

## **Estudos técnicos necessários para a elaboração de Zoneamento Ambiental para a Geração de Energia Eólica *Near Shore* na Laguna dos Patos**

**Referência:** Portaria Conjunta SEMA-FEPAM nº12/2022 de 25/4/22 e nº 21 de 13/6/2022.

- Instituí o Grupo de Trabalho - GT com o objetivo de elaborar um documento técnico especificando os estudos técnicos necessários para a elaboração de Zoneamento Ambiental, a partir de uma avaliação ambiental integrada, direcionada à geração de energia eólica *near shore* na Laguna dos Patos e sistemas associados.

### **1- Introdução**

A Laguna dos Patos, corpo hídrico com área total em torno de 10.000 km<sup>2</sup>, configurando-se no sistema Lagunar mais extenso da América do Sul, possui uma extensão de cerca de 180 km em seu eixo principal, com orientação geral NE-SW; largura máxima de 59,8 km, e profundidade média de 6 metros (TOLDO JR., 1991). A Laguna e suas áreas de entorno expõem feições morfológicas representativas da evolução geológica da Planície Costeira do RS, a mais ampla planície litorânea brasileira (TOMAZELLI; VILLWOCK, 2000 *in* RUDZEWICZ, 2018).

Desde o século XIX, a Laguna tem despertado o interesse científico de naturalistas, geógrafos, historiadores, filósofos, ecólogos e demais pesquisadores, ao integrar ambientes aquáticos e terrestres, ecossistemas costeiros e marinhos, e uma diversidade de espécies e dinâmicas que surgem do encontro das águas doces e salgadas nesse extremo Sul do Brasil. Seus pontais, baías, ilhas, matas, dunas, rios, estuários, restingas, sacos, praias, balneários, cerritos, faróis, vilas de pescadores, portos e cidades, construídas ao longo de sua orla, revelam a diversidade de suas paisagens (RUDZEWICZ, 2018). Importantes e significativas áreas da região estão classificadas como “Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira, ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade”, pela Portaria nº. 463, de 18 de Dezembro de 2018 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018), como classes de importância biológica extremamente alta, muito alta e alta; e as classes de prioridade de ação extremamente alta e muito alta.

Em relação às Áreas Importantes para a Conservação das Aves (IBAs, BirdLife International), destacam-se as áreas da região ou do entorno da Laguna dos Patos, como o próprio



estuário desse sistema Lagunar, onde cerca de 190 espécies de aves foram registradas, sendo várias delas aves migratórias. Na paisagem circunvizinha ao estuário, o Banhado do Maçarico e Cordões Litorâneos Adjacentes consistem em uma ampla área úmida, formada por banhados e campos litorâneos dispostos alternadamente sob a forma de longas e estreitas faixas paralelas, formando complexos habitats para avifauna. Ademais podemos citar a Várzea do Canal São Gonçalo, que consiste em uma ligação natural entre a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim, com registros ornitológicos que apontam para a ocorrência de cerca de 260 espécies e significativas concentrações de aves aquáticas (BENCK *et al.* 2006).

Como referido em SEMA (2022):

*“Além da biodiversidade atual, nos arredores da laguna dos Patos encontra-se uma série de sítios arqueológicos, tais como, cerritos (Fig. 3) e sambaquis, entre outros. Segundo LANZER (2005), a região costeira já foi explorada pelas culturas anteriores a nossa. Os sambaquis presentes no litoral foram referidos por MARTENS (1880) que salienta a importância destes, por fornecerem informações sobre o hábito alimentar e a cultura humana em tempos passados, além das condições em que viviam os animais e se as características do solo e da água se modificaram. Permitem ainda avaliar a presença de espécies que hoje são encontradas na área como sub-fósseis holocênicos e tem sua distribuição restrita a pequenas áreas da costa como é o caso do bivalve Erodona mactroides (DAUDIN 1801). MILHEIRA *et al.* (2016) destacam a diversidade de sítios arqueológicos construídos na região da laguna do Patos e salientam que este patrimônio merece atenção de políticas de gestão, a fim de impedir a perda desses espaços de memória e história de longa duração.”*

Segundo o Observatório de Conflitos Urbanos e Socioambientais do Extremo Sul do Brasil do Laboratório Interdisciplinar MARÉSS/FURG (2022), a Laguna dos Patos apresenta usos difusos como a pesca, o turismo de lazer, a navegação, a recreação, entre outros. Somente em relação à pesca, cerca de 13,5 mil pescadores e pescadoras desenvolvem secularmente suas atividades na Laguna, o que corresponde a mais de 50% dos pescadores/as artesanais do Estado. Cabe ainda mencionar que, os pescadores e pescadoras por meio de práticas fortemente relacionadas ao



território, utilizam destas águas como um espaço socialmente apropriado para expressar seu modo de viver.

A pesca artesanal desenvolvida na Laguna tem sua produção baseada na unidade familiar, e as principais espécies capturadas são: camarão, corvina, tainha, bagre e linguado. Outras espécies como siris, peixe-rei, jundiá, viola e traíra, são capturadas em menores quantidades, conforme dados elencados por KALIKOSKI & VASCONCELLOS (2013) e pelo Boletim Estatístico da Pesca Marinha e Estuarina do sul do Rio Grande do Sul (2012, 2013a, 2013b, 2014 e 2015). Segundo DIEGUES (1983, p. 4): "*mais do que qualquer outra atividade econômica, a pesca é influenciada pelas forças da natureza, com reflexos imediatos na regularidade da captura, na formação do excedente, no relacionamento dos grupos e classes sociais envolvidos no processo de produção*".

Considerando o acima exposto, as inter-relações existentes na Laguna dos Patos devem ter destacada relevância nos estudos técnicos, de maneira a possibilitar a adequada amplitude de informação para construção de um Zoneamento Ambiental. No entanto, quanto ao conhecimento técnico existente a respeito do ecossistema Lagunar e das relações socioambientais ocorrentes, constata-se que existem lacunas importantes como, por exemplo, quanto nas regiões central e norte, que merecem uma atenção especial.

A Avaliação Ambiental Integrada – AAI, referida na Portaria Conjunta SEMA-FEPAM nº 12/2022, é definida como um "*processo interdisciplinar e social, ligando conhecimento e ação no contexto de decisão pública, para a identificação, análise e avaliação de todos os relevantes processos naturais e humanos e suas interações com o atual e futuro estado da qualidade do meio ambiente e recursos nas apropriadas escalas de tempo e espaço, assim facilitando a definição e implementação de políticas e estratégias*" (EEA, 1999).

Uma avaliação ambiental integrada possibilita estimar as condições de suporte do meio lacustre sob o ponto de vista de instalação de empreendimentos eólicos e sistemas associados. Deve identificar e avaliar as diferentes áreas por meio de indicadores que, uma vez ponderados, possibilitem diferenciá-las ou agrupá-las, revelando os impactos de forma distribuída em escala regional, como também avaliar, utilizando a simulação de diferentes cenários futuros, os efeitos cumulativos e sinérgicos das alternativas a serem propostas. Assim, é importante identificar e valorar as áreas de fragilidade ambiental e de potencial socioeconômico a partir da

sociodiversidade, considerando usos atuais dos recursos naturais e projetos futuros, apontando aquelas áreas mais adequadas do corpo hídrico a receberem esta tipologia de empreendimento. Esta ferramenta possibilita, ainda, garantir a participação pública com a realização de seminários e oficinas para apresentação e discussão dos resultados parciais e finais do estudo regional.

O Zoneamento Ambiental à que se refere a Portaria Conjunta tem como referência o Zoneamento Ecológico Econômico, o qual está regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Trata-se de um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, de organização do território a ser, obrigatoriamente, seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas. De acordo com os artigos 1º e 2º deste Decreto, os zoneamentos estabelecem medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. Já o artigo 3º tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

## **2- Impactos ambientais**

### **2.1- Área de estudo**

Para a adequada avaliação dos potenciais impactos ambientais que podem ocorrer em consequência da instalação de um parque eólico *near shore* na Laguna dos Patos, devem ser considerados para fins dos estudos socioambientais, a região compreendida pela Laguna dos Patos incluindo seu corpo hídrico e os ambientes Lagunares associados tais como: áreas úmidas; banhados; pequenos corpos hídricos; áreas de restinga; campos de dunas; delta e foz das drenagens tributárias, entre outras, bem como suas respectivas áreas de preservação permanente. Integram-se aos estudos as comunidades tradicionais e atividades de lazer, turismo, navegação, entre outras, inter-relacionadas com o sistema Lagunar.

### **2.2- Empreendimento eólico *near shore***

No presente documento considera-se empreendimento para geração de energia eólica *near shore* como sendo o conjunto de equipamentos e componentes necessários para a geração e



transmissão da energia, incluindo os aerogeradores e seus sistemas associados, abrangendo as interações terra e corpo hídrico, a saber: unidades geradoras de energia eólica; rede conectora aquática e terrestre; subestação; rede de transmissão de energia aquática e aérea; e áreas de apoio.

### 2.3- Potenciais impactos

Cabe considerar que a instalação desta atividade na Laguna pode ser equiparável ao conceito de empreendimentos eólicos *near shore*, que se diferem do modelo *offshore* convencional por estarem próximos da costa o suficiente para ter o transformador de energia em terra e por implantar-se a baixas profundidades, propiciando a ancoragem da fundação diretamente no leito do corpo hídrico.

Segundo BAILEY *et al.* (2014) as principais preocupações ambientais relacionadas com empreendimentos *offshore* são descritas como sendo: o aumento dos níveis de ruído; risco de colisões; alterações nos habitats bentônicos; alterações nas teias alimentares; poluição causada pelo aumento do tráfego de navios ou liberação de contaminantes de sedimentos do fundo do mar; bem como a possibilidade de ocorrência de modificações nos processos hidrodinâmicos do corpo hídrico. Muitos desses impactos são igualmente observados nos empreendimentos *near shore*, sendo estes os esperados para o ambiente da Laguna, diferindo apenas do ambiente oceânico para água doce.

Os efeitos potenciais da construção e operação de parques eólicos *offshore* variam em diferentes áreas e de acordo com as espécies ocorrentes em cada região, devendo ser avaliada a probabilidade de interação com as estruturas e cabos, sensibilidades e respostas de evitação. A pesquisa ambiental para energia eólica *offshore* tem evoluído consideravelmente nos últimos anos, contribuindo para uma melhor avaliação sobre a localização dos empreendimentos (BAILEY *et al.* 2014). Porém, ainda há muitas lacunas de informação, especialmente em regiões onde essa tecnologia de produção energética está em fase inicial de implantação.

As usinas eólicas *offshore* podem ser consideradas potenciais fontes de poluição sonora e fontes de poluição visual, tendo em vista que suas torres podem comprometer a paisagem do local em que estão instaladas. Também representam riscos à fauna alada de todas as espécies, potencialmente interferindo em rotas migratórias e habitats importantes para a conservação, caso específico e amplamente aplicável à Laguna dos Patos. Assim, por exemplo, a avaliação da



proposição de instalação de parques eólicos *near shore*, especificamente em áreas conhecidas ou potenciais de rotas migratórias da fauna alada deve visar evitar e minimizar os riscos de impactos diretos de mortalidade ou por perda de habitats.

Existe uma relação direta entre aspectos físicos tais como hidrodinâmica, hidrossedimentologia, geomorfologia e fatores ecológicos, uma vez que os processos geológicos de erosão, sedimentação, associados aos aspectos físicos alteram os ambientes sedimentares onde se dão as relações ecológicas, assim os impactos ambientais sobre os aspectos físicos estão diretamente associados aos impactos sobre os aspectos biológicos.

GILL (2005) sumariza que alguns dos principais impactos sobre o leito do corpo d'água ocorrem nas fases de construção e descomissionamento, quando o leito sofre perturbações devido à instalação das fundações, bem como dos cabos de energia.

Importante observar ainda que a instalação desses empreendimentos exige intenso apoio náutico e/ou aerotransportado, tanto para a instalação quanto para a operação. Atracadouros e portos, necessariamente instalados em Áreas de Preservação Permanente/APP, são atividades classificadas como de médio e alto potencial poluidor respectivamente. Para tanto a atividade meio, caso já não esteja instalada, poderá causar maior potencial poluidor que a atividade fim.

No que diz respeito aos impactos ao meio socioeconômico, há distinções dos analisados nos empreendimentos eólicos atualmente licenciados pela FEPAM/RS. Se por um lado, se esvazia a questão fundiária, já que os aerogeradores estarão instalados sobre bens públicos dominiais, por outro lado, novos conflitos podem ser incorporados, relacionados, por exemplo, às atividades de navegação, turismo de lazer e recreação, pesca, bem como à transposição/ocupação das APPs. Ressalta-se também os impactos sobre as comunidades situadas às margens da Laguna que possam servir de base para a implantação da atividade.

A área de interesse, foco para implantação dos empreendimentos, é um ambiente ímpar, singular, que detém características naturais únicas quanto à sua localização e inserção na região geomorfológica da Planície Costeira do estado, em especial, quando consideramos aspectos ambientais tais como, geomorfológicos, florísticos, faunísticos, hidrológicos, paisagísticos, culturais, bem como potenciais turísticos. Para a devida avaliação devemos atingir um elevado grau de conhecimento sobre as relações existentes. O Ministério do Meio Ambiente/MMA (2006) definiu como áreas de especial interesse ecológico e turístico as áreas de lagoas localizadas no litoral do

Rio Grande do Sul, em conjunto à estreita faixa litorânea entre a Laguna dos Patos e o Atlântico. A região de interesse estratégico denota-se de extrema relevância à manutenção de uma rede complexa de relações socioambientais onde, dentre os usos difusos, sobrevivem aproximadamente 13,5 mil famílias de pescadores artesanais, as quais podem potencialmente ser diretamente impactadas.

Neste contexto, há muitas lacunas de conhecimento, e a falta de informação não representa inexistência de dano ambiental, sendo relevantes e imprescindíveis estudos técnicos que possibilitem a adequada compreensão da sociobiodiversidade da Laguna uma vez que todos os componentes estão interligados.

### **3- Contextos**

#### **3.1- Meio biótico**

##### **3.1.1- Avifauna e quirópteros**

Os impactos negativos de parques eólicos *offshore* sobre a avifauna podem resultar de colisões, do efeito de barreira, do afastamento por evitação ou de efeitos indiretos, como a redução na disponibilidade de presas e contaminação (PERROW 2019). Outros efeitos possíveis incluem a atração de migrantes noturnos por fontes de iluminação artificial (SCHUSTER *et al.* 2015). Os grupos mais suscetíveis a esses efeitos são, principalmente aves costeiras e marinhas, aves aquáticas de médio a grande porte e espécies migratórias terrestres ou aquáticas em migração (EXO *et al.* 2003, HARWOOD & PERROW 2019). Fatores espécie-específicos, como comportamento de voo (tendência a formar bandos, manobrabilidade, altura de voo e migração noturna), status de conservação, respostas evasivas, longevidade e potencial reprodutivo influenciam a vulnerabilidade das espécies aos efeitos negativos de parques eólicos, enquanto condições atmosféricas desfavoráveis podem potencializar esses efeitos (SCHUSTER *et al.* 2015). Estruturas associadas, como linhas de transmissão e subestações, bem como intervenções no habitat durante a fase de implantação, podem ocasionar impactos sobre sítios terrestres ou áreas úmidas importantes para a reprodução, alimentação, descanso, muda de penas e invernagem de aves residentes ou migratórias. Cabe ressaltar que impactos de parques eólicos *offshore* sobre quirópteros (morcegos) são descritos em diversas fontes e que muitas lacunas e recomendações



identificadas para a avifauna se aplicam à quiropteroфаuna.

#### **3.1.1.1- Estudos técnicos:**

- **monitoramento e mapeamento por radar das trajetórias de voo de aves e quirópteros ao longo de, pelo menos, um ciclo anual completo, contemplando prioritariamente os seguintes grupos: 1) anatídeos (sobretudo cisnes e espécies migratórias de marrecas); 2) o mergulhão-grande *Podiceps major*; 3) aves aquáticas sociais, como biguás, garças, colhereiros, íbises etc; 4) batuíras e maçaricos limícolas migratórios que utilizam rotas continentais de migração, e 5) gaivotas e trinta-réis que formam ninhais em banhados e restingas arenosas marginais. Objetiva construir o perfil de intensidade de uso sazonal do espaço aéreo da Laguna dos Patos;**

- **sistematização dos dados de rastreamento de aves por telemetria, disponíveis em artigos científicos e relatórios de monitoramento de fauna no entorno da Laguna dos Patos, e ampliação do uso da tecnologia em estudos de migração; e**

- **identificação e mapeamento dos sítios e áreas-chave para a avifauna na Laguna dos Patos e nos ambientes marginais associados.**

#### **3.1.2- Ictiofauna**

A planície costeira do Rio Grande do Sul possui uma sequência de ambientes no sentido da costa oceânica para o interior, que inclui complexos mosaicos de dunas, banhados, campos, matas, além de um sistema de lagoas costeiras, que inclui inúmeros corpos d'água de diferentes tamanhos, desde a Laguna dos Patos até pequenas lagoas (TOMAZELLI *et al.* 2000; WAETCHTER, 1985). A Laguna dos Patos, precisamente, compõe um dos principais sistemas hidrográficos do Rio Grande do Sul, abrigando uma riqueza de cerca de 200 espécies de peixes de água doce, sendo aproximadamente 50% exclusivas desse sistema (BERTACO *et al.* 2016). Além dessas, FISCHER *et al.* (2011) estimam que mais de 150 espécies de peixes marinhas e estuarinas encontram abrigo, alimentação ou condições de crescimento no estuário da Laguna dos Patos. Por ser uma área que recebe influência marinha, por meio do estuário ao sul da Laguna, na região de Rio Grande, a Laguna dos Patos é uma importante rota migratória para espécies de peixes catádromos, como as tainhas, e anádromos, como os bagres, que realizam migrações entre o mar e



o estuário para completarem seu ciclo de vida (MENEZES *et al.* 2010; FISHER *et al.* 2011). Algumas dessas espécies podem migrar até o Lago Guaíba ou trechos superiores da bacia em determinadas épocas do ano para completarem o ciclo de vida (FONTOURA *et al.* 2019). A Laguna dos Patos é composta por águas abertas profundas e águas rasas protegidas (ASMUS 1998), incluindo uma variedade de ecossistemas distintos, como lagoas, marismas, banhados, enseadas, remansos, sacos, planícies de inundação, foz de rios e deltas, entre outros, os quais prestam diversos serviços ao ecossistema, tanto para a fauna local quanto para a migratória (WIDHOLZER, 1986; VIEIRA & SCALABRIN 1991; VIEIRA *et al.* 1998) e, portanto, representam locais estratégicos de conservação (CARVALHO & OZORIO, 2007), importantes para a manutenção da diversidade de peixes (JUNK *et al.* 2007; ASSUMPÇÃO, 2016).

Estudos a respeito dos impactos ambientais dos empreendimentos eólicos *offshore* sobre a fauna aquática são escassos no Brasil, sobretudo considerando os parques eólicos localizados em águas interiores, como Lagunas. Em relação aos ambientes marinhos, os ecossistemas estuarinos e de água doce podem guardar particularidades, cujos efeitos dos impactos gerados por esse tipo de empreendimento são desconhecidos, principalmente em regiões onde há lacunas consideráveis em termos de dados ambientais básicos (SEMA, 2022).

Diversos impactos sobre o meio ambiente e a fauna encontram-se listados em HERNANDEZ C. *et al.* (2021) e são discutidos de acordo com cada fase de instalação dos aerogeradores, como construção das fundações, instalação dos cabos de energia, estágio de operação e manutenção e produção de energia. Estes impactos estão relacionados com o aumento do tráfego nas hidrovias e nos locais de instalação dos equipamentos, os quais causam efeitos negativos na atividade pesqueira, além dos impactos na fauna aquática, na perda de habitat devido às instalações das torres e dos cabos de energia, resultando na perda de biodiversidade.

### 3.1.2.1- Estudos técnicos

**-identificação dos ambientes preferenciais das espécies suscetíveis aos impactos da atividade proposta, com destaque às bentônicas ou que utilizam sedimentos, às espécies ameaçadas, migradoras, raras, endêmicas, de distribuição restrita e de importância econômica;**

**-mapeamento dos ambientes de interesse ecológico utilizados pela ictiofauna, incluindo rotas migratórias e ambientes associados como: sacos, remansos, enseadas, fozes**



de rios e arroios planícies de inundação, banhados marginais, margens vegetadas e outras áreas de uso pelas comunidades aquáticas; e

-mapeamento de áreas úmidas temporárias que abrigam espécies de peixes-anuais e investigação sobre as interações hidrológicas destas com os ambientes Lagunares alvos dos empreendimentos eólicos.

### 3.1.3- Organismos planctônicos e macroinvertebrados

Considerando as dimensões da Laguna dos Patos e a diversidade de seus ambientes associados é de se esperar que boa parte da biodiversidade dos organismos planctônicos e macroinvertebrados bentônicos e epifíticos ainda seja desconhecida. Segundo SEMA 2022:

*“até o momento os levantamentos de moluscos (assim como de outros invertebrados) foram concentrados apenas em duas porções da Laguna dos Patos: a estuarina Sul e a límnic. Na região estuarina pode-se destacar os trabalhos de: ROSA & BEMVENUTI (2006); PINOTTI (2010) e SANTOS & BEMVENUTI (2012). Na região límnic pode-se citar os trabalhos de: GAMA (2004); DRÜGG-HAHN et al. (2007) e VOLKMER-RIBEIRO et al. (2007). Ainda, em relação à malacofauna límnic, pode-se incluir trabalhos de inventários faunísticos, em regiões próximas à Laguna dos Patos que possuem comunicação com a região límnic; entre eles, estão: PEREIRA et al. (2011), na microbacia hidrográfica do riacho Velhaco, que deságua na Laguna em Arambaré/RS, e SEMA (2014) no Parque Estadual Delta do Jacuí, que se liga à Laguna através do Lago Guaíba. Também cabe citar os inventários nas lagoas costeiras realizados por LANZER & SCHÄFER (1984), LANZER & SCHÄFER (1987), LANZER & SCHÄFER (1988) e LANZER (2001).”*

Apesar de a malacofauna ser o grupo de invertebrados mais bem conhecido na Laguna dos Patos, estima-se que estes estudos abrangem apenas cerca de 10% da Laguna como um todo. Infere-se, em paralelo, que para os demais grupos de invertebrados aquáticos, a lacuna de dados é ainda maior.

Uma particularidade dos organismos planctônicos e macroinvertebrados é a sua



interrelação com as variáveis do meio físico que definem seus habitats, tais como salinidade, profundidade, transporte de sedimentos etc. Logo, a preservação das espécies de macroinvertebrados e organismos planctônicos dependerá de estudos que identifiquem os principais habitats utilizados pelos diferentes táxons em seus ciclos de vida.

Como mencionado no contexto abiótico do presente documento, há uma forte relação entre aspectos físicos tais como hidrodinâmica, hidrossedimentologia, geomorfologia e fatores ecológicos, uma vez que os processos geológicos de erosão, sedimentação, associados aos aspectos físicos alteram os ambientes sedimentares onde se dão as relações ecológicas. Portanto, tais relações são particularmente efetivas, tratando-se dos macroinvertebrados, em particular os de hábitos bentônicos que utilizam estruturas e substratos para sua fixação em determinada fase de seu ciclo de vida.

Quanto aos efeitos indiretos em nível ecossistêmico, segundo IBAMA (2020) em empreendimentos dessa tipologia, as alterações do meio físico, como aumento da turbidez e modificações do leito, podem trazer efeitos sobre a comunidade de organismos planctônicos, bentônicos e nectônicos, assim como sobre a cadeia trófica, influenciando também nas atividades pesqueiras. Portanto, a perda de habitats e efeitos indiretos em nível ecossistêmico passam a ser uma das maiores preocupações, por configurarem-se como um impacto que se propaga na cadeia trófica.

O interesse nesses ambientes produtivos recai fortemente na questão da exploração dos recursos pesqueiros, como base de sustentação de milhares de famílias que dependem diretamente desse recurso para sobreviver. A pesca artesanal desenvolvida na Laguna dos Patos tem sua produção baseada na unidade familiar, e as principais espécies capturadas são: camarão, corvina, tainha, bagre e linguado. Outras espécies como peixe-rei, siri, jundiá, viola, e traíra, também são capturadas, em menores quantidades FURG (2022).

Portanto, o interesse de zonear um sistema Lagunar tão complexo, atribuindo valores de conservação a serem preservados, quando da admissibilidade de uma outra atividade antrópica, há que considerar essa teia de interdependência entre os fatores antrópicos, bióticos e físicos.

Outro aspecto a ser considerado é o possível favorecimento de espécies invasoras. Segundo IBAMA (2020), as alterações ambientais provocadas pela implantação de novas estruturas, nas diferentes fases do empreendimento, poderão favorecer a invasão de novas



espécies exóticas ou mesmo favorecer a expansão das já existentes, o que poderá causar uma alteração da composição de espécies pela criação de substratos artificiais. Esses substratos, na prática, se constituirão em novos recursos para as espécies, podendo causar um efeito de competição com as populações de espécies nativas.

Em SEMA (2022) as questões dos efeitos causados pelas espécies invasoras são também mencionadas:

*“...as fundações dos aerogeradores quando construídas em ambientes de fundo arenoso mudam o tipo de hábitat disponível (FARR et al. 2021), podendo permitir que espécies invasoras, como os mexilhões, se estabeleçam em novas áreas. Sabe-se que os aglomerados de mexilhões modificam a composição da fauna de invertebrados, atraindo algumas espécies e afastando outras (DARRIGRAN et al., 1998). “Além disso, fixam-se sobre a concha de gastrópodes ou bivalves, matando-os por sufocamento ou deixando-os suscetíveis a predadores. Ainda, por serem filtradores ativos, acumulam grande quantidade de pseudofeces que possibilitam o desenvolvimento de bactérias e fungos (MANSUR et al. 2003)”*

### **3.1.3.1-Estudos técnicos**

- **localização e caracterização dos habitats, lóticos e lênticos, importantes para os ciclos de vida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos e epifíticos na Laguna e ambientes associados como sacos, remansos, enseadas, margens vegetadas, planícies alagáveis, banhados marginais, fozes de rios e arroios e outras áreas de uso do grupo;**

- **identificação e caracterização das áreas importantes de produção primária, associadas aos ciclos de vida dos organismos planctônicos e dos macroinvertebrados na cadeia trófica, e sua relação com os recursos pesqueiros explorados atualmente;**

- **identificação das áreas de alta sensibilidade para a biodiversidade e para manutenção dos serviços ecossistêmicos na área da Laguna e ambientes marginais associados; e**

- **localização das áreas de maior ocorrência de espécies invasoras, com prognóstico**



sobre a localização de novas áreas passíveis de ocupação pela expansão destas espécies.

### 3.2- Meio abiótico

O Zoneamento Ambiental relacionado à geração de energia eólica *near shore* na Laguna dos Patos deverá dispor indispensavelmente da análise pormenorizada dos seguintes aspectos ambientais: geomorfologia e geodinâmica externa dos sistemas sedimentares da e associados à Laguna dos Patos, hidrodinâmica, hidrossedimentologia e hidrossedimentometria da Laguna dos Patos e dos corpos d'água a ela associados, qualidade das águas superficiais e qualidade dos sedimentos de fundo da Laguna dos Patos.

Como exemplo de ambientes essenciais para a manutenção dos ecossistemas existentes na Laguna podem ser mencionadas as ilhas, restingas, banhados e planícies alagáveis, ambientes deltaicos, flúvio-lacustres e estuarinos, os quais, de acordo com SEMA (2022): “*são áreas marginais importantes à reprodução e alimentação de aves, onde os efeitos da construção e/ou operação de parques eólicos offshore e suas infraestruturas associadas podem ser significativos.*” A relação entre aspectos geomorfológicos e hidrodinâmicos e a manutenção dos ecossistemas é também mencionada em SEMA (2022, p.6), da seguinte forma:

*“A associação de padrões de ocupação e uso pelas aves com fatores ambientais tais como profundidade, produtividade, grau de proteção do vento, distância de estuários/deltas etc (...) é igualmente importante para a compreensão dos fatores que mantêm a diversidade regional e a conectividade ecológica entre populações e áreas-chave, bem como para anteciper fatores de vulnerabilidade aos efeitos de parques eólicos.”*

Assim, tendo em vista a relação direta entre aspectos físicos tais como hidrodinâmica, hidrossedimentologia, geomorfologia e fatores ecológicos, uma vez que os processos geológicos de erosão, sedimentação, associados aos aspectos físicos alteram os ambientes sedimentares onde se dão as relações ecológicas, os impactos ambientais sobre os aspectos físicos estão diretamente associados aos impactos sobre os aspectos biológicos.

Como mencionado por GILL (2005), os principais impactos relacionados à geração de energia eólica *offshore* e *near shore* sobre o leito do corpo d'água ocorrem nas fases de construção e descomissionamento com a perturbação do leito pela instalação das fundações e cabos de



energia. Assim, a remoção de sedimentos leva diretamente à perda de habitats, bem como ao aumento local na turbidez da água provocada pela sua suspensão. Adicionalmente, esses sedimentos suspensos serão transportados pelas correntes no período da construção, o que pode também mobilizar contaminantes contidos neles. Os sedimentos mobilizados podem, ao sedimentar-se novamente, sufocar os habitats de espécies sedentárias. A ressuspensão de sedimentos com alto teor de matéria orgânica, comuns em ambientes estuarinos, segundo o autor, provavelmente reduzirá temporariamente a disponibilidade de oxigênio em razão da elevação da demanda bioquímica do mesmo. Dessa forma nesse estudo, o autor afirma que o principal impacto da atividade em questão, além desses associados à fase de construção, está associado à extensas estruturas de subsuperfície instaladas, uma vez que essas podem afetar os fluxos d'água, fator este fundamental para algumas espécies aquáticas, bem como para o transporte e deposição de sedimentos.

Quanto às recomendações principais relativas aos empreendimentos de geração de energia eólica *near shore*, BAILEY *et al.* (2014) destacam a necessidade de garantia de que as áreas-chave para conservação sejam evitadas, devido à sua importância e sensibilidade. Sendo assim, para delimitar as zonas de maior e menor fragilidade ambiental frente às atividades associadas à geração de energia em questão e aos impactos ambientais a elas relacionados, bem como para que sejam identificadas as áreas-chave para conservação, se faz necessário o aprofundamento no conhecimento e a investigação pormenorizada dos aspectos ambientais físicos, biológicos e socioeconômicos.

Considerando que os ambientes sedimentares ao longo da linha de costa, bem como interiores à Laguna dos Patos, compreendem habitats e substrato de base para a vida de diversas espécies, sejam elas da flora e fauna aquática, seja da fauna alada, o mapeamento desses ambientes, bem como o conhecimento da sua dinâmica hídrica e sedimentar são condição indispensável para a identificação das áreas passíveis ou não de instalação da atividade, bem como das diferentes zonas de maior ou menor fragilidade ambiental. Os fatores que regulam os processos de erosão e sedimentação nos diferentes ambientes sedimentares que compõem os sistemas sedimentares associados à Laguna dos Patos estão diretamente relacionados à existência e à manutenção das relações ecológicas ocorrentes ou associadas aos ambientes.

### **3.2.1- Estudos técnicos**



- mapeamento dos sistemas sedimentares ao longo da linha de costa, incluindo áreas emersas e submersas, a fim de identificar e caracterizar os ambientes sedimentares existentes, sua extensão, bem como os fatores determinantes de sua dinâmica hídrica e sedimentar (ventos, fluxos hídricos fluviais, Lagunares ou marinhos) e seu comportamento sazonal. O mapeamento deverá compreender, no mínimo, a delimitação espacial dos ambientes sedimentares e descrição detalhada dos aspectos geológicos e geomorfológicos dos mesmos. Ressalta-se que os dados obtidos nesse mapeamento serão empregados no modelamento hidrossedimentológico da Laguna, o qual deverá abranger as descargas provenientes de todos os afluentes ao longo das suas margens. Esse estudo atende ao aspecto ambiental relacionado à geomorfologia da totalidade dos elementos que compõem os sistemas sedimentares associados à Laguna;

- subitem do mapeamento dos sistemas sedimentares: mapeamento dos afluentes, efluentes e demais corpos d'água associados à Laguna dos Patos, com medição dos parâmetros hidrodinâmicos e hidrossedimentares, como extensão e largura do corpo d'água, espessura da lâmina d'água, superfície batimétrica, vazão e descarga de sedimentos, incluindo seu comportamento sazonal;

- modelamento hidrossedimentológico e hidrossedimentométrico da Laguna dos Patos, águas interiores e margens, a fim de compreender a integralidade do fluxo hídrico e de sedimentos ao longo da Laguna, e suas alterações sazonais. O comportamento hidrodinâmico e sedimentar é responsável pela existência e manutenção de feições geomorfológicas como enseadas, onde se formam ambientes sedimentares, como praias, áreas úmidas ou alagadas, aos quais estão associados habitats e ambientes de alimentação e/ou nidificação, dentre outros. Por meio do modelo hidrossedimentológico e hidrossedimentométrico, o qual deverá ser validado, será possível verificar quali e quantitativamente as alterações de fluxos hídricos e de sedimentos provocadas pela instalação do empreendimento, bem como identificar as alterações geomorfológicas no leito e nas margens da Laguna, bem como nos corpos d'água a ela associados, provocadas pelas alterações dos fluxos. Os modelos gerados deverão apresentar cenários que, considerem as dinâmicas sazonais, o regime de ventos e de ondas, as previsões de alterações no regime hídrico e demais fatores afetados pelas mudanças climáticas, considerando aqui os cenários



de mudanças mais severas disponíveis;

- mapeamento da qualidade da água ao longo da Laguna dos Patos, quanto aos parâmetros pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos, matéria orgânica, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e turbidez considerando suas alterações sazonais, a fim de identificar as áreas que já apresentam qualidade desfavorável à manutenção da flora e da fauna, de tal forma que uma perturbação da qualidade provocada pelas atividades relacionadas às fases de instalação e operação, venha a provocar perda de habitats ou condição de risco às espécies; e

- mapeamento da qualidade dos sedimentos de fundo ao longo da Laguna dos Patos, quanto aos parâmetros constantes das normativas nacionais (Resolução CONAMA 454/2012), a fim de identificar as zonas de fragilidade ambiental associadas à disponibilização desses sedimentos na água e consequentes impactos sobre a biota.

### 3.3- Meio Socioeconômico

As interações socioambientais e os usos difusos da Laguna dos Patos compreendem um tema do qual derivam diversos estudos fundamentais para o conhecimento adequado quanto aos impactos ambientais que os Parques Eólicos *near shore* podem ocasionar.

Os conflitos são inerentes à disputa de interesses entre os grupos sociais ocupantes, em seus diferentes modos de apropriação, uso e significado do território. No caso da Laguna dos Patos, diferentes grupos e seus usos difusos já são ocorrentes e consolidados, de maneira que o ingresso de um novo sujeito configura-se como uma novidade a ser avaliada, na continuidade e no equilíbrio das formas e relações existentes. Esta situação demonstra uma tendência à ocorrência de conflitos socioambientais com o ingresso de um novo ator no sistema Lagunar.

Nas etapas de implementação, operação e descomissionamento, diversos efeitos negativos potenciais podem ocorrer, decorrentes das operações necessárias a cada etapa como transporte das estruturas das torres, instalação e montagem das fundações e estruturas, entre outras. Os efeitos negativos podem ocasionar alteração nas rotas de navegação, restrição nas áreas de pesca e lazer, alterações no ecossistema subaquático, alteração na paisagem, entre outros.

Comunidades tradicionais brasileiras e de outras partes do mundo, que vivem ou

trabalham perto de parques eólicos ou de áreas declaradas como zonas de interesse para futuras instalações de parques, têm denunciado os impactos, conflitos e injustiças ambientais reais e potenciais advindas da presença desses empreendimentos (ARAÚJO *et al.*, 2020; ARTICULAÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA *et al.*, 2012; BARROS; MEDEIROS; GOMES, 2021; CONSELHO PASTORAL DOS PESCADORES REGIONAL CEARÁ/PIAUÍ, 2021; TOMÁZ; SANTOS, 2016).

### **3.3.1- Estudos técnicos**

- tipificação de todos os usuários, das comunidades tradicionais que têm sua subsistência vinculada ao corpo hídrico em questão, especialmente aquelas que desenvolvem práticas culturais tradicionais como atividades de navegação e pesca artesanal, bem como dos demais usuários a serem identificados em pesquisa (senso) social anual;

- identificação e mapeamento dos territórios de usos diversos, incluindo atividade de pesca, recreação e lazer, navegação, áreas de segurança da navegação e de espaço aéreo e demais atividades. Relacionar as áreas de usos diversos com o empreendimento a fim de identificar os potenciais conflitos;

- identificação e caracterização da dinâmica socioeconômica dos territórios dos usos diversos;

- mapeamento das aglomerações populacionais (edificações de permanência prolongada) em um raio de pelos 500 m na margem da Laguna;

- identificação, caracterização e mapeamento das áreas de relevância sociocultural, incluindo seus geossítios e sítios da geodiversidade associados; e

- inventário das principais entidades representativas dos setores potencialmente impactados, como os pescadores, grupos que desenvolvem atividades de turismo de lazer e navegação além das associações das comunidades situadas na faixa de 500 m da Laguna para o posterior estabelecimento das áreas de exclusão por meio de fóruns de discussão com a participação social.

### **3.4- Alternativas tecnológicas**

A operação de um sistema de geração de energia *near shore*, em similaridade ao



*offshore*, necessita de uma rede complexa de infraestrutura capaz de dar o suporte adequado às distintas fases do empreendimento, desta forma, a definição de uma logística adequada adaptada às condições do será de vital importância.

Na implantação de um parque eólico *near shore* na Laguna dos Patos será fundamental a análise, por exemplo, da situação de infraestrutura portuária para o suporte das fases de construção, montagem e transporte. O conhecimento da infraestrutura disponível como portos, atracadouros, hidrovias, rodovias e linhas de transmissão, será essencial para a identificação dos esforços de adaptação dessas estruturas a fim de adequá-las para as atividades de instalação, operação e manutenção do empreendimento.

#### **3.4.1- Estudos técnicos**

- **panorama da infraestrutura disponível para implantação do empreendimento na Laguna dos Patos, incluindo os portos e atracadouros, as rodovias, hidrovias e ferrovias, além do sistema de transmissão instalado;**

- **o estado da arte para parque eólico *near shore*, em relação às alternativas tecnológicas como potência e tamanho dos equipamentos, materiais, tipologia de turbinas e fundações, sistema de cabeamento subaquático, subestações, dentre outras.**

#### **4- Considerações e recomendações finais**

Ao propor a utilização dos espaços Lagunares para implantação de qualquer atividade humana, há de se considerar que a conservação da biota da Laguna dos Patos e ambientes associados dependerá da localização e caracterização dos ambientes quanto à produção primária (cadeia trófica) com destaque para a importância dos invertebrados nessa dinâmica trófica.

O ingresso de um novo elemento configura-se como uma novidade a ser avaliada, na continuidade e no equilíbrio das formas e relações existentes, evidenciando que as inter-relações presentes denotam uma maior relevância nos estudos técnicos necessários a fim de possibilitar a adequada amplitude de informação para construção de um Zoneamento Ambiental.

Considerando a Laguna dos Patos, região foco da implantação dos empreendimentos, como um ambiente ímpar e singular, que detém características naturais únicas, onde diferentes grupos e seus usos difusos já são ocorrentes e consolidados, entendemos que, adicionalmente aos



estudos técnicos relacionados aos contextos já descritos, sejam considerados os aspectos que seguem:

- as informações apresentadas neste documento não esgotam o assunto, de tal forma que outros estudos técnicos específicos e pertinentes podem ser necessários;
- se faz necessária a efetiva participação da FEPAM, órgão público responsável pelo licenciamento ambiental no Estado/RS, nos processos e fases dos estudos ambientais propostos neste documento, seja em caso de execução própria ou não, para que os produtos esperados atinjam a devida qualidade, garantindo confiabilidade, acurácia e eficácia dos resultados avaliados, da mesma forma como tem ocorrido em outras avaliações semelhantes;
- os mapeamentos devem ser em escala adequada ao aspecto ambiental e impacto potencial;
- os estudos a serem realizados devem analisar a Laguna dos Patos e seus ambientes associados, em seu conjunto e não de forma fracionada;
- este documento aponta os estudos técnicos com as compilações necessárias para subsidiar o zoneamento, semelhante aos demais zoneamentos ambientais;
- a análise integrada dos dados e mapas provenientes dos estudos técnicos irá gerar o mapa de zoneamento ambiental aplicado, em conjunto deverão ser estabelecidas, a partir da integração dos diagnósticos e relatórios técnicos, as diretrizes ambientais com enfoque nas aptidões e restrições de cada zona. Esta fase deverá ficar a cargo da SEMA e FEPAM;
- o documento técnico *“Considerações preliminares sobre impactos potenciais de parques eólicos offshore na avifauna, ictiofauna e malacofauna da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, RS, com indicação de lacunas de informação e recomendações como subsídio ao planejamento”* da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA, 2022) é complementar às informações apresentadas nesta Informação Técnica; e
- a Informação Técnica DIGEN/FEPAM nº 148/2022 é complementar às informações contidas nesta Informação Técnica.

## 5- Referências



<https://www.machadomeyer.com.br/pt/inteligencia-juridica/publicacoes-ij/ambiental/os-desafios-da-instalacao-de-eolicas-offshore-no-brasil>.

ASMUS, M. L. 1998. A planície costeira e a Lagoa dos Patos. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P, Eds. Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil.

Rio Grande, Editora Ecoscientia. p.7-12.

BAILEY, H.; BROOKES, K. L. & THOMPSON, P. M. 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquatic Biosystems* 10: 1-13.

BENCKE G. A., MAURÍCIO, G. N., DEVELEY, P. F. & GOERCK, J. M. 2006a. Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil. 494 pp.

BENNUN, L.; VAN BOCHOVE, J.; Ng, C.; FLETCHER, C.; WILSON, D.; PHAIR, N. & CARBONE, G. 2021. Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy. 229p.

BERTACO, V. A.; FERRER J.; CARVALHO, F. R. & MALABARBA, L. M. 2016. Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America - a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity. *Zootaxa* 4138(3):401-440.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Termo de Referência para Complexos Eólicos Marítimos (Offshore). Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria nº 463 de 18 de dezembro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2018.

CARVALHO, A. B. P. & OZORIO, C. P. 2007. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais* 1(2):83- 95.

DARRIGRAN, G.; MARTIN, S. M.; GULLO, B. & ARMENDARIZ, L. 1998. Macroinvertebrate associated with *Limnoperma fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Rio de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia* 367: 223-230.





DIEGUES, A.C. Pescadores, Camponeses e Trabalhadores do Mar. São Paulo/SP: Editora Atica, 292p., 1983.

DRÜGG-HAHN, S.; LOPES-PITONI, V. L.; CUNHA, F. de B. & CARVALHO, A. P. 2007. Moluscos límnicos. p.252-260. In: Becker, F. G.; Ramos, R. A. & Moura, L. de A. (Orgs) Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 388 p. (Série Biodiversidade, 25).

EEA. 1999. Environment in the European Union at the turn of the century. Page 14. Environmental assessment report N° 2.

EXO, K.-M., HÜPPOP, O. & GARTHE, S. 2003. Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. Wader Study Group Bull. 100:50-53.

FARR, H.; RUTTENBERG, B.; WALTER, R. K.; WANG, YI-HUI & WHITE, C. 2021. Potential environmental effects of deepwater floating offshore wind energy facilities. Ocean and Coastal Management 207: 1-16.

FISCHER, L. G; PEREIRA, L. E. D. & VIEIRA, J. P. 2011. Peixes estuarinos e costeiros - 2. ed. Rio Grande. 130p.

FONTOURA, N. F.; SCHULZ, U. H.; ALVES, T. P.; SILVEIRA, T. C. L.; PEREIRA, J. J. & ANTONETTI, D. A. How Far Upstream: A Review of Estuary-Fresh Water Fish Movements in a Large Neotropical Basin. Frontiers in Marine Science 6: 1-12.

FURG. 2022. Subsídios ao Fórum da Lagoa dos Patos e ao Fórum Delta do Jacuí, por meio de parecer técnico, para fins de manifestação acerca da audiência pública, precedida de consulta pública. Observatório dos Conflitos Urbanos e Socioambientais do Extremos Sul do Brasil, Laboratório Interdisciplinar MARÉSS. Diversos autores. Disponível em: <https://maress.furg.br/124-e-publicado-parecer-tecnico-sobre-o-projeto-das-eolicas-na-lagoa-dos-patos>.

GAMA, A. M. da S. 2004. Distribuição e abundância dos moluscos bentônicos da lagoa do Araçá-RS, em função de parâmetros ambientais. PUC-RS, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado. 35p.

GILL, A.B. 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. Journal of Applied Ecology, v.42, 605-615. Disponível em:



<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2664.2005.01060.x>. Acesso em: 27 jun. 2022.

HARWOOD, A. J. P. & PERROW, M. R. 2019. Mitigation for birds with implications for bats. In: Perrow. M. R. (ed.) Wildlife and wind farms, Conflicts and solutions. Volume 4 Offshore: Monitoring and mitigation. Pelagic Publishing, Exeter, UK.

HERNANDEZ C., O. M.; SHADMAN, M.; AMIRI, M. M.; Silva, C.; ESTEFEN, S. F. & ROVERE, E. L. 2021. Environmental impacts of offshore wind installation, operation and maintenance, and decommissioning activities: A case study of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 144:110994.

JUNK, W. J.; SOARES, M.G. M. & BAYLEY, P. B. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquat. Ecosyst. Health. Manag.* 10:153–173.

KALIKOSKI, D. C.; VASCONCELLOS, M. Estudo das condições técnicas, econômicas e ambientais da pesca de pequena escala no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil: uma metodologia de avaliação. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1075*. Rome, FAO. 200pp., 2013.

LANZER, R. 2005. Lagoas costeiras: patrimônio ambiental do Rio Grande do Sul. *Cadernos do LEPAARQ* 2(3): 103-110.

LANZER, R. M. 2001. Distribuição, Fatores Históricos e Dispersão de Moluscos Límnicos em Lagoas do Sul do Brasil. *Biociências* 9(2): 63-84.

LANZER, R. M. & SCHÄFER, A. 1984. Padrões de distribuição de moluscos dulceaquícolas nas lagoas costeiras do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 45(4): 535-545.

LANZER, R. M. & SCHÄFER, A. 1987. Moluscos dulceaquícolas como indicadores de condições tróficas em lagoas costeiras do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 47(1/2): 47-56.

LANZER, R. M. & SCHÄFER, A. 1988. Fatores determinantes da distribuição de moluscos dulceaquícolas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *Acta Limnologia Brasiliense* 2: 649-675.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P. dos S.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C. T. & CARDOSO, F. R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna*





fortunei (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (1): 75-84.

MARTENS, E. von. 1880. Conchylien aus den sogenannten Muschelbergen Südbrasilien. Sitzung vom Gesellschaft naturforschender Freunde 1880: 123-126.

MILHEIRA, R. G.; GARCIA, A. M.; RIBEIRO, B. L. R.; ULGUIM, P. F.; SILVEIRA, C. S. da & SANHUDO, M. da S. 2016. Arqueologia dos Cerritos na Laguna dos Patos, Sul do Brasil: uma síntese da ocupação regional. *Cadernos do CEON* 29(45): 33-63.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Termo de Referência – Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA. Tipologia: COMPLEXOS EÓLICOS MARÍNHOS (*OFFSHORE*), 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Áreas prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para Biodiversidade. Portaria nº 463 de 18 de dezembro de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Caderno da região hidrográfica Atlântico Sul. Brasília: MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006.

PEREIRA, D.; ARRUDA, J. O.; MENEGAT, R.; Porto, M. L.; SCHWARZBOLD, A. & HARTZ, S. M. 2011. Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. *Biotemas* 24 (1): 21-36.

PINOTTI, R. M. 2010. Variabilidade espaço-temporal da macrofauna bentônica no infralitoral do estuário da Lagoa dos Patos e na região marinha adjacente, extremo sul do Brasil. FURG, Rio Grande, Dissertação de Mestrado. 140p.

ROSA, L. C. & BEMVENUTI, C. E. 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 1 – 9.

RUDZEWICZ, Laura. *Paisagens lacustres e práticas turísticas: “com os pés na água” ou “de costas para a água”?* O caso da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre: IGEO/UFRGS. 2018 [Tese]. Disponível em:



<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/183155/001077606.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANTOS, C. L. T. dos & BEMVENUTI, C. E. 2012. Colonização de organismos incrustantes sésseis e perfurantes em substrato artificial na região estuarina da Lagoa dos Patos, sob a influência do fenômeno El Niño. *Tropical Oceanography* 40(1): 104-118.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA (SEMA). 2022. Considerações preliminares sobre impactos potenciais de parques eólicos offshore na avifauna, ictiofauna e malacofauna da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, RS, com indicação de lacunas de informação e recomendações como subsídio ao planejamento. 25p.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMA). 2014. Plano de Manejo do Parque Estadual Delta do Jacuí – Encarte II: Análise da UC. 146p.

SCHUSTER, E.; BULLING, L. & KÖPPEL, J. 2015. Consolidating the state of knowledge: A synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environmental Management* 56:300-331.

TOLDO Jr, Elírio. *Morfodinâmica da Laguna dos patos, Rio Grande do Sul*. Pesquisas em Geociências, v. 18, n. 1, p. 58-63, 1991. Disponível em: [seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21362/12329](http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21362/12329).

TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R. & VILLWOCK, J. A. 2000. Late Quaternary Geological History of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 30(3):470-472.

TUCCI, C.E.M., MENDES, C.A. 2006. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. 302 p.

VIEIRA, J. P. & SCALABRIN, C., 1991, Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus* Gunter, 1980) no sul do Brasil. *Atlântica* 13(1):131-141.

VIEIRA, J. P.; CASTELLO, J. P. & Le, P. 1998, O ambiente e a biota do estuário da Lagoa dos Patos – Ictiofauna. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande, *Ecoscientia*. p.60-67.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; ROSA-BARBOSA, R. de; GUADAGNIN, D. L.; MOSTARDEIRO, C. C. & PEDROSO, A. P. da S. 2007. Macroinvertebrados bentônicos. p.144-154. In: Becker, F. G.;





Ramos, R. A. & Moura, L. DE A. (Orgs). Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 388 p. (Série Biodiversidade, 25).

WAECHTER, J. L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Bot. 33:49-68.

WIDHOLZER, F. 1986. Banhados do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Riocell S. A. 40p.

## **6- Equipe técnica**

Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA:

- Glayson Ariel Bencke – Analista Biólogo / DPMCC/DBIO;
- Marco Aurelio Azevedo – Analista Biólogo / DPMCC/DBIO;

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM:

- Leandro Hellebrandt Krüger - Analista Eng. Agrônomo / DIPLAN/DQA (coordenador);
- João Carlos Pradella Dotto – Analista Biólogo / DIPLAN/DQA;
- Raquel Pretto – Analista Eng.<sup>a</sup> Florestal / DIPLAN/DQA
- Rossana Vicente Goulart – Analista Geóloga / DIMAM/DQA;
- Neila Maria Dambros – Analista Eng.<sup>a</sup> Ambiental / DIGEN/DECONT;
- Paula Rodrigues Tavares – Analista Bióloga / DIGEN/DECONT;
- Manoel Eduardo de Miranda Marcos – Analista Arquiteto / DIGEN/DECONT;
- Tanice Cristina Kormann – Analista Geógrafa / SIGEO/DEPRES.



QUADRO RESUMO		
Estudos técnicos para Zoneamento Ambiental da Laguna dos Patos/RS para geração de energia eólica <i>near shore</i>		
Contextos	Estudos ambientais	
Biótico	Avifauna e quirópteros	<p>Monitoramento e mapeamento por radar das trajetórias de voo de aves e quirópteros ao longo de, pelo menos, um ciclo anual completo, contemplando prioritariamente os seguintes grupos: 1) anatídeos (sobretudo cisnes e espécies migratórias de marrecas); 2) o mergulhão-grande <i>Podiceps major</i>; 3) aves aquáticas sociais, como biguás, garças, colhereiros, íbises etc; 4) batuíras e maçaricos limícolas migratórios que utilizam rotas continentais de migração, e 5) gaivotas e trinta-réis que formam ninhais em banhados e restingas arenosas marginais. Objetiva construir o perfil de intensidade de uso sazonal do espaço aéreo da Laguna dos Patos.</p> <p>Sistematização dos dados de rastreamento de aves por telemetria, disponíveis em artigos científicos e relatórios de monitoramento de fauna no entorno da Laguna dos Patos, e ampliação do uso da tecnologia em estudos de migração.</p> <p>Identificação e mapeamento dos sítios e áreas-chave para a avifauna na Laguna e ambientes marginais associados.</p>
	Ictiofauna	<p>Identificação dos ambientes preferenciais das espécies suscetíveis aos impactos da atividade proposta, com destaque às bentônicas ou que utilizam sedimentos, às espécies ameaçadas, migradoras, raras, endêmicas, de distribuição restrita e de importância econômica.</p> <p>Mapeamento dos ambientes de interesse ecológico utilizados pela ictiofauna, incluindo rotas migratórias e ambientes associados como: sacos, remansos, enseadas, fozes de rios e arroios planícies de inundação, banhados marginais, margens vegetadas e outras áreas de uso pelas comunidades aquáticas.</p> <p>Mapeamento de áreas úmidas temporárias que abrigam espécies de peixes-anuais e investigação sobre as interações hidrológicas destas com os ambientes Lagunares alvos dos empreendimentos eólicos.</p>
	Organismos planctônicos macroinvertebrado	<p>Localização e caracterização dos habitats, lóticos e lênticos, importantes para os ciclos de vida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos e epifíticos na Laguna e ambientes associados como sacos, remansos, enseadas, margens vegetadas, planícies alagáveis, banhados marginais, fozes de rios e arroios e outras áreas de uso do grupo.</p> <p>Identificação e caracterização das áreas importantes de produção primária, associadas aos ciclos de vida dos organismos planctônicos e dos macroinvertebrados na cadeia trófica, e sua relação com os recursos pesqueiros explorados atualmente.</p> <p>Identificação das áreas de alta sensibilidade para a biodiversidade e para manutenção dos serviços ecossistêmicos na área da Laguna e ambientes marginais associados.</p> <p>Localização das áreas de maior ocorrência de espécies invasoras, com prognóstico sobre a localização de novas áreas passíveis de ocupação pela expansão destas espécies.</p>

continua...



...continuação

<p>Abiótico</p>	<p>Qualidade da água e sedimentos, dinâmica hidrossedimentar, sistemas sedimentares, dentre outros.</p>	<p>Mapeamento dos sistemas sedimentares ao longo da linha de costa, incluindo áreas emersas e submersas, a fim de identificar e caracterizar os ambientes sedimentares existentes, sua extensão, bem como os fatores determinantes de sua dinâmica hídrica e sedimentar (ventos, fluxos hídricos fluviais, Lagunares ou marinhos) e seu comportamento sazonal. O mapeamento deverá compreender, no mínimo, a delimitação espacial dos ambientes sedimentares e descrição detalhada dos aspectos geológicos e geomorfológicos dos mesmos. Ressalta-se que os dados obtidos nesse mapeamento serão empregados no modelamento hidrossedimentológico da Laguna, o qual deverá abranger as descargas provenientes de todos os afluentes ao longo das suas margens. Esse estudo atende ao aspecto ambiental relacionado à geomorfologia da totalidade dos elementos que compõem os sistemas sedimentares associados à Laguna.</p> <p>(subitem) Mapeamento dos afluentes, efluentes e demais corpos d'água associados à Laguna dos Patos, com medição dos parâmetros hidrodinâmicos e hidrossedimentares, como extensão e largura do corpo d'água, espessura da lâmina d'água, superfície batimétrica, vazão e descarga de sedimentos, incluindo seu comportamento sazonal.</p>
		<p>Modelamento hidrossedimentológico e hidrossedimentométrico da Laguna dos Patos, águas interiores e margens, a fim de compreender a integralidade do fluxo hídrico e de sedimentos ao longo da Laguna, e suas alterações sazonais. O comportamento hidrodinâmico e sedimentar é responsável pela existência e manutenção de feições geomorfológicas como enseadas, onde se formam ambientes sedimentares, como praias, áreas úmidas ou alagadas, aos quais estão associados habitats e ambientes de alimentação e/ou nidificação, dentre outros. Por meio do modelo hidrossedimentológico e hidrossedimentométrico, o qual deverá ser validado, será possível verificar quali e quantitativamente as alterações de fluxos hídricos e de sedimentos provocadas pela instalação do empreendimento, bem como identificar as alterações geomorfológicas no leito e nas margens da Laguna, bem como nos corpos d'água a ela associados, provocadas pelas alterações dos fluxos. Os modelos gerados deverão apresentar cenários que, considerem as dinâmicas sazonais, o regime de ventos e de ondas, as previsões de alterações no regime hídrico e demais fatores afetados pelas mudanças climáticas, considerando aqui os cenários de mudanças mais severas disponíveis.</p>
		<p>Mapeamento da qualidade da água ao longo da Laguna dos Patos, quanto aos parâmetros pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos, matéria orgânica, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e turbidez considerando suas alterações sazonais, a fim de identificar as áreas que já apresentam qualidade desfavorável à manutenção da flora e da fauna, de tal forma que uma perturbação da qualidade provocada pelas atividades relacionadas às fases de instalação e operação, venha a provocar perda de habitats ou condição de risco às espécies.</p>
		<p>Mapeamento da qualidade dos sedimentos de fundo ao longo da Laguna dos Patos, quanto aos parâmetros constantes das normativas nacionais (Resolução CONAMA 454/2012), a fim de identificar as zonas de fragilidade ambiental associadas à disponibilização desses sedimentos na água e consequentes impactos sobre a biota.</p>

continua...



...continuação

Socioeconômico	Comunidades tradicionais, pesca, turismo, navegação, lazer, geossítios, dentre outros.	Tipificação de todos os usuários, das comunidades tradicionais que têm sua subsistência vinculada ao corpo hídrico em questão, especialmente aquelas que desenvolvem práticas culturais tradicionais como atividades de navegação e pesca artesanal, bem como dos demais usuários a serem identificados em pesquisa (senso) social anual.
		Identificação e mapeamento dos territórios de usos diversos, incluindo atividade de pesca, recreação e lazer, navegação, áreas de segurança da navegação e de espaço aéreo e demais atividades. Relacionar as áreas de usos diversos com o empreendimento a fim de identificar os potenciais conflitos.
		Identificação e caracterização da dinâmica socioeconômica dos territórios dos usos diversos.
		Mapeamento das aglomerações populacionais (edificações de permanência prolongada) em um raio de pelos 500 m na margem da Laguna.
		Identificação, caracterização e mapeamento das áreas de relevância sociocultural, incluindo seus geossítios e sítios da geodiversidade associados.
		Inventário das principais entidades representativas dos setores potencialmente impactados, como os pescadores, grupos que desenvolvem atividades de turismo de lazer e navegação além das associações das comunidades situadas na faixa de 500 m da Laguna para o posterior estabelecimento das áreas de exclusão por meio de fóruns de discussão com a participação social.
Alternativas tecnológicas		Panorama da infraestrutura disponível para implantação do empreendimento na Laguna dos Patos, incluindo os portos e atracadouros, as rodovias, hidrovias e ferrovias, além do sistema de transmissão instalado.
		O estado da arte para parque eólico <i>near shore</i> , em relação às alternativas tecnológicas como potência e tamanho dos equipamentos, materiais, tipologia de turbinas e fundações, sistema de cabeamento subaquático, subestações, dentre outras.

