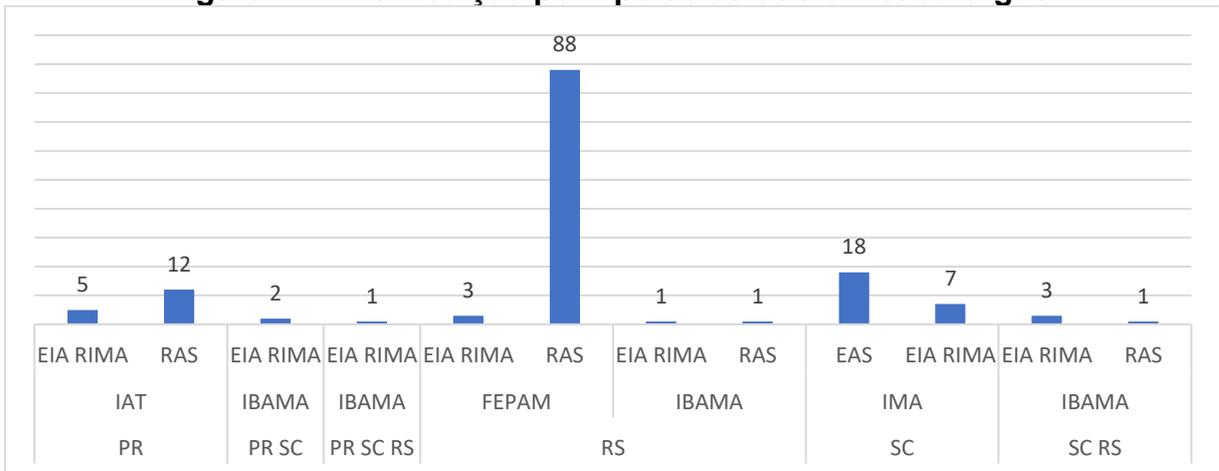
Os dados atualmente disponíveis das agências governamentais não incluem informações de localização completas e precisas para todas as linhas de transmissão propostas ou concluídas. Por essa ausência de dados, ficam prejudicadas as pesquisas científicas que usam os dados dos empreendimentos (HYDE, et al., 2018).

Na área abrangida por este estudo, a FEPAM através do Portal SOL, disponibiliza de fácil acesso ao cidadão as informações dos empreendimentos. No IBAMA existem dados disponíveis para serem consultados. Já no IMA e IAT, os relatórios dos estudos estão acessíveis através de pesquisa nos sítios eletrônicos. As informações como georreferenciamento das estruturas e dos locais dos inventários devem ser solicitadas através de pedidos protocolares, o que dificulta o acesso.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na Figura 14 é possível constatar que para os três estados a maior quantidade de estudos são processos simplificados, refletindo o crescimento de linhas de transmissão curtas e em tensão inferior a 230 kV. Esse dado também pode ser interpretado como um crescimento da capilaridade e do acesso à energia elétrica de qualidade ou à ampliação dos projetos de mini e microgeração distribuída.

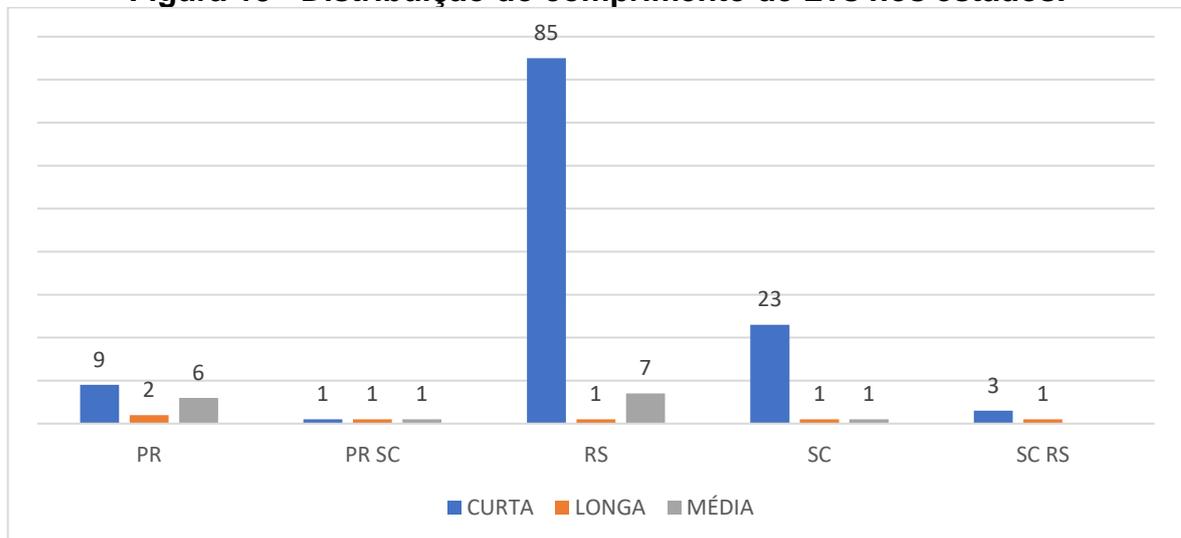
Figura 14 - Distribuição por tipo de estudo em cada órgão.



Fonte: autor.

A distribuição do comprimento de LT, considerando o parâmetro elétrico (Figura 15), sustenta a avaliação da Figura 14, que apresenta a predominância dos projetos envolvendo linhas curtas.

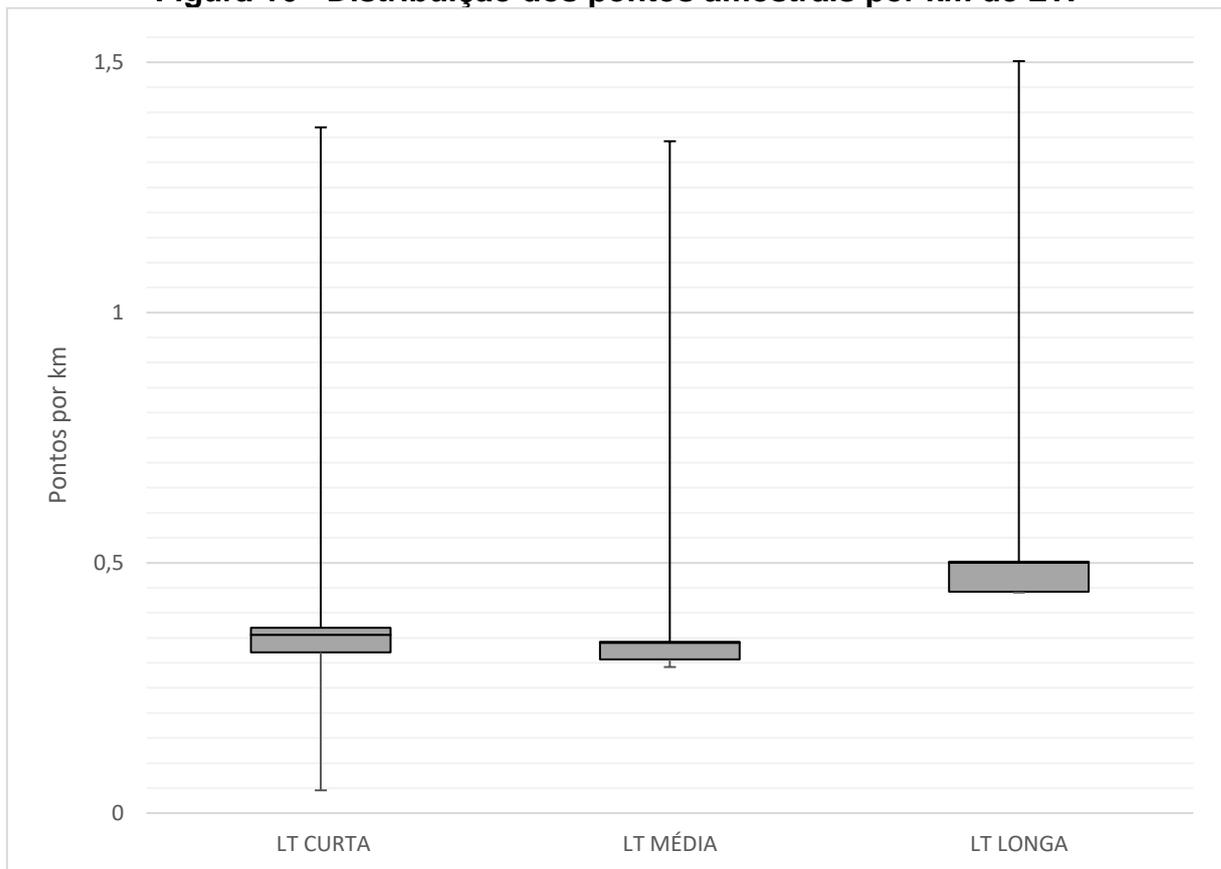
Figura 15 - Distribuição do comprimento de LTs nos estados.



Fonte: autor.

Na Figura 16 é apresentada a razão entre a quantidade de pontos amostrais e o comprimento da LT, separados pela classificação dada a esta LT.

Figura 16 - Distribuição dos pontos amostrais por km de LT.



Fonte: autor.

Mesmo nas LTs curtas existe uma diferença entre o maior e o menor número de pontos por unidade de comprimento da LT. Na LT de comprimento médio o maior valor ficou em 1,62 pontos por km e a média está em 0,29. observar destaca-se que a média do valor para LT média é a maior taxa da LT longa.

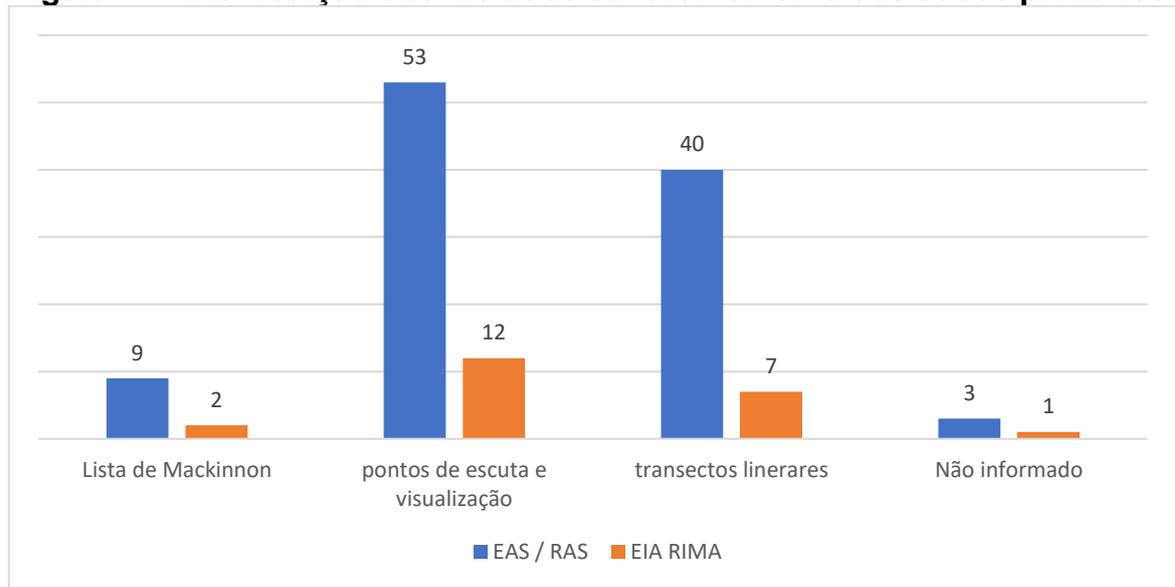
Recomenda-se um número mínimo de dez estações de contagem de pontos em qualquer tipo de habitat para contabilizar a variabilidade natural e estocástica no ambiente. No Neotrópico, três dias de pesquisas intensivas de lista de espécies por um único observador devem ser suficientes em áreas com relativamente poucas espécies, como ambientes de alta altitude, enquanto ambientes excepcionalmente ricos em espécies podem exigir entre 8 e 10 dias para registrar cerca de 80% das espécies residentes, apesar de um único técnico de campo bem treinado e experiente geralmente será suficiente para realizar avaliações rápidas, mas recomenda-se um total de dois pesquisadores (LARSEN, 2016).

Os dados indicam a falta de padronização no número de pontos de amostragem por quilômetro de linha. Esperava-se uma aproximação do número proporcional de pontos por comprimento entre linhas curtas, médias e longas. Essa diferença observada revela a necessidade de padronização dos protocolos para os estudos, em que no mínimo dez pontos amostrais por tipo de ambiente representariam uma medida estatisticamente e biologicamente adequada. Não necessariamente ocorrerá uma distribuição simétrica entre pontos por unidade de comprimento ao se comparar projetos em diferentes regiões, mas ao menos nos projetos nas mesmas regiões, será possível avaliar se houve alterações no ambiente com a implementação de empreendimentos em diferentes períodos.

Nesse estudo não foi possível avaliar os estudos de monitoramento ou de pós instalação, mas se fossem adotados os mesmos protocolos dos estudos para o licenciamento ambiental, seria possível avaliar e mesmo quantificar os impactos desde a fase de estudo até a fase de operação da LT.

4.1.1 Métodos de Inventário de Avifauna

Os métodos de levantamento para o inventário de avifauna são as ferramentas disponíveis para se avaliar a riqueza, composição e abundância das espécies que serão impactadas pelo empreendimento. Na Figura 17 é apresentada a distribuição dos métodos por tipo de estudo de impacto ambiental.

Figura 17 - Distribuição dos métodos de levantamento dos dados primários.

Fonte: autor.

Os estudos apresentaram normalmente três métodos de levantamentos dos dados primários (amostragem de avifauna), que foram aplicados individualmente ou de forma complementar (combinados), mas observou-se variações nas nomenclaturas (neste estudo, as variações foram renomeadas para fins de padronização utilizando-se os nomes técnicos dos métodos). Observa-se uma predominância dos pontos de escuta e dos transectos lineares, em estudo simplificado (RAS) e ordinário (EIA).

Proposto por MacKinnon & Phillips (1993), a metodologia da Lista de MacKinnon é uma técnica padronizada de avaliação rápida para comunidades de aves tropicais, fornecendo um índice de esforço para encontros de aves registrados oportunisticamente. Consiste em realizar um inventário por meio de listas simples cumulativas de “n” espécies, onde é possível obter curva de acúmulo de espécies e métricas de esforço amostral. Embora inicialmente propusesse listas com 20 espécies, esse método evoluiu para listas com 10 espécies, reduzindo a possibilidade de o observador anotar mais de uma vez uma mesma espécie e permitindo a produção de mais listas por tempo. Listas de dez espécies, portanto, parecem ser uma boa solução intermediária (HERZOG, et al., 2002). Em síntese, o método consiste no registro das espécies ao longo de um caminho ou trilha, compondo listas com 10 espécies de aves. O mesmo local só deve ser amostrado mais de uma vez se for em estações diferentes. Não há uma quantidade definida de listas, pois os fatores

ambientais alteram a quantidade de indivíduos observados, porém é importante que o observador faça o planejamento e as definições para que a amostragem possa ser comparável (RIBON, 2010). A técnica de listas é normalmente usada para estimar a riqueza de espécies, mas também foi sugerida para gerar índices de abundância consistentes (o produto é uma medida de frequência relativa), mesmo quando a experiência do observador e as condições ambientais variam (MACLEOD, et al., 2011).

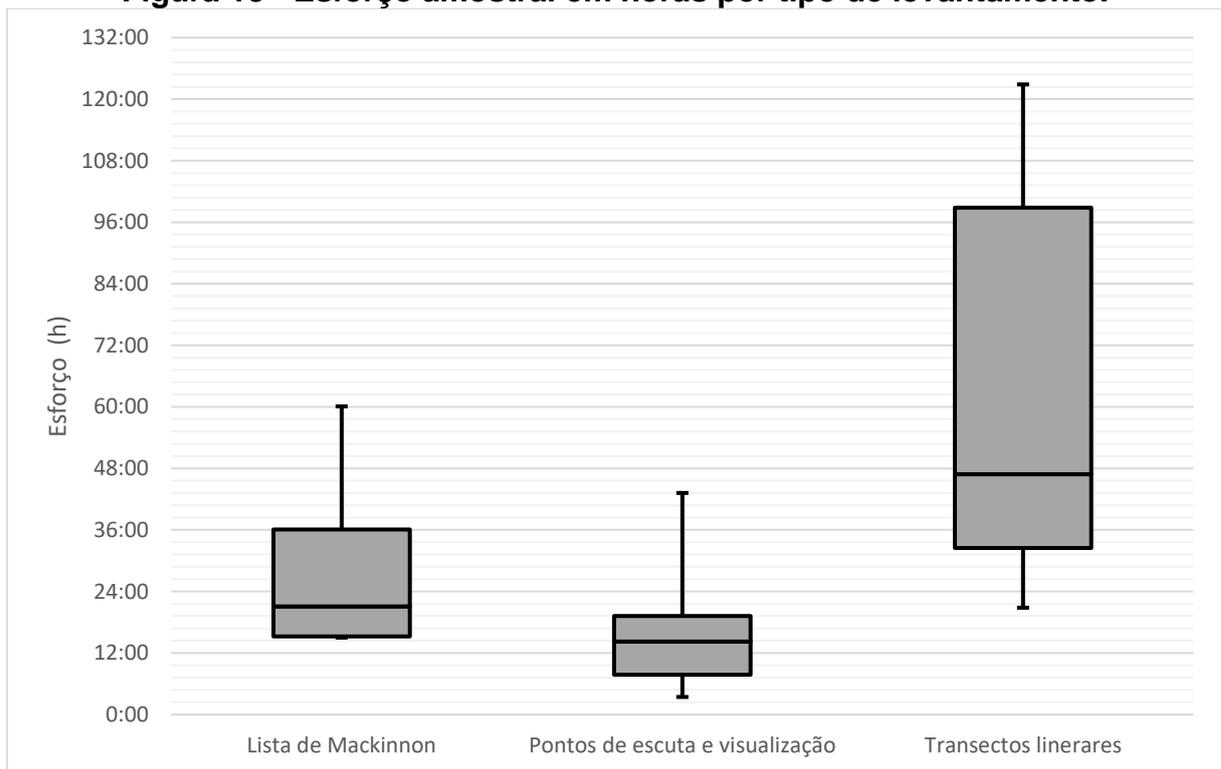
Pontos de Escuta é a técnica de levantamento quantitativo de aves mais amplamente utilizada. Deve-se demarcar pontos em uma trilha existente ou aberta para este fim, sendo eles afastados no mínimo em 200 m entre si para reduzir a possibilidade de vocalização de um mesmo indivíduo em mais de um ponto. Não há um número definido de pontos, pois estes devem ser ajustados de acordo com a área a ser amostrada. O levantamento deve ocorrer no amanhecer e cada ponto deve ser amostrado por 20 minutos (em alguns casos 15 ou 10). A escolha dos pontos de cada dia de amostra deverá ser definida por sorteio. Na planilha de controle devem ser anotadas as condições climáticas (vento, nebulosidade, chuva, temperatura, tipo de ruído de fundo) e os números dos pontos amostrados. A experiência da equipe é um fator importante para a qualidade do levantamento, especialmente para distinguir vocalizações em áreas com muitas espécies ou com ruído de fundo em grau importante (VILLIARD, et al., 2010).

O método de levantamento utilizando a transecção linear consiste na identificação e contabilização de todos os indivíduos visualizados e/ou escutados ao longo das transecções lineares com medidas pré-definidas. A contabilização é realizada continuamente durante o caminhamento, registrando-se todas as ocorrências de exemplares auditiva e/ou visual. A definição dos transectos deve atender a critérios de áreas que apresentaram atratividade à fauna (florestas nativas, florestas ciliares, campos, lavouras, banhados ou açudes e junto a rios), ambientes com menor interferência humana e locais que possuam condição de acesso e camuflagem do observador (BIBBY, et al., 2000). Há pouco para escolher entre transectos de linha e de ponto porque eles são tão adaptáveis a espécies e habitats, ambos os métodos requerem um nível relativamente alto de habilidade e experiência do observador porque uma grande proporção de contatos e identificações será por canto ou chamado (GREGORY, et al., 2004).

A definição de um ou mais métodos combinados deve ser feita na fase de planejamento do estudo, já que de acordo com a avaliação que se pretende fazer, existe um método mais adequado. A exemplo da diferença entre adotar transectos e pontos, a adoção de cada forma depende das condições ambientais, pois onde é possível fazer caminhadas em linha reta, pode-se adotar os transectos. Onde a caminhada é mais difícil, pode-se adotar os pontos. Atualmente com os recursos de georreferenciamento, pode-se ter precisão dos pontos amostrados e também planejar adequadamente esses pontos.

O monitoramento efetivo da biodiversidade para a conservação requer informações sobre a variação espacial e temporal na abundância das espécies (MACLEOD, *et al.*, 2011). Através da Figura 18 podemos observar o esforço amostral empenhado na avaliação de acordo com cada método de levantamento de avifauna.

Figura 18 - Esforço amostral em horas por tipo de levantamento.



Fonte: autor.

Observa-se uma variação do tempo mínimo e máximo do esforço amostral, sendo superior em métodos de pontos de escuta e visualização. A Lista de Mackinnon e transectos lineares apresentaram a amplitude de horas de levantamento próximas entre si.

4.1.2 Distribuição Temporal dos Levantamentos

Na época reprodutiva a redução da atividade ao meio-dia foi ligeira, no período pós-reprodutivo foi bastante acentuada (SILVA, *et al.*, 2015). Para facilitar a comparação entre estudos de aves reprodutoras terrestres, recomenda-se um mínimo de duas visitas a uma parcela a cada temporada e um máximo de quatro visitas (GREGORY, *et al.*, 2004). Cada tipo geral de habitat deve ser pesquisado e analisado separadamente para garantir a comparabilidade entre diferentes locais de avaliação com diferentes graus de diversidade de habitat (LARSEN, 2016).

As estações de contagem de pontos nas áreas de estudo podem ter um raio de 25 m e localizar-se a pelo menos 100 m de distância para reduzir o risco de contar o mesmo indivíduo duas vezes. Dez minutos é um tempo adequado em cada estação para permitir a identificação de todas as aves presentes. As espécies de aves registradas nas contagens de pontos podem também ser registradas nas listas MacKinnon para garantir a amostragem máxima usando essa metodologia. Adotar períodos entre 6 e 10h, e 15 e 19h é adequado devido à maior movimentação das aves; e não devem ser realizados em dias com chuva ou vento forte (O'DEA, *et al.*, 2004).

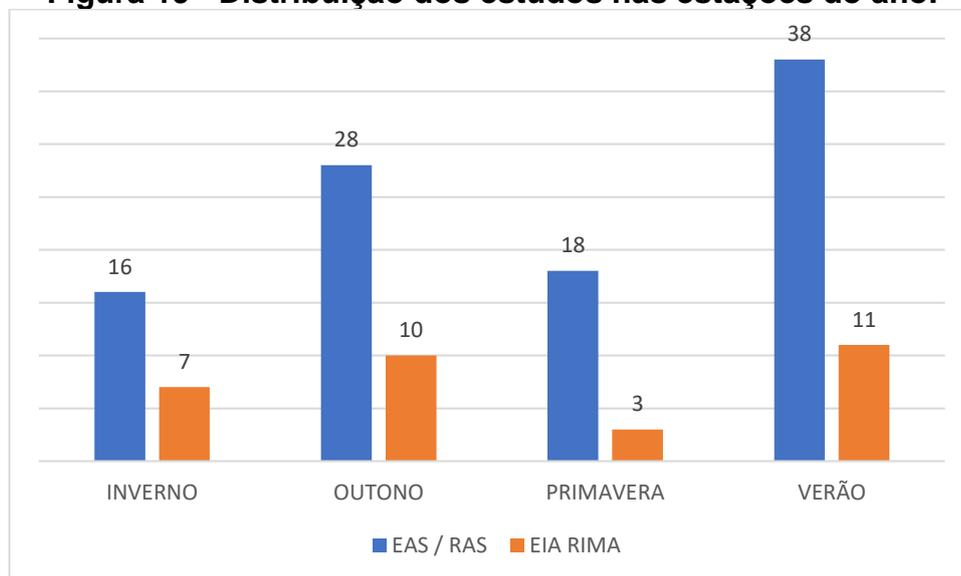
Após as gravações do coro da madrugada, recomenda-se realizar contagens de ponto de 10 minutos no início e no meio da manhã; o tempo de parada dependerá da atividade das aves, que varia com o clima, a estação e o habitat. A distância mínima entre as estações de contagem de pontos deve ser de 100 m (LARSEN, 2016). Pesquisas de contagem de pontos é um método usual para coletar dados sobre abundância e distribuição de aves, porém as análises dos dados geralmente ignoram possíveis diferenças na probabilidade de detecção (FARNSWORTH, *et al.*, 2002). As contagens de grandes colônias geralmente envolvem a divisão da colônia em unidades menores para facilitar a contagem, usando a fotografia como uma ferramenta auxiliar para essa divisão (GREGORY, *et al.*, 2004).

A definição do período de amostragem é uma definição que deve ser feita na fase de planejamento e após o levantamento dos dados secundários. Pois conhecendo a população em potencial de determinado ambiente, é possível determinar com maior precisão os hábitos e com isso a coleta dos dados primários será mais eficaz. Nesse planejamento será possível identificar a necessidade de

campanhas noturnas, em estações do ano específicas e até horários mais coerentes com os hábitos da população local. Porém é consenso entre os pesquisadores que na região tropical e subtropical, os levantamentos serão realizados no início da manhã e final de tarde, preferencialmente na primavera e verão.

Dentro de cada processo de licenciamento, avaliou-se o período de amostragem e complementado com a estação do ano que ocorreu a coleta dos dados primários sobre avifauna. Na Figura 19 é possível visualizar a distribuição dos estudos nas estações do ano em números absolutos, onde se observa que poucos levantamentos foram realizados na primavera.

Figura 19 - Distribuição dos estudos nas estações do ano.



Fonte: autor.

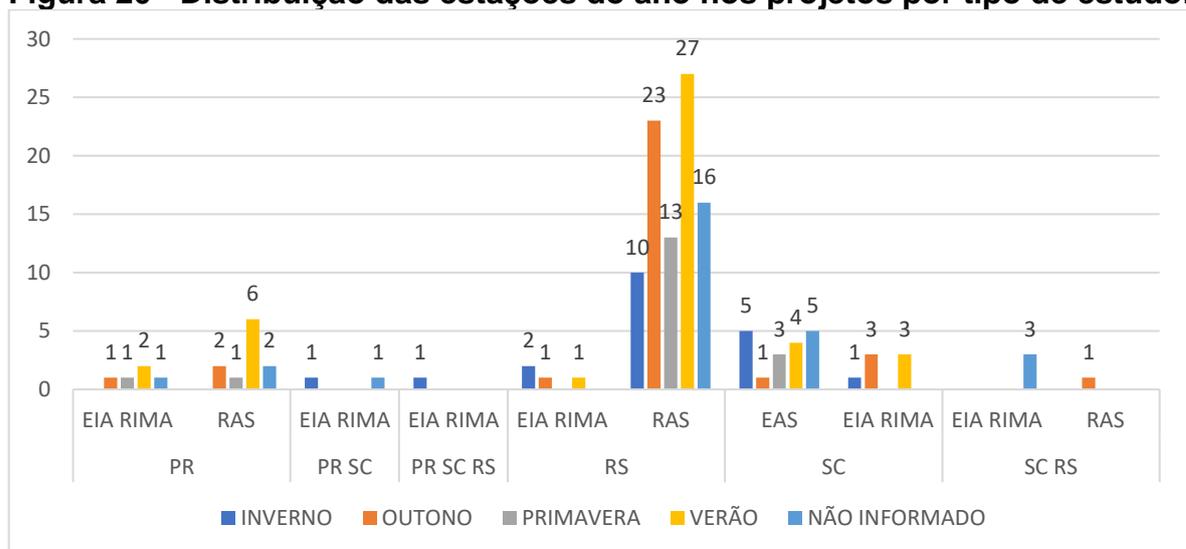
Observou-se que poucos estudos ocorreram na primavera tanto para estudos simplificados, quanto para os completos. O volume maior de estudos no verão e outono não está tecnicamente justificado no relatório, fato que contraria a própria legislação, já que esta impõe ao empreendedor que justifique tecnicamente as escolhas e as premissas do estudo. As componentes do clima e de eventos climáticos também alteram o período de avaliação, períodos de seca prolongada, frio antecipado e outros fenômenos que fogem da condição mediana do clima interferem nos hábitos da avifauna.

As aves no período reprodutivo variam em detectabilidade de acordo com a estação. O melhor período para contagens repetíveis pode ser muito breve. Ao

mesmo tempo, o crescimento da vegetação pode dificultar rapidamente a contagem no início do verão (BIBBY, *et al.*, 2000). Dias curtos no inverno podem forçar as aves a permanecerem ativas ao longo do dia para satisfazer suas necessidades energéticas/forageiras, ou podem permanecer ativas simplesmente porque as temperaturas do ar nunca atingem níveis limitantes. Nos dias mais longos de primavera e verão, a temperatura parece influenciar diretamente as rotinas diárias e sazonais. Este efeito potencial é bastante pequeno quando comparado com os observados durante as épocas de reprodução e pós-reprodução (SILVA, *et al.*, 2015).

Ampliando a avaliação dos estudos para o licenciamento ambiental, na Figura 20, é possível verificar de forma ampliada e discriminada a distribuição dos estudos nas estações do ano e em cada estado da região sul.

Figura 20 - Distribuição das estações do ano nos projetos por tipo de estudo.



Fonte: autor.

Além de observar a concentração de estudos no verão e outono, é possível observar que determinados projetos envolvendo mais de um estado tiveram campanha de medição apenas no inverno, outros não trouxeram as datas do inventário e dessa forma não foi possível avaliar que estação do ano que foram realizados os trabalhos em campo. A exemplo do projeto que envolveu os três estados da região sul do Brasil, ocorreu apenas uma campanha de medição no inverno. Em tese, esse projeto possui um orçamento superior aos projetos que realizaram estudos simplificados e as verbas para licenciamento ambiental deveriam ter valores

proporcionais ao valor do empreendimento. Dessa forma, a avaliação do impacto ambiental poderia ter campanhas estendidas para melhor compreensão dos impactos que serão gerados.

4.1.3 Caracterização da Amostra

Ao longo dos anos, a padronização deve ser feita idealmente pela estação das aves e não pelo calendário (BIBBY, *et al.*, 2000). A avaliação da avifauna, o planejamento dos estudos e levantamentos de campo também consideram a contabilização dos dados secundários. Os ensaios são frequentemente conduzidos em um único ano, portanto, não levam em conta as variações dos fenômenos climáticos (BERNARDINO, *et al.*, 2022). A frequência de levantamentos de aves reprodutoras, independentemente do método utilizado, pode ser de até três repetições durante uma estação reprodutiva (MÄKELÄINEN, *et al.*, 2021).

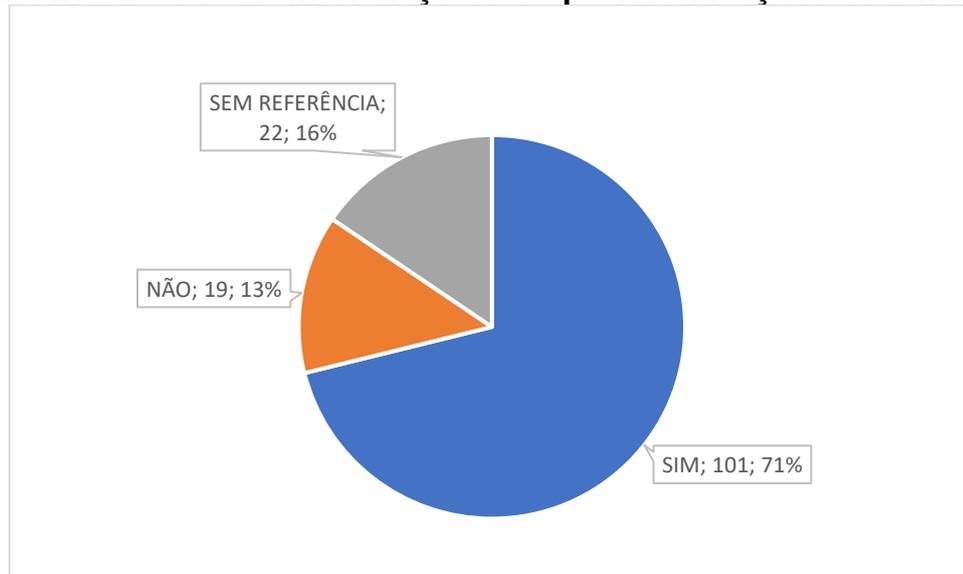
Os estudos para avaliar o impacto ambiental, dentro do escopo desse trabalho, devem fazer o planejamento dos períodos de avaliação de acordo com os levantamentos dos dados secundários, para se ter uma estimativa da população em potencial e com isso, realizar os estudos no período mais adequado. Porém deve-se ter como uma variável nesse planejamento as mudanças no clima sejam elas de longo e de curto prazo. Dessa forma, além de uma avaliação mais eficaz, poderá ser feita a realimentação das bibliografias e servindo de base para estudos futuros.

Foi avaliado o percentual de aderência entre os dados primários e secundários, onde pretende-se verificar como os dados secundários estão refletindo os levantamentos de campo (dados primários) e a avaliação inversa, se a qualidade dos levantamentos de campo consegue se aproximar do que está na bibliografia. A média aritmética dessa aderência foi de 42,95%. Entendemos que se trata de um valor baixo e traz a necessidade da reavaliação do planejamento dos estudos de impactos, para que seja possível retratar com maior fidelidade a avifauna dos ambientes, tanto nos levantamentos de campo, quanto nas pesquisas bibliográficas ou as fontes utilizadas não estão retratando a população que habita o ambiente em avaliação.

Conhecer as espécies ameaçadas de extinção que serão impactadas por um empreendimento é uma etapa importante na pesquisa para elaboração do estudo de impacto ambiental. Esse conhecimento pode ser um fator que irá alterar

características do projeto para mitigar o impacto nessa população que já é sensível. Na Figura 21 estão representadas as informações referentes as aves ameaçadas de extinção dentro da amostra desse trabalho de pesquisa.

Figura 21 - Estudos com avaliação de espécies ameaçadas de extinção.

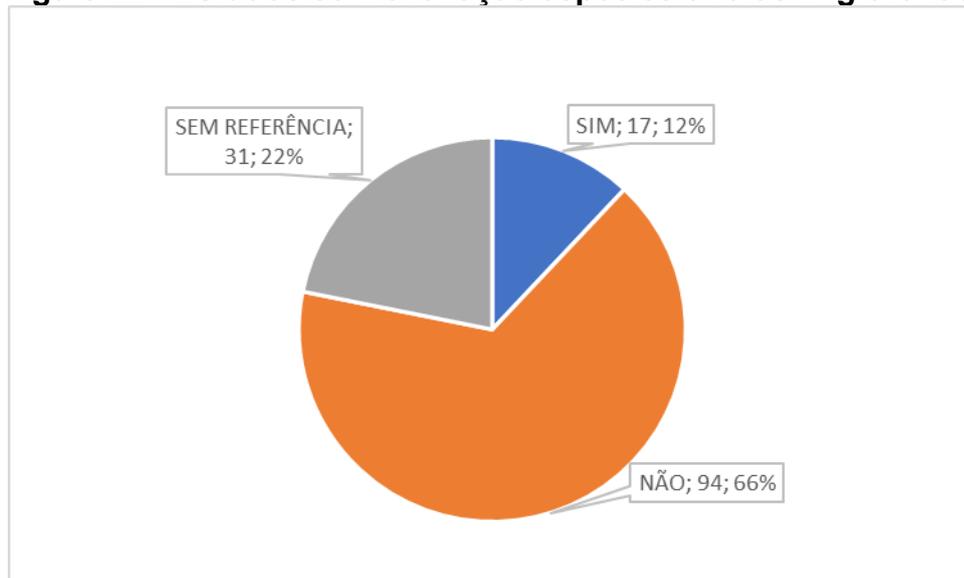


Fonte: autor.

É possível identificar que a maioria dos estudos avaliou a presença de espécies ameaçadas de extinção, ficando apenas 16% dos estudos sem apresentar se fez essa avaliação, contrariando a legislação vigente. Em 71% dos estudos foram identificadas aves consideradas ameaçadas de extinção, fato relevante para a adoção de estratégias para mitigar os impactos dos empreendimentos nessas espécies.

As avaliações de impacto da biodiversidade não seguem cuidadosamente as recomendações do levantamento, a presença de aves ameaçadas de extinção não influencia diretamente a mudança de um projeto, além de consultores a presença de cientistas, pode qualificar o levantamento e trazer informações novas sobre os hábitos das espécies que estão sendo estudadas (MÄKELÄINEN e LEHIKOINEN, 2021).

Avaliando diagramas das rotas migratórias das aves e o plano de ampliação das linhas de transmissão para o Brasil, verifica-se uma tendência de sobreposição que a área influenciada pelo projeto coincide com elas. No entanto, poucos estudos tratam de inserir essa informação (Figura 22).

Figura 22 - Estudos com avaliação espécies e rotas migratórias.

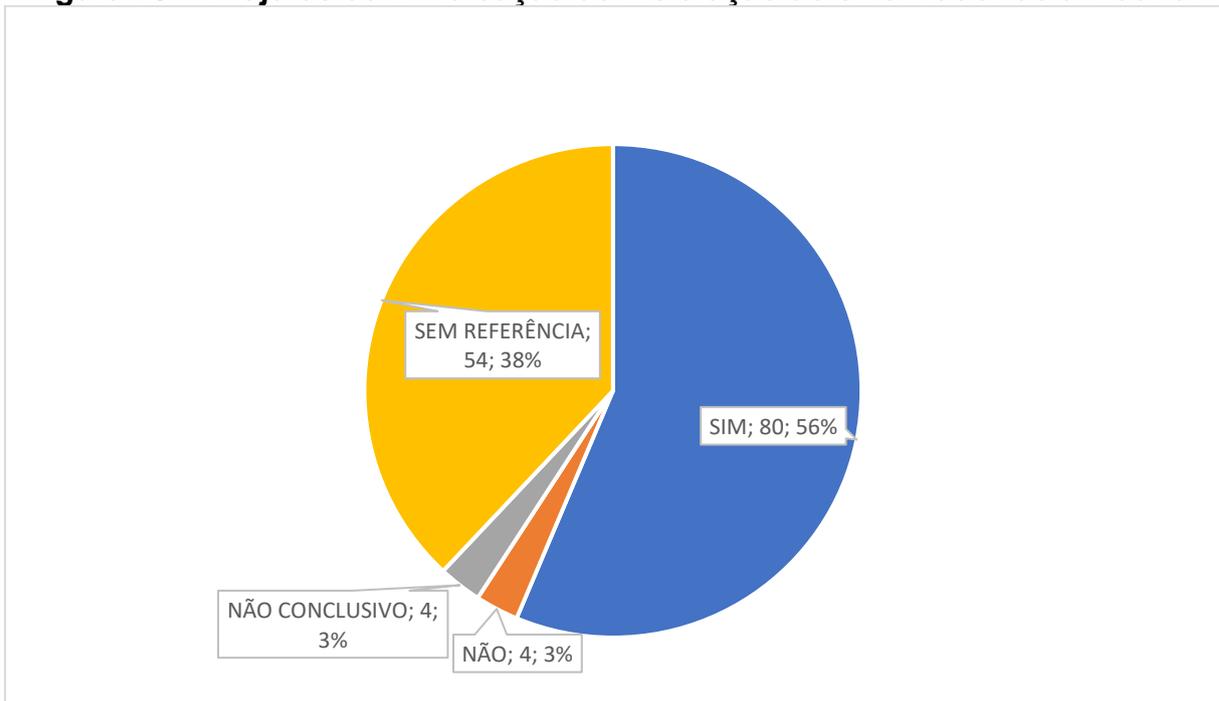
Fonte: autor.

Nessa amostra é possível observar que 22% dos estudos não fizeram referência a presença de aves migratórias ou o projeto estar em uma rota migratória, essa constatação contraria a legislação para os estudos de impacto ambiental. Em 66% dos relatórios, não foram identificadas a presença de espécies migratórias. Esse dado pode ser resultado do planejamento e da forma de condução dos inventários.

Várias deficiências metodológicas estão associadas às detecções de aves durante a coleta de dados, o que pode comprometer a sua integridade. Uma das principais deficiências é a habilidade do observador em reconhecer diferentes espécies de aves (MORELLI, et al., 2022). Há de se considerar a estação do ano em que o levantamento de campo é realizado, já que se o trabalho em campo é realizado em época em que não há migração, não serão identificadas espécies migratórias.

A instalação de sinalizadores de avifauna é uma das medidas mitigadoras mais comuns que os estudos de impacto ambiental indicam para reduzir os impactos de colisões de aves em linhas de transmissão. Esses sinalizadores visam tornar as linhas de transmissão mais visíveis para as aves e, assim, reduzir a probabilidade de colisão. Cerca da metade dos estudos que avaliados indicaram essa medida como uma opção para mitigar os impactos negativos dessas estruturas na avifauna. (Figura 23).

Figura 23 – Projetos com indicação de instalação do sinalizador de avifauna.



Fonte: autor

Nessa amostra, 56% dos projetos indicam a utilização de sinalizadores de avifauna como medida para mitigar o risco de colisão em LTs por aves, somente 4 estudos descreveram que não há necessidade. Já 38% dos projetos, não fizeram referência pela necessidade ou não da instalação de sinalização de avifauna para mitigar o risco de colisões.

É necessária uma avaliação objetiva dos efeitos das medidas de mitigação, em particular a sinalização de cabos. Os esforços de mitigação devem ser direcionados para espécies conhecidas como potenciais vítimas de colisões e seu desenho deve ser o resultado de uma análise cuidadosa da biologia e ecologia das espécies-alvo (BEVANGER, 1994). A instalação e a eficácia dos sinalizadores de avifauna não é consenso pela nas pesquisas que são utilizadas como referência na elaboração dos relatórios dos estudos de impactos ambiental. Isso prejudica a avaliação dos órgãos licenciadores e dos projetistas da linha de transmissão.

O estudo realizado por Allonso e outros (1994), compararam criteriosamente colisões e comportamentos de aves que cruzavam uma linha de transmissão de 380 kV em trechos sinalizados e não sinalizados. Seus resultados apontaram para a redução em mais de 60% no número de colisões após a instalação dos sinalizadores, quando comparados a trechos não sinalizados da mesma linha. Com isso,

demonstraram a eficiência do uso de espirais de PVC pintadas em evitar acidentes por colisão.

A percepção das aves sobre sinalizadores do tipo “Swan” é dúbia, quando afirma que durante os estudos realizados não foi possível distinguir a percepção pelas aves dos cabos com ou sem sinalizadores (Biasotto, *et al.*, 2017).

4.2 LACUNAS NOS ESTUDOS

A partir dos trabalhos e pesquisas que foram referências para esta dissertação, observou-se diversas lacunas nos relatórios de impacto ambiental que compõem a amostra aqui trabalhada. Limitações perduram desde a fase de estudo que antecipa a instalação do empreendimento e seguem até os monitoramentos realizados na fase de operação.

Embora exista uma necessidade do desenvolvimento de métodos de avaliação da avifauna, que possam permitir uma rápida avaliação da variação espacial e temporal na abundância de espécies por pessoal relativamente inexperiente (MACLEOD, *et al.*, 2011). Atualmente os programas de monitoramento bem-sucedidos são construídos com base em parcerias entre pessoas com habilidades diferentes, mas complementares, em especial com tempos de experiências diferentes, fazendo uma complementação do aprendizado entre gerações de pesquisadores (LINDENMAYER e LIKENS, 2010). Ainda é muito embrionário a utilização de comunidades locais para os levantamentos oportunistas, através de projetos de ciência cidadã (TANG, *et al.*, 2021).

Nos estudos avaliados, não está apresentado de forma clara a contagem de ninhos. Esse levantamento é uma importante ferramenta para avaliar a distribuição e a abundância de aves em uma determinada área, bem como para entender aspectos de sua biologia reprodutiva. A presença de ninhos pode ser um ponto de alteração de traçado de LT. Métodos como procurar por ninhos e indícios de reprodução, a ocupação para a maioria das espécies é baixa produzindo estimativas imprecisas. (BUXTON, *et al.*, 2012). A ocupação múltipla de ninhos é difícil de detectar e continua sendo um problema. (STEINKAMP, *et al.*, 2003). Os corredores de linhas de transmissão podem fornecer mais oportunidades de nidificação, maior riqueza de espécies e abundância de sementes, insetos ou grande número de pequenos

mamíferos e aves. O monitoramento dos pontos de nidificação e forrageamento são importantes na fase de operação para conhecer e acompanhar os hábitos da avifauna que habita as proximidades da LT

São limitadas as informações conhecidas sobre os efeitos dos corredores de linhas de energia em áreas florestais na diversidade e abundância local de aves. Há maior disponibilidade de alimentos para aves em corredores de linhas de energia, embora não haja estudos com foco direto na disponibilidade de alimentos (HROUDA, *et al.*, 2021). Os estudos de monitoramento da fase de operação, deveriam comparar com os dados obtidos durante a fase de projeto e instalação. Aproximando as metodologias de coleta de dados em todas as etapas, será possível realizar um diagnóstico mais rico sobre as mudanças ocorridas nos ambientes impactados pelos empreendimentos.

Os métodos atuais para avaliar e quantificar a mortalidade por colisões de aves geralmente usam pesquisas de campo onde observadores procuram aves mortas ou seus restos sob linhas de energia. Para os estudos que avaliam as taxas de mortalidades de aves em linhas de transmissão, é importante que sejam identificadas as causas da morte por relatórios de necropsia (GUIL, *et al.*, 2022). Contar as carcaças de aves em transectos aleatórios é uma forma comum de avaliar a mortalidade de aves em uma área, especialmente em locais onde há a presença de infraestrutura como linhas de transmissão. Ao contar as carcaças e determinar a frequência de mortalidade em uma área específica, pode-se estabelecer uma estimativa da mortalidade natural máxima esperada. Isso é importante porque permite avaliar se a mortalidade causada por atividades humanas, como colisões com linhas de transmissão, está excedendo o nível natural de mortalidade na área, o que pode indicar um problema ecológico que precisa ser abordado. Além disso, a contagem de carcaças também pode ajudar a identificar áreas de risco para aves e direcionar medidas mitigadoras para reduzir a mortalidade em locais críticos. (UDDIN, *et al.*, 2021). Na amostra de estudos desse trabalho, não foram apresentados dados mortalidade de aves, pois a amostra está concentrada nos estudos de licenciamento para instalação do empreendimento, não foram avaliados estudos de monitoramento dos empreendimentos já instalados.

A interação entre aves e as estruturas das linhas de transmissão não são abordados nos estudos de impacto ambiental. Porém conhecer as consequências

dessa convivência é importante para adoção de medidas de mitigação de ocorrências nas LTs provocadas por aves. As pesquisas devem avançar além de propor a instalação de sinalização de avifauna no cabo de cobertura, para ações que estejam integradas aos hábitos e características do meio ambiente e da avifauna local.

4.3 EFEITOS DA CONVIVÊNCIA ENTRE AVES E LTS

A relação entre aves e as linhas de transmissão é um problema a muito tempo estudado, como é possível verificar na publicação de 1928, onde está descrito que é necessário a interação entre engenheiro e ornitólogo para buscar soluções para mitigar esse problema. Essa publicação trata dos *flashovers* de isoladores, causado pelo depósito de excremento sobre eles e a ocorrência desse fenômeno, durante a evacuação de determinadas aves. Essa segunda situação, ocorre em muitos casos, a morte da ave (MICHENER, 1928). Como apresentado nas Figura 24 e Figura 25, com o aparecimento dos excrementos na cadeia de isolador e em toda a estrutura da LT.

Figura 24 – Acúmulo de excremento na cadeia de isolador de vidro.



Fonte: DE CASTRO ASSIS, 2017.

Na Figura 24, é possível identificar o acúmulo de excremento em diversos discos na cadeia de isolador tipo suspensão e no cabo condutor. Também se observa sinais de descarga na estrutura, campânula e no grampo. Os dejetos das aves acumulados nos isoladores atingem um valor crítico com a umidade do ar mais alta pela manhã, levando à redução do isolamento entre os cabos e a torre, resultando em frequentes interrupções no fornecimento de energia elétrica (DING, *et al.*, 2021).

O acúmulo de excremento na estrutura da linha de transmissão não causa prejuízo para os serviços com energia elétrica, conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Acúmulo de excremento na estrutura da LT.



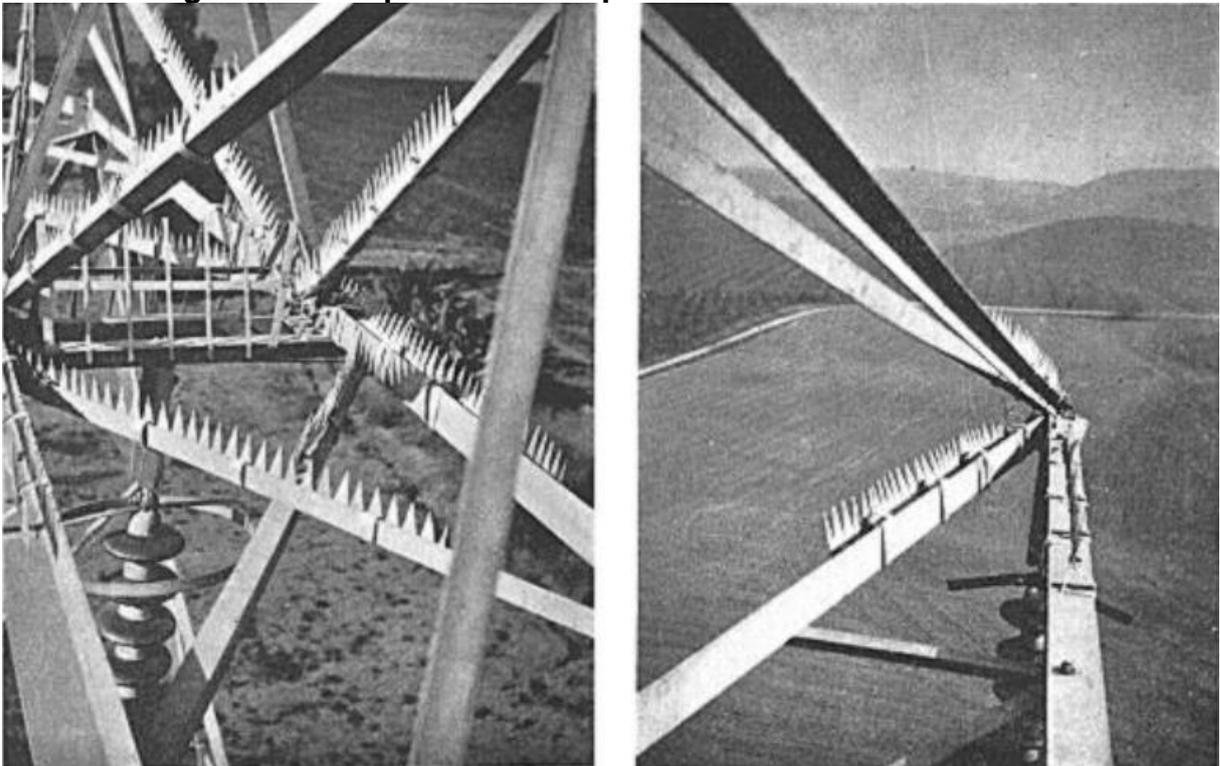
Fonte: DE CASTRO ASSIS, 2017.

Além dos casos de eletrocussão por contato acidental, algumas espécies acabam registrando acidentes de eletrocussão por “defecação inadvertida”. Quando as aves maiores defecam, elas produzem um fluxo de fezes de comprimento considerável, de consistência semilíquida e rica em sais. Com essas características o excremento torna-se um excelente condutor elétrico. O fluxo de saída pode servir como linha de conexão com o condutor e as partes condutivas da estrutura (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019).

A harmonização entre as estruturas de energia e os hábitos da avifauna é fundamental para reduzir os impactos causados pelos empreendimentos. Algumas modificações podem ser feitas para reduzir o impacto sobre as aves. Essas medidas podem ajudar a preservar a biodiversidade e garantir que a infraestrutura de energia possa operar de forma sustentável.. Métodos ou procedimentos desenvolvidos para um local ou estudo não devem ser adotados para outra área ou estudo sem testes e justificativas cuidadosas. (LINDENMAYER e LIKENS, 2010). A atividade das aves pode causar danos por curto-circuito da linha de transmissão, muitos deles causados pela defecação. Esses danos ocorrem em grande parte à noite no inverno e na primavera (DING, *et al.*, 2021). A instalação de dispositivos que causam desconforto nos pés das aves é uma medida que pode ser utilizada para dificultar o pouso das

aves nas estruturas das LTs. Esses dispositivos podem incluir espinhos, superfícies escorregadias, fios tensionados ou outros mecanismos que criem uma superfície instável ou desconfortável para as aves pousarem, conforme apresentado na Figura 26.. Essa medida pode ser eficaz para reduzir o número de pousos nas estruturas das LTs, esses dispositivos devem ser instalados de forma cuidadosa e com base em informações científicas para evitar impactos negativos na avifauna ou em outras espécies animais. Essa instalação tenta dificultar a permanência nas estruturas, também dificulta o acesso dos trabalhadores a determinados pontos para realização dos trabalhos.

Figura 26 – Dispositivos anti-pouso nas estruturas das LTs.



Fonte: MICHENER, 1928.

Quando não são instalados dispositivos anti-pouso nas estruturas das LTs, em determinados ambientes, existe a ocupação por diversas espécies de aves. Na Figura 27, observa-se a utilização da estrutura como poleiro e é possível ver a ocupação por uma ave da ferragem de sustentação da cadeia de isolador tipo suspensão. Se a permanência no local for prolongada, poderá ocorrer a eliminação de excremento e as consequências já relatadas dessa ação.

Figura 27 – Aves utilizando estruturas de LTs como poleiro.



Fonte: DE CASTRO ASSIS, 2017.

As causas de acidentes de colisão e eletrocussão envolvendo aves e LTs, podem ter origens biológicas, topográficas, meteorológicas e técnicas. Para as variáveis biológicas, a morfologia é a variável em destaque (BEVANGER, 1994). Fatores conhecidos por influenciar o risco de colisão em LTs incluem altura do obstáculo, cor da iluminação e frequência, presença de cabos de sustentação e posição de obstáculos na paisagem (LONGCORE, *et al.*, 2008). Nas variáveis meteorológicas e climáticas, as taxas de mortalidade podem variar sazonalmente devido a mudanças temporais na abundância de pássaros e outros fatores (UDDIN, *et al.*, 2021).

O risco de colisões pode variar de acordo com habilidade de realizar manobras rápidas, a idade e o sexo. Diferentes graus de experiência, comportamento e tamanho, tornam algumas espécies susceptíveis a colisão (MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019). Na Figura 28, é possível observar a carcaça de uma ave que colidiu com a linha de transmissão. Essa LT não possui cabo de cobertura, que é o cabo em que habitualmente são instalados os sinalizadores. A colisão contraria argumentos de alguns estudos, que descrevem que as aves são capazes de visualizar os cabos

condutores, por acreditar-se que eles possuem diâmetro suficiente para ser visualizado. Porém, não está disponível a informação do momento da colisão. Já na Figura 29 é possível verificar que a ave colidiu com o sinalizador de avifauna, sendo mutilada por esse acidente.

Figura 28 – Ave vítima de colisão com LT.



Fonte: MARTÍN MARTÍN, 2019.

Figura 29 – Asa de ave que colidiu com o sinalizador de avifauna.



Fonte: MARTÍN MARTÍN, 2019.

Quando uma ave é eletrocutada, ela pode morrer imediatamente e cair no chão ou pode ficar alojada morta, na estrutura de energia. Neste caso, a carcaça pode causar queda de energia e a menos que a linha fique desligada, a ave pode continuar com corrente elétrica em seu corpo (FOX e WYNN, 2010). Na maioria dos casos, a altura dos cabos não pode ser dissociada de outras características associadas à tensão, como número e espaçamento dos níveis dos cabos, comprimento do vão e diâmetro do cabo dos condutores (em comparação com os cabos de cobertura) (BERNARDINO, *et al.*, 2018).

Muitas espécies de aves afetam a produtividade da terra, representando um método biológico de controle de pragas agrícolas, essas espécies, normalmente vivem em grandes grupos (BARBAZYUK, *et al.*, 2021). Essas espécies habitam as áreas agrícolas nos períodos diurnos e nos períodos noturnos, buscam as estruturas de energia como poleiros. Nesse momento, elas estão suscetíveis a colisões (PAQUET, *et al.*, 2022).

4.4 O FUTURO E AS NOVAS TECNOLOGIAS

A avaliação do impacto populacional das LTs e rodovias, precisa ter estimativas sólidas, porém são influenciadas pelas diferenças no pesquisador e deficiência das amostras, que podem levar à priorização incorreta ou inadequada de locais para mitigação (BARRIENTOS, *et al.*, 2018). A tecnologia atual pode ajudar os cientistas a identificar ecossistemas e algumas características de um local remoto, reduzindo custos, mão de obra e tempo de coleta de dados (MATTER, *et al.*, 2010).

Gravadores acústicos e software de reconhecimento são novas tecnologias para fornecer dados sobre a presença, níveis de atividade vocal e abundância relativa de aves. As vantagens do monitoramento acústico são que os dispositivos podem ser facilmente implantados e recuperados, exigindo apenas duas breves visitas aos locais, podem gravar simultaneamente em vários locais durante temporadas inteiras, facilitando comparações espaciais e temporais da atividade (BUXTON, *et al.*, 2012). Algoritmos de reconhecimento de vocalizações estão facilitando e automatizando a identificação de espécies e análise de tendências de longo prazo na atividade vocal a partir de grandes volumes de dados acústicos coletados (PETERSON e DORCAS, 1994).

O uso de radar marítimo é uma ferramenta útil para documentar as alturas de voo dos migrantes em torno das linhas de transmissão (HAMER, *et al.*, 2021).

O desenvolvimento e promoção de programas de monitoramento de mortalidade de aves com auxílio da comunidade local, através de dispositivos móveis ou aplicativos para smartphones, podem auxiliar na criação de um banco de dados para avaliação dos efeitos antrópicos nas populações de avifauna e de outros animais (GUIL e PÉREZ-GARCÍA, 2022; TANG, *et al.*, 2021; MARTÍN MARTÍN, *et al.*, 2019; MORELLI, 2015).

O esforço de pesquisa deve ser focado em avanços tecnológicos em direção à detecção automatizada de colisões que no futuro possam substituir os tradicionais levantamentos de campo. Isso também seria útil para avaliar a eficácia da sinalização dos cabos (BERNARDINO, *et al.*, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A construção de linhas de transmissão aéreas é uma realidade na maioria dos países, a convivência entre aves e as LTs vem sendo estudada a muito tempo. Uma das formas de não ter os efeitos dessa convivência é a construção de linhas de transmissão subterrâneas. Porém, enterrar LTs nem sempre é a solução de menor custo global ou não é adequada em determinados traçados. Do ponto de vista técnico e operacional, as LTs subterrâneas têm características diferentes das LTs aéreas, sendo um desafio a implementação de LTs subterrâneas longas.

A mini e microgeração de energia elétrica ou geração distribuída é uma tendência no crescimento do setor elétrico. No caso do Brasil, haverá um crescimento na implantação de linhas de transmissão curtas e de tensão de operação inferior a 230 kV, o que trará um crescimento do licenciamento simplificado e, possivelmente, um decréscimo na qualidade e abrangência dos estudos.

Os levantamentos primários adotam basicamente três métodos (listas, pontos e transectos), dentro desses métodos a quantidade de pontos de amostragem, o esforço e a estação do ano, não estão padronizadas. Observou-se apenas a similaridade nos estudos, quando estes foram executados pela mesma empresa de consultoria contratada pela mesma concessionária de energia elétrica. Observou-se uma aderência inferior a 50 % entre os dados secundários e os dados primários, o que necessita de maiores avaliações para determinar a origem desse resultado.

No estado do Rio Grande do Sul, através de um sítio eletrônico, onde o cidadão pode acessar todas informações e documentos vinculados aos processos de licenciamento e de autos de infração, é possível acompanhar o andamento dos processos e consultar além dos estudos, os mapas e projetos vinculados a cada empreendimento, dando a transparência e publicidade exigida nos atos do poder público. Nos demais estados desse estudo, apresentaram uma forma de consulta individual a cada processo e o pedido de vistas aos processos deve ser de forma individual e por meio de protocolo, dificultando o acesso amplo para consultar o total de projetos que estão ocorrendo no estado.

Constatou-se que os estudos avaliados não possuem uma simetria em relação a distribuição dos levantamentos primários (amostragem de avifauna em campo) ao

longo das estações do ano. Não foi claramente apresentada a preocupação com a época do ano mais adequada para os levantamentos primários.

Considerando que a fase de estudos ambientais é uma etapa do projeto e que possui uma parte do custo dentro do orçamento global do empreendimento, entende-se que quanto maior a linha de transmissão, maior o orçamento projetado do empreendimento, maior deveria ser o valor absoluto para os estudos de impacto ambiental, já que quando se trata desse tipo de orçamento, consideram-se valores proporcionais ao empreendimento.

Não foi observada neste estudo, uma proporção entre o comprimento da LT e o esforço amostral, tanto em pontos quanto em tempo de pesquisa. Esse fato pode ser avaliado como um contrassenso, pois à medida que a LT tem maior comprimento, ela irá interferir num maior número de ambientes, devendo a amostragem contemplar a maior diversidade possível.

Apesar de existir legislação federal que deve ser a referência para a criação das leis e atos normativos regionais, observa-se que existem diferenças nos órgãos de licenciamentos estaduais. A começar pelo estado de Santa Catarina que utiliza a nomenclatura de Estudo Ambiental Simplificado (EAS), enquanto os demais estados da região sul do Brasil e o próprio IBAMA adotam o Relatório Ambiental Simplificado (RAS). Enquanto a forma de apresentação dos estudos, não há um padrão seguido por estado ou por órgão licenciador, a forma é definida pelo empreendedor ou pela consultoria que elabora o relatório. Esse é um dos pontos que dificultam a comparação dos estudos.

Podem ser adotadas ações alternativas para reduzir os impactos ambientais das LTs, tais como: alterar a disposição dos condutores, diâmetro do cabo, comprimento do vão (ou seja, a distância entre dois pilares adjacentes) e posição topográfica das estruturas.

O fato de o licenciamento ambiental não começar antes das concessões e o Estudo de Impacto Ambiental não ser utilizado para subsidiar a tomada de decisão, atualmente faz com que os empreendedores internalizem os riscos e externalidades ambientais não previstos anteriormente, tornando tais empreendimentos menos atrativos.

Essas dificuldades de estabelecer um protocolo mínimo é observada também em outros países, os estudos de impactos ambientais para implantação de LTs apresentam fragilidades quando há a necessidade de comparar diversos estudos em regiões semelhantes. Da mesma forma que o monitoramento do empreendimento em operação, deve ter um protocolo mínimo e sendo possível, envolvendo a comunidade local, adotando o uso de tecnologias simples como telefones celulares para identificar por exemplo carcaças de aves após colisões em LTs ou eletrocuições. Embora seja em requisito condicionante da licença de operação, o monitoramento da avifauna durante o período inicial de operação, como não são adotados os mesmos protocolos e métodos do inventário do estudo de impacto ambiental, não é possível descrever qual o impacto causado pela operação da LT.

Na continuidade dos resultados aqui apresentados, deve-se explorar as consequências do efeito de borda na operação da linha de transmissão, a utilização de técnicas mais avançadas com a utilização de aprendizado de máquina para automatizar o inventário a partir de imagens e sons gravados de forma autônoma, também a elaboração de metodologias de integração dos dados da avifauna com os estudos de planejamento da expansão do setor elétrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Juan C.; ALONSO, Javier A.; MUÑOZ-PULIDO, Rodrigo. Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. **Biological Conservation**, v. 67, n. 2, p. 129-134, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)90358-1](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)90358-1). Acesso em: 7 de fev. 2023.

ANDERSON, M. D. Karoo large terrestrial bird powerline project. **Tech. Rep. 1.(Unpublished report to Eskom)**, 2002.

AVIAN POWER LINE INTERACTION COMMITTEE et al. **Reducing avian collisions with power lines: the state of the art in 2012**. Edison Electric Institute, 2012. *E-book*.

BARBAZYUK, E. V. et al. An assessment of the potential effect of oil-and-gas 6–10 kV overhead power lines on bird mortality in the western Orenburg Region steppe. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 012012. Disponível em: DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012012. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

BARRIENTOS, Rafael et al. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. **Biological conservation**, v. 222, p. 146-153, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.014>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

BARRIENTOS, Rafael et al. Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a BACI designed study. **PLoS One**, v. 7, n. 3, p. e32569, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032569>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BERG, Åke et al. Butterflies in semi-natural pastures and power-line corridors—effects of flower richness, management, and structural vegetation characteristics. **Insect conservation and diversity**, v. 6, n. 6, p. 639-657, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/icad.12019>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

BERNARDINO, J *et al.* Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. **Biological Conservation**, Montpellier, v. 222, p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.029>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BERNARDINO, Joana et al. Ecological and methodological drivers of persistence and detection of bird fatalities at power lines: insights from multi-project monitoring data. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 93, p. 106707, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106707>. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

BEVANGER, Kjetil. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 86, n. 1, p. 67–76, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00176-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00176-6). Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BEVANGER, Kjetil. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis*, v. 136, n. 4, p. 412-425, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1994.tb01116.x>. Acesso em: 02 de fev. de 2023.

BIASOTTO, Larissa D. *et al.* Comportamento de voo de aves em resposta ao uso de sinalizadores em linhas de transmissão de energia elétrica. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 107, n. 0, p. 7, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017047>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BIASOTTO, Larissa D. *et al.* Routing power lines: Towards an environmental and engineering friendly framework for avoiding impacts and conflicts in the planning phase. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 95, p. 106797, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106797>. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

BIASOTTO, Larissa D.; KINDEL, Andreas. Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. **Environmental Impact Assessment Review**, Porto Alegre, v. 71, p. 110–119, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.010>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BIBBY C.J., Burgess N., Hill D. & Mustoe S. 2000: Bird census techniques, 2nd ed. **Academic Press**, London.

BRANDES, T. Scott. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. **Bird Conservation International**, v. 18, n. S1, p. S163-S173, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0959270908000415>. Acesso em: 22 de jan. de 2023

BRASIL. **Instrução Normativa Nº146, de 10 de janeiro de 2007**. Brasília, Brasil: Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2007. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0146-100107.PDF>. Acesso em: 18 de abr. de 2021.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, Brasil: Presidente da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 10 de maio de 2021.

BRASIL. **Portaria nº 421, de 26 de outubro de 2011**. Brasília, Brasil: Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2011 Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0421-261011.PDF>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto. Brasília, Brasil: Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997** Brasília: Gustavo Krause Gonçalves Sobrinho - Presidente do Conselho, 1997.

BRASIL; EPE, Empresa de Pesquisas Energéticas. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030>. Acesso em: 19 de abr. de 2021.

BRASIL; ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **RELATÓRIO ANUAL DE ROTAS E ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DE AVES MIGRATÓRIAS NO BRASIL**. Brasília. 2016. Disponível em: www.icmbio.gov.br. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

BRASIL; MME, Ministério de Minas e Energia; EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília, v. 1, p. 411, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE_2031_RevisaoPosCP_rvFinal.pdf. Acesso em: 19 de jul. de 2022.

BRASIL; ONS, Operado Nacional do Sistema. **Mapa do Sistema de Transmissão - Horizonte 2024**. Brasília, 2022. Disponível em: [http://www.ons.org.br/_layouts/download.aspx?SourceUrl=http://www.ons.org.br/Mapas/Mapa Sistema de Transmissão - Horizonte 2024.pdf](http://www.ons.org.br/_layouts/download.aspx?SourceUrl=http://www.ons.org.br/Mapas/Mapa%20Sistema%20de%20Transmiss%C3%A3o%20-%20Horizonte%202024.pdf). Acesso em: 23 de ago. de 2022.

BUXTON, Rachel T.; JONES, Ian L. Measuring nocturnal seabird activity and status using acoustic recording devices: applications for island restoration. **Journal of Field Ornithology**, v. 83, n. 1, p. 47-60, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2011.00355.x>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

CARDOSO JR, Ricardo Abranches Felix; HOFFMANN, Alessandra Schwertner. Environmental licensing for transmission systems and electricity sector planning in Brazil. **Energy Policy**, v. 132, p. 1155-1162, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.018>. Acesso em: 7 de fev. 2023.

COLMAN, Jonathan E. *et al.* High-voltage power lines near wild reindeer calving areas. **European Journal of Wildlife Research**, London, v. 61, n. 6, p. 881–893, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0965-x>. Acesso em: 24 de abr. de 2021.

DE CASTRO ASSIS, Sandro. AVALIAÇÃO DE RISCO DE ROMPIMENTO DE CABOS PARA-RAIOS INSTALADOS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO. UFMG. 2017. Disponível em: <https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/413D.PDF>. Acesso em: 7 de fev. 2023.

DING, Yujian et al. Bird-related fault analysis and prevention measures of ±400 kV Qinghai-Tibet DC transmission line. **Energy Reports**, v. 7, p. 426-433, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.022>. Acesso em: 23 de jan. de 2023.

DREVER, Mark C. et al. Woodpeckers as reliable indicators of bird richness, forest health and harvest. **Biological conservation**, v. 141, n. 3, p. 624-634, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.12.004>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

FARNSWORTH, George L. et al. A removal model for estimating detection probabilities from point-count surveys. **The Auk**, v. 119, n. 2, p. 414-425, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/auk/119.2.414>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

FERRER, Miguel et al. Efficacy of different types of “bird flight diverter” in reducing bird mortality due to collision with transmission power lines. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01130, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01130>. Acesso em: 18 abr. 2021.

FJELDSÅ, Jon. The impact of human forest disturbance on the endemic avifauna of the Udzungwa Mountains, Tanzania. **Bird Conservation International**, v. 9, n. 1, p. 47-62, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0959270900003348>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

FOX, N.; WYNN, COLIN. The impact of electrocution on the New Zealand falcon (*Falco novaeseelandiae*). **Notornis**, v. 57, n. 2, p. 71-74, 2010. Disponível em: <https://www.falcons.co.uk/wp-content/uploads/2019/12/Fox-and-Wynn-Impact-of-Electrocution-on-the-NZ-Falcon.pdf>. Acesso em: 03 de fev. de 2023.

GREGORY, Richard D.; GIBBONS, David W.; DONALD, Paul F. Bird census and survey techniques. **Bird ecology and conservation**, p. 17-56, 2004.

GUIL, Francisco; PÉREZ-GARCÍA, Juan Manuel. Bird electrocution on power lines: Spatial gaps and identification of driving factors at global scales. **Journal of Environmental Management**, v. 301, p. 113890, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113890>. Acesso em: 8 out. 2022.

GÜNTHER, Markus; GEIßLER, Gesa; KÖPPEL, Johann. Many roads may lead to Rome: Selected features of quality control within environmental assessment systems in the US, NL, CA, and UK. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 62, p. 250-258, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.08.002>. Acesso em: 03 de fev. de 2023.

HAMER, Thomas E. et al. Influence of local weather on collision risk for nocturnal migrants near an electric power transmission line crossing Kittatinny Ridge, New Jersey. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 133, n. 2, p. 190-201, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1676/19-00030>. Acesso em: 23 de jan. de 2023.

HERZOG, Sebastian K.; KESSLER, Michael; CAHILL, Thomas M. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. **The Auk**, v. 119, n. 3, p. 749-769, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/auk/119.3.749>. Acesso em: 03 de fev. de 2023.

HROUDA, Jakub; BRLÍK, Vojtěch. Birds in power-line corridors: effects of vegetation mowing on avian diversity and abundance. **Journal of Vertebrate Biology**, v. 70, n. 2, p. 21027.1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.25225/jvb.21027>. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

HYDE, Jacy L.; BOHLMAN, Stephanie A.; VALLE, Denis. Transmission lines are an under-acknowledged conservation threat to the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 228, p. 343-356, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.10.027>. Acesso em: 02 de fev. de 2023.

JENKINS, Andrew R.; SMALLIE, Jon J.; DIAMOND, Megan. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. **Bird Conservation International**, v. 20, n. 3, p. 263-278, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0959270910000122>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

KRONFELD-SCHOR, Noga; DAYAN, Tamar. Partitioning of time as an ecological resource. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, p. 153-181, 2003. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/30033773>. Acesso em: 23 de jan. de 2023.

LARSEN, Trond Halvor (Ed.). **Core standardized methods for rapid biological field assessment**. Conservation International, 2016.

LINDENMAYER, David B.; LIKENS, Gene E. The science and application of ecological monitoring. **Biological conservation**, v. 143, n. 6, p. 1317-1328, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.013>. Acesso em: 24 de jan. de 2023.

LINDENMAYER, David et al. A new framework for selecting environmental surrogates. **Science of the Total Environment**, v. 538, p. 1029-1038, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.056>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

LONGCORE, Travis; RICH, Catherine; GAUTHREAUX JR, Sidney A. Height, guy wires, and steady-burning lights increase hazard of communication towers to nocturnal migrants: a review and meta-analysis. **The Auk**, v. 125, n. 2, p. 485-492, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/auk.2008.06253>. Acesso em: 24 de jan. de 2023.

MACKINNON, John Ramsay; PHILLIPPS, Karen. **A field guide to the birds of Borneo, Sumatra, Java, and Bali, the Greater Sunda Islands**. Oxford University Press, 1993.

MACLEOD, Ross et al. Rapid monitoring of species abundance for biodiversity conservation: consistency and reliability of the MacKinnon lists technique. **Biological Conservation**, v. 144, n. 5, p. 1374-1381, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.008>. Acesso em: 03 de fev. de 2023.

MÄKELÄINEN, Sanna; LEHIKONEN, Aleksi. Biodiversity and bird surveys in Finnish environmental impact assessments and follow-up monitoring. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 87, p. 106532, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106532>. Acesso em: 23 de jan. de 2023.

MAÑOSA, Santi. Strategies to identify dangerous electricity pylons for birds. **Biodiversity & Conservation**, v. 10, p. 1997-2012, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1013129709701>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

MARQUES, Ana Teresa et al. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. **Biological Conservation**, v. 179, p. 40-52, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.017>. Acesso em: 24 de jan. de 2023.

MARSHALL, Ross; ARTS, Jos; MORRISON-SAUNDERS, Angus. International principles for best practice EIA follow-up. **Impact assessment and project appraisal**, v. 23, n. 3, p. 175-181, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.3152/147154605781765490>. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

MARTÍN MARTÍN, Justo et al. Les oiseaux et les réseaux électriques en Afrique du Nord. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.09.fr>. Acesso em: 31 de jan. de 2023.

MARTIN, Graham R. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. **Ibis**, v. 153, n. 2, p. 239-254, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01117.x>. Acesso em: 8 out. 2022.

MICHENER, Harold. Where engineer and ornithologist meet: transmission line troubles caused by birds. **The Condor**, v. 30, n. 3, p. 169-175, 1928. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1363273>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

MORELLI, Federico et al. Detection rate of bird species and what it depends on: tips for field surveys. **Frontiers in Ecology and Evolution**, p. 953, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.671492>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

MORELLI, Federico. Indicator species for avian biodiversity hotspots: Combination of specialists and generalists is necessary in less natural environments. **Journal for Nature Conservation**, v. 27, p. 54-62, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.06.006>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

MOURA, Mauro Gomes de. Manual técnico do licenciamento ambiental com EIA-RIMA. 2006. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/2362/Mauro%20Gomes%20de%20Moura.pdf?sequence=1>. Acesso em: 8 out. 2022.

O'DEA, Niall; WATSON, James EM; WHITTAKER, Robert J. Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 1, p. 55-63, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2004.00050.x>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

Ott, K., Mohaupt, F., Ziegler, R., 2012. Environmental impact assessment. Chadwick, R.B. T.-E. of A.E. (Second E. (Ed.). In: Encyclopedia of Applied Ethics, Second edition. Academic Press, San Diego, pp. 114–123. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373932-2.00345-8>. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

PADOA-SCHIOPPA, Emilio et al. Bird communities as bioindicators: The focal species concept in agricultural landscapes. **Ecological indicators**, v. 6, n. 1, p. 83-93, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.08.006>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

PAQUET, Jean-Yves et al. Sensitivity mapping informs mitigation of bird mortality by collision with high-voltage power lines. **Nature Conservation**, v. 47, p. 215-233, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/natureconservation.47.73710>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

PARANÁ. **Resolução CEMA 107 - 09 de setembro de 2020**. Curitiba: Presidente do Conselho Estadual do Meio Ambiente, 2020.

PÉREZ-GARCÍA, Juan M. et al. Selecting indicator species of infrastructure impacts using network analysis and biological traits: bird electrocution and power lines. **Ecological indicators**, v. 60, p. 428-433, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.020>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

PETERSON, C. R.; DORCAS, M. F. Automated data acquisition. In 'Measuring and Monitoring Biological Diversity—Standard Methods for Amphibians'. (Eds WR Heyer, MA Donnelly, RW Mcdiarmid, LC Hayek and MS Foster.) pp. 47–57. **Smithsonian Institution: Washington**, 1994.

PLP. **Produtos para Proteção da Vida Selvagem**. Cajamar. 2016. Disponível em: <http://plp.com.br/wp-content/uploads/2019/04/proteo-de-pssaros-plp-br.pdf>. Acesso em: 9 de maio de 2021.

RIBON, R. Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon. **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**, v. 1, p. 33-43, 2010.

RICHARDSON, Matthew L. *et al.* A review of the impact of pipelines and power lines on biodiversity and strategies for mitigation. **Biodiversity and Conservation**, Berlin, v. 26, n. 8, p. 1801–1815, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1341-9>. Acesso em: 5 jun. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA 372/2018** Porto Alegre, Brasil: Presidente do CONSEMA, 2018. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202207/07113333-372-2018-atividades-licenciaveis-compilada.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2021.

RODRIGUES, Ana SL; BROOKS, Thomas M. Shortcuts for biodiversity conservation planning: the effectiveness of surrogates. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, p. 713-737, 2007. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/30033877>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

SANTA CATARINA. **Resolução CONSEMA Nº 98 de 05 de julho de 2017**. Florianópolis: Carlos Alberto Chiodini, 2017.

SEKERCIOGLU, Cagan H. Increasing awareness of avian ecological function. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 8, p. 464-471, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534706001595>. Acesso em: 18 de jan. 2023

SILVA, João Paulo et al. Freezing heat: thermally imposed constraints on the daily activity patterns of a free-ranging grassland bird. **Ecosphere**, v. 6, n. 7, p. 1-13, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/ES14-00454.1>. Acesso em: 23 de jan. de 2023.

SMERALDO, Sonia et al. Modelling risks posed by wind turbines and power lines to soaring birds: The black stork (*Ciconia nigra*) in Italy as a case study. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 1959-1976, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01961-3>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

SÓLYMOS, Péter et al. Evaluating time-removal models for estimating availability of boreal birds during point count surveys: Sample size requirements and model complexity. **The Condor: Ornithological Applications**, v. 120, n. 4, p. 765-786, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1650/CONDOR-18-32.1>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

STEINKAMP, M. et al. Breeding season survey techniques for seabirds and colonial waterbirds throughout North America. **U. S Geological Survey Patuxent Wildlife Research Center, Laurel**, 2003. Disponível em: <http://www.waterbirdconservation.org/wp-content/uploads/2022/09/PSGManual03.pdf>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

STEVENSON, William D. **Elementos de análise de sistemas de potência**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

STRAUBE, Fernando Costa *et al.* Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. *In*: VON MATTER, Sandro (org.). **Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 516. *E-book*.

TANG, Becky; CLARK, James S.; GELFAND, Alan E. Modeling spatially biased citizen science effort through the eBird database. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 28, n. 3, p. 609-630, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10651-021-00508-1>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

UDDIN, Mohib et al. High bird mortality due to power lines invokes urgent environmental mitigation in a tropical desert. **Biological Conservation**, v. 261, p. 109262, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109262>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

VILLIARD, Jacques M. E. *et al.* Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). *In*: VON MATTER, Sandro (org.). **Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 516. *E-book*.

VON MATTER, Sandro et al. **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Technical Books Editora, 2010.

WHITMAN, Andrew A.; HAGAN III, John M.; BROKAW, Nicholas VL. A comparison of two bird survey techniques used in a subtropical forest. **The Condor**, v. 99, n. 4, p. 955-965, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1370146>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

ZAMORA-MARÍN, José M. et al. Comparing detectability patterns of bird species using multi-method occupancy modelling. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81605-w>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

APÊNDICE

Estado	Código	Tipo de Estado	Tensão (kV)	Extensão (km)	Classificação da LT	Pontos por km	Terminal A	Terminal B
RS	FEPAM	RAS	138	10,67	CURTA	0,75	Taquara	Igniinha
RS	FEPAM	RAS	230	8,75	CURTA	0,91	Charqueadas 3	ramal
RS	FEPAM	RAS	230	14	CURTA	0,29	Guaiuba 3	Charqueadas 3
RS	FEPAM	RAS	69	2,51	CURTA	2,75	Porto Alegre 8	Porto Alegre 17
RS	FEPAM	RAS	138	16,52	CURTA	0,71	Pinhal	SEARA ALIMENTOS
RS	FEPAM	RAS	69	26	CURTA	0,62	São Francisco de Paula 5	Jacurama
RS	FEPAM	RAS	69	5,21	CURTA	1,52	Charqueadas 3	Taquara
RS	FEPAM	RAS	69	6,37	CURTA	1,41	Garibaldi	Carlos Barbosa
RS	FEPAM	RAS	138	54,71	CURTA	0,22	Coletora Bom Jesus	Lajeado Grande
RS	FEPAM	RAS	138	55,1	CURTA	0,38	Formigueiro	Cacapava do Sul
RS	FEPAM	RAS	69	9,21	CURTA	0,49	Porto Alegre 14	IMAT 1
RS	FEPAM	RAS	230	13,05	CURTA	4,14	Chácaram	Lagoa dos Barros
RS	FEPAM	RAS	138	17	CURTA	0,82	Pinhal	Seara
RS	FEPAM	RAS	230	8	CURTA	0,00	Porto Alegre 1	Porto Alegre 9
RS	FEPAM	RAS	230	3	CURTA	1,67	Charqueadas	ramal
RS	IBAMA	RAS	230	26,43	CURTA	0,00	CGE Fronteira Sul	Livramento 3
RS	FEPAM	RAS	230	60	CURTA	0,40	EOL Três Divises	Algrete 2
RS	FEPAM	RAS	69	6	CURTA	1,17	Carlos Barbosa 2	ramal
RS	FEPAM	RAS	138	19	CURTA	1,68	Pedras Altas 1	Pedras Altas 3
RS	FEPAM	RAS	230	31	CURTA	0,32	Capivari do Sul	Ondário 3
RS	FEPAM	RAS	230	13,6	CURTA	0,59	Guaiuba 3	Charqueadas 3
RS	FEPAM	RAS	230	34,9	CURTA	0,29	Guaiuba 3	Polo Petroquímico
RS	FEPAM	RAS	69	14,5	CURTA	4,83	UHE Bom Retiro	SE seccionadora da LT 69 KV RGE Venancio Aires 1 – Estação 2
RS	FEPAM	RAS	138	10,91	CURTA	1,28	Cidade Industrial	Nova Santa Rita 2
RS	FEPAM	RAS	69	9,68	CURTA	1,03	Berilo Gonçalves 3	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	5,1	CURTA	1,95	Antônio Prado	Lipato
RS	FEPAM	RAS	138	14,83	CURTA	0,54	Formigueiro	Cacapava do Sul
SC	IMA	EAS	138	0,577	CURTA	1,73	Indaial	ramal
SC	IMA	EAS	138	1,586	CURTA	0,63	Itajaí 2	ramal
SC	IMA	EAS	138	9,24	CURTA	0,22	Jangouá do Sul RB	ramal
RS	FEPAM	RAS	138	28,4	CURTA	0,49	Bom Princípio	Itaí
RS	FEPAM	RAS	138	34,61	CURTA	0,40	Planalto	Fredrico Westphalen 2
RS	FEPAM	RAS	138	21,6	CURTA	0,38	Guaranim	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	25,57	CURTA	0,63	Venâncio Aires	Certão 3
RS	FEPAM	RAS	138	6,57	CURTA	0,15	Cachoeirinha 3	Estação 2
RS	FEPAM	RAS	230	10,64	CURTA	0,19	Resilina	Porto Alegre 13
RS	FEPAM	RAS	230	10,64	CURTA	0,19	Resilina	Porto Alegre 13
RS	FEPAM	RAS	69	9,1	CURTA	0,44	Cruz Alta 1	Cruz Alta 2
RS	FEPAM	RAS	69	2,97	CURTA	0,00	Cruz Alta 2	Cruz Alta 3
RS	FEPAM	RAS	138	12,2	CURTA	1,07	Caxias Norte	Caxias 2
RS	FEPAM	RAS	69	4,31	CURTA	0,93	Bugres	Toça
RS	FEPAM	EIA RIMA	525	235,5	MEDIA	0,07	Povo Novo	Guaiuba 3 C3
RS	FEPAM	RAS	230	31,4	CURTA	0,64	Caxias do Sul	Ondário 2
RS	FEPAM	RAS	138	15,63	CURTA	0,70	São José do Sertão	ramal
RS	FEPAM	RAS	230	17,21	CURTA	1,34	CGE Pedreira	ramal
RS	FEPAM	RAS	230	65,4	CURTA	0,54	Atlântida 2	Torres 2
SC	IMA	EAS	138	2,485	CURTA	0,40	São José do Sertão	ramal
RS	FEPAM	RAS	230	10,86	CURTA	0,18	Porto Alegre 9	Porto Alegre 8
PR	IAT	RAS	138	3,29	CURTA	2,43	PCH Coredom	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	8,27	CURTA	0,00	PCH Forquilha IV	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	6,7	CURTA	1,04	Carlos Barbosa 2	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	0,57	CURTA	0,00	Ijuí 2	CERIL LU3
RS	FEPAM	RAS	69	6,13	CURTA	1,46	Garibaldi	Carlos Barbosa
RS	FEPAM	EIA RIMA	525	146	MEDIA	1,33	Capivari do Sul	Guaiuba 3
RS	FEPAM	EIA RIMA	525	118,72	MEDIA	1,62	Caxias Norte	ramal
SC	IMA	EAS	138	26,5	CURTA	0,75	Forquilha RB	Jaraí
SC	IMA	EAS	138	11,767	CURTA	1,61	Pelotas	Santa Amara da Imperatriz
PR	IAT	RAS	138	62,7624	CURTA	0,13	União da Vitória Norte	SEPAZ
RS	FEPAM	RAS	230	225	MEDIA	0,17	Saralena do Livramento 3	Santa Maria 3 C1
RS	FEPAM	RAS	230	65,4	CURTA	0,22	Atlântida 2	Torres 2
RS	FEPAM	RAS	69	32,3	CURTA	0,34	Saranduvá	Palm Fátio
RS	FEPAM	RAS	138	26,14	CURTA	0,46	Vila Maria	Serafina Corêa
SC	IMA	EIA RIMA	230	194	MEDIA	0,67	Itaí	Xanxerê / Pinhalzinho
RS	FEPAM	RAS	69	19,28	CURTA	0,67	Santa Rosa	CERTEL
SC	IMA	EAS	138	17,6	CURTA	2,05	Salto Pião	Presidente Getúlio
SC RS	IBAMA	EIA RIMA	525 230	252,4	LONGA	0,02	Capivari do Sul / Siderópolis 2	Siderópolis 2 / Forquilha C2
RS	FEPAM	RAS	69	26,66	CURTA	0,41	São Francisco de Paula 5	Jacurama
RS	FEPAM	RAS	69	33,43	CURTA	0,09	Santo Angelo	Eugênio de Castro
RS	FEPAM	RAS	441	4,31	CURTA	0,93	Toça	Porto Sul C1
SC	IMA	EAS	69	22,7	CURTA	0,75	Forquilha RB	Turco C3
RS	FEPAM	RAS	525	10,74	CURTA	0,93	Maneira IV	Marmeleiro 2
RS	FEPAM	RAS	69	10,4	CURTA	0,00	Parque Eólico Girua	Girua
RS	FEPAM	RAS	230	60	CURTA	0,05	Caxias	Coneta 3
RS	FEPAM	RAS	69	2,39	CURTA	1,67	Missões	São Luis Gonzaga C2
SC	IMA	EAS	138	0,5	CURTA	8,00	Barra Velha Centrofinco	ramal
PR SC	IBAMA	EIA RIMA	525	278,45	LONGA	0,29	Arara	Jornville Sul
RS	FEPAM	RAS	69	9	CURTA	1,00	Santa Tecla	Bagé 2
RS	FEPAM	RAS	138	10,177	CURTA	5,60	Arvore Só	Marmeleiro 2
RS	FEPAM	RAS	230	314	LONGA	0,00	Livramento 3	Algrete 2 - Cerro Chato
RS	FEPAM	RAS	230	225	MEDIA	0,00	Livramento 3	Santa Maria 3
RS	FEPAM	RAS	69	8,7	CURTA	0,00	Forquilha IV	Maximiliano de Almeida
RS	FEPAM	RAS	138	0,97	CURTA	12,37	Serafina Corêa	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	2,37	CURTA	2,53	Missões	São Luis Gonzaga C2
RS	FEPAM	RAS	230	49,77	CURTA	0,00	Caridade 2	Bagé 2
RS	FEPAM	RAS	69	9,35	CURTA	0,00	UTE Ebaou	Itajaí
SC	IMA	EAS	138	31,05	CURTA	0,55	Abelardo Luz	Xanxerê
RS	FEPAM	RAS	230	31,4	CURTA	0,38	Dom Pedro II	Bagé 2
SC	IMA	EAS	138	7,4	CURTA	0,66	Capivari de Baixo	Caxias - Jorge Lacerda
SC	IMA	EAS	69	11,11	CURTA	0,72	Ermo	Sombrio
RS	FEPAM	RAS	138	0,739	CURTA	0,00	Pinhal	ramal
SC	IMA	EAS	138	8,89	CURTA	0,00	Ipema Mesa Prata	Tijucas - Porto Belo
SC	IMA	EIA RIMA	138	11,7	CURTA	0,17	Tubarão Sul RB	Jorge Lacerda - Ondans
RS	FEPAM	RAS	69	9,701	CURTA	0,62	Ijuí 2	Ijuí 1
RS	FEPAM	RAS	138	34,6	CURTA	0,38	Planalto	Fredrico Westphalen
RS	FEPAM	RAS	138	41,27	CURTA	1,44	UTE Cambará	São Francisco
RS	FEPAM	RAS	230	199	MEDIA	0,13	Santo Angelo	Macambará C2
RS	FEPAM	RAS	69	29,45	CURTA	0,34	Guaporé	Anverezinha
SC	IMA	EIA RIMA	230	111	CURTA	2,73	Bonito	Bateias C1 e C2
PR	IAT	RAS	230	12	CURTA	0,33	Castro Norte	ramal
PR	IAT	RAS	230	56	CURTA	0,07	Itaí Norte	Porto Alegre 20
RS	FEPAM	RAS	69	3,78	CURTA	0,27	FRAP-CR1	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	55,18	CURTA	0,22	Toropó	Porto Alegre 20
RS	FEPAM	RAS	138	130,25	MEDIA	0,00	Complexos Campos de Cima da Serra	ramal
SC RS	IBAMA	EIA RIMA	230	37,263	CURTA	0,00	Foz de Chapeco	Pinhalzinho 2 C2
PR	IAT	RAS	230	144	MEDIA	0,03	União da Vitória Norte / Área	São Mateus do Sul / União da Vitória Norte
SC	IMA	EAS	138	8,2	CURTA	0,00	Boa Vista	Piranguatimir
SC	IMA	EAS	69	0,639	CURTA	0,00	Boa Vista	ramal
PR	IAT	RAS	230	116,87	MEDIA	0,03	Arara	Guarapuava Oeste C2
PR	IAT	RAS	230	143,5	MEDIA	0,04	Ponta Grossa / Ponta Grossa	São Mateus C1 / Ponta Grossa C1 e C2
PR	IAT	EIA RIMA	525	194	MEDIA	0,03	Ponta Grossa	Bateias C1 e C2
PR	IAT	EIA RIMA	525	331,735	LONGA	0,02	Ivaiporã	Ponta Grossa C1 e C2
RS	FEPAM	RAS	69	16,9	CURTA	0,32	Santa Rosa	CERTEL
PR	IAT	EIA RIMA	525	514,7	LONGA	0,00	Foz de Iguaçu / Guaiara / Sarandi	Guaiara / Sarandi / Londrina
RS	FEPAM	RAS	69	6,18	CURTA	0,81	Garibaldi	Carlos Barbosa C2
RS	FEPAM	RAS	138	23,49	CURTA	0,09	Estação FERCC	Yara Fertilizantes
RS	FEPAM	RAS	69	33,4	CURTA	0,24	Santo Angelo	Eugênio de Castro
SC	IMA	EIA RIMA	138	54	CURTA	0,06	São Miguel D'Oeste II	Itapiranga
RS	FEPAM	RAS	230	11	CURTA	0,00	Londrina Sul	ramal
RS	FEPAM	RAS	69	10,68	CURTA	2,15	Lajeado 2	Arroio do Meio
SC	IMA	EIA RIMA	525 230	431,5	LONGA	0,01	Siderópolis 2	LTS
RS	FEPAM	RAS	138	6,85	CURTA	0,00	PCH - Linha Apencida	PCH - Linha Jacinto
PR	IAT	RAS	230	91,7	MEDIA	0,15	Sarandi	Paranaíba
SC	IMA	EAS	138	13	CURTA	0,00	Tijucas	Porto Belo C2
RS	FEPAM	RAS	230	52,2	CURTA	0,06	Bagé 2	Caridade 2
RS	FEPAM	RAS	230	80,5	CURTA	0,05	Garibaldi 1 Vinhedos	Lajeado 2 Lajeado 3
RS	FEPAM	RAS	138	17	CURTA	2,94	Vila Maria	Marsu 2
RS	FEPAM	RAS	230	65,36	CURTA	0,00	Atlântida 2	Torres 2
SC	IMA	EIA RIMA	138	29,942	CURTA	0,10	Jornville	São Francisco do Sul
RS	FEPAM	RAS	69	55,24	CURTA	0,00	Toropó	Santa Maria 3
SC RS	IBAMA	RAS	230	69,16	CURTA	0,19	Torres 2	Forquilha
RS	FEPAM	RAS	69	24,4	CURTA	0,66	Quarta	Yara Fertilizantes
PR	IAT	EIA RIMA	138	31,1	CURTA	0,19	CE Phemas II	Palmas
SC	IMA	EIA RIMA	138	24,616	CURTA	0,12	Viderra	Faburgu
SC	IMA	EAS	69	15,25	CURTA	0,00	Tubarão	Sangão
PR	IAT	RAS	230	56,82	CURTA	0,21	UHE Baxo Iguaçu	Cascavel Oeste
PR	IAT	RAS	138	11,154	CURTA	0,81	Amberv / Amberv	Imbituva / Ponta Grossa Norte
PR	IAT	RAS	230	139,352	MEDIA	0,06	Figueira	Ponta Grossa Norte
SC RS	IBAMA	EIA RIMA	230	38,07	CURTA	0,03	Foz de Chapeco	Pinhalzinho 2 C1
RS	IBAMA	EIA RIMA	525	60	CURTA	1,08	Candóia	Acoetú
PR	IAT	EIA RIMA	525	28	CURTA	0,04	Curitiba	Curitiba Leste
PR SC	IBAMA	EIA RIMA	230	97,26	MEDIA	0,12	Jornville Norte	Curitiba C2
PR SC RS	IBAMA	EIA RIMA	525	492	LONGA	0,01	Salto Santiago / Itaí	Itaí / Nova Santa Rita C2

Método 1	Quantidade 1	Esforço 1	Estação 1	Método 2	Quantidade 2	Esforço 2	Estação 2	Método 3	Quantidade 3	Esforço 3	Estação 3	Método 4	Quantidade 4	Esforço 4	Estação 4
transetos lineares	4		OUTONO	pontos de escuta e visualização	4	0:40									
pontos de escuta e visualização	4			pontos de escuta e visualização											
transetos lineares	4	1:00	VERÃO	transetos lineares	4										
transetos lineares	6	24:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	6	5:76:00	VERÃO								
transetos lineares	8	432:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	8	432:00	VERÃO								
transetos lineares	5	432:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	5	1:15	VERÃO								
transetos lineares	3	408:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	6	1:30	VERÃO								
pontos de escuta e visualização	12	48:00	PRIMAVERA	pontos de escuta e visualização	16		VERÃO								
pontos de escuta e visualização	16		OUTONO	pontos de escuta e visualização	16		VERÃO								
transetos lineares	4	96:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	30	360:00		pontos de escuta e visualização	6	06:00		censo de aves noturnas		12:00	
transetos lineares	16	288:00	PRIMAVERA	pontos de escuta e visualização	7	168:00									
pontos de escuta e visualização	7	1296:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	5	0:50									
transetos lineares			OUTONO	pontos de escuta e visualização											
pontos de escuta e visualização	12	96:00	OUTONO	pontos de escuta e visualização	12	288:00	OUTONO								
transetos lineares	3	408:00	INVERNO	pontos de escuta e visualização	4		INVERNO								
pontos de escuta e visualização	16	2:40	VERÃO	pontos de escuta e visualização	16	2:20	OUTONO								
transetos lineares				pontos de escuta e visualização	10	1:40	OUTONO								
pontos de escuta e visualização	8	1:20	OUTONO												
pontos de escuta e visualização	10	1:40	OUTONO												
pontos de escuta e visualização	35		VERÃO	pontos de escuta e visualização	35		VERÃO								
transetos lineares	7	15:05	VERÃO	pontos de escuta e visualização	7	15:05	OUTONO								
transetos lineares	5	15:05	OUTONO	pontos de escuta e visualização	5	15:05	OUTONO								
pontos de escuta e visualização	8	15:05	OUTONO	pontos de escuta e visualização	5	15:05	OUTONO								
transetos não lineares	1	6:00	INVERNO												
transetos lineares	2	24:00		pontos de escuta e visualização	5										
transetos lineares	9	24:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	5										
pontos de escuta e visualização	14		VERÃO												
transetos lineares	1			pontos de escuta e visualização	8										
transetos lineares	8														
pontos de escuta e visualização	1	3:30	PRIMAVERA												
transetos lineares	2	96:00	VERÃO												
transetos lineares	2		VERÃO												
transetos lineares	4		VERÃO												
transetos lineares	6	15:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	7	15:00	VERÃO								
pontos de escuta e visualização	4	24:00	VERÃO												
Lista de Mackinnon	8	64:00	INVERNO	pontos de escuta e visualização	8	64:00	VERÃO								
Lista de Mackinnon	10	360:00	OUTONO	pontos de escuta e visualização	10	1:40	OUTONO								
transetos lineares	4	15:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	7										
pontos de escuta e visualização	23		PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	35	8:45	OUTONO												
transetos lineares	1		OUTONO												
transetos lineares	2	96:00	PRIMAVERA	Lista de Mackinnon	4	16:00	VERÃO								
pontos de escuta e visualização	4	5:20	PRIMAVERA												
transetos lineares	3	17:00	OUTONO	pontos de escuta e visualização	4										
transetos lineares	3	17:00	INVERNO	pontos de escuta e visualização	6										
transetos lineares	97	13:00	OUTONO	pontos de escuta e visualização	97		PRIMAVERA								
pontos de escuta e visualização	192	16:00	VERÃO									PRIMAVERA			VERÃO
pontos de escuta e visualização	20		INVERNO												
pontos de escuta e visualização	19		INVERNO												
transetos lineares	8	22:10	OUTONO												
pontos de escuta e visualização	39	6:30	OUTONO	pontos de escuta e visualização	7	3:30	VERÃO								
pontos de escuta e visualização	38	8:45	VERÃO	pontos de escuta e visualização	7	3:30		censo noturno	7	7:00					
pontos de escuta e visualização	11	30:10	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	12	24:20	PRIMAVERA												
Lista de Mackinnon	3	144:00	INVERNO												
transetos lineares	6	6:00	OUTONO	pontos de escuta e visualização	7	4:40	PRIMAVERA								
transetos lineares	36		PRIMAVERA				OUTONO								
pontos de escuta e visualização	2	26:40		Lista de Mackinnon	2	15:00									
pontos de escuta e visualização	11	11:43	INVERNO												
pontos de escuta e visualização	4	11:50	PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	17		PRIMAVERA												
transetos lineares	10		PRIMAVERA												
transetos lineares	3		PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	1	1:00	INVERNO	pontos de escuta e visualização	3	2:00	INVERNO								
pontos de escuta e visualização	4		PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	80	26:40	INVERNO	Lista de Mackinnon	2	720:00									
transetos lineares	8														
transetos lineares	57		OUTONO												
			OUTONO				OUTONO								
pontos de escuta e visualização			INVERNO												
pontos de escuta e visualização	12	24:20	OUTONO												
transetos lineares	3		VERÃO	pontos de escuta e visualização	3	1:30									
pontos de escuta e visualização	17		VERÃO												
pontos de escuta e visualização	12	2:00	INVERNO												
pontos de escuta e visualização	5	15:30	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	8		VERÃO												
pontos de escuta e visualização			PRIMAVERA												
transetos lineares															
transetos lineares	2	48:00	VERÃO	pontos de escuta e visualização	6	10:35	VERÃO								
transetos lineares	13	21:45	INVERNO				INVERNO								
pontos de escuta e visualização	18														
pontos de escuta e visualização	25	4:10	INVERNO				VERÃO								
pontos de escuta e visualização	10	12:35	PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	30	210:00	OUTONO				INVERNO								
pontos de escuta e visualização	4	48:00	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	4	48:00	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	15	1:40	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	12	2:00	OUTONO												
pontos de escuta e visualização			PRIMAVERA	transetos lineares			VERÃO					OUTONO			
pontos de escuta e visualização	5	72:00	VERÃO												
transetos lineares		10:00	INVERNO												
pontos de escuta e visualização	4	48:00	OUTONO												
pontos de escuta e visualização	6	72:00	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	5	120:00	VERÃO	OUTONO			OUTONO								
pontos de escuta e visualização	6	144:00	VERÃO	OUTONO			OUTONO								
pontos de escuta e visualização	6	8:50	OUTONO												
pontos de escuta e visualização	5	8:05	OUTONO												
transetos lineares	16		VERÃO												
pontos de escuta e visualização	8	15:05	VERÃO												
transetos lineares	3	72:00	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	23	15:10	VERÃO												
pontos de escuta e visualização	3		VERÃO												
				Lista de Mackinnon	3										
pontos de escuta e visualização	12		VERÃO												
transetos lineares	3	20:00	VERÃO												
transetos lineares	3	27:00	PRIMAVERA												
transetos lineares	3	15:00	PRIMAVERA												
pontos de escuta e visualização	20	3:20	INVERNO	transetos lineares	30	10:00									
transetos não lineares	3	72:00	OUTONO												
transetos lineares	12		INVERNO	pontos de escuta e visualização	48	8:00									

Fase	Nº Espécies Prim	Nº Espécies Sec	Espécies Ameaçadas	Rotas Migratórias	Sinalizador	Tipo	Instalado
PRE	22	195	NAO	SIM	SIM		
PRE	66		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	124		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	46		NAO	SIM			
PRE	52	128	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	51	117	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	37	62	SIM	NAO	SIM		
PRE	55	91	SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	175	268	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	51	112	SIM	SIM	NAO CONCLUSIVO		
PRE	55		NAO	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	140	169	SIM	SIM			
PRE		52					
PRE	53	292	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE		294	SIM	SIM			
PRE	101	273					
PRE	55	81	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	38	273	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	73	329	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	97	292	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	96	292	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	105	315	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	83		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	76		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	73		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	40	111	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	30	310	NAO	SIM			
PRE	10	366	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	78	303	NAO	SIM	NAO		
PRE	45	65	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	96		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	58	332	SIM				
PRE	74	192	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	64						
PRE	35		SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	35		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	37	95	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	52	103	SIM	NAO	SIM		
PRE	55	106	NAO	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	90	150	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	73	329	SIM	SIM			
PRE	55	97	SIM	NAO	SIM		
PRE	159	265	SIM	SIM	SIM		
PRE	114	174	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	9	443	SIM	SIM	SIM		
PRE	81		NAO	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	156		SIM		SIM		
PRE	74	135	NAO	NAO	SIM	ESPIRAL	SIM
PRE	88	126	SIM	SIM	NAO		
PRE	53	101	SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	212	174	SIM	SIM	SIM		
PRE	177	353	SIM	SIM	SIM		
PRE	42	194					
PRE	85	384	SIM				
PRE	54	404		SIM	SIM		
PRE	179	278			SIM	ESPIRAL	
PRE	174	176	SIM	SIM	SIM		
PRE	80	94	SIM	NAO			
PRE	94		SIM	SIM	SIM		
PRE	192	332	SIM	NAO			
PRE	101		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	72	307	SIM	SIM			
PRE					SIM		
PRE	84		SIM	SIM	SIM		
PRE			SIM				
PRE	73		SIM	NAO	NAO		
PRE	67	194	NAO	NAO	SIM		
PRE	40		NAO	SIM			
PRE	30	181					
PRE	110	390	SIM	SIM			
PRE	66		SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	25	426					
PRE	112	512	SIM	SIM	SIM		
PRE	87	133	SIM				
PRE	159	285	SIM	SIM			
PRE	177	277	SIM	SIM			
PRE	179	278					
PRE	82		SIM		SIM	ESPIRAL DUPLO / ROTATIVO / FITAS	
PRE	94		SIM	SIM	SIM		
PRE	38		SIM	SIM	NAO		
PRE	10						
PRE	56	278	SIM	SIM			
PRE	65		NAO	SIM			
PRE	40	166	NAO	SIM			
PRE	43	192	SIM	SIM			
PRE	11		NAO	NAO			
PRE	52	267	SIM	SIM			
PRE	125	292	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	67		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	90		SIM	SIM	NAO CONCLUSIVO		
PRE	101	337	SIM	SIM	SIM		
PRE	102	262	SIM	SIM			
PRE	94		SIM	SIM	NAO		
PRE	200	434	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	252	440	SIM	SIM			
PRE	252	444	SIM	SIM			
PRE	32		SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	181		NAO	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	181	288	SIM	SIM	SIM		
PRE	252	447	SIM	SIM			
PRE	88	320	SIM		SIM		
PRE	86	320	SIM				
PRE	252	447	SIM	SIM			
PRE	252	454	SIM	SIM			
PRE	299	474	SIM	SIM			
PRE	299	467	SIM	SIM			
PRE	79		SIM	SIM	SIM		
PRE	67		SIM	SIM	NAO CONCLUSIVO		
PRE	79		SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	88		SIM	SIM	NAO CONCLUSIVO		
PRE	139	240	SIM	SIM	SIM		
PRE	69	282	NAO				
PRE	184	415	SIM	NAO	SIM	ESPIRAL	
PRE	67		NAO	SIM	SIM		
PRE	105	405	SIM	SIM	SIM		
PRE	87	225	SIM	SIM			
PRE	109		NAO				
PRE	108		NAO	SIM			
PRE	112	252	SIM	SIM	SIM		
PRE	161		SIM	SIM			
PRE	162	346	SIM	SIM	SIM		
PRE	165	248	SIM	SIM	SIM	ESPIRAL	
PRE	170	450	SIM	SIM	SIM		
PRE	79		SIM	SIM			
PRE	163	401	SIM				
PRE	130	243	SIM	NAO	SIM		
PRE	53		NAO	NAO			
PRE	80	491	SIM	SIM	SIM		
PRE	75	336					
PRE	158						
PRE	96	297	SIM	SIM	SIM		
PRE	155	265	SIM	SIM	SIM		
PRE	199	389	SIM	SIM	SIM		
PRE	188	586	SIM	SIM	SIM		
PRE	216		SIM	SIM	SIM		