

IMPACTOS AMBIENTAIS NA AVIFAUNA ASSOCIADOS ÀS TRANSFORMAÇÕES DA PAISAGEM NO PARQUE EÓLICO TRAMANDAÍ

PAULA RODRIGUES TAVARES
ROBERTO VERDUM
LUCIMAR DE FÁTIMA DOS SANTOS VIEIRA

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico desenfreado, em especial desde a década de 1970, vem causando impactos negativos significativos na disponibilidade de recursos naturais, como efeito, temos a poluição em suas diversas formas, o uso indiscriminado dos combustíveis fósseis e o aumento no aquecimento global. A maior utilização de energia é uma consequência das novas tecnologias disponíveis no mercado, o que aumenta a demanda por métodos de obtenção de energia com maior eficácia e que, ao mesmo tempo, garantam a sustentabilidade ambiental. Visando a proteção do ambiente, aumentaram-se os esforços para a obtenção de energia que seja sustentável e eficaz, entre estes, a energia eólica tem demonstrado alto crescimento em virtude de sua capacidade energética e por utilizar uma fonte de geração de energia limpa, o vento (CAMARGO, 2005).

No Brasil, a produção de energia a partir de fonte eólica foi de 48.475 GWh em 2018, dos quais, 5.765 GWh foram produzidos no Rio Grande do Sul. Observa-se um aumento significativo na participação dessa fonte de energia, que era responsável pela geração de 1.238 GWh em 2009, no contexto nacional (BRASIL, 2019c).

O primeiro empreendimento eólico no Rio Grande do Sul teve o início da sua operação no ano de 2006, composto, à época, por três parques de 75 aerogeradores cada, no município de Osório/RS. Sendo assim, consideramos que a atividade começou a ser desenvolvida no Estado recentemente, o que demanda esforços em busca da compreensão quanto aos efeitos advindos dessa tecnologia de geração de energia (BIER, 2016).

Apesar de ser considerada uma geração de energia pouco impactante ambientalmente, podemos observar as modificações na paisagem e os impactos negativos à fauna decorrentes da instalação de equipamentos e das alterações no meio, associadas a este tipo de atividade econômica.

VERSÃO DIGITAL



COMO CITAR:

TAVARES, P.R.; VERDUM, R.; VIEIRA, L.F.S. Impactos ambientais na avifauna associados às transformações da paisagem no Parque Eólico Tramandaí. In: VERDUM, R. *et al.* org.). *Paisagem: leituras, significados, transformações*. Porto Alegre: Editora Letra1, 2021. v. 2, p. 46-61. doi: <https://doi.org/10.21826/9786587422114-02>

METODOLOGIA: ÁREA DE ESTUDO E ETAPAS METODOLÓGICAS

ÁREA DE ESTUDO

O Parque Eólico Tramandaí (PET) está localizado no município de Tramandaí, Figura 1, no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, tendo iniciado sua operação comercial em 2011, sob a administração das empresas EDP Renováveis Brasil e EDP Energias do Brasil, ambas ligadas à Energia de Portugal (EDP). O município de Tramandaí localiza-se a 118 km da capital do Estado e possui aproximadamente 51 mil habitantes, numa área total de 144,4 km² (FEE, 2019).

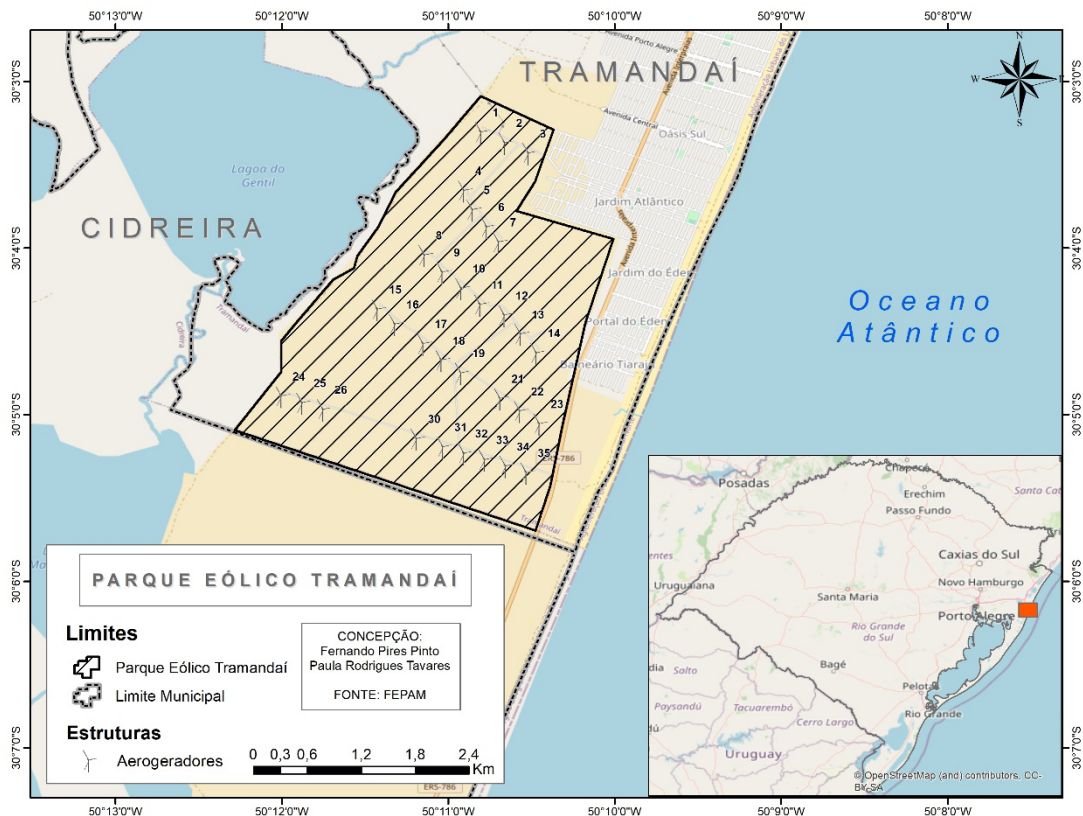


Figura 1 – Localização do Parque Eólico Tramandaí
Fonte: TAVARES, 2020 adaptado de FEPAM, 2018

Nesta pesquisa, objetivando analisar as Unidades de Paisagem (UPs), nas quais se localiza o empreendimento, consideramos como área de estudo, além do Parque Eólico Tramandaí, o seu entorno, de acordo com as características do meio que avaliamos como sendo importantes para a avifauna.

A área de estudo selecionada para a definição das UPs tem aproximadamente 380 km² e engloba, parcialmente, os municípios de Tramandaí e Cidreira (Figura 2). Esta área reflete a importância de se identificar as UPs analisadas e de suas intercorrelações com a avifauna, em virtude da utilização de áreas úmidas, lagoas, maciços arbóreos, entre outros espaços, para as atividades reprodutivas, de nidificação e para forrageio.

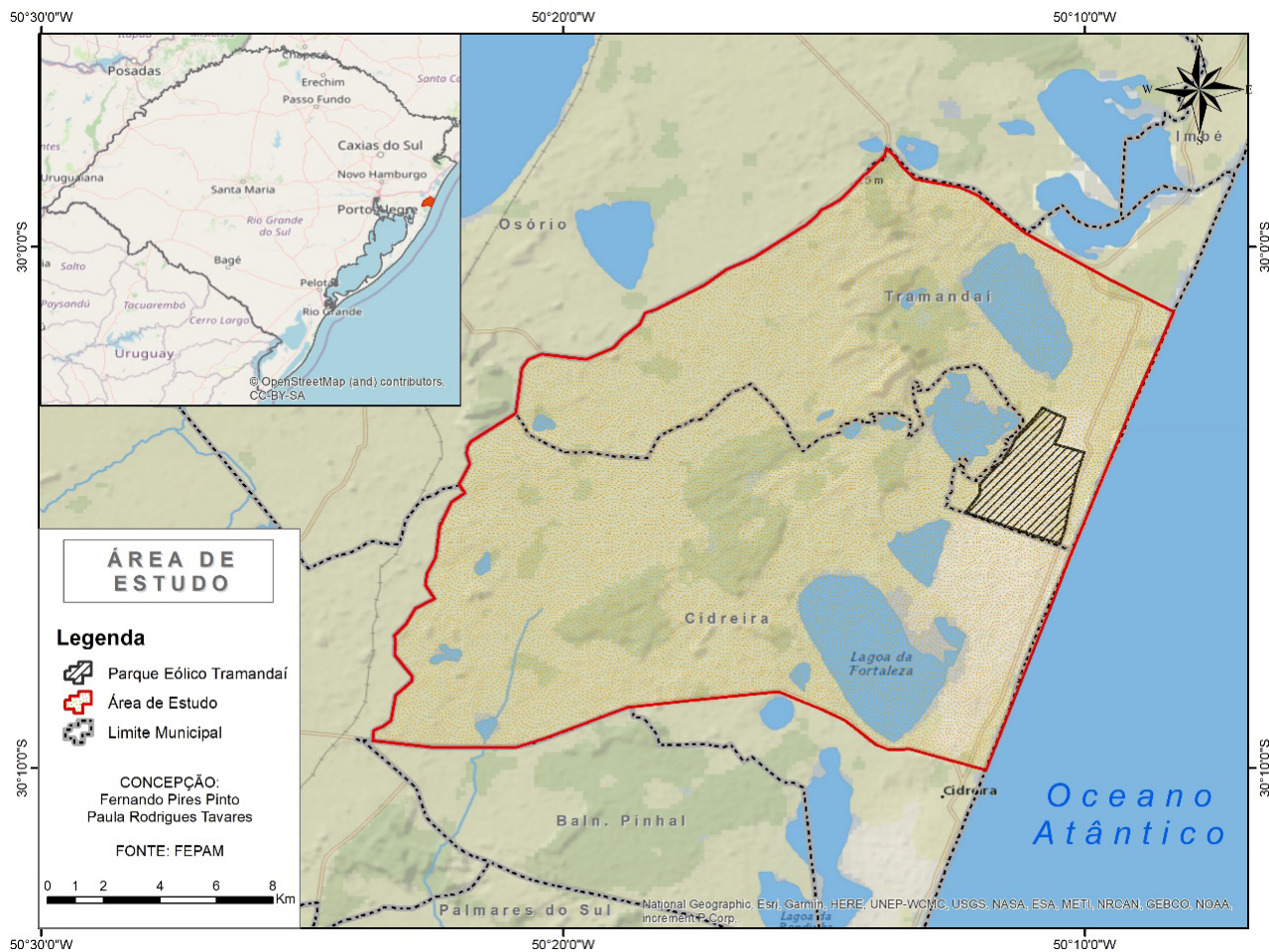


Figura 2 – Localização da área de estudo
Fonte: TAVARES, 2020 adaptado de FEPAM, 2018

A área de estudo está inserida na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, região que representa a província sedimentar mais recente do território gaúcho, mais especificamente, encontra-se na Planície Costeira Externa, a qual, ocupa cotas altimétricas inferiores a 20 metros em terrenos mais planos e próximos ao mar. Neste contexto, as paisagens na região litorânea são muito diversas e compostas por praias, matas de restinga, banhados, campos de dunas e grande número de lagoas, muitas interligadas entre si e algumas com conexão ao mar.

De acordo com os critérios, as exigências e os estudos prévios para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir da fonte eólica, no estado do Rio Grande do Sul, o parque eólico estudado está inserido na região eólica do Litoral Norte, em área de baixa sensibilidade ambiental para a atividade eólica, conforme demonstrado na Figura 3 (FEPAM, 2014).

O Parque Eólico Tramandaí encontra-se instalado em local de importância e sensibilidade ambiental – em seus diversos aspectos abióticos e bióticos, assim como em relação àqueles associados aos impactos negativos na paisagem, o que demanda estudos e esforços para a conservação da área.

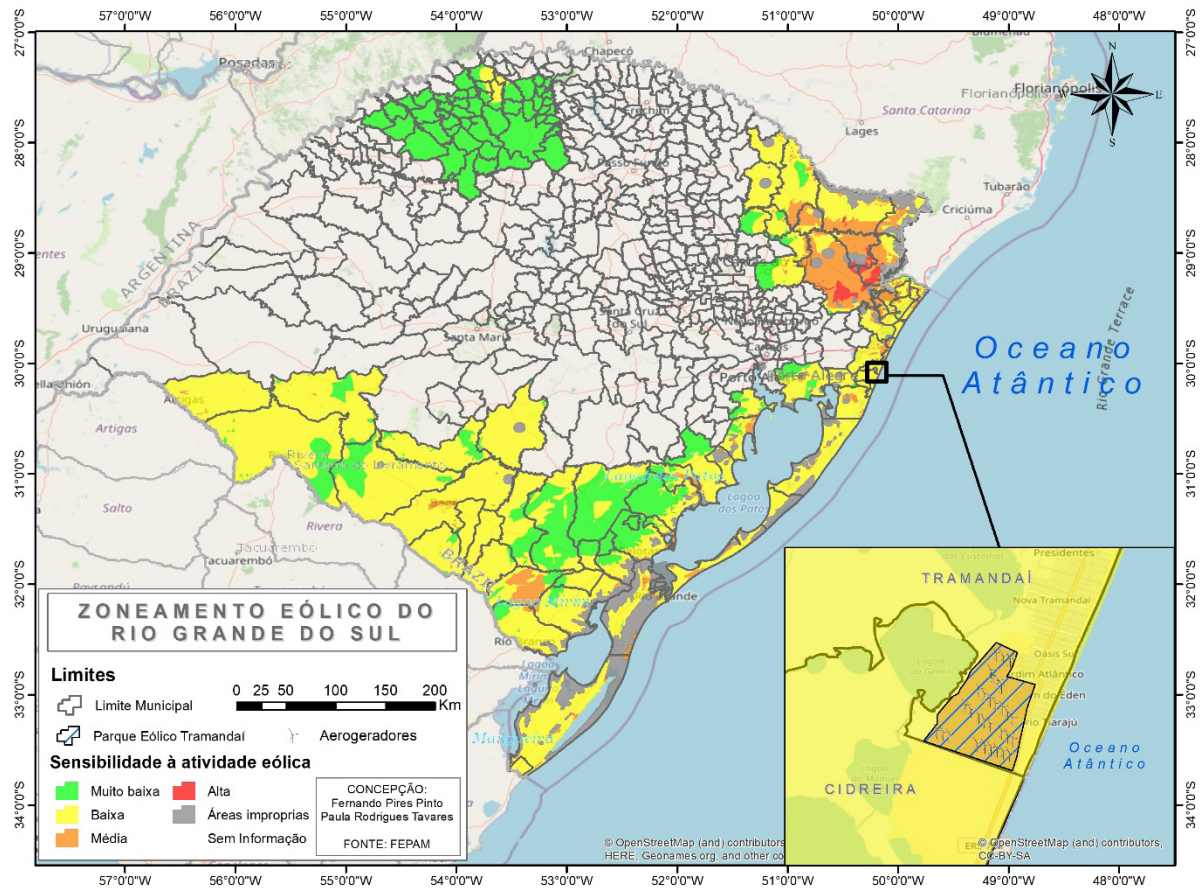


Figura 3 – Área do Parque Eólico Tramandaí sobreposto ao zoneamento eólico
Fonte: FEPAM, 2014; FEPAM, 2018

ETAPAS METODOLÓGICAS

O estudo foi desenvolvido em cinco etapas metodológicas com adaptação da metodologia de Queiroz, 2012. Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizadas as seguintes etapas:

- 1** – Procedimentos relacionados à pesquisa, ao levantamento de dados e informações:
 - 1.1** – Levantamento de dados secundários, com a finalidade de embasar o estudo;
 - 1.2** – Revisão bibliográfica quanto à caracterização e classificação da área de estudo nos aspectos relacionados à geologia, geomorfologia e sensibilidade ambiental;
 - 1.3** – Seleção das variáveis a serem consideradas no estudo, com a finalidade de definição de UPs, a saber, geologia, geomorfologia e uso da terra;
 - 1.4** – Definição dos dados a serem analisados com o objetivo de verificar os impactos à avifauna, sendo: espécies que utilizam o local atualmente comparando com as espécies presentes no diagnóstico;
 - 1.5** – Obtenção e tratamento de informação disponível para cada uma das variáveis: dados georreferenciados e conjunto de dados (RAS do empreendimento e diagnósticos entregues ao órgão ambiental);

- 1.6** – Pré-identificação das UPs e definição de seus limites com base nas imagens obtidas para antes e após a construção do parque eólico, tendo em vista a geologia, a geomorfologia e os usos da terra presentes no local;
- 1.7** – Análise dos processos de licenciamento ambiental do parque eólico protocolados na FEPAM, com a finalidade de levantar dados de fauna e paisagem.
- 2** – Procedimentos relacionados à pesquisa de campo:
 - 2.1** – Desenvolvimento do levantamento de campo, pelo qual se evidenciou um processo de reconhecimento da área em questão. A partir dos resultados da etapa anterior, foram determinados os itinerários de visita e locais de interesse;
 - 2.2** – Delimitação e apreciação de todas as UPs previamente definidas para elaboração da classificação final das UPs.
- 3** – Identificação das UPs e definição dos seus limites:
 - 3.1** – Classificação final das UPs e definição dos seus limites, a partir do cruzamento das informações geológicas-geomorfológicas da área de estudo como primeiro nível hierárquico; com as variáveis de cobertura e uso da terra, que foram obtidas a partir dos dados disponíveis no Projeto Mapbiomas – coleção 4 (2019a), definimos o segundo nível hierárquico das UPs;
 - 3.2** – Revisão de dúvidas detectadas, verificando os limites definidos, através de reavaliação com base na imagem de satélite e na visita a campo realizada;
 - 3.3** – Definição da área ocupada por cada UP e as variações de cobertura e uso da terra, para os anos de 2005, 2011 e 2018 que correspondem ao planejamento do empreendimento e a operação do parque eólico, assim como a descrição de cada unidade de paisagem. Esses anos foram escolhidos, em virtude de representarem fases distintas do empreendimento (Licença Prévia e Licença de Operação), de forma a demonstrar a dinâmica da área em cada momento da atividade de geração de energia;
- 4** – Análise dos dados coletados referentes à avifauna e o cruzamento destes dados com os resultados obtidos na análise das variações de cobertura e uso da terra nas UPs pré-definidas;
 - 4.1** – Análise dos dados constantes nos processos de licenciamento ambiental do empreendimento referentes à avifauna e processamento desses dados no software EstimateS (COLWELL, 2013);
 - 4.2** – Definição e análise quantitativa de espécies compartilhadas entre as ocasiões amostrais, a partir dos dados tabulados no software Excel;
 - 4.3** – Verificação dos índices de similaridade a partir de dados quanto à avifauna presente no local nos anos 2005, 2011 e 2018, antes e após a instalação do empreendimento para, desta forma, relacionar a comunidade avifaunística com as alterações nas UPs verificadas. Nesta etapa foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard para a avaliação. Este índice foi utilizado em virtude de sua aplicabilidade na determinação de similaridade de pares de amostras;
 - 4.4** – Avaliação das alterações na cobertura e uso da terra nas UPs, entre os anos 2005, 2011 e 2018, a partir dos dados obtidos na etapa 3.3;
 - 4.5** – Análise da relação entre a avifauna e as UPs verificadas para o local nos anos 2005, 2011 e 2018 para, a partir do cálculo do índice de similaridade de Jaccard, entre as ocasiões amostrais e dos resultados da etapa 4.3, estabelecer as correlações entre estes;
- 5** – Estruturação dos resultados e conclusão.

RESULTADOS

DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM (UPS)

Para a definição das UPs consideramos, no primeiro nível de análise, as unidades geológicas e geomorfológicas, em escala de detalhe, conforme Verdum *et al.* (2012). Como resultados destas relações obtivemos: UP1 – Praia e linha de praia; UP2 – Cordão de dunas livres; UP3 – Planície lagunar; UP4 – Planície arenosa e UP5 - Dunas interiores fixas (Figura 4).

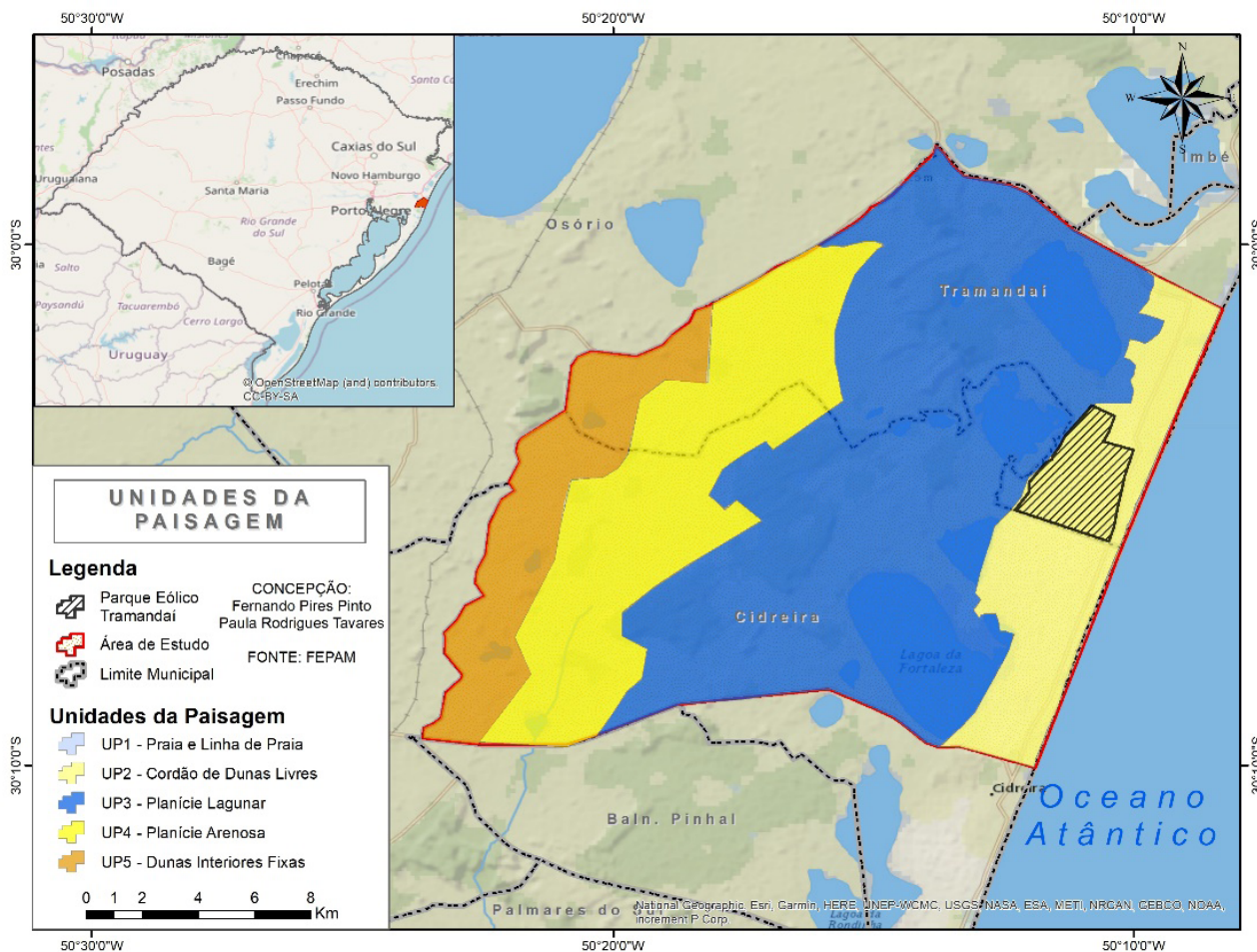


Figura 4 – Primeiro nível: relação entre as unidades geológicas-geomorfológicas e da paisagem
Fonte: TAVARES, 2020

Como segundo nível hierárquico na definição das Unidades de paisagem, analisamos, a partir da coleção 4 do Projeto Mapbiomas, a cobertura e o uso da terra para os anos de estudo. Os seguintes aspectos foram identificados: áreas úmidas; corpos e cursos hídricos; praias e dunas; formação campestre e cultivos; formação florestal; silvicultura e infraestrutura urbana (Tabela 1).

Tabela 1 – Cobertura e uso da terra na área de estudo nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Cobertura e uso da terra	Área em 2005 (km ²)	Área em 2011 (km ²)	Área em 2018 (km ²)	Diferença (km ²)	Diferença (%)
Formação Florestal	30,21	24,40	20,40	-9,81	-32,48
Silvicultura	28,48	36,55	41,34	12,86	45,16
Área Úmida	15,28	19,71	15,05	-0,23	-1,51
Formação campestre e cultivos	200,31	189,21	190,47	-9,84	-4,91
Praias e Dunas	24,67	26,33	27,26	2,59	10,51
Infraestrutura Urbana	14,74	16,37	18,26	3,52	23,85
Corpos e Cursos Hídricos	57,83	57,90	57,47	-0,35	-0,61

Fonte: TAVARES, 2020

A partir do Gráfico 1 verificamos que as classes silvicultura, formação florestal e infraestrutura urbana foram as que mais apresentaram variações entre os anos 2005, 2011 e 2018 na área de estudo. Enquanto, por um lado, a silvicultura e a infraestrutura urbana apresentaram aumentos importantes, de 45,16% e 23,85%, respectivamente, por outro lado, observamos uma diminuição de mais de 32% na classe formação florestal. Essa tendência de aumento na atividade de silvicultura já foi observada pelos autores Trentin *et al.* (2014) que, em sua pesquisa, observaram que a área de silvicultura no sudeste do estado do Rio Grande do Sul triplicou nos 20 anos de estudo.

Ao relacionarmos o primeiro nível hierárquico – aspectos geológico-geomorfológicos, com o segundo nível hierárquico - aspectos da cobertura e do uso da terra, podemos estabelecer as características das cinco UPs, no espaço geográfico do interior e no entorno do parque eólico:

UP1 – Praias e linhas de praia

A UP1 é constituída pela linha de praia atual, a qual, é modelada constantemente pelos processos dinâmicos na zona costeira oriundos dos ventos, ondas e correntes. Quanto à cobertura e uso da terra na UP1, verificamos que a área é formada pela classe praias e dunas, a qual teve sua cobertura amainada de forma pouco expressiva nos anos estudados, entre 2005, 2011 e 2018 (Gráfico 2).

UP2 – Cordão de dunas livres

Esta UP, onde se localiza o Parque Eólico Tramandaí, é composta pelas dunas costeiras, classificadas como cadeias barcanóides, barcanas isoladas e cadeias transversais com altura média entre 8 e 10 m, embora possam atingir até 25 m.

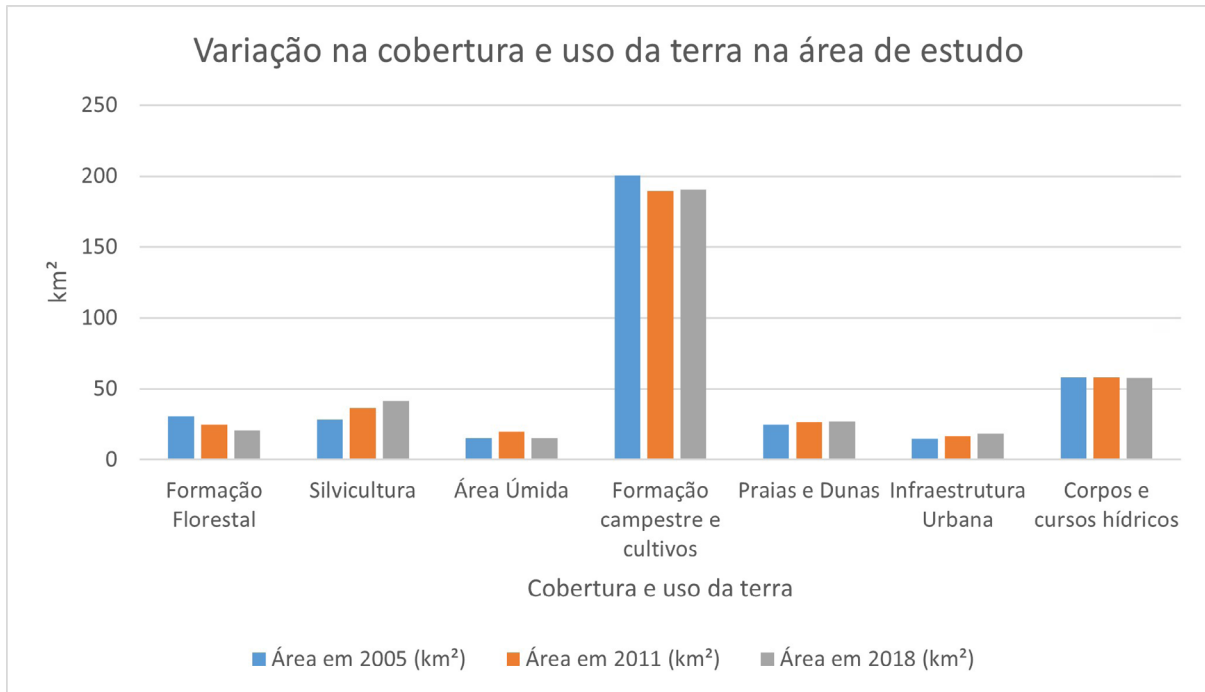


Gráfico 1 – Variação na cobertura e uso da terra na área de estudo.
 Fonte: TAVARES, 2020.

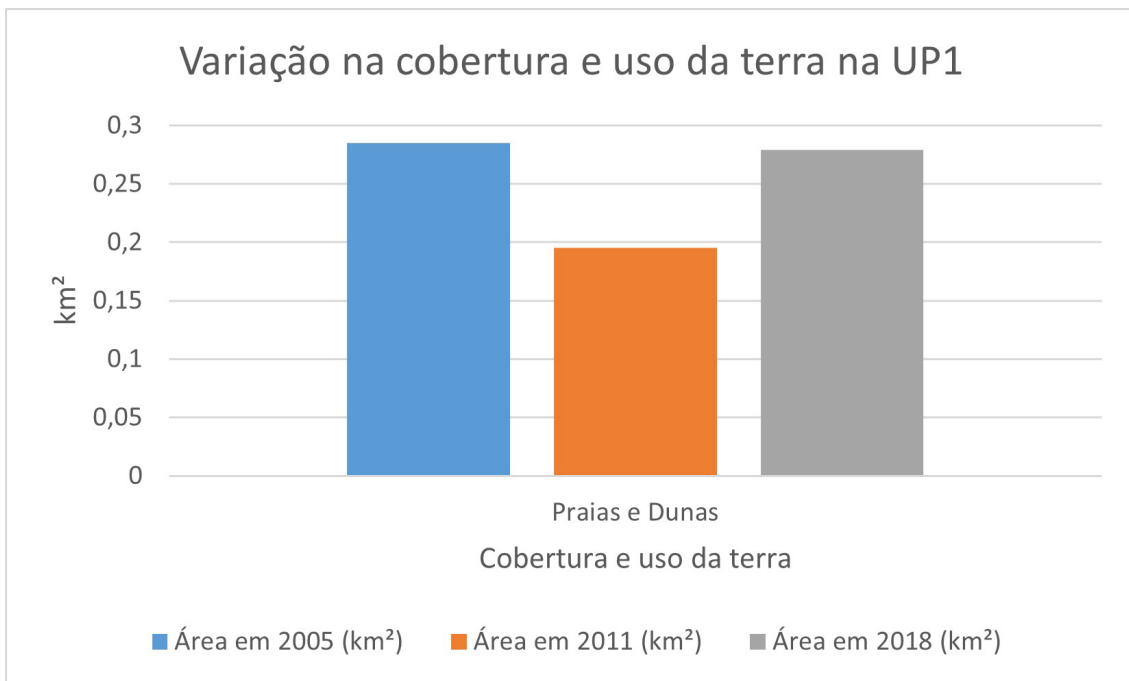


Gráfico 2 – Variação na cobertura e uso da terra na UP1 nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².
 Fonte: TAVARES, 2020.

Verificamos nessa UP a predominância da cobertura e uso da terra por dunas (classe praias e dunas) e pela infraestrutura urbana, sendo possível observar um aumento na ocorrência dessas classes em 2018. Ao se comparar os dados de 2005, 2011 e 2018, observa-se 19,99% de acréscimo de infraestrutura urbana e 11,57% de praias e dunas. Quanto à classe formação campestre e cultivos, verificamos uma diminuição importante dessa classe, nessa UP – em torno de 50% (Gráfico 3).

UP3 – Planície lagunar

Essa UP é caracterizada geomorfologicamente pela associação da formação campestre com o subsistema lagunar da planície costeira, neste, a Lagoa da Fortaleza é o corpo hídrico mais expressivo na área de estudo.

Na Planície lagunar sobressaem-se, na análise quanto à cobertura e uso da terra, as classes: formação campestre e cultivos, corpos e cursos hídricos, silvicultura e formação florestal (Gráfico 4). Verificamos nos anos estudados, o aumento da silvicultura, a qual com índice maior que 40% de variação, quando consideramos como base o primeiro ano de estudo (2005). Em contrapartida, conforme verifica-se na Tabela 2, houve a diminuição na formação florestal (-34,11%) e na formação campestre e cultivos (-6,64%).

UP4 – Planície arenosa

Essa UP consiste em uma planície com áreas propícias aos cultivos perenes e temporários, em virtude de suas características de acumulação sedimentar e matéria orgânica, ao longo de sua estabilização, em consonância com a formação do sistema laguna-barreira IV, mais recente.

Verificamos um importante uso da terra por cultivos temporários e perenes que, juntamente com a formação campestre, ocupam mais de 90% da poligonal dessa UP (Tabela 3). Durante o período analisado, não foram observadas variações significativas no que tange à cobertura e ao uso da terra, na UP4 (Gráfico 5).

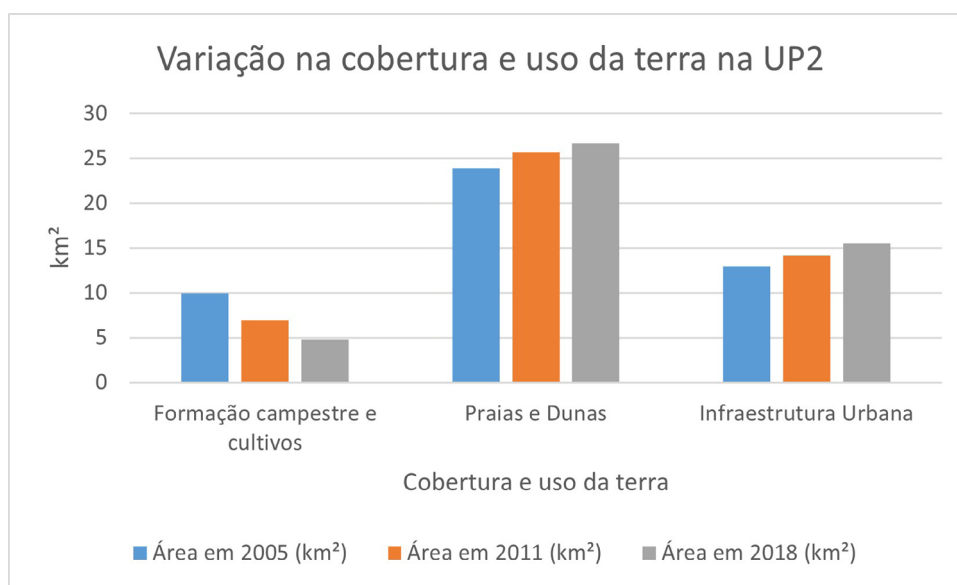


Gráfico 3 – Variações na cobertura e uso da terra na UP2 nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Fonte: TAVARES, 2020.

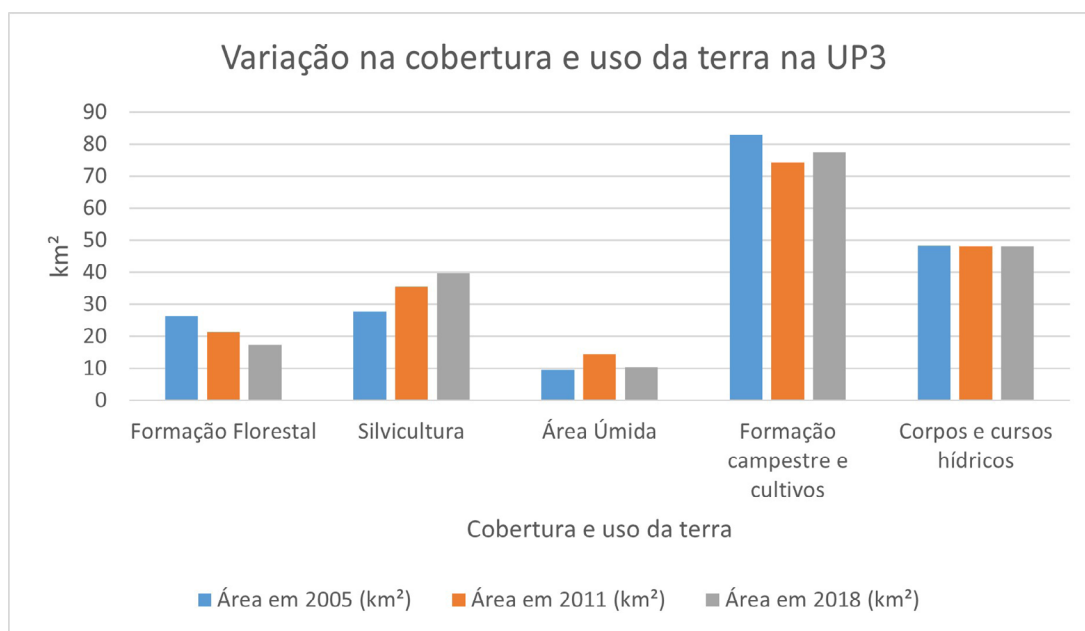


Gráfico 4 – Variações na cobertura e uso da terra na UP3 nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Fonte: TAVARES, 2020.

Tabela 2 – Cobertura e uso da terra na UP3, nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Cobertura e uso da terra	Área em 2005 (km ²)	Área em 2011 (km ²)	Área em 2018 (km ²)	Diferença (km ²)	Diferença (%)
Formação Florestal	26,34	21,45	17,36	-8,98	-34,11
Silvicultura	27,81	35,63	39,68	11,87	42,68
Área Úmida	9,63	14,43	10,55	0,92	9,51
Formação campestre e cultivos	82,97	74,28	77,47	-5,51	-6,64
Corpos e Cursos Hídricos	48,19	48,17	48,02	-0,16	-0,33

Fonte: TAVARES, 2020.

Tabela 3 – Cobertura e uso da terra na UP4, nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Cobertura e uso da terra	Área em 2005 (km ²)	Área em 2011 (km ²)	Área em 2018 (km ²)	Diferença (km ²)	Diferença (%)
Área Úmida	2,62	2,19	1,75	-0,87	-33,05
Formação campestre e cultivos	76,11	77,02	77,17	1,05	1,38

Fonte: TAVARES, 2020.

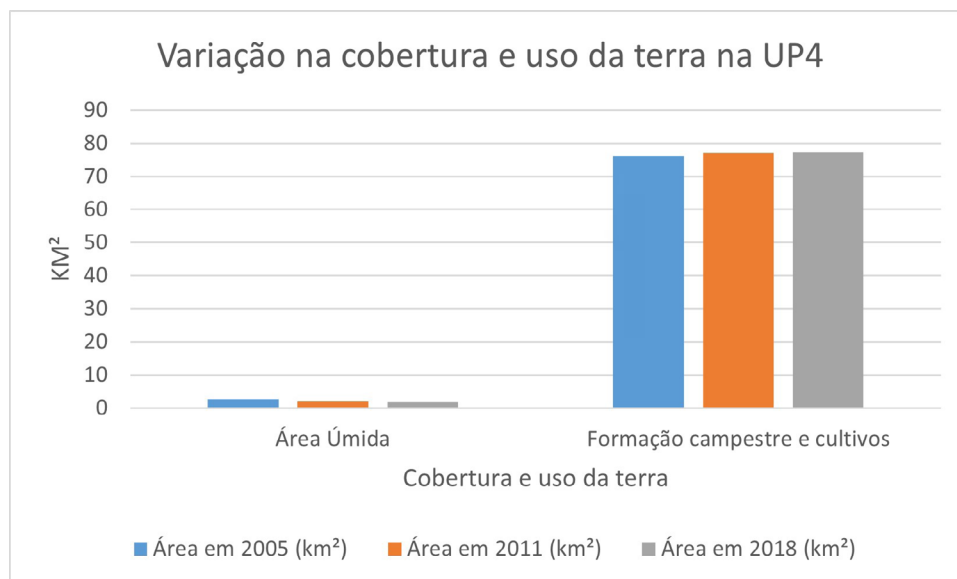


Gráfico 5 – Variações na cobertura e uso da terra na UP4 nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Fonte: TAVARES, 2020.

UP5 – Dunas interiores fixas

Essa unidade de paisagem apresenta a maior cota altimétrica entre as UPs classificadas nesse estudo, sendo a mais afastada do Oceano Atlântico.

Como se pode verificar na Tabela 4, as dunas interiores fixas têm como principal cobertura e uso da terra, a formação campestre e os cultivos. Nessa unidade de paisagem não ocorreram modificações significativas durante os anos estudados, no que tange a esses aspectos. Destacamos que a redução das áreas úmidas nesta UP, em torno de 13%, pode estar associada, às variações da lâmina d'água nas diferentes imagens analisadas, por condições pluvio-hidrológicas em cada uma delas, mas que não foram objeto dessa pesquisa.

Impactos à avifauna

Durante os anos de monitoramento de aves na área do parque eólico – entre 2004 e 2019 - foram identificadas 242 espécies em 66 ocasiões amostrais mensais e 11 ocasiões amostrais anuais¹. Se levarmos em consideração apenas as espécies amostradas na AID do empreendimento, isto é, na área dos limites do parque eólico, esse número cai para 111 espécies.

Relação entre a avifauna e as Unidades de Paisagem (UPs)

A análise da avifauna foi realizada em três momentos, correspondentes àqueles das imagens de cobertura e uso da terra, isto é: 2005 – antes do parque eólico ser instalado; 2011 – primeiro ano de operação e 2018 – oitavo ano de operação do empreendimento. Ao compararmos a comunidade avifaunística presente na área do parque eólico, antes e após a instalação do empreendimento, verificamos uma diminuição importante na diversidade. Podemos constatar que, de 159 espécies registradas no ano de 2005 no parque eólico e no seu entorno e 48 na área do empreendimento, apenas 22 e 23 foram identificadas em 2011 e 2018, respectivamente. Em 19 das famílias presentes na área em 2005, não foram mais constatados registros, quando da operação do parque eólico.

¹ Para este estudo os anos para os quais havia disponíveis apenas dados mensais foram compilados em uma ocasião amostral anual, mesmo que não houvesse dados disponíveis referentes a todos meses.

Tabela 4 – Cobertura e uso da terra na UP5, nos anos 2005, 2011 e 2018, em km².

Cobertura e uso da terra	Área em 2005 (km ²)	Área em 2011 (km ²)	Área em 2018 (km ²)	Diferença (km ²)	Diferença (%)
Área Úmida	3,02	2,99	2,64	-0,38	-12,61
Formação campestre e cultivos	31,21	30,95	31,01	-0,20	-0,65
Corpos e Cursos Hídricos	3,58	3,84	3,56	-0,02	-0,58

Fonte: TAVARES, 2020

Tabela 5 – Similaridade de Jaccard entre os anos de 2005, 2011 e 2018 considerando AID e o entorno do Parque Eólico Tramandaí.

Ocasião amostral 1	Número de espécies OA 1	Ocasião amostral 2	Número de espécies OA 2	Espécies compartilhadas	Índice de Jaccard
2005	159	2011	22	20	0,124
2005	159	2018	23	23	0,145
2011	22	2018	23	11	0,324

Fonte: FEPAM, 2005; FEPAM, 2009; FEPAM, 2010; FEPAM, 2014b; FEPAM, 2018– elaboração dos autores.

Quanto às famílias, verificamos que antes do parque eólico, em 2005, 45 foram identificadas na área do empreendimento (AID) e no seu entorno e 23 apenas em AID, número que diminuiu para 17 em 2011 e 18 em 2018.

A similaridade de Jaccard, índice que expressa a semelhança entre ambientes, baseando-se no número de espécies comuns, foi calculada para os anos estudados, considerando, num primeiro momento, os resultados para 2005 que englobavam a AID e o entorno do empreendimento, sendo o resultado demonstrado na Tabela 5.

A partir da análise do índice de Jaccard² verificamos que os anos com a maior similaridade, embora baixa, foram 2011 e 2018. Nesses anos o número total de espécies foi semelhante, sendo 22 em 2011 e 23 em 2018, porém, destas, apenas 11 eram compartilhadas o que resultou em índice de similaridade de Jaccard igual a 0,324. Já ao compararmos o ano de 2005, quando não havia o empreendimento no local, com os demais anos após a operação do parque eólico, o índice de similaridade de Jaccard resulta em valores próximos a 0,1, ou seja, similaridade muito baixa.

Ao calcularmos o índice de similaridade de Jaccard para os anos estudados, considerando apenas a AID em 2005, obtivemos os seguintes resultados, como mostra a Tabela 6.

2 Neste estudo consideramos índices acima de 0,5 como campanhas similares, de acordo com o estudo de Fabricante (2007).

Tabela 6 – Similaridade de Jaccard entre os anos de 2005, 2011 e 2018 considerando apenas a AID.

Ocasão amostral 1	Número de espécies OA 1	Ocasão amostral 2	Número de espécies OA 2	Espécies compartilhadas	Índice de Jaccard
2005 (AID)	48	2011	22	11	0,186
2005 (AID)	48	2018	23	17	0,315

Fonte: FEPAM, 2005; FEPAM, 2009; FEPAM, 2010; FEPAM, 2014b; FEPAM, 2018– elaboração da autora.

Da mesma forma que na análise anterior, o índice de similaridade Jaccard, mesmo ao considerar apenas as amostragens realizadas em AID em 2005, resultou em valores baixos, de tal modo, verificamos que não há similaridade significativa entre as amostragens realizadas na área do empreendimento.

Das famílias presentes na área de estudo com maior representatividade de espécies, podemos verificar que Rallidae, que contava com 10 espécies registradas no entorno do parque eólico em 2005, Sternidae e Icteridae, ambas com 8 espécies em 2005, não apresentaram o registro de espécies em 2011 e 2018. Destas, as famílias Rallidae e Sternidae foram registradas apenas no entorno do empreendimento nas amostragens de 2005, já Icteridae, encontrava-se na AID do empreendimento em 2005 e, após, não foi mais registrada durante a operação do Parque Eólico Tramandaí.

Anatidae, que contava com 7 espécies representantes em 2005 na área do PET (AID) e no seu entorno, sendo 2 em AID, teve 2 espécies amostradas em 2011, no início da operação do parque eólico e nenhuma em 2018. Assim, Tyrannidae, que contava com 18 espécies em 2005, sendo 9 encontradas na AID, apresentou apenas 2 registros em 2011 e 3 em 2018. Thraupidae, que em 2005 apresentava 12 espécies, das quais, 4 presentes na AID do empreendimento, teve sua representatividade reduzida para 1 espécie após o início de operação do parque.

A família Hirundinidae, que apresentava 8 espécies em 2005, das quais, 6 encontradas em AID, não foi registrada em 2011 e contou com 2 espécies amostradas em 2018. A família Furnariidae parece ter respondido negativamente à redução da classe de cobertura e uso da terra - formação florestal -, observada na UP3 (-34,11%) pois essa família utiliza essa formação vegetal para nidificação e habitat. Conforme vimos, das 3 espécies que utilizavam a AID do local em 2005, apenas a espécie *Furnarius rufus* ocorre após a operação do empreendimento. Esta espécie reage positivamente à antropização, sendo encontrada, inclusive, em áreas recentemente abertas para pastagens (WIKIAVES, 2020).

Dentre as famílias que tiveram sua representatividade diminuída de maneira importante, após a construção do empreendimento, a maioria tem seu ciclo de vida ligado ao sistema hídrico, seja como habitat, local de forrageio e para fins de nidificação. Podemos citar a família Anatidae que tem como seu habitat os ambientes aquáticos. Da mesma forma, a família Rallidae, que foi registrada apenas no entorno do parque eólico em 2005, habita regiões pantanosas, margens de corpos e cursos hídricos, em zonas de vegetação densa. Por terem comportamentos e hábitos tímidos e reclusos, as espécies da família Rallidae, respondem de maneira significativa à antropização constatada na área do parque eólico, seja pelas moradias que avançaram sobre a área, seja pela operação do empreendimento em si, sendo que na UP2, unidade de paisagem onde o parque eólico está localizado, observamos 19,99% de acréscimo de infraestrutura urbana nos anos de estudo. As aves dessa família não foram mais observadas

no local. As aves migratórias também se encontram associadas ao litoral, podemos citar Tyrannidae e Charadriidae, que utilizam a área em seus deslocamentos de migração e tiveram sua representatividade diminuída, após o início da operação do PET (WIKIAVES, 2020).

CONCLUSÃO

Em virtude da importância do habitat do entorno da área do empreendimento para a avifauna, como fator influenciador de impactos a este grupo faunístico, o estudo das UPs, considerou este entorno com a finalidade de observar as alterações na paisagem. Destarte, no período estudado, os anos de 2005, 2011 e 2018, verificamos, no que tange ao segundo nível hierárquico utilizado na definição das UPs – cobertura e uso da terra -, o aumento da área utilizada pela silvicultura, bem como da presença de moradias no entorno do empreendimento. Estes aspectos, juntamente com a diminuição de áreas florestais e campestres, pode ter ocasionado impactos negativos à avifauna local que, conforme visto, teve sua diversidade amainada.

Quanto à urbanização, verifica-se a tendência de ocupação da área no entorno do parque eólico por residências de diferentes padrões construtivos, antes mesmo do empreendimento; o que se acentuou, em parte, pela sensação de segurança que este proporciona aos novos moradores e pela infraestrutura associada ao empreendimento.

O Parque Eólico Tramandaí, em operação desde 2011, está inserido na UP2 – Cordão de dunas livres -, onde identificamos 20% de acréscimo de infraestrutura urbana e 12% de praias e dunas. Por outro lado, em relação à formação campestre e aos cultivos, verificamos uma diminuição importante nessa UP, em torno de 50%. Destacamos, também, que a presença dos aerogeradores na paisagem altera sua qualidade cênica, além de se configurar em um obstáculo à movimentação de aves e promover a fragmentação de habitat.

Quanto à similaridade entre as ocasiões amostrais analisadas, observamos que a comunidade de avifauna se tornou menos similar, isto é, a similaridade através do Índice de Jaccard indica que a comunidade avifaunística da área do Parque Eólico Tramandaí sofreu alterações após a instalação e operação do empreendimento. As alterações na comunidade avifaunística foram observadas ao compararmos os anos 2005, 2011 e 2018, sobre as quais se sugere, em grande parte, como resposta ao empreendimento eólico e a densificação populacional que se associa a este. Isso demonstra a resposta da avifauna ao empreendimento e à urbanização densificada, que se afasta da área, evitando-a.

Embora estudos mais detalhados, com a análise de áreas controle, façam-se necessários, podemos concluir que a atividade de geração de energia, a partir de fonte eólica, parece impactar negativamente a avifauna da área do empreendimento em virtude da perda de habitat e evitação provenientes da instalação e operação de parques eólicos. A atividade de voo é reduzida perto do parque eólico, o que pode indicar que o empreendimento pode funcionar como barreira, provocando um impacto negativo na dinâmica e na composição de aves.

Por fim, as conclusões aqui apresentadas poderão embasar a definição de bases metodológicas que considerem os impactos à paisagem, enquanto fator relevante para o diagnóstico e à determinação dos impactos ambientais negativos da construção e operação de parques eólicos, tendo em vista a tendência ao crescimento mundial dessa atividade de geração de energia.

REFERÊNCIAS

- BIER, Lucile Lopes. *Estudo da paisagem: percepções sobre o complexo eólico de Osório/RS*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/158110/001020922.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27/01/2019.
- BRASIL. *Balanco Energético Nacional 2019: Ano base 2018*. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2019c. 292p.
- CAMARGO, Arilde Sutil Gabriel de. *Análise da operação das usinas eólicas de Camelinho e Palmas e avaliação do potencial eólico de localidades no Paraná*. 2005. 206f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba. 2005.
- COLWELL Robert. 2013. *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9*. – Guia de usuário e software. Disponível em: < <http://purl.oclc.org/estimates> >.
- FABRICANTE, Juliano Ricardo. *Estrutura de populações e relações sincológicas de Cnidocolus phyllacanthus (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. no Semi-Árido Nordestino*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007. 121f.
- FEE, 2019. Perfil socioeconômico dos municípios. Disponível em <[https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio= Tramanda%ED](https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Tramanda%ED)>. Acesso em: 24/11/2019.
- FEPAM. Licença de Operação nº 1282/2015. Porto Alegre. 2015. 3 p.
- FEPAM. Parecer Técnico nº 1250/2017 - Dr. Geóloga Mariana Maturano Dias Martil. Porto Alegre. 2017. 7 p.
- FEPAM. *Portaria FEPAM 118/2014*. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br/LICENCIAMENTO/AREA4/pch-cgh-eolica.asp>>. Acesso em 15/07/2018.
- FEPAM. Processo nº 15246-0567/02-0. Solicitação de Licença Prévia. Porto Alegre. 2002.
- FEPAM. Processo nº 6907-0567/03-1. Solicitação de Licença de instalação. Porto Alegre. 2003.
- FEPAM. Processo nº 6729-0567/04-2. Solicitação de Renovação de Licença de instalação. Porto Alegre. 2004.
- FEPAM. Processo nº 16318-0567/04-1. Solicitação de Renovação de Licença Prévia. Porto Alegre. 2004b.
- FEPAM. Processo nº 4878-0567/05-0. Solicitação de Renovação de Licença de instalação. Porto Alegre. 2005.
- FEPAM. Processo nº 4642-0567/09-5. Solicitação de Renovação de Licença de instalação. Porto Alegre. 2009.
- FEPAM. Processo nº 18543-0567/10-9. Solicitação de Licença de Operação. Porto Alegre. 2010.
- FEPAM. Processo nº 9907-0567/14-9. Solicitação de renovação de Licença de Operação. Porto Alegre. 2014b.
- FEPAM. Processo nº 6512-0567/18-5. Solicitação de renovação de Licença de Operação. Porto Alegre. 2018.
- PROJETO MAPBIOMAS – *Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil*, 2019a. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acessado em 18/03/2020

QUEIROZ, Alessandra Natali. *Unidades de Paisagem: Materiais e metodologia para uma avaliação paisagística e ambiental*. 2012. Disponível em: <http://quapa.fau.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/Unidades-de-paisagem-materiais-e-metodologia-para-uma-avalia%C3%A7%C3%A3o-paisag%C3%Adstica-e-ambiental-Limeira.pdf>. Acesso em 10/02/2019.

TAVARES, Paula Rodrigues. *Impactos ambientais na avifauna associados às transformações da paisagem no Parque Eólico Tramandaí - Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213852/001117111.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31/03/2021.

TRENTIN, Aline Biasoli; SALDANHA, Dejanira Luderitz; KUPLICH, Tatiana Mora. Análise temporal da silvicultura no sudeste do Rio Grande do Sul. *Geografia*, v. 39, p. 499-509, 2014.

WIKIAVES. *A Enciclopédia das Aves do Brasil*. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>> Acesso em 23/03/2020.

VERDUM, Roberto, et al. *Caracterização e diagnóstico ambiental por unidades de paisagem da Reserva Biológica da Serra Geral e do entorno - Maquiné/RS* In: VERDUM, Roberto. Paisagem: leituras, significados e transformações. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012, p. 49 – 56.