

Licenciamento ambiental de parques eólicos no Brasil: qualidade das diretrizes estaduais para avaliação de impacto sobre morcegos

Resumo

A energia eólica é uma importante e competitiva fonte alternativa de eletricidade cuja produção vem crescendo no Brasil na última década. Como todo empreendimento de geração de energia, parques eólicos são fonte de possíveis impactos sobre o meio ambiente e estão sujeitos a licenciamento ambiental. No Brasil, a maioria dos parques eólicos abrange um ou mais municípios dentro do mesmo estado e são, portanto, licenciados no âmbito estadual, cujos procedimentos e exigências podem variar. Apresentamos aqui uma análise da qualidade do licenciamento nos 13 estados com turbinas eólicas em operação no país, considerando impactos sobre morcegos. Para isso, (1) avaliamos as normas legais adotadas pelos estados para o licenciamento ambiental de energia eólica; (2) analisamos as diretrizes para os estudos ambientais nos dois cenários mais comuns, *i.e.* licenciamento padrão *vs.* simplificado; e (3) comparamos os estados brasileiros considerando o nível de exigência das normas e diretrizes para avaliações de impacto. Apenas 1/3 dos estados apresentam normativas próprias para o licenciamento de energia eólica atualizadas em relação à legislação federal. Na maioria dos casos, as diretrizes são vagas e falham em solicitar dados importantes para uma avaliação adequada dos impactos sobre morcegos. Esta deficiência é mais grave no licenciamento simplificado, que em 2/3 dos estados sequer menciona a necessidade de amostrar morcegos durante a fase de pré-instalação. Embora precisem de maior detalhamento, Bahia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais foram, respectivamente, os estados com as melhores diretrizes para consideração dos morcegos no licenciamento de energia eólica. Recomendamos que os estados brasileiros melhorem a qualidade e padronizem seus procedimentos de licenciamento ambiental com base nas diretrizes nacionais e internacionais disponíveis.

Abstract

Environmental licensing of wind farms in Brazil: the quality of state guidelines for impact assessment on bats – Wind energy is an important and competitive alternative source of electricity whose production has been growing in Brazil in the last decade. As any power plant, wind farms are source of possible environment impacts and are subject to environmental licensing. In Brazil, most wind farms cover one or more municipalities within the same state and are therefore licensed at the state level, whose procedures and requirements may vary. Here we present an analysis of the licensing quality in the 13 states where there are

wind turbines in operation in the country, considering impacts on bats. For this, we (1) evaluate legal norms adopted by the states for environmental licensing of wind energy; (2) examined guidelines for environmental studies in the two most common scenarios, *i.e.* standard vs. simplified licensing; and (3) compare the Brazilian states considering the exigency level of norms and guidelines for impact assessments. Only 1/3 of the states have updated regulations for wind energy licensing in relation to federal legislation. In most cases, the guidelines are vague and fail to request important data for appropriate impact assessments on bats. This deficiency is more significant in the simplified licensing, which in 2/3 of the states does not even mention the need to sample bats during the pre-construction phase. Although need more detailing, Bahia, Rio Grande do Sul and Minas Gerais were, respectively, the states with the best guidelines for considering bats in wind power licensing. We recommend that Brazilian states improve quality and standardize their environmental licensing procedures based on available national and international guidelines.

Introdução

Nos últimos dez anos, o Brasil passou a investir massivamente na geração de eletricidade a partir dos ventos (ABEEÓLICA, 2017). Por ser uma fonte renovável livre de emissões de CO₂ na atmosfera, a energia eólica é considerada “verde”. Apesar disso, efeitos negativos sobre a vida silvestre indicam que os impactos ambientais da energia eólica têm sido subestimados (e.g. FRICK *et al.*, 2017; PEARCE-HIGGINS *et al.*, 2009; THAKER; ZAMBRE; BHOSALE, 2018). Muitas espécies de vertebrados voadores podem colidir com aerogeradores (THAXTER *et al.*, 2017), especialmente aves de rapina (DREWITT; LANGSTON, 2006), aves marinhas (FURNESS; WADE; MASDEN, 2013) e morcegos insetívoros (ARNETT *et al.*, 2016). Morcegos são especialmente vulneráveis porque também podem morrer por barotrauma sem colidir com as turbinas, ao se aproximarem das pás em movimento que causam mudanças repentinas na pressão do ar (BAERWALD *et al.*, 2008). Além do risco de colisão e barotrauma, parques eólicos podem implicar em redução do uso de habitat ao redor das turbinas (MILLON *et al.*, 2018; MINDERMAN *et al.*, 2017) e em interferência na conectividade da paisagem utilizada como corredor de deslocamento por morcegos (RODRIGUES *et al.*, 2015; ROSCIONI *et al.*, 2014).

Apesar destes impactos ambientais, o rigor no licenciamento ambiental para a produção de energia eólica tem sido questionado no Brasil (VALENÇA; BERNARD, 2015). Uma das primeiras normas legais a regular os processos de licenciamento ambiental no país exigia que usinas geradoras de eletricidade com potência > 10 MW fossem licenciadas através

de um Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (Resolução CONAMA nº 1/1986; BRASIL, 1986). No entanto, no início dos anos 2000 foi autorizada a realização de procedimento simplificado para o licenciamento de usinas eólicas e outras fontes consideradas de baixo impacto (Resolução CONAMA nº 279/2001; BRASIL, 2001). Este procedimento estipulava prazos máximos mais curtos para tramitação do processo (≤ 60 dias) e a elaboração de um Relatório Ambiental Simplificado (RAS) para avaliação dos impactos ambientais. A expansão do setor eólico desde então levou, em 2014, à publicação de uma nova normativa específica para regulamentar o licenciamento de parques eólicos no país (Resolução CONAMA nº 462/2014; BRASIL, 2014). Esta resolução passou a exigir novamente a elaboração de EIA/RIMA, mas apenas para empreendimentos localizados em ecossistemas protegidos por lei ou em áreas de alta relevância biológica ou sociocultural.

Independentemente do tipo de licenciamento, os estudos ambientais (EIA/RIMA ou RAS) são realizados com base nas orientações de um Termo de Referência emitido pelo órgão licenciador (MMA, 2009). Uma vez que a maioria dos parques eólicos no Brasil abrange um ou mais municípios em um mesmo estado, o licenciamento é geralmente competência da esfera estadual – embora possa em casos específicos ser realizado pelo governo federal ou municipal (BRASIL, 1997). Os Termos de Referência são elaborados pelos órgãos ambientais estaduais para cada projeto, podendo apresentar variações quanto às diretrizes e conteúdo mínimo solicitado para os estudos. Valença e Bernard (2015) avaliaram o licenciamento ambiental brasileiro de parques eólicos no âmbito federal e concluíram que as diretrizes são insuficientes para avaliar adequadamente o impacto sobre morcegos. Esta situação é preocupante considerando que o Brasil apresenta alta riqueza de morcegos e a ocorrência de várias famílias com alto risco de colisão com turbinas eólicas (THAXTER *et al.*, 2017).

Parte do processo de melhoria de procedimentos e legislações requer frequentemente uma avaliação crítica dos pontos positivos e negativos envolvidos. Neste sentido, apresentamos aqui uma análise da qualidade do licenciamento estadual de energia eólica no Brasil, analisando normativas e Termos de Referência adotados nos 13 estados que apresentam turbinas eólicas em operação no país. Nossos objetivos foram: (1) avaliar as normativas adotadas para o licenciamento ambiental de energia eólica, verificando os tipos de estudos ambientais previstos em cada estado; (2) avaliar e comparar os Termos de Referência utilizados pelos estados para orientar os estudos ambientais (EIA/RIMA *vs.* RAS) quanto aos seus níveis de exigência; e (3) comparar os estados brasileiros quanto ao rigor e a qualidade das diretrizes para as avaliações de impacto ambiental durante o licenciamento de parques eólicos, com foco na fauna de morcegos.

Material e Métodos

Identificamos 14 estados brasileiros que apresentam parques eólicos em operação em seus territórios consultando a base de dados online da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018). Destes estados, São Paulo não teve empreendimentos eólicos licenciados no âmbito estadual e foi, portanto, excluído da presente análise. Em seguida, os 13 estados restantes foram contatados para a obtenção de informações. As solicitações foram encaminhadas através dos sites institucionais de cada estado, via sistemas eletrônicos de acesso à informação. Foram realizados dois pedidos de informação com conteúdo idêntico para todos os estados; o primeiro solicitou as normativas utilizadas pelo órgão ambiental para o licenciamento ambiental de forma geral e de empreendimentos eólicos, e o segundo solicitou os termos de referência contendo as diretrizes para EIA/RIMA e/ou RAS (Material suplementar 1). Nossos pedidos de informação foram atendidos por todos os estados exceto o Piauí, que respondeu apenas parcialmente nossas solicitações e não enviou os Termos de Referência utilizados por sua secretaria estadual, mesmo quando solicitados diretamente ao órgão. Para o Piauí, nós obtivemos um Termo de Referência para EIA/RIMA com consultores, mas não tivemos sucesso em obter um Termo de Referência para RAS. Quando as respostas recebidas dos estados não foram satisfatórias ou claras, as dúvidas foram esclarecidas a partir de pedidos de recurso, novas solicitações de acesso à informação e, em poucos casos, por e-mail e contato telefônico diretamente com o órgão estadual. Todas as comunicações foram realizadas entre março e outubro de 2018.

As informações e documentos recebidos foram analisados a partir de um questionário composto por 40 perguntas norteadoras binárias, com as possibilidades de “sim” ou “não” como resposta. O questionário dividiu-se em três partes, sendo as dez primeiras perguntas (1–10) sobre as normativas referentes ao licenciamento ambiental estadual, as quinze perguntas subsequentes (11–25) sobre o Termo de Referência para EIA/RIMA, e as quinze últimas (26–40) sobre o Termo de Referência para RAS ou processo simplificado equivalente (Material suplementar 2). Para uma análise do desempenho dos estados quanto à precisão e qualidade das normativas/diretrizes para os estudos ambientais, atribuímos um ponto para cada vez que a resposta foi “sim” às perguntas do questionário, e nenhum ponto quando a resposta foi “não” ou “não se aplica”. Os pontos foram então somados para cada estado, e foi gerado um valor percentual representando a frequência do número de respostas afirmativas. A percentagem foi calculada sobre um valor total de 36, considerando que dentre as 40 questões havia quatro pares de perguntas mutuamente exclusivas (pares 1–2, 4–6, 11–13 e 26–28; Material suplementar 2).

Resultados

Doze dos 13 estados que licenciaram parques eólicos apresentam normativas para regular o licenciamento ambiental de forma geral, e oito estados apresentam normativas ou estudos técnicos específicos para o licenciamento de energia eólica (Tabela 1). Dos cinco estados que não dispõem de normativas próprias, todos exceto Pernambuco adotam a Resolução CONAMA nº 462/2014, última resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente elaborada para definir os procedimentos para licenciar parques eólicos no Brasil (Material suplementar 3). As normativas estaduais existentes são mais recentes que a Resolução CONAMA nº 462/2014 em apenas três estados (Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (Tabela 1), embora dois outros estados (Bahia e Paraná) tenham sinalizado que suas normativas estão em revisão para se adequarem à resolução federal (Material suplementar 3).

Onze dos 13 estados analisados utilizam normativas que preveem a realização de EIA/RIMA para o licenciamento ambiental de energia eólica (Tabela 1). No entanto, o EIA/RIMA é recomendado apenas para parques eólicos considerados com alto potencial de impacto. As situações de exigibilidade de EIA/RIMA variam entre os estados, incluindo empreendimentos: (1) de grande porte (e.g. potência > 10 MW no Rio de Janeiro e Paraná, > 30 MW no Piauí, > 100 MW no Rio Grande do Sul, > 150 MW no Ceará); (2) localizados em áreas sensíveis à conservação da biodiversidade (e.g. dunas, áreas úmidas, Mata Atlântica, zonas de amortecimento de unidades de conservação, áreas importantes para aves migratórias ou com espécies ameaçadas na Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais); ou (3) que alterem significativamente o ambiente (e.g. empreendimentos *offshore* ou que precisem remover populações locais, suprimir > 60% da vegetação ou intervir em unidade de conservação ou cavidade subterrânea, no Maranhão; empreendimentos passíveis de causar significativa degradação do meio ambiente, na Bahia) (Material suplementar 3). Todos os 13 estados analisados preveem realização de RAS, tanto como único instrumento para o licenciamento de parques eólicos (em Pernambuco e Santa Catarina) como para as situações em que a exigência de EIA/RIMA não se aplica (demais estados) (Material suplementar 3).

Dentre os 11 estados que preveem a realização de EIA/RIMA, sete apresentam Termo de Referência próprio; e dentre todos os 13 estados que licenciam parques eólicos através de RAS, sete apresentam Termo de Referência para a elaboração do estudo simplificado. Nos demais casos são utilizados Termos de Referência federais contidos em resoluções do CONAMA (Material suplementar 4 e 5). Em apenas três estados, o Termo de Referência estadual é parte integrante de normativa (Bahia e Santa Catarina) ou encontra-se disponível online no site institucional (Minas Gerais) (Material suplementar 4 e 5).

Tabela 1: Estados brasileiros que licenciaram parques eólicos em seu território e apresentam normativas próprias para o licenciamento ambiental em geral; normativas ou estudos técnicos específicos para o licenciamento de energia eólica; normativas atualizadas em relação à normativa federal vigente para o licenciamento de empreendimentos eólicos (Resolução CONAMA nº 462/2014); e normativas que preveem a realização de Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para o licenciamento de parques eólicos no estado. Os dados foram obtidos através de solicitações de acesso à informação aos órgãos estaduais entre março e outubro de 2018. Símbolos: ✓ = sim; × = não.

Estado	Órgão ambiental	Normativa para licenciamento ambiental?	Normativa ou estudo técnico para energia eólica?	Normativa posterior à resolução federal vigente?	Prevê EIA/RIMA?
Região Nordeste					
Bahia	Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA)	✓	✓	×	✓
Ceará	Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)	✓	✓	✓	✓
Maranhão	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA)	✓	✓	×	✓
Paraíba	Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)	×	×	×	✓
Pernambuco	Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)	✓	×	×	×
Piauí	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR)	✓	✓	×	✓

Tabela 1: (continuação)

Estado	Órgão ambiental	Normativa para licenciamento ambiental?	Normativa ou estudo técnico para energia eólica?	Normativa posterior à resolução federal vigente?	Prevê EIA/RIMA?
Região Nordeste					
Rio Grande do Norte	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)	✓	×	×	✓
Sergipe	Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA)	✓	×	×	✓
Região Sudeste					
Minas Gerais	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)	✓	✓	×	✓
Rio de Janeiro	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)	✓	×	×	✓
Região Sul					
Paraná	Instituto Ambiental do Paraná (IAP)	✓	✓	×	✓
Rio Grande do Sul	Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM)	✓	✓	✓	✓
Santa Catarina	Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA)	✓	✓	✓	×

Em todos os 11 Termos de Referência para EIA/RIMA analisados, as diretrizes recomendam a coleta de dados primários (*i.e.* em campo) para a realização do diagnóstico ambiental (Figura 1A), especialmente na área de influência direta do empreendimento (Material suplementar 4). Nos Termos de Referência para RAS, esta recomendação está especificada em oito estados (Figura 1A). Cinco estados fornecem instruções sobre duração, períodos do ano e/ou esforço amostral dos estudos, e estas exigências estão presentes com maior frequência nas diretrizes para EIA/RIMA do que para RAS (Figura 1A). Piauí, Minas Gerais e Rio Grande do Sul recomendam que os estudos devem ter duração mínima de um ano hidrológico; Bahia, Piauí, Minas Gerais e Rio Grande do Sul recomendam amostrar períodos secos e chuvosos; e Bahia e Paraná recomendam realizar pelo menos duas campanhas de coleta de dados (Material suplementar 4 e 5).

Todos os 11 estados que preveem EIA/RIMA exigem amostragem de vertebrados voadores no estudo, e nove estados apresentam a mesma exigência para o RAS (Figura 1B). A exigência de incluir morcegos nos estudos ambientais é mencionada por todos 11 os estados nos Termos de Referência para EIA/RIMA, mas em apenas quatro estados nos Termos de Referência para RAS (Figura 1B). Informações específicas a serem levantadas sobre a quiropterofauna são solicitadas por todos os 11 estados em suas diretrizes para EIA/RIMA, e apenas por Bahia, Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas diretrizes para RAS (Figura 1B). As informações sobre morcegos mais frequentemente solicitadas são “altura de voo”, “tipos de abrigos”, “status de ocorrência”, “riqueza de espécies” e “hábitos alimentares”, além de outros 16 tipos diferentes de informações (Figura 2). Nenhum dos estados solicita explicitamente a obtenção de níveis ou índices de atividade de morcegos (Figura 1B).

Bahia e Piauí são os únicos estados que apresentam sugestões de métodos para amostrar morcegos nos Termos de Referência (apenas para EIA/RIMA); em ambos os casos, a realização de amostragens acústicas está entre os métodos citados (Figura 1C), em conjunto com busca por abrigos e capturas com redes de neblina (Material suplementar 4). Para Bahia, Ceará e Minas Gerais o Termo de Referência para EIA/RIMA recomenda o monitoramento de morcegos nas fases de instalação e operação; inesperadamente, esta recomendação é mais frequente nos Termos de Referência para RAS, estando presente em seis estados (Figura 1C). Os Termos de Referência, no entanto, apenas mencionam a necessidade de elaborar um programa de monitoramento de quirópteros nas seções referentes aos planos de controle e acompanhamento dos impactos do projeto, sem especificar possíveis objetivos ou métodos (Material Suplementar 4 e 5). Nenhum Termo de Referência recomenda a realização de buscas por carcaças de morcegos (ou aves) durante a fase de operação (Figura 1C).

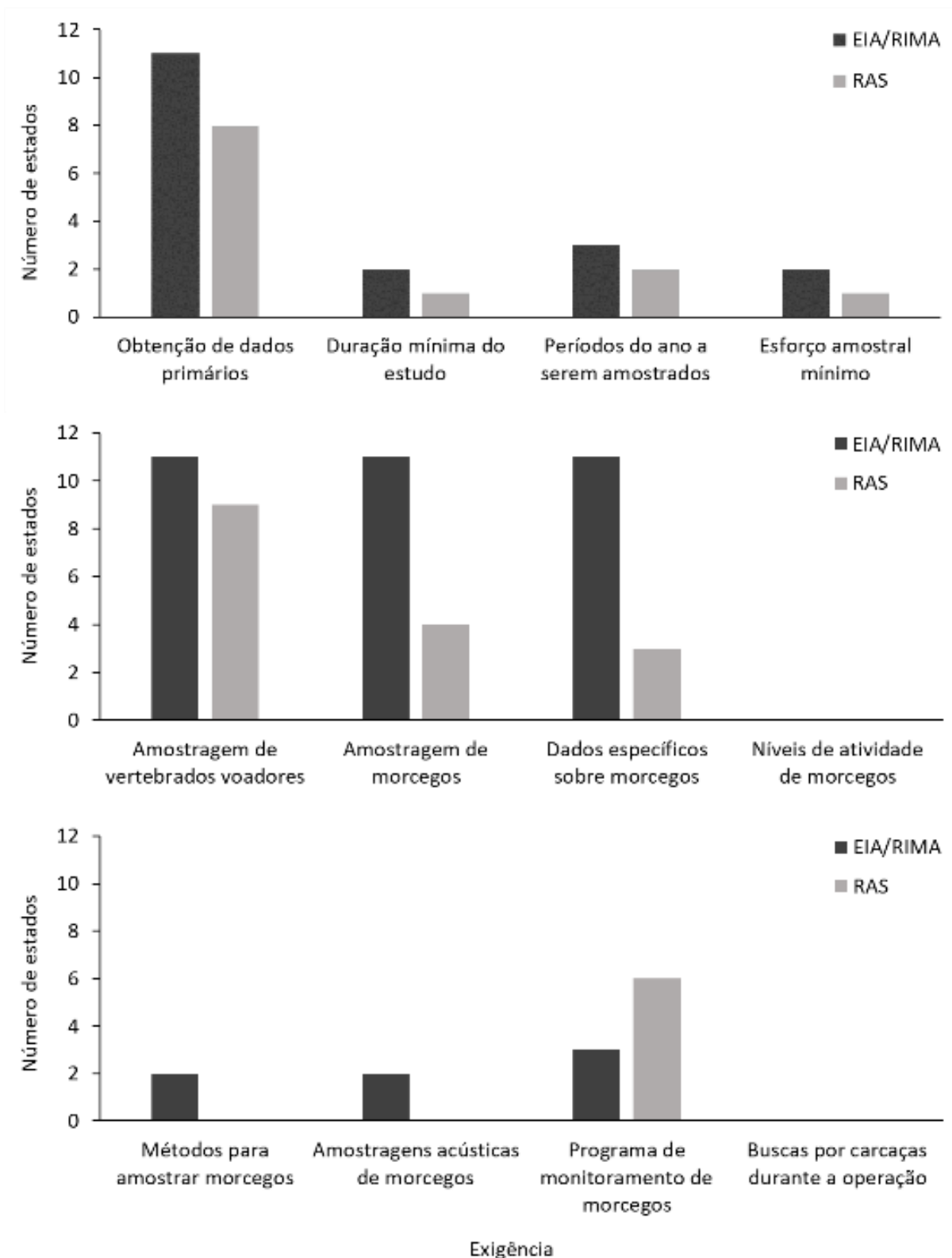


Figura 1: Exigências contidas (ou ausentes) nos Termos de Referência para Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e Relatório Ambiental Simplificado (RAS) requeridos para o licenciamento ambiental de parques eólicos nos estados brasileiros, com ênfase nas instruções gerais para a coleta de dados do diagnóstico ambiental (A) e nas diretrizes para avaliação de impacto sobre a fauna de morcegos (B e C). Os dados foram obtidos através de solicitações de acesso à informação aos órgãos estaduais entre março e outubro de 2018.

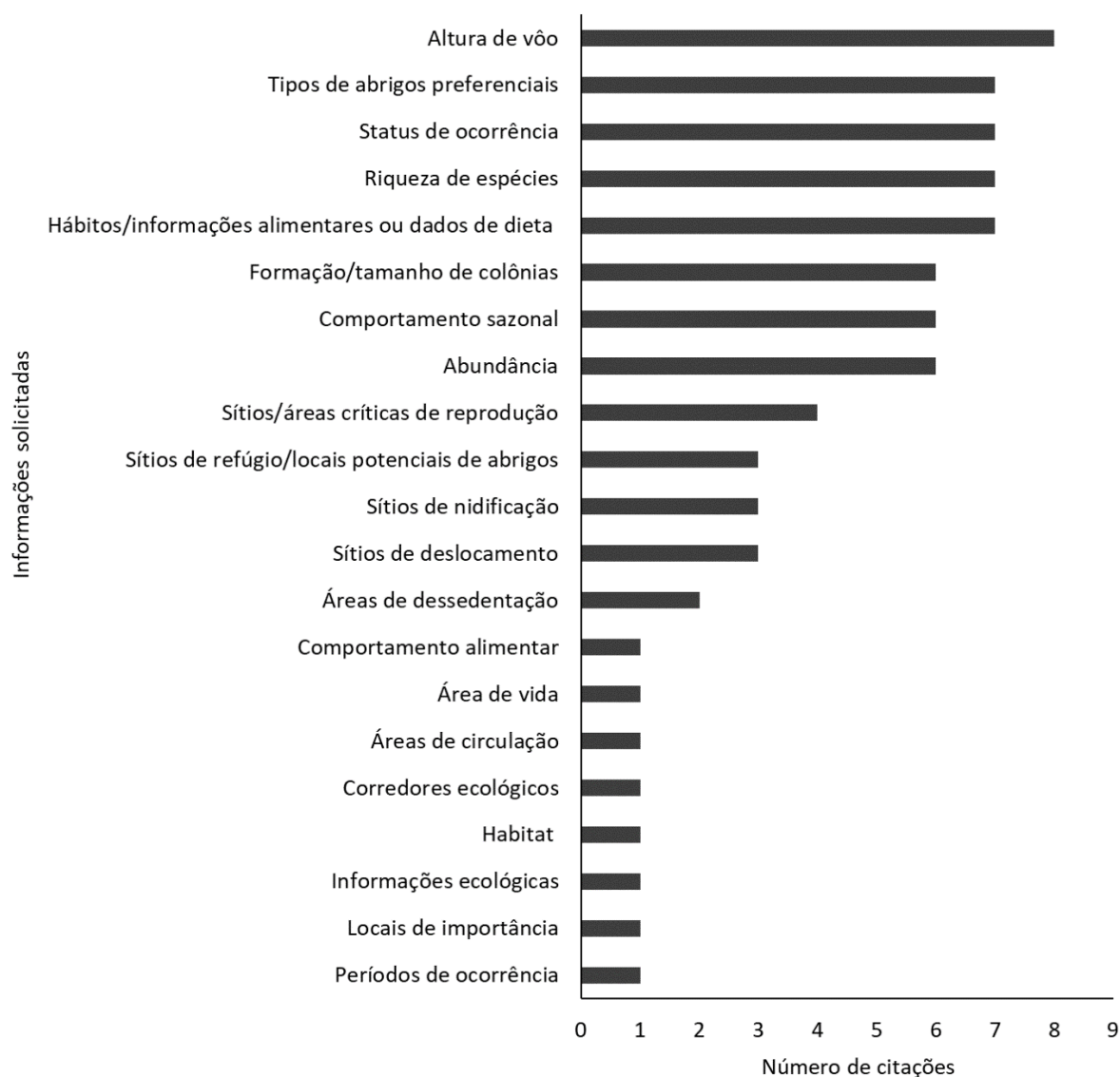


Figura 2: Informações solicitadas para a avaliação do impacto de parques eólicos sobre morcegos nas diretrizes dos Termos de Referência para Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e Relatório Ambiental Simplificado (RAS) requeridos para o licenciamento de energia eólica em 13 estados brasileiros. Os Termos de Referência analisados (N = 23) foram obtidos através de solicitações de acesso à informação aos órgãos estaduais entre março e outubro de 2018.

A Bahia foi o estado com maior número de respostas afirmativas (72%) às perguntas do questionário, obtendo a melhor pontuação qualitativa das diretrizes para avaliações de impacto de parques eólicos sobre morcegos (Figura 3), seguida pelo Rio Grande do Sul (58%), e por Minas Gerais (50%). Os demais estados responderam afirmativamente a 39–44% das questões, exceto Santa Catarina e Pernambuco, onde o número de respostas “sim” foi inferior a 30% do total (28 e 14%, respectivamente) (Figura 3).

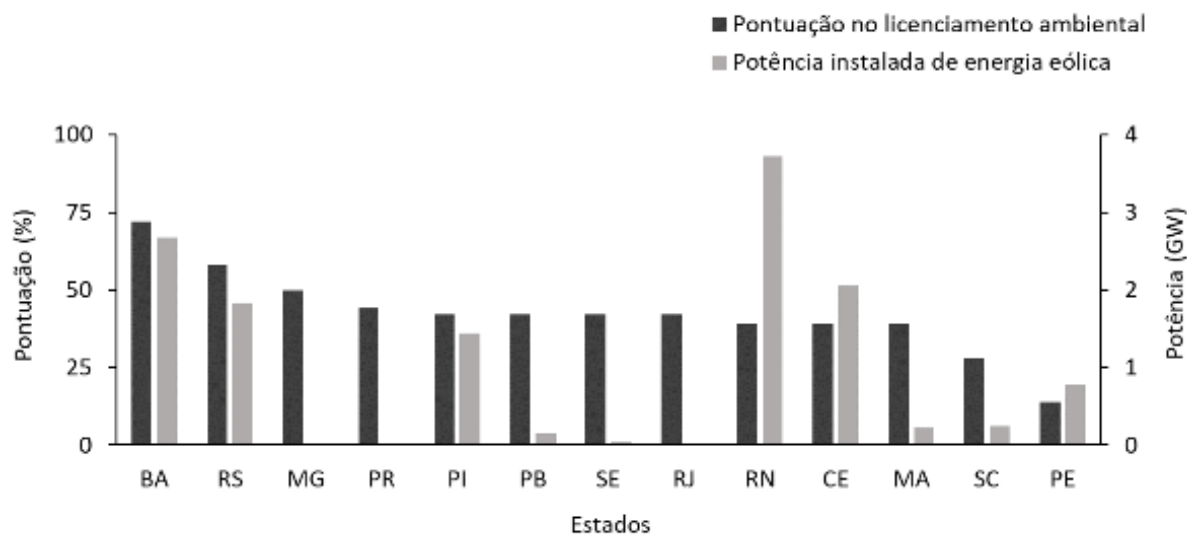


Figura 3: Pontuação (%) dos estados brasileiros na avaliação do nível de exigência dos procedimentos para o licenciamento ambiental de energia eólica, com ênfase no impacto sobre morcegos, e potência instalada (GW) e número de parques eólicos (números acima das colunas) em cada estado (Fonte: ANEEL, 2018). Os dados foram obtidos através de solicitações de acesso à informação aos órgãos estaduais entre março e outubro de 2018.

Discussão

O Brasil é atualmente o 8º maior produtor mundial de energia eólica (GWEC, 2017) e concentra a função de licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos principalmente no âmbito estadual. Apesar disso, apenas um terço dos estados com geradores eólicos em operação apresentam normativas próprias específicas e devidamente atualizadas em relação às normativas federais para regular as atividades de licenciamento. Com poucas exceções, a Resolução CONAMA nº 462/2014 ainda é a normativa mais utilizada pelos estados para este propósito, tanto como único instrumento como em conjunto com as normas estaduais, que por serem anteriores à resolução federal podem ser utilizadas somente nos pontos em que estão de acordo com ela. Este é um panorama desfavorável para a conservação de morcegos no Brasil, uma vez que esta Resolução CONAMA foi analisada em um estudo anterior e suas diretrizes foram consideradas insuficientes para avaliar adequadamente o impacto de turbinas eólicas sobre a quiropterofauna (VALENÇA; BERNARD, 2015).

Além de apresentar legislação ambiental desatualizada e pouco direcionada ao licenciamento de energia eólica, os estados brasileiros vêm utilizando diretrizes vagas para as avaliações dos impactos ambientais destes empreendimentos. Embora mais da metade dos estados apresentem modelos próprios de Termos de Referência, nossos resultados indicam que houve pouco avanço em relação às recomendações estipuladas na Resolução CONAMA nº 462/2014 para considerar a fauna de morcegos nos estudos ambientais. Neste sentido, as

principais deficiências nas diretrizes para EIA/RIMA e RAS são: (1) escassez de instruções para a coleta de dados em campo, como duração, períodos de amostragem e esforço amostral; (2) carência de informações-chave a serem levantadas sobre morcegos na pré-instalação para evitar/minimizar o risco de impacto negativo sobre o grupo; e (3) ausência de instruções para monitoramento dos impactos previstos durante a instalação e operação do parque eólico.

A recomendação de realizar pelo menos duas campanhas de trabalho de campo em estações diferentes, de forma a representar um ano, é uma exigência básica e essencial que deve constar em todos os Termos de Referência – e não apenas em alguns poucos. Já a quantidade de informações requeridas sobre morcegos é excessiva; elas são em parte imprecisas, pouco apropriadas para o táxon em questão e desnecessárias para prever impactos de turbinas eólicas sobre morcegos, enquanto informações mais relevantes para este objetivo não são mencionadas. Localizar as áreas com alta atividade de morcegos e evitá-las como alternativa locacional para os aerogeradores é a primeira providência para prevenir mortes por colisão/barotrauma ou outros impactos negativos no futuro (BAERWALD; BARCLAY, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2015). Por esta razão, sugerimos substituir a solicitação de informações como “abundância”, “comportamento sazonal”, “sítios de deslocamento”, “áreas de circulação” e “locais de importância” pelo termo mais específico “atividade”, parâmetro amplamente utilizado para analisar uso de habitat por morcegos insetívoros (e.g. BARROS; PESSOA; RUI, 2014; DIAS-SILVA *et al.*, 2018; HINTZE *et al.*, 2016).

Em contraste com estados/províncias de outros países (e.g. CALIFORNIA, 2007; CANTABRIA, 2014; ONTARIO, 2011), os Termos de Referência brasileiros apresentam diretrizes para os estudos ambientais apenas da fase de pré-instalação, falhando em recomendar e orientar programas de monitoramento dos impactos sobre morcegos durante a instalação e operação do parque eólico. Sem um protocolo mínimo para avaliação dos impactos nas fases em que podem ocorrer, não há garantia de que as medidas adotadas para evitá-los tenham tido sucesso e, em caso negativo, de que os impactos sejam mitigados ou compensados. Por isso, é fundamental que os Termos de Referência apresentem propostas para os monitoramentos dos impactos da instalação e, principalmente, operação do parque eólico sobre a fauna silvestre, incluindo no mínimo buscas por carcaças de morcegos e aves que são os táxons com maior potencial de serem afetados. As instruções para monitoramento de vertebrados voadores poderiam constar em Termos de Referência específicos para a obtenção de Licença de Instalação e Licença de Operação, ou no próprio Termo de Referência para Licença Prévia como condicionante para a obtenção das próximas licenças.

Embora os Termos de Referência analisados sejam falhos e precisem melhorar quanto às diretrizes para avaliar os impactos sobre morcegos, as deficiências são de longe mais graves no caso do RAS. O processo simplificado de licenciamento de parques eólicos em seu atual formato desconsidera a fauna de morcegos. Apenas quatro dos 13 estados brasileiros analisados solicitam avaliação de impacto sobre morcegos no diagnóstico ambiental do RAS, e dentre os que solicitam, nenhum sugere monitoramento acústico ou qualquer outro método para amostrar morcegos. Isto é preocupante, visto que grande parte dos parques eólicos no Brasil não se enquadram nos critérios elegíveis para EIA/RIMA e são licenciados via processo simplificado. A premissa de que empreendimentos grandes ou localizados em ecossistemas frágeis ou conservados tendem a causar maior impacto ambiental é plausível (veja BOLÍVAR-CIMÉ *et al.*, 2016; ROELEKE *et al.*, 2016), porém parques eólicos pequenos ou em áreas alteradas não são necessariamente seguros para a fauna de morcegos. O número de mortes de morcegos por colisão/barotrauma pode variar geograficamente dentro de um mesmo parque eólico (BAERWALD; BARCLAY, 2011), podendo concentrar-se em apenas um ou poucos aerogeradores (ARAÚJO; COELHO; LESSA, 2014; PIORKOWSKI; O'CONNELL, 2010) – de forma que empreendimentos pequenos não estão isentos de impacto sobre a quiropterofauna. Além disso, parques eólicos localizados em ambientes degradados podem apresentar taxas significativas de mortalidade de morcegos, como foi observado em regiões com predominância de pastagens e plantações agrícolas no sul do Brasil (BARROS; MAGALHÃES; RUI, 2015) e no norte dos Estados Unidos (JOHNSON *et al.*, 2004).

É provável que o risco de fatalidade esteja diretamente associado ao nível de sobreposição entre os locais de instalação dos aerogeradores e as rotas de migração ou deslocamento diário de morcegos na região (ARNETT; BAERWALD, 2013), o que independe do porte do empreendimento ou da qualidade do habitat. Por isso, a investigação dos impactos potenciais sobre morcegos desde a pré-instalação dificilmente é dispensável, especialmente em um país como o Brasil onde a riqueza de espécies de morcegos é alta (NOGUEIRA *et al.*, 2018) e os padrões de mortalidade em parques eólicos pouco conhecidos. Programas de monitoramento de quirópteros nas fases subsequentes do licenciamento foram solicitados com maior frequência nas diretrizes para RAS em comparação ao EIA/RIMA, porque a Resolução CONAMA nº 462/2014, utilizada por vários estados na ausência de Termos de Referência próprios, menciona a quiropterofauna na seção de medidas mitigadoras apenas no Termo de Referência para relatório simplificado (BRASIL, 2014) – talvez para compensar a ausência de cobrança de estudos sobre a quiropterofauna na fase de pré-instalação. Para garantir que a quiropterofauna seja devidamente considerada no processo de

licenciamento ambiental de parques eólicos no Brasil, sugerimos fortemente que os órgãos ambientais estaduais exijam a realização de EIA/RIMA para todos os projetos. Esta alternativa parece mais viável do que adequar as diretrizes para RAS de modo a incluir os componentes mínimos necessários à avaliação de impacto sobre morcegos, o que possivelmente descaracterizaria o processo simplificado previsto na legislação.

O estado da Bahia apresentou as melhores diretrizes para o licenciamento de parques eólicos porque manteve um nível de exigência relativamente alto tanto nas diretrizes para EIA/RIMA como para RAS; ambos os Termos de Referência apresentaram um número maior de instruções para a avaliação de impacto sobre morcegos em relação aos outros estados. A Bahia respondeu afirmativamente a 79% das perguntas do questionário referentes ao EIA/RIMA e a 64% das perguntas referentes ao RAS, em contraste com os demais estados onde a proporção de respostas “sim” para estas seções variou de 36–64% e 7–57%, respectivamente. Além disso, a Bahia foi um dos únicos estados que sugeriu métodos específicos, incluindo monitoramento acústico, para amostragem de morcegos durante o EIA/RIMA. Morcegos insetívoros aéreos, que caçam suas presas em espaços abertos como a maioria dos molossídeos e vespertilionídeos, são o grupo mais frequentemente morto por turbinas eólicas ao redor do mundo (RYDELL *et al.*, 2010; THOMPSON *et al.*, 2017). O método mais eficiente para acessar a presença e atividade desta guilda de morcegos é registrar os sinais de ecolocalização com detectores acústicos (PARSONS; SZEWCZAK, 2009), razão pela qual este é um dos principais métodos recomendados para avaliar o impacto de parques eólicos sobre morcegos (RAMOS PEREIRA *et al.*, 2017; RELCOM, 2016; RODRIGUES *et al.*, 2015). Desta forma, as diretrizes para EIA/RIMA da Bahia, embora pouco detalhadas, estão alinhadas às recomendações nacionais e internacionais para os estudos de impacto ambiental da energia eólica sobre a vida silvestre. Esta é uma boa notícia, visto que a Bahia é atualmente o segundo maior produtor de energia eólica no Brasil e sua fauna de morcegos ainda é pouco conhecida nas regiões de maior potencial eólico (BERNARD *et al.*, 2014).

Além da Bahia, apenas os estados do Rio Grande do Sul e Minas Gerais tiveram pontuação $\geq 50\%$ na qualidade das diretrizes para as avaliações de impacto ambiental. A quantidade de instruções mínimas para EIA/RIMA e RAS foi no geral similar à observada nos outros estados, mas Rio Grande do Sul e Minas Gerais tiveram o diferencial de apresentar estudos técnicos voltados aos aspectos ambientais da geração de energia eólica no contexto de seus territórios (e.g. FEAM 2013; FEPAM 2014). Além disso, Minas Gerais é o único estado que preza pela transparência do processo de licenciamento ao disponibilizar os Termos de Referência no site institucional da secretaria de meio ambiente, mesmo que estes documentos

não sejam parte integrante de normativa estadual. A alta pontuação de Minas Gerais é surpreendente, uma vez que o estado apresenta uma única usina eólica de pequeno porte (< 1 MW) em operação (ANEEL, 2018).

Santa Catarina e Pernambuco, estados que ficaram nas últimas posições em nossa avaliação, obtiveram baixa pontuação nas diretrizes para estudos de impacto porque exigem apenas estudos simplificados para o licenciamento de parques eólicos. O estado de Santa Catarina previa a elaboração de EIA/RIMA para este propósito até meados de 2017, quando foi publicada a Resolução CONSEMA nº 98/2017 substituindo o EIA/RIMA por um Estudo Ambiental Simplificado no caso de parques eólicos de médio e grande porte (> 10 MW; SANTA CATARINA, 2017). Quando ainda era exigido, o EIA/RIMA precisava seguir um Termo de Referência para monitoramento da fauna (Instrução Normativa FATMA nº 53/2015), cujo conteúdo para avaliação de impacto sobre quirópteros é mais completo do que a maioria das diretrizes para EIA/RIMA analisadas no presente estudo. Este material solicita, embora de forma pouco detalhada, o registro da presença e atividade de morcegos utilizando detectores de ultrassons, captura com redes de neblina, busca por vestígios e buscas por carcaças (SANTA CATARINA, 2015). Infelizmente, o monitoramento de morcegos nos moldes deste Termo de Referência não é mais obrigatório, embora possa ser voluntariamente solicitado pelo órgão ambiental para a obtenção de Licença de Instalação.

Pernambuco tem licenciado parques eólicos com base em uma resolução federal desatualizada (Resolução CONAMA nº 279/2001), cujo Termo de Referência para RAS apresenta diretrizes muito concisas que solicitam a descrição dos prováveis impactos ambientais sem mencionar morcegos ou outros grupos específicos da fauna (BRASIL, 2001). Embora sua capacidade instalada de energia eólica seja pouco expressiva em comparação a outros estados do nordeste do Brasil, Pernambuco precisa melhorar seu processo de licenciamento ambiental de forma a cumprir, no mínimo, as exigências da Resolução CONAMA nº 462/2014 que incluem os morcegos nos estudos ambientais (BRASIL, 2014).

O presente estudo demonstrou que o licenciamento ambiental estadual, esfera responsável por licenciar a maior parte dos empreendimentos eólicos no Brasil, é falho para garantir a previsão e prevenção de possíveis impactos sobre morcegos. Embora os estados brasileiros variem quanto ao nível de exigência para o licenciamento de parques eólicos, em maior ou menor grau estão faltando instruções importantes para a amostragem de morcegos em todos os casos. Em função disso, é necessário que os estados brasileiros, especialmente aqueles com alta produção de energia eólica, melhorem seus sistemas de licenciamento ambiental neste setor. Em um país de extenso território como o Brasil, normativas com menor

abrangência geográfica têm a vantagem de trazer exigências adaptadas às necessidades ambientais de cada estado para proteger os táxons sensíveis à implantação de parques eólicos (e.g. colônias grandes de morcegos em cavernas ou áreas urbanas, aves ou morcegos migratórios e/ou localmente ameaçados de extinção).

Neste contexto, os estados devem investir na elaboração de normativas onde ainda não existem, e no detalhamento das diretrizes existentes para as avaliações de impacto sobre morcegos em todas as fases do empreendimento. Para isso, os estados podem se basear nas “Diretrizes para estudos de impacto de parques eólicos sobre morcegos no Brasil”, documento em português recentemente disponibilizado pela Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros com o objetivo de subsidiar estas avaliações de impacto no país (BARROS *et al.*, 2017). Estimar o impacto de parques eólicos sobre morcegos não é uma tarefa simples e está sujeita a falhas (LINTOTT *et al.*, 2016), mas o Brasil deve adotar procedimentos mais claros e transparentes de licenciamento ambiental aumentando a qualidade e padronização das diretrizes utilizadas por seus estados para as avaliações de impacto sobre a fauna. A energia eólica é uma importante e competitiva fonte alternativa de eletricidade que precisa ser incentivada no Brasil, cabendo aos órgãos licenciadores a responsabilidade de promover o equilíbrio entre a exploração de recursos naturais e a proteção à biodiversidade.

Material Suplementar

O Material Suplementar 1–5 encontra-se disponível para *download* no seguinte link: https://drive.google.com/file/d/1rGgi-m0VdL_oCS3z7GoEubGi9ORPwfBt/view?usp=sharing

Agradecimentos

A Patrício Adriano da Rocha pelo envio de Termo de Referência utilizado nesta pesquisa; à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa de pós-graduação concedida a Marília A. S. Barros; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade concedida a Enrico Bernard. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

ABEEÓLICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**. São Paulo: ABEEólica, 2017. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). **BIG – Banco de Informações de Geração**. ANEEL, Brasília, 2018. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ARAÚJO, D.; COELHO, H.; LESSA, V. Delimitação de áreas de exclusão para implantação de aerogeradores, como método preventivo de impactos, a partir da identificação de abrigos de morcegos, Bahia, Brasil. *In: Congresso Latinoamericano y del Caribe de Murciélagos*, I, 2014, Quito. **Libro de Resúmenes**. Quito: RELCOM, 2014. p. 247-248. Disponível em: <http://www.recomlatinoamerica.net/images/PDFs/LibroDeResumenes.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ARNETT, E. B.; BAERWALD, E. F. Impacts of Wind Energy Development on Bats: Implications for Conservation. *In: ADAMS, R. A.; PEDERSEN, S. C. (ed.). Bat Evolution, Ecology, and Conservation*. New York: Springer, 2013. p. 435-456.

ARNETT, E. B. *et al.* Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective. *In: VOIGT, C. C.; KINGSTON, T. (ed.). Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 295-323.

BAERWALD, E. F.; BARCLAY, R. M. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 6, p. 1341-1349, 2009.

BAERWALD, E. F.; BARCLAY, R. M. Patterns of activity and fatality of migratory bats at a wind energy facility in Alberta, Canada. **The Journal of Wildlife Management**, v. 75, n. 5, p. 1103-1114, 2011.

BAERWALD, E. F. *et al.* Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. **Current Biology**, v. 18, n. 16, p. R695-R696, 2008.

BARROS, M. A. S.; PESSOA, D. M. A.; RUI, A. M. Habitat use and seasonal activity of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in the grasslands of southern Brazil. **Zoologia**, v. 31, n. 2, p. 153-161, 2014.

BARROS, M. A. S.; MAGALHÃES, R. G.; RUI, A. M. Species composition and mortality of bats at the Osório Wind Farm, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 50, n. 1, p. 31-39, 2015.

BARROS, M. A. S. *et al.* **Diretrizes para estudos de impacto de parques eólicos sobre morcegos no Brasil – Versão 2017**. Goiânia: SBEQ, 2017. Disponível em: <http://www.sbeq.net/licenciamento>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BERNARD, E. *et al.* Blown in the wind: bats and wind farms in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 12, n. 2, p. 106-111, 2014.

BOLÍVAR-CIMÉ, B. *et al.* Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 4, 1197-1208, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, n. 31, p. 2548-2549, 17 fev. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, n. 247, p. 30841-30843, 22 dez. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 279, de 27 de junho de 2001**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, n. 125-E, p. 165-166, 29 jun. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 462, de 24 de julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, n. 141, p. 96-100, 25 jul. 2014.

CALIFORNIA – CALIFORNIA ENERGY COMMISSION AND CALIFORNIA DEPARTMENT OF FISH AND GAME. **California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development**. Sacramento: California Energy Commission, 2007. Disponível em: <https://www.energy.ca.gov/2007publications/CEC-700-2007-008/CEC-700-2007-008-CMF.PDF>. Acesso em: 12 nov. 2018.

CANTABRIA – CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO/GOBIERNO DE CANTABRIA. **Plan de Sostenibilidad Energética de Cantabria 2014-2020 – Directrices técnicas y ambientales para la regulación del desarrollo de los parques eólicos derivados del plan**. Santander: Gobierno de Cantabria, 2014. Disponível em: <http://www.viviendadecantabria.es/documentos/psec-2014-2020/Directrices-PSEC-2014-2020.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

DIAS-SILVA, L. *et al.* Feeding and social activity of insectivorous bats in a complex landscape: The importance of gallery forests and karst areas. **Mammalian Biology**, v. 88, p. 52-63, 2018.

DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis**, v. 148, n. s1, p. 29-42, 2006.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (MINAS GERAIS). **Utilização da energia eólica no Estado de Minas Gerais: aspectos técnicos e o meio ambiente**. Belo Horizonte: FEAM, 2013. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/2013/comunicado%20tecnico%202%20gemuc%20-%20vf_.pdf. Acesso em: 12 nov. 2018.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RIO GRANDE DO SUL). **Diretrizes e Condicionantes para licenciamento ambiental nas regiões com potencial eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAM, 2014. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/Documentos_e_PDFs/Eolica/ANEXO%20I%20-%20DIRETRIZES%20ver22-12.pdf. Acesso em: 12 nov. 2018.

FRICK, W. F. *et al.* Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. **Biological Conservation**, v. 209, p. 172-177, 2017.

FURNESS, R. W.; WADE, H. M.; MASDEN, E. A. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. **Journal of Environmental Management**, v. 119, p. 56-66, 2013.

GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report – Annual market update 2017**. Brussels: GWEC, 2017. Disponível em: <http://files.gwec.net/files/GWR2017.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

HINTZE, F. *et al.* Influence of reservoirs created by small dams on the activity of bats. **Acta Chiropterologica**, v. 18, n. 2, p. 395-408, 2016.

JOHNSON, G. D. *et al.* Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. **Wildlife Society Bulletin**, v. 32, n. 4, p. 1278-1288, 2004.

LINTOTT, P. R. *et al.* Ecological impact assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. **Current Biology**, v. 26, n. 21, p. R1135-R1136, 2016.

MILLON, L. *et al.* Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. **Ecological Engineering**, v. 112, p. 51-54, 2018.

MINDERMAN, J. *et al.* Landscape-scale effects of single-and multiple small wind turbines on bat activity. **Animal Conservation**, v. 20, n. 5, p. 455-462, 2017.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). **Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: licenciamento ambiental**. Brasília: MMA, 2009. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/ultimo_caderno_pnc_licenciamento_caderno_de_licenciamento_ambiental_46.pdf. Acesso em: 12 nov. 2018.

NOGUEIRA, M. R. *et al.* **Updated checklist of Brazilian bats: version 2018.1**. Goiânia: SBEQ, 2018. Disponível em: <http://www.sbeq.net/updatelist>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ONTARIO – ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES. **Bats and Bat Habitats: Guidelines for Wind Power Projects, Second Edition**. Peterborough: Queen's Printer for Ontario, 2011. Disponível em: <https://dr6j45jk9xcmk.cloudfront.net/documents/2719/stdprod-088155.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

PARSONS, S.; SZEWCZAK, J. M. Detecting, Recording, and Analyzing the Vocalizations of Bats. *In*: KUNZ, T. H.; PARSONS, S. (ed.). **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2009. p. 91-111.

PEARCE-HIGGINS, J. W. *et al.* The distribution of breeding birds around upland wind farms. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, n. 6, p. 1323-1331, 2009.

PIORKOWSKI, M. D.; O'CONNELL, T. J. Spatial pattern of summer bat mortality from collisions with wind turbines in mixed-grass prairie. **The American Midland Naturalist**, v. 164, n. 2, p. 260-269, 2010.

RAMOS PEREIRA, M. J. *et al.* Guidelines for consideration of bats in environmental impact assessment of wind farms in Brazil: a collaborative governance experience from Rio Grande do Sul. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 3, p. 232-255, 2017.

RELCOM – RED LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS. **Lineamientos de evaluación de impacto ambiental sobre murciélagos por plantas de energía eólica em Latinoamérica y el Caribe**. Villa de Leyva: RELCOM, 2016. Disponível em: <http://www.relcomlatinoamerica.net/images/PDFs/RELCOMEolicasEIA.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

RODRIGUES, L. *et al.* **Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014**. Bonn: UNEP/EUROBATS Secretariat, 2015. Disponível em: http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no6_english.pdf. Acesso em: 12 nov. 2018.

ROELEKE, M. *et al.* Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. **Scientific Reports**, v. 6, p. 28961, 2016.

ROSCIONI, F. *et al.* A modelling approach to infer the effects of wind farms on landscape connectivity for bats. **Landscape Ecology**, v. 29, n. 5, p. 891-903, 2014.

RYDELL, J. *et al.* Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. **Acta Chiropterologica**, v. 12, n. 2, p. 261-274, 2010.

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente (FATMA). **Portaria nº 3, de 05 de janeiro de 2015**. Atualiza a Instrução Normativa – IN 01, relativa ao Comércio de Combustíveis Líquidos e Gasosos e a Instrução Normativa – IN 53, relativa à Produção de Energia Eólica. Florianópolis: Diário Oficial do Estado, n. 19.978, p. 11-18, 12 jan. 2015.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). **Resolução nº 98, de 5 de maio de 2017**. Aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências. Florianópolis: Diário Oficial do Estado, n. 20.568, p. 16-29, 6 jul. 2017.

THAKER, M.; ZAMBRE, A.; BHOSALE, H. Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. **Nature Ecology & Evolution**, v. 2, p. 1854-1858, 2018.

THAXTER, C. B. *et al.* Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 284, n. 1862, p. 20170829, 2017.

THOMPSON, M. *et al.* Factors associated with bat mortality at wind energy facilities in the United States. **Biological Conservation**, v. 215, p. 241-245, 2017.

VALENÇA, R. B.; BERNARD, E. Another blown in the wind: bats and the licensing of wind farms in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 2, p. 117-122, 2015.