

**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade UnB Gama - FGA**  
**Curso Engenharia de Energia**

**Estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica  
offshore no Brasil utilizando as ferramentas de gestão e  
análise de risco**

**Autora: Iara Aparecida Martins Reinaldo**

**Orientadora: Profa. Dra. Paula Meyer Soares**

**Brasília – DF**

**2022**



Iara Aparecida Martins Reinaldo

**Estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica *offshore* no Brasil  
utilizando as ferramentas de gestão e análise de risco**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Meyer Soares

**Brasília – DF**

**2022**

Iara Aparecida Martins Reinaldo

**Estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica offshore no Brasil  
utilizando as ferramentas de gestão e análise de risco**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Meyer Soares

---

**Profa. Dra.: Paula Meyer Soares, Unb/FGA**  
Orientadora

---

**Prof. Dr.: Fernando Paiva Scardua, Unb/FGA**  
Membro convidado

---

**Dra. Lívia Raggi, ANEEL**  
Membro convidado

Brasília – DF

2022

Dedico este trabalho especialmente à minha mãe, Maria Lúcia, por sua força e garra que sempre me inspiraram.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus pelo dom da vida, à minha família e amigos.

À minha orientadora, Professora Paula Meyer.

Gratidão a todos que passaram por minha trajetória até aqui e me fizeram perceber que a encarnação na Terra, em que pese ser um grande desafio, é também uma enorme benção e uma grande oportunidade de evolução.

## Resumo

Em uma sociedade moderna, tudo precisa de energia, assim como o fornecimento desta com qualidade e universalidade. O acesso à energia elétrica proporciona desenvolvimento econômico e estrutural do país; além de bem-estar, conforto e dignidade a sua população. Nesse contexto, o mundo está despertando para mudanças de paradigmas para o setor energético, inserindo dentro de suas cadeias energéticas fontes renováveis. Investimentos em fontes eólica-solar, biomassa, biocombustíveis, hidrogênio verde é uma tendência do mundo atualmente. O Brasil por já possuir a fonte eólica *onshore* como sua segunda maior fonte de eletricidade e ser um *player* de destaque na exploração de óleo e gás em alto mar torna-se um forte candidato no mercado ascendente de eólicas *offshore*. Em 2022 foi promulgado o Decreto nº 10.946/2022, sobre a cessão de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais para geração elétrica *offshore*. Em seguida foi aprovado no Senado Federal o Projeto de 576/2021, que disciplina a outorga de autorização para aproveitamento de potencial energético *offshore*, e se encontra em tramitação na Câmara de Deputados para votação. O objetivo do trabalho é realizar um estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica *offshore* no Brasil utilizando as ferramentas de Design Thinking, Matriz SWOT, Matriz GUT, Análise Multicritério, AHP e Matriz de Prioridades e Impactos. A metodologia utilizada baseou-se em uma densa busca por referencial bibliográfico e institucional nacional e internacional relacionadas com a área de eólicas *offshore*. Para a realização da avaliação de impacto regulatório utilizou-se o guia AIR da Casa Civil de 2018 em que foi identificado o problema regulatório o elevado custo da energia. Para tanto foram desenvolvidas 4 alternativas que visassem a resolução do problema regulatório. Após análise criteriosa a alternativa que melhor, optou-se pela alternativa que buscasse a implementação de políticas que incentivassem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país. Assim, sendo a configuração final de soluções para a alternativa escolhida foi descrita no trabalho de modo a aumentar as possibilidades de diminuição dos custos da energia eólica no Brasil. Ademais foi realizada a correlação entre as alternativas e o projeto de lei que tramita visando perceber a coerência da norma com o

objetivo que pretende alcançar. E foi percebido que o texto em muitos aspectos ajudará a evolução dessa fonte no país.

**Palavras-chave:** Eólica *offshore*. Eólica *onshore*. Marco legal. AIR. Design Thinking. Matriz SWOT. Matriz GUT. Análise Multicritério. AHP. Matriz de Probabilidade e Impacto.

## **Abstract**

In a modern society, everything needs energy, as well as its supply with quality and universality. Access to electric energy provides the country's economic and structural development; in addition to the well-being, comfort and dignity of its population. In this context, the world is waking up to paradigm shifts for the energy sector, inserting renewable sources within its energy chains. Investments in wind-solar sources, biomass, biofuels, green hydrogen are a trend in the world today. Because Brazil already has onshore wind power as its second largest source of electricity and is a prominent player in offshore oil and gas exploration, it becomes a strong candidate in the rising market for offshore wind power. In 2022, Decree nº 10.946/2022 was enacted, on the assignment of physical spaces and the use of natural resources for offshore electricity generation. The Project nº 576/2021 was then approved in the Federal Senate, which regulates the granting of authorization for the use of offshore energy potential, and is currently being processed in the Chamber of Deputies for voting. The objective of the work is to carry out a regulatory study applied to the offshore wind energy segment in Brazil using the Design Thinking, SWOT Matrix, GUT Matrix, Multicriteria Analysis, AHP and Priority and Impact Matrix tools. The methodology used was based on a dense search for national and international bibliographic and institutional references related to the area of offshore wind. To carry out the regulatory impact assessment, the AIR guide of the Civil House of 2018 was used, in which the regulatory problem, the high cost of energy, was identified. To this end, 4 alternatives were developed that aimed at solving the regulatory problem. After a careful analysis of the best alternative, we opted for the alternative that sought the implementation of policies that would encourage companies in the sector to develop and install themselves in the country. Thus, the final configuration of solutions for the chosen alternative was described in the work in order to increase the possibilities of reducing the costs of wind energy in Brazil. In addition, the correlation between the alternatives and the bill that is being processed was carried out in order to perceive the coherence of the norm with the objective it intends to achieve. And it was noticed that the text in many ways will help the evolution of this font in the country.



**Keywords:** Offshore wind. Onshore wind. Legal framework. AIR. Design Thinking. SWOT matrix. GUT Matrix. Multicriteria Analysis. AHP. Matrix Probability and Impact.

## Lista de Ilustrações

<b>Figura 1:</b> Regulação por taxa de retorno .....	25
<b>Figura 2:</b> Regulação por preço-teto (price cap) .....	26
<b>Figura 3:</b> Componente de preço eficiente .....	26
<b>Figura 4:</b> Construção Hierarquia de decisão. ....	34
<b>Figura 5:</b> Matriz SWOT .....	36
<b>Figura 6:</b> Modelo de Matriz GUT .....	37
<b>Figura 7:</b> Matriz de riscos PARA AMEAÇAS E OPORTUNIDADES .....	38
<b>Figura 8:</b> Principais componentes que constituem turbinas eólicas de eixo horizontal .	40
<b>Figura 9:</b> Estrutura básica e completa de um aerogerador de eixo horizontal. ....	41
<b>Figura 10:</b> Evolução do tamanho e potência dos aerogeradores .....	42
<b>Figura 11:</b> Diferentes tipos de fundações para turbinas eólicas offshore .....	45
<b>Figura 12:</b> Complexos Eólicos Offshore – Projetos com Processos de Licenciamento Ambiental Abertos no IBAMA .....	48
<b>Figura 13:</b> Base da transição energética .....	53
<b>Figura 14:</b> Brasil e o mundo .....	55
<b>Figura 15:</b> Evolução da Capacidade Instalada no SIN agosto 2022/ dez 2026.....	57
<b>Figura 16:</b> Diagrama do problema regulatório: causas e consequências.....	64
<b>Figura 17:</b> Resumo das considerações de custos para as tecnologias do MDI .....	65
<b>Figura 18:</b> Divisão típica de custos durante o ciclo de vida de um projeto eólico.....	67
<b>Figura 19:</b> Projeção de reduções nos custos totais instalados para a fonte eólica offshore, 2015 – 2025 .....	68
<b>Figura 20:</b> Fluxograma –Tipos de cessão .....	77
<b>Figura 21:</b> Diagrama de objetivos específicos, geral e resultados esperados.....	91
<b>Figura 22:</b> Projetos de energia eólica offshore no Mar do Norte alemão .....	93
<b>Figura 23:</b> Fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas offshore na Alemanha .....	94
<b>Figura 24:</b> Localização dos projetos eólicos offshore na área marinha da Bélgica .....	97
<b>Figura 25:</b> Localização dos projetos eólicos offshore na área marinha da Dinamarca	101
<b>Figura 26:</b> Fluxo de etapas decisórias necessárias para procedimento concursal dinamarquês.....	103

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Escala de comparação de critérios .....	35
<b>Tabela 2:</b> Preço Médio por Fonte (R\$/MWh) .....	44
<b>Tabela 3:</b> Comparação entre as características técnicas, econômicas e espaciais entre eólica offshore e onshore .....	60
<b>Tabela 4:</b> Matriz SWOT para identificação do problema regulatório.....	61
<b>Tabela 5:</b> Matriz GUT de prioridade.....	63
<b>Tabela 6:</b> Matriz de comparação de critérios do segundo nível.....	69
<b>Tabela 7:</b> Matriz de comparação normalizada .....	69
<b>Tabela 8:</b> Matriz-A AHP. ....	70
<b>Tabela 9:</b> AHP normalizada e cálculo dos pesos.....	70
<b>Tabela 10:</b> Matriz prioridades de investimento .....	71
<b>Tabela 11:</b> Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n.....	73
<b>Tabela 12:</b> Critérios de avaliativos de probabilidade .....	109
<b>Tabela 13:</b> Critérios avaliativos para impacto .....	109
<b>Tabela 14:</b> Matriz de riscos aplicada para as alternativas 1,2,3 e 4 .....	110

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1:</b> Evolução da demanda de licenciamento - abril/2022 .....	48
<b>Gráfico 2:</b> Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO <sub>2</sub> e) ....	49
<b>Gráfico 3:</b> Emissões de GEE por atividade econômica no Mundo e no Brasil .....	49
<b>Gráfico 4:</b> Geração de Eletricidade por Fonte (1970 – 2020).....	50
<b>Gráfico 5:</b> Emissões brasileiras por setor, antes e depois da PNMC .....	51
<b>Gráfico 6:</b> Evolução da composição da capacidade instalada total por fonte .....	52
<b>Gráfico 7:</b> Compromissos Financeiros Renováveis.....	54
<b>Gráfico 8:</b> Compromissos Financeiros Eólicas .....	54
<b>Gráfico 9:</b> Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas por mês (Toneladas) .....	56
<b>Gráfico 10:</b> Evolução da Capacidade Instalada por MW eólica onshore.....	56

## Lista de Quadros

<b>Quadro 1:</b> Relação entre tipo de competição e tipos de regulação .....	24
<b>Quadro 2:</b> Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento eólico offshore alemão .....	93
<b>Quadro 3:</b> Autorizações e licenças necessárias para eólicas offshore na Alemanha....	94
<b>Quadro 4:</b> Principais impactos dos parques eólicos offshore na Alemanha.....	95
<b>Quadro 5:</b> Principais medidas de mitigação dos parques eólicos offshore na Alemanha. ....	96
<b>Quadro 6:</b> Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento eólico offshore belga .....	97
<b>Quadro 7:</b> Autorizações e licenças necessárias para eólicas offshore na Bélgica. ....	98
<b>Quadro 8:</b> Fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas offshore na Bélgica .....	98
<b>Quadro 9:</b> Principais impactos ambientais dos parques eólicos offshore belga .....	99
<b>Quadro 10:</b> Principais medidas de mitigação dos parques eólicos offshore na Bélgica. ....	100
<b>Quadro 11:</b> Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento offshore na Dinamarca.....	102
<b>Quadro 12:</b> Autorizações e licenças necessárias para usinas eólicas offshore na Dinamarca.....	102
<b>Quadro 13:</b> Principais impactos ambientais eólicos offshore na Dinamarca .....	103
<b>Quadro 14:</b> Principais medidas de mitigação de alguns parques eólicos offshore na Dinamarca.....	104

## Lista de Siglas

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABEEÓLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis
CCEE	Câmara de Comercialização da Energia Elétrica
CDE	Conta de Desenvolvimento Energética
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CL	Consumidor Livre
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
DIP	Declaração de Interferência Prévia
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S/A
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEE	Gases do Efeito Estufa
GN	Gás Natural
GNL	Gás Natural Liquefeito
GWEC	Global Wind Energy Council
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMbio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviço
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IRENA	Agência Internacional de Energia Renovável
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Medida Provisória

NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
ONS	Operador Nacional do Sistema
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Produtor Independente de Energia
PIS	Programa de Integração Social
PNE	Plano Nacional de Energia
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RTE	Recomposição Tarifária Extraordinária
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional
TUSD	Tarifas de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição
TUST	Tarifas De Uso Dos Sistemas Elétricos De Transmissão
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHE	Usinas hidrelétricas
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>Objetivo Geral</b> .....	18
<b>Objetivos Específicos</b> .....	19
<b>Metodologia</b> .....	19
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	21
<b>1 REGULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO</b> .....	21
<b>1.1 Regulação</b> .....	21
<b>1.2 Análise de Impacto Regulatório (AIR)</b> .....	29
<b>1.2.1 Ferramentas do AIR</b> .....	33
<b>2 ENERGIA EÓLICA OFFSHORE NO BRASIL E NO MUNDO</b> .....	39
<b>2.1 Eólica</b> .....	39
<b>2.2 Eólica onshore no Brasil</b> .....	42
<b>2.3 Eólicas offshore mundo</b> .....	44
<b>2.4 Eólica Offshore no Brasil</b> .....	46
<b>2.5 Importância da Energia eólica no combate às mudanças climáticas</b> .....	48
<b>3.1 Sumário executivo</b> .....	58
<b>3.2 Problema regulatório</b> .....	60
<b>3.3 Atores ou grupos afetados</b> .....	74
<b>3.4 Base legal</b> .....	74
<b>3.5 Objetivos</b> .....	90
<b>3.6 Experiência Internacional</b> .....	92
<b>3.6.1 Alemanha</b> .....	92
<b>3.6.2 Bélgica</b> .....	96
<b>3.6.3 Dinamarca</b> .....	101



<b>3.7 Alternativas.....</b>	<b>104</b>
<b>3.7.1 Impactos das Alternativas .....</b>	<b>107</b>
<b>3.7.2 Metodologia de Comparação das Alternativas .....</b>	<b>109</b>
<b>3.7.3 Seleção e justificativa da alternativa.....</b>	<b>110</b>
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>112</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>115</b>

## **INTRODUÇÃO**

Em tempos de mudanças climáticas e de aquecimento global a ênfase no uso de fontes renováveis tem se intensificado. Acordos internacionais firmados entre as nações validam essa tendência. É sabido que o setor energético é um dos setores que mais lançam CO<sub>2</sub> na atmosfera, e dentro desse contexto – as energias eólica-solar estão no centro das discussões atuais.

Para assegurar um futuro seguro em termos climáticos, é preciso que investimentos sejam direcionados para um sistema energético que priorize as energias renováveis, a eficiência energética e a infraestrutura associada.

Nesse sentido o estudo aqui apresenta um estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica *offshore* no Brasil utilizando as ferramentas de Design Thinking, Matriz SWOT, Matriz GUT, Análise Multicritério, AHP e Matriz de Prioridades e Impactos. Ademais são feitas correlações entre o novo marco legal; o Projeto de Lei nº 567/2021; e as alternativas listadas como solução para o problema regulatório identificado.

A trajetória metodológica de estudo seguiu o caminho de levantamento bibliográfico da literatura acadêmica e institucional nacional e internacional relacionadas com a área de eólicas *offshore*.

Ademais são comentadas informações históricas sobre a evolução do tema aqui e no exterior. Em que nível se encontram quanto ao desenvolvimento das tecnologias e investimentos dentro e fora do país. Outra correlação é feita entre acordos do clima firmados pelo país; seu comprometimento quanto ao tema e o papel da eólica offshore dentro do contexto de reduções de emissões de gases do efeito estufa na atmosfera.

### **Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é realizar um estudo regulatório aplicado ao segmento de energia eólica offshore no Brasil utilizando as ferramentas de Design Thinking, Matriz SWOT, Matriz GUT, Análise Multicritério, AHP e Matriz de Prioridades e Impactos.

## Objetivos Específicos

- I- Realizar levantamento bibliográfico acerca da fonte de energia eólica *offshore* observando os aspectos, técnicos, econômicos e regulatórios;
- II- Analisar a experiência internacional referente a regulação e buscar pontos em comum que poderão ser aproveitados na regulação brasileira;
- III- Utilizar ferramentas que possibilitem a avaliação regulatória do país voltada a eólica *offshore*.

## Metodologia

A realização do estudo regulatório baseou-se em referencial bibliográfico que trata sobre o assunto. Foi realizada busca no Portal de Periódicos Capes; na Base de Dados Elsevier; Scielo e da Universidade de Brasília, utilizando as palavras-chaves: eólica offshore OR regulação; eólica offshore AND regulação, eólica OR transição energética, eólica AND transição energética. Foram selecionados artigos em periódicos, revistas, artigos de jornais, sites de legislação que tratam sobre energia de modo a coletar informações acerca do tema.

Foram utilizados para ilustrar a evolução do segmento eólico no Brasil, as publicações do site ABEEólica, IRENA e EPE de modo a ilustrar o avanço deste ao longo dos anos concomitante ao desembaraço regulatório no Brasil e no resto do mundo. Foram também utilizados estudos de caso de modo a ilustrar o segmento e de que forma a lei trata ou vem tratando os empreendimentos eólicos offshore no Brasil.

Ademais, foram consultados portais oficiais do Ministério de Minas e Energia (MME), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Empresa de Pesquisa de Pesquisa Energética (EPE), do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), do Operador do Sistema Nacional (ONS); do Senado Federal do Brasil, entre outros órgãos, empresas, associações, universidades como a Fundação Getúlio Vargas (FGV), a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), fundações, entre outros atores como SEEG Brasil, que pudessem ofertar dados e

informações confiáveis de pesquisas, leis, resoluções e normas relativas ao setor elétrico brasileiro.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva ao discorrer sobre fatos pertinentes ao mercado de energia eólica offshore. Na abordagem do problema, o estudo se trata de uma pesquisa qualitativa ao tentar explicitar e explicar algumas das questões existentes acerca do tema. A respeito dos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como bibliográfica por se apoiar sobre material previamente elaborado acerca do tema como informes, livros e notícias. O Guia AIR 2018 elaborado pela casa civil foi o documento utilizado para o estudo por ser um guia oficialmente utilizado como referência no Brasil.

Nesse contexto, a partir das pesquisas bibliográfica sobre eólicas offshore realizadas foi elaborada a matriz SWOT. Ela permite identificar os pontos internos fracos em que o país pode atuar ativamente e modificar. Após identificados eles foram julgados a partir da matriz GUT de prioridades. Resultando na identificação do problema regulatório, qual seja o alto custo da energia eólica *offshore*. E para coadunar com tal informação foi realizada uma análise multicritério entre as fontes de energia elétrica do Brasil e seus respectivos CAPEX, OPEX, Encargos e impostos, empregos e emissões de CO<sub>2</sub>. Esses dados foram encontrados no PDE 2031, no Anuário estatístico de Energia Elétrica 2022 da EPE e de artigo científico sobre geração de empregos disponibilizado no portal da ABEEólica. Esses valores foram normalizados fazendo-se a divisão entre cada um e a soma total de todos.

Em seguida para gerar pesos que possibilitassem o julgamento de cada fonte foi utilizada a metodologia AHP. Os pesos foram gerados e aplicados na matriz normalizada. Finalmente foi realizada a soma de cada linha de modo a gerar um score para cada fonte. O resultado foi que a fonte eólica *offshore* seria a sexta colocada na linha de prioridades de investimentos.

O próximo passo foi feito por meio de Design Thinking permitindo abstração e lógica de pensamento para encontrar meios de aumentar as possibilidades de diminuição de custos dessa energia.

Assim foram geradas 4 alternativas e dispostos seus impactos positivos e negativos. Alternativa 1: não regular. Alternativa 2: Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país. Alternativa 3:

Implementar leilões de transmissão e adotar políticas de segmentação entre quem gera e quem transmite a energia. Alternativa 4: Promover consultas públicas.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1 REGULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO REGULATÓRIO**

#### **1.1 Regulação**

Lemoigne (1988) *apud* FADUL (2007) traz uma tipologia resumida em quatro conceitos que expressam, atualmente, a função de regulação: (a) o sistema se regula por seus próprios meios, articulando seus componentes; (b) o sistema desenvolve um certo número de parâmetros que permitem modificar os comportamentos de seus componentes, de modo a fazer surgir uma nova configuração interna e, assim, um novo comportamento global melhor ajustado; (c) o sistema reestrutura e reorganiza a combinação de suas interações, em geral, enriquecendo-as, ou seja, ele desenvolve, ao mesmo tempo, suas redes de conexão internas e uma variedade de fluxos que determinam essas redes; (d) o sistema tem que estar permanentemente em equilíbrio e assim ele desenvolve estratégias combinando regulação, acomodação e assimilação, que fazem emergir novas morfologias sem, contudo, sacrificar sua identidade original.

Para a autora FADUL (2007), o debate contemporâneo sobre a regulação nasce a partir da construção de novos arranjos organizacionais para a prestação de serviços públicos, redefinindo o papel do Estado na sua relação com a sociedade e com o mercado. Em um cenário político e institucional marcado por amplo processo de reestruturação, reduz-se a ação do Estado tradicionalmente provedor, reforçando a sua função reguladora, e cria-se um padrão de relação entre setor público e setor privado, que vai afetar fundamentalmente os serviços públicos e seus usuários.

A missão dos serviços públicos justificou a presença do Estado para tornar acessíveis de forma adequada aos usuários, ameaçados de exclusão por situações críticas ou por insuficiência de recursos, os serviços essenciais dos quais necessitam (FADUL, Élvia, 2007).

Para legislação brasileira, serviço público é todo serviço prestado pela administração pública ou por seus delegados, sob normas e controles estatais, para

satisfazer as necessidades essenciais ou secundárias da coletividade ou simples conveniência do Estado; e se classificam em serviços públicos e serviços de utilidade pública. Serviços públicos são os que a administração presta diretamente à comunidade, por reconhecer sua essencialidade e necessidade para a sobrevivência social e do próprio Estado. São considerados serviços privativos do poder público, pois só a administração deve prestá-los, sem delegação a terceiros (defesa nacional, polícia, saúde pública). Serviços de utilidade pública são os que a administração, reconhecendo sua conveniência para a coletividade (não essencialidade, nem necessidade), presta-os diretamente ou permite que sejam prestados por terceiros, nas condições regulamentadas e sob seu controle, por conta e risco dos prestadores, mediante remuneração dos usuários. Objetivam facilitar a vida do indivíduo na coletividade, pondo à sua disposição utilidades que lhe proporcionarão mais conforto e bem-estar (transporte coletivo, energia elétrica, gás, telefone) (FADUL, 2007).

Na perspectiva dos governos brasileiros ao longo da década de 1990, reformar o Estado significou, antes de tudo, reduzir o seu tamanho, privatizando bens e serviços coletivos até então produzidos pelo setor (FADUL, 2007).

A proposta foi aliviar a intervenção do Estado para deixar atuar os mecanismos de mercado, suprimindo a maior parte dos dispositivos que podiam entravar seu funcionamento (regulamentações, subvenções), aliviando os constrangimentos (desregulamentação) e privatizando empresas e serviços públicos (FADUL, 2007).

De acordo com FADUL (2007), a legislação que criou as agências reguladoras a partir do processo de reforma iniciado em 1995, estabeleceu também mecanismos de participação e controle social, tais como audiências públicas, conselhos consultivos e as ouvidorias, que são formas de viabilizar a transparência nas ações e têm um caráter educativo, servindo de instrumento de aprendizagem e de desenvolvimento de uma cultura de regulação na sociedade.

CRUZ (2009) explana que o Estado regulador, com a presença de agências reguladoras independente especializadas nasceu nos EUA. A partir de três ondas de inovação: a era Progressiva, o New Deal e a era da nova regulação social dos anos 1960. Muitos países seguiram esses modelos delegando gestão de serviços públicos a

empresas privadas e instituindo agências reguladoras para fiscalização e controle, incluindo o Brasil.

O apoio de organismos internacionais como o Banco Mundial - Bird, o Fundo Monetário Internacional – FMI e a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE foi essencial para consolidar e difundir a crença que privatizações levariam ao desenvolvimento. Esses organismos internacionais restringiram incentivos àqueles que se adequasse ao padrão econômico indicado e exigência de reformas em direção ao mercado.

A proposta de reforma regulatória da OCDE influenciou os países latinos, incluindo o Brasil. CRUZ (2009) explica que a partir do âmbito de atuação do Estado, essa proposta possui três categorias de atividade regulatória.

A primeira é a regulação econômica caracterizada pela intervenção direta nas decisões de mercado, como definição de preços, competição e entrada e saída de novos agentes no mercado.

A segunda é a regulação social destinada a proteger interesse público nas áreas de saúde, segurança, meio ambiente e questões nacionais. Segundo a OCDE, deve-se aferir a necessidade de intervir para prover bens públicos e proteção social, reduzindo efeitos de externos gerados por agentes sobre a sociedade.

A terceira é a regulação administrativa destinada a estabelecer procedimentos administrativos por meio dos quais o governo intervém nas decisões econômicas, chamados de red-taps.

Essas instruções compuseram o *rationale* das reformas na América Latina. O objetivo era que ao adotar essas medidas ter-se-ia uma regulação moderna capaz de conduzir os países ao desenvolvimento.

Jorda e Levi-Faur (2004) *apud* CRUZ (2009) esclarecem que regulação na literatura contemporânea podem assumir cinco significados. Partem do pressuposto que o pensamento regulatório está alinhado à agenda neoliberal, implicando regulação e competição indissociáveis. Mas essa interação varia. As autoras consideram que

desregulação, re-regulação, regulação da competição, regulação por competição e metarregulação trazem várias dimensões do amplo fenômeno da reforma regulatória e da liberalização.

A desregulação é para esses autores a redução econômica, política e social das restrições sobre o comportamento dos atores sociais, especialmente os que atuam no mercado. Já a re-regulação significa que reforma regulatória e liberalização em geral resultam em novo cenário de regulação antes que em desregulação.

Finalmente, a metarregulação da competição implica que ao se adicionar a regulação direta sobre ações dos indivíduos e das corporações, o processo de regulação torne-se regulado. O Quadro 1 a seguir, traz um resumo e exemplos para ilustrar cada um dos 4 tipos:

**Quadro 1:** Relação entre tipo de competição e tipos de regulação

TIPO DE COMPETIÇÃO	TIPO DE REGULAÇÃO	AUTORIDADE REGULATÓRIA	EXEMPLOS
Desregulado	Mercados autorregulados	Sem regulação (recuo do Estado)	Vai da certificação a leis de responsabilidade para proteger o consumidor
Regulado	Regulação da competição	Autoridades de competição nacional	Prevenção da concentração por meio da regulação de fusões, incorporações, reestruturações acionárias etc.
Regulado	Regulação por competição	Autoridades em setores específicos e autoridades de competição nacional	Regimes de interconexão em telecomunicações, compartilhamento de redes
Metarregulado	Reforço da autorregulação das regras de competição	Autoridades em setores específicos e autoridades de competição nacional	Institucionalização de mecanismos internos de autorregulação que correspondam às exigências legais de competição em geral e ao regime regulatório em particular

**Fonte:** Adaptado de Jordana e Levi-Faur (2004) *apud* CRUZ (2009, p. 60)

De OLIVEIRA (2014) explica que a questão da regulação econômica surge devido a existência de falhas de mercado. Para POSNER (1974) *apud* de OLIVEIRA(2014) a regulação consiste na imposição de regras e controles pelo Estado, suportadas por meio de sanções e com a finalidade de dirigir, restringir ou altear o comportamento econômico de indivíduos ou empresas. A regulação também é a intervenção estatal, por meio de



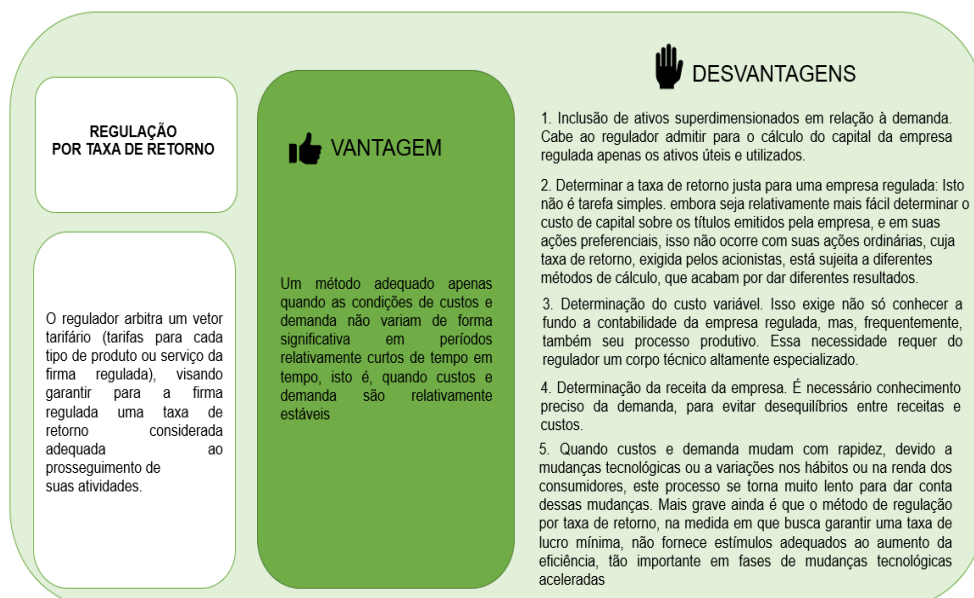
taxações, subsídios e controles legislativos e administrativos sobre as atividades econômicas.

A existência de "falhas de regulação" recomenda prudência na definição da ação reguladora. Impor mecanismos de controles que não respeitem o ajustamento próprio de uma estrutura de mercado pode resultar em perda de bem-estar. Pelas características dos setores tipicamente alvos da regulação (alta intensidade de capital, escalas mínimas significativas etc.) esses erros de regulação terão consequência, em geral, no longo prazo, ao afetar primordialmente as decisões de investimento.

PEREIRA (2006) apresenta alguns dos modelos regulatórios mais comuns (regras de *Ramsey*, subsídios cruzados, *price cap*, taxa de retorno); e aponta as limitações desses mecanismos de regulação.

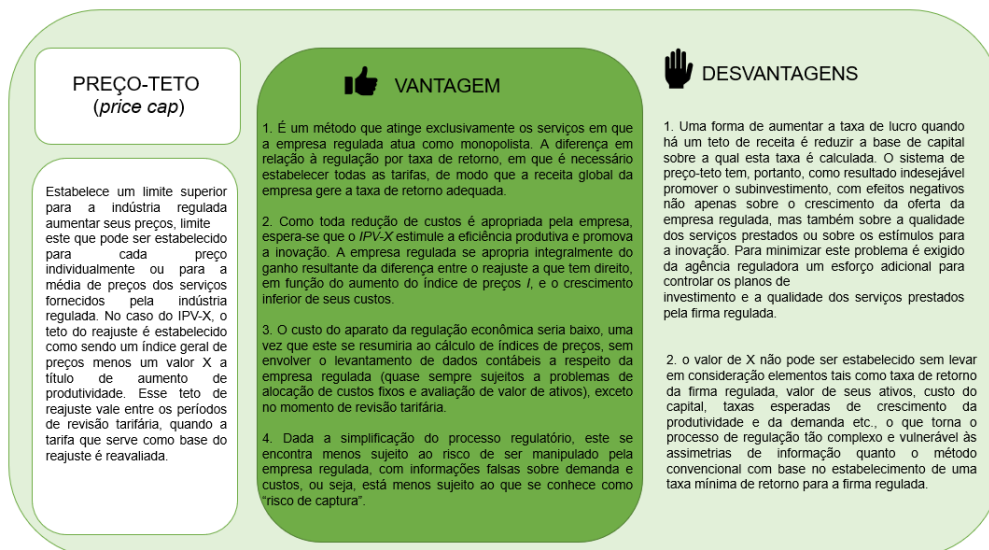
As Figuras 1, 2 e 3, a seguir, mostram formas de regulação dos preços que podem ser adotados para regular os preços.

**Figura 1:** Regulação por taxa de retorno



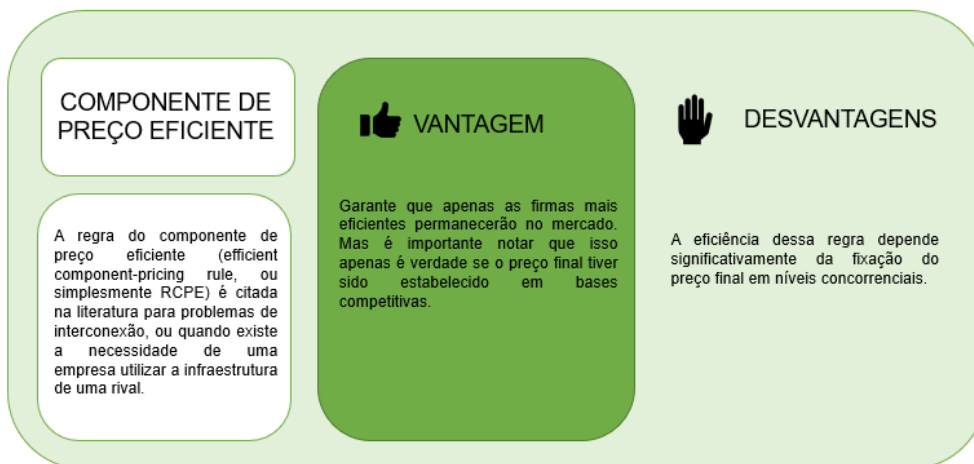
**Fonte:** Autoria própria adaptado FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013 (2022)

**Figura 2:** Regulação por preço-teto (price cap)



**Fonte:** Autoria própria adaptado FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013 (2022)

**Figura 3:** Componente de preço eficiente



**Fonte:** Autoria própria adaptado FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013 (2022)

O monopólio natural que existe quando os custos de produção do bem ou serviço são tais que o arranjo mais econômico da indústria é aquele que contém uma única firma ofertante. Segundo PEREIRA (2006), a maior eficiência produtiva, resultante de economias de escala e escopo obtidas por um monopolista, colide com a melhor eficiência alocativa (menor preço e maiores quantidades), obtidas em um mercado competitivo.

Segundo o autor, de maneira geral, praticamente todos os modelos adotam alguma regra de fixação de preços, em geral na forma de "preços teto", como um importante e certamente o principal instrumento de regulação. Definir esses preços é a tarefa mais difícil para qualquer entidade reguladora.

A Regra de Ramsey é um dos mecanismos para fixação de preços regulados. Aplicável à determinação de uma estrutura de preços que seja a de taxaço ótima.

A regra de Ramsey, permite, no máximo, lucros normais para a empresa monopolista. Preços Ramsey são, então, preços *second best* em um monopólio multiproduto do ponto de vista do bem-estar social.

PEREIRA (2006) explica que subsídio cruzado ocorre quando o preço de um dos serviços é fixado acima dos custos médios de modo a gerar receitas adicionais, ou lucros extraordinários naquela atividade específica, para subsidiar a prestação de um outro serviço oferecido pela firma regulada com preços abaixo do custo médio. Os lucros extraordinários auferidos na primeira atividade contribuem para remunerar os custos médios de oferta do serviço subsidiado. É o que ocorre com a regra Ramsey.

O critério de Ramsey para determinação de preços, embora ótimo de um ponto de vista da análise estática, pode produzir ineficiências dinâmicas. Uma estrutura de preços eventualmente distorcida incentiva a entrada de firmas ineficientes nas modalidades de serviços geradoras de lucro supranormal.

Outra forma típica de regulação é a definição, pela autoridade, de uma taxa de retorno do capital aceitável para a atividade regulada. Segundo PEREIRA (2006), a literatura econômica apresenta hoje evidências da existência de um efeito distorcivo dessa pura regulação por taxa de retorno sobre o capital: o efeito *Averch-Johnson Effect* (*A-J Effect*).

A regulação por taxa de retorno não apenas cria uma distorção no sentido de incentivar excessivo investimento em capital em relação ao ótimo alocativo, como desincentiva a empresa regulada a reduzir custos de maneira geral.

Com o objetivo de incentivar alocação eficiente de recursos e redução contínua de custos é que se utiliza normalmente a chamada regulação por limite de preço ou *price cap regulation*. Segundo PEREIRA (2006) a regulação por preço teto tipicamente especifica a taxa à qual os preços da firma regulada precisam declinar, na média, após a correção da inflação. Desfazendo o vínculo entre o preço autorizado e os custos incorridos - um vínculo que é decorrente da regulação por taxa de retorno – a regulação por preço teto pode prover à firma fortes incentivos para a redução dos custos de produção e promover suas eficiências operacionais em relação àqueles da regulação para taxa de retorno.

No modelo por limite superior de preços, a empresa tem o incentivo a reduzir custos com vistas a manter-se solvente no período subsequente ao de aplicação de um fator de produtividade (usualmente denominado fator "k").

A redução de custos durante o período de vigência de determinado *price cap*, pode conferir à firma regulada lucros supranormais, sem ferir os princípios fundamentais do modelo de regulação adotado. Por isso a firma regulada dispõe do direito de praticar a tarifa máxima permitida, do ponto de vista do modelo econômico de regulação, independentemente das regras de concorrência nos elos a jusante da cadeia. Os *price caps* visam o incentivo aos ganhos de eficiência no segmento de monopólios e não o estímulo à concorrência nos segmentos potencialmente competitivos da indústria.

Segundo PEREIRA (2006), além do Monopólio Natural, temos o *Essential Facility*, e o Acesso Compulsório Alternativa.

Quando um bem ou um serviço é insubstituível para um determinado demandante (seja um consumidor final ou um produtor intermediário) e é produzido em regime de monopólio natural se trata de uma *essential facility*.

Já o Acesso Compulsório Alternativa ou complementarmente à adoção de alguma regra de fixação de preço ou margem, é um mecanismo também usual na regulação de monopólios naturais. Trata-se da imposição de livre acesso a uma infraestrutura operada em regime de monopólio.

O livre acesso a uma infraestrutura essencial é uma medida comumente adotada e pretende, idealmente, impor a competição entre empresas que ofertariam o mesmo produto ou serviço, sendo que apenas uma é proprietária (e, portanto, realizou os respectivos investimentos em implantação dessa infraestrutura) e a outra tem o direito de usar essa *essential facility* mediante pagamento de tarifa regulada.

Outra regra para o cálculo do requerimento de receita da empresa para a tarifação pode ser feita pela utilização de preços não lineares (FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013).

Já a tarifa em duas partes (*two-part tariff*) é calculada por uma taxa fixa para o rendimento total, que é independente da venda do produto ou serviço, e um preço por unidade do serviço efetivamente usado. Os resultados de Ramsey para o monopólio multiproduto pode ser utilizados neste caso. Para isto, basta considerar que, além do produto que está sendo transportado pela rede, existe um outro serviço: o acesso à rede (FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013).

Assim, esse tipo de tarifa é particularmente útil na definição de um regime tarifário para os segmentos de transporte e/ou transmissão nas indústrias de redes. *Tarifa em duas partes* = componente fixo (acesso) + preço por unidade consumida (FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Queiroz, 2013).

A tarifa de energia no Brasil é calculada utilizando este método de duas partes. Temos a Parcela A que inclui custos relacionados com a compra de energia, transmissão e encargos setoriais; esses custos escapam à vontade da distribuidora. Mais a PARCELA B que é um custo relacionado à distribuição de energia e, portanto, gerenciável e composta por custos operacionais, receitas irrecuperáveis, remuneração de capital e cota de depreciação. E finalmente os TRIBUTOS são eles o ICMS e o PIS/COFINS.

## **1.2 Análise de Impacto Regulatório (AIR)**

A regulação é uma forma contemporânea de ação do Estado e se refere, em sentido geral, ao conjunto de instrumentos jurídico-normativos (leis, decretos, regulamentos e outras normas) de que dispõe o governo para estabelecer obrigações que devem ser cumpridas pelo setor privado, pelos cidadãos e pelo próprio governo. É,

assim, um dos principais instrumentos por meio dos quais os governos promovem o bem-estar social e econômico dos seus cidadãos. Pode, contudo, a regulação se transformar em obstáculo a esses mesmos objetivos, pois quando excessiva e desproporcional, pode impedir a inovação ou criar barreiras desnecessárias ao comércio, à concorrência, ao investimento e à eficiência econômica (BRASIL, 2018).

A experiência nos países da OCDE tem demonstrado que a melhoria regulatória contribui para o bom desempenho dos governos e da economia da seguinte maneira: (a) acirramento da concorrência; (b) estímulo à inovação; (c) criação de empregos; (d) aumento da produtividade; (e) queda do nível de preços; (f) aumento da qualidade dos produtos; (g) incentivo ao empreendedorismo; e (h) redução da economia informal (EVG, 2022).

A Análise de Impacto Regulatório (AIR) entra nesse contexto como um instrumento para avaliar a necessidade e as consequências de uma possível nova regulação. Para tanto, verifica se os benefícios potenciais da medida excedem os custos estimados e se, entre todas as alternativas consideradas para alcançar o objetivo da regulação proposta, a ação é a mais benéfica para a sociedade. A AIR é, portanto, uma forma de auxiliar o regulador a melhorar a qualidade de suas decisões (ANEEL, 2022b).

Desse modo, a AIR é uma ferramenta para melhorar a qualidade da regulação e garantir robustez técnica ao processo decisório. (EVG, 2022).

A AIR não se aplica a decretos ou atos normativos a serem submetidos ao Congresso Nacional. Porém, o Decreto nº 9.191/2017, traz roteiro de questões semelhante a uma AIR. Adicionalmente, a Subchefia de Análise e Acompanhamento de Políticas Governamentais da Casa Civil poderá solicitar AIR para esses atos, conforme alteração recente do referido decreto (EVG, 2022).

A AIR não se aplica aos atos normativos: (a) de natureza administrativa, cujos efeitos sejam restritos ao âmbito interno do órgão ou da entidade, porque tais normas não são de interesse geral de agentes econômicos ou de usuários dos serviços prestados; (b) de efeitos concretos, destinados a disciplinar situação específica, cujos destinatários sejam individualizados, e atos normativos voltados apenas à consolidação de outras normas, em que não haja alteração de mérito; (c) que disponham sobre execução orçamentária e financeira; (d) que disponham estritamente sobre política

cambial e monetária; (e) que disponham sobre segurança nacional; e (f) que visem consolidar normas, sem alteração de mérito (EVG, 2022).

E é dispensável, justificadamente, nos casos de ato normativo: (a) Urgente. b) Destinado a disciplinar direitos ou obrigações definidos em norma hierarquicamente superior que não permita, técnica ou juridicamente, diferentes alternativas regulatórias (comando normativo fechado). (c) De baixo impacto, ou seja, não provoque aumento expressivo de custos para os agentes econômicos ou para os usuários dos serviços prestados, não provoque aumento expressivo de despesa orçamentária ou financeira, não repercuta de forma substancial nas políticas públicas de saúde, de segurança, ambientais, econômicas ou sociais. (d) Que vise à atualização ou à revogação de normas obsoletas, sem alteração de mérito. (e) Que vise preservar liquidez, solvência ou hígidez: - Dos mercados de seguro, de resseguro, de capitalização e de previdência complementar. - Dos mercados financeiros, de capitais e de câmbio. - Dos sistemas de pagamentos. (f) Que vise manter a convergência aos padrões internacionais. g) Que reduza exigências, obrigações, restrições, requerimentos ou especificações com o objetivo de diminuir os custos regulatórios. h) Que revise normas desatualizadas para adequá-las ao desenvolvimento tecnológico consolidado internacionalmente (EVG, 2022).

Nas hipóteses supracitadas, a AIR somente poderá ser dispensada a partir de uma decisão fundamentada do órgão ou da entidade competente. Além disso, ressalvadas informações com restrição de acesso, esses documentos deverão ser disponibilizados no sítio eletrônico do órgão ou da entidade competente (EVG, 2022).

A AIR deverá ser apresentada em forma de relatório específico – Relatório de AIR, e deverá conter alguns elementos essenciais. A AIR pode ter nível I, II ou III a depender do nível de complexidade requerido pela pauta a ser analisada.

Os elementos essenciais de uma AIR NÍVEL I são (a) sumário executivo objetivo, conciso, utilizando linguagem simples e acessível ao público em geral; (b) identificação do problema regulatório que se pretende solucionar, apresentando suas causas e extensão; (c) identificação dos atores ou grupos afetados pelo problema regulatório; (d) identificação da base legal que ampara a ação da Agência Reguladora, órgão ou entidade da administração pública no tema tratado; (e) definição dos objetivos que se pretende

alcançar; (f) descrição das possíveis alternativas para o enfrentamento do problema regulatório identificado, considerando a opção de não ação, além de soluções normativas, e, sempre que possível, opções não normativas; (g) exposição dos possíveis impactos das alternativas identificadas; (h) comparação das alternativas consideradas, apontando, justificadamente, a alternativa ou a combinação de alternativas que se mostra mais adequada para alcançar os objetivos pretendidos; (i) descrição da estratégia para implementação da alternativa sugerida, incluindo formas de monitoramento e de fiscalização, bem como a necessidade de alteração ou de revogação de normas em vigor; (j) considerações referentes às informações, contribuições e manifestações recebidas para a elaboração da AIR em eventuais processos de participação social ou outros processos de recebimento de subsídios de interessados no tema sob análise; (k) nome completo, cargo ou função e assinatura dos responsáveis pela AIR (BRASIL, 2018).

Já o AIR NÍVEL II é necessário caso o problema regulatório objeto da análise revista-se de significativa complexidade ou caso as alternativas identificadas para seu enfrentamento apresentem impactos significativos, a Agência Reguladora, órgão ou entidade da administração pública deverá promover a análise dos seguintes aspectos, adicionalmente aos itens “a” a “k”: (l) mapeamento da experiência internacional no tratamento do problema regulatório sob análise; (m) mensuração dos possíveis impactos das alternativas de ação identificadas sobre os consumidores ou usuários dos serviços prestados e sobre os demais principais segmentos da sociedade afetados; e (n) abordagem do risco na AIR (BRASIL, 2018).

Sempre que possível, a AIR Nível II deverá contemplar análises quantitativas que permitam mensurar e comparar, de forma objetiva, os custos e benefícios das alternativas identificadas (BRASIL, 2018).

O artigo 17 do Decreto nº 10.411 esclarece que os órgãos e entidades deverão implementar estratégias específicas de coleta e de tratamento de dados, possibilitando a elaboração de análise quantitativa e, quando for o caso, de análise de custo-benefício (EVG, 2022).

Com a finalidade de ampliar a transparência do processo regulatório e as fontes de informação disponíveis, o Relatório de AIR, parcial ou completo, deve, sempre que possível, ser objeto de processo de participação social específico, que permita o



recebimento de críticas, sugestões e contribuições de agentes diretamente interessados e do público em geral (BRASIL, 2018).

### **1.2.1 Ferramentas do AIR**

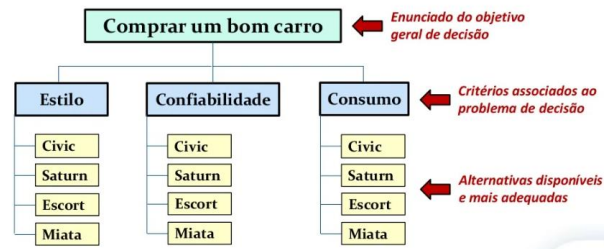
A mensuração dos impactos deve abranger uma avaliação mais detalhada das alternativas propostas, de modo pormenorizado dos aspectos econômicos negativos/positivos e pesquisa sobre as experiências internacionais e de outras agências em relação ao assunto. Para isso, é recomendável uma sistemática de coleta de dados sobre o setor e a contínua participação dos atores envolvidos (ANTT, 2020).

Além disso, requer uma metodologia de avaliação entre os efeitos positivos e negativos das alternativas que indiquem uma das opções regulatórias como mais apropriada segundo os critérios definidos (ANTT, 2020).

A Pesquisa Operacional tradicional utiliza normalmente métodos de alternativas com único critério, em geral uma medida quantitativa de eficiência econômica. Nesse caso, a melhor alternativa é aquela que otimiza determinada função, conforme a performance obtida. O problema com as metodologias monocritério é que elas não conseguem levar em conta os diversos aspectos tratados como relevantes pelos envolvidos em processos decisórios, quando eles estão lidando com situações complexas. Para essa finalidade, utiliza-se a metodologia multicritério (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001 *apud* ANTT,2020).

Dos diversos métodos multicritérios, destacam-se a Análise Hierárquica de Processos (AHP). Como característica básica desse método, cada critério é uma função que mede as ações potenciais relativas a um determinado aspecto. O resultado normalmente permite a quantificação de elementos qualitativos, mesmo que a partir de critérios relativamente subjetivos. Primeiro devem ser definidos o objetivo, os critérios e as alternativas conforme Figura 4.

**Figura 4:** Construção Hierarquia de decisão.



**Fonte:** VIANNA (2015, p. 8)

Por meio do método AHP é possível obter escalas de forma normatizada e coerente a partir de matrizes de julgamentos semânticos. Isso facilita o uso da técnica multicritério e evita que haja contrassensos dos valores propostos, considerando os graus de atratividade das opções e dos critérios utilizados na avaliação (ANTT, 2020).

Métodos de decisão multicritério como o Analytic Hierarchy Process — AHP (Método de Análise Hierárquica) foram desenvolvidos para ajudar na tomada de decisão a partir de uma série de fatores, sejam quantitativos ou qualitativos.

O fundamento do AHP consiste na decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (Saaty, 1991). De maneira geral, AHP é a teoria e a metodologia para medição relativa. Na medição relativa, não se está interessado na exata medição de algumas quantidades, mas sim nas proporções entre elas. A ideia central é a redução do estudo de sistemas a uma sequência de comparações aos pares. Segundo Vieira (2006), o método está construído sobre três princípios: 1. construção de hierarquias; 2. definição de prioridades; 3. consistência lógica.

O método aplicado neste trabalho é o de comparação par a par no contexto do processo de tomada de decisão denominado AHP (Analytic Hierarchy Process). Esta técnica baseia-se numa matriz quadrada  $n \times n$ , onde as linhas e colunas correspondem aos  $n$  critérios analisados para o problema em questão. Assim, o valor  $a_{ij}$  representa a importância relativa do critério da linha  $i$  face ao critério da coluna  $j$ . Como esta matriz é recíproca, apenas a metade triangular inferior necessita ser avaliada, já que a outra metade deriva desta e a diagonal principal assume valores iguais a 1 (ZAMBON, Kátia Livia et al, 2005).

O estabelecimento de comparações par a par para todos os critérios necessita da definição de uma escala, destinada à normalização. A Tabela 1 demonstra os valores.

**Tabela 1:** Escala de comparação de critérios

<b>Valor</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo.
3	Pouco mais importante	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério em relação ao outro.
5	Muito mais importante	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério em relação ao outro.
7	Bastante mais importante	Um critério é muito fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Extremamente mais importante	A evidência favorece um critério em relação ao outro com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários	Também podem ser utilizados

**Fonte:** ZAMBON, Kátia Livia et al(2005) Adaptado de Saaty (1991)

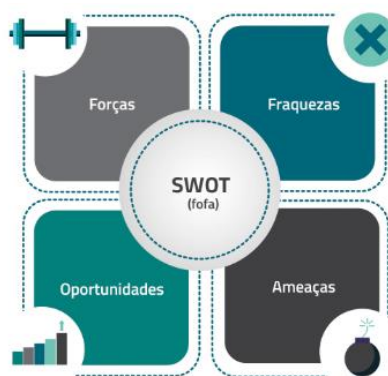
Os pesos obtidos para os testes propostos neste trabalho foram definidos pela técnica AHP analisando-se o grau de consistência (CR - Consistency Ratio) resultante do processo. Segundo Saaty & Vargas (1991) *apud* ZAMBON et al. (2005) quando o CR é superior a 0,1 é necessário reavaliar o processo. Esta afirmação foi feita baseando-se em vários contextos em que se utilizou o método AHP para a resolução de diferentes tipos de problemas complexos.

Outra técnica aplicada a esse estudo foi o Design Thinking que pode ser compreendido com um meio de solução de problemas, composto por três fases não lineares -inspiração, ideação e implementação -, que podem ocorrer em simultaneidade (Brown, 2008, Bonini& Sbragia, 2011 *apud* MACEDO et al 2015). O processo ocorre por meio da compreensão do contexto do problema (com foco nas atividades do ser humano) e na ressignificação do problema descrito. As três fases do design thinking podem ser desdobradas em atividades, onde a etapa de inspiração engloba a pesquisa de mercado; a ideação envolve a geração e teste de ideias,

desenvolvimento e teste de protótipos; e a implementação consiste na produção e execução da solução encontrada na etapa anterior, com base na tecnologia disponível, competências da organização e demandas do consumidor (Brown, 2008; Liedtka, 2011; Bonini & Sbragia, 2011 *apud* MACEDO et al 2015).

Já a Análise SWOT pode ser empregado como uma ferramenta de autoconhecimento, análise contextual e guia para a definição de um plano de ação. SWOT é uma sigla em inglês dos termos Strengths (pontos fortes), Weaknesses (pontos fracos), Opportunities (oportunidades para o seu negócio) e Threats (ameaças para o seu negócio), conforme Figura 5. Os pontos fortes e fracos, em geral, estão dentro da própria empresa, enquanto as oportunidades e as ameaças, na maioria dos casos, têm origem externa (MAKAGAWA, 2022).

**Figura 5:** Matriz SWOT



**Fonte:** Qualyteam (2022)

Por fim, outra técnica utilizada neste estudo é a Matriz GUT de prioridade. Ela é composta pelos critérios de gravidade, urgência e tendência. Cada um deles pode se desdobrar em uma escala que vai de 1 a 5.

Segundo JUSTO (2022), e é ilustrado na Figura 6, o critério de gravidade leva em consideração o impacto que o projeto poderá causar na organização caso não seja realizado logo. Então, ao analisar a gravidade é preciso se perguntar: quais efeitos a não realização desse projeto poderá causar ao longo do tempo? Os níveis de gravidade são: (1) Sem gravidade; (2) Pouco grave; (3) Grave; (4) Muito grave; (5) Extremamente grave.

O autor explica que o critério de urgência leva em consideração o prazo disponível para realizar o projeto. Quanto menor o prazo, maior a urgência (e vice-versa). Então, ao

analisar a urgência é necessário se perguntar: quanto tempo esse projeto pode esperar para ser realizado? Os níveis de urgência são: (1) Sem urgência; (2) Pouco urgente; (3) Urgente; (4) Muito urgente; (5) Extremamente urgente.

O critério de tendência leva em consideração a predisposição de um problema (que seria resolvido com a execução de um projeto) piorar com o tempo. Os níveis de tendência são: (1) Sem tendência de piorar; (2) Piorar em longo prazo; (3) Piorar em médio prazo; (4) Piorar em curto prazo; (5) Agravar rápido (JUSTO, A, 2022).

**Figura 6:** Modelo de Matriz GUT



**Fonte:** JUSTO (2022)

O primeiro passo para montar a matriz GUT é fazer uma relação das iniciativas que é preciso entregar. Depois que se mapeia todo o projeto, é preciso atribuir notas de 1 a 5 para cada um dos critérios da GUT (gravidade, urgência, tendência). basta multiplicar as notas dadas a cada um dos critérios para obter o score desse projeto em questão. O que obter o maior valor receberá a atenção prioritariamente.

O documento das Diretrizes gerias e guia orientativo para elaboração de Análise de Impacto Regulatório oferece alternativas de metodologias mais comumente utilizadas nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que utilizam a AIR nos seus processos de regulação. Dentre elas a escolhida foi a Análise de risco para comparação de alternativas.

Segundo o Guia ela é Utilizada quando o problema regulatório é um tipo de risco e o objetivo desejável é minimizar este risco. Não se confunde com a análise de risco voltada a examinar os riscos envolvidos nas alternativas de ação consideradas. Consiste

na análise das alternativas de ação para identificar aquela que é capaz de reduzir de forma mais eficaz e eficiente o risco identificado. Por exemplo: o objetivo é reduzir o índice de mortes em acidentes de automóvel ou reduzir o risco de falência do sistema financeiro.

Vantagens: Permite identificar se as alternativas serão capazes de promover a redução de riscos de modo significativo.

Desvantagens: Não considera os custos para a redução dos riscos e não considera outros impactos potenciais das alternativas.

Por fim, outra técnica utilizada nesse estudo é a Matriz de risco. Segundo NAPOLEÃO (2019) a Matriz de Riscos ou Matriz de Probabilidade e Impacto é uma ferramenta de gerenciamento de riscos que permite de forma visual identificar quais são os riscos que devem receber mais atenção. Por se tratar de uma ferramenta para priorização de riscos, ela pode ser aplicada na etapa de avaliação de riscos. Dessa forma, a identificação dos riscos é uma etapa que deve ser feita antes da aplicação da ferramenta.

A matriz possui duas dimensões de probabilidade e impactos e cores diferenciadas entre as células que indicam criticidade do risco. Na probabilidade deve-se analisar o quão fácil ou difícil é que determinado risco aconteça. O impacto (eixo horizontal) se refere às consequências do risco caso ele vier a ocorrer, ou seja, quais serão os prejuízos ou danos causados caso o risco incida de fato. Podendo ser: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto. Conforme Figura 7, a seguir:

**Figura 7:** Matriz de riscos PARA AMEAÇAS E OPORTUNIDADES

		Ameaças					Oportunidades				
Probabilidade	90%	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
	70%	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta
	50%	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta
	30%	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
	10%	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo
		Impacto									

**Fonte:** NAPOLEÃO (2019)

## 2 ENERGIA EÓLICA OFFSHORE NO BRASIL E NO MUNDO

### 2.1 Eólica

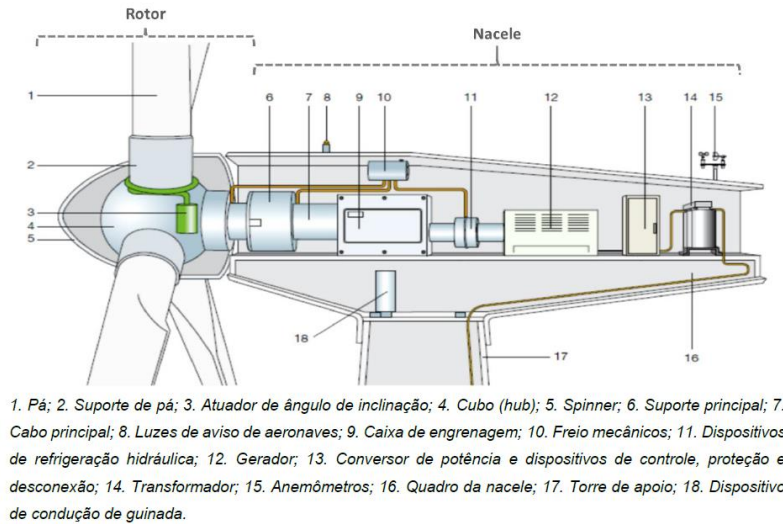
A energia eólica é obtida através da coleta e uso da energia cinética do vento, que é convertida em energia mecânica, gerando, assim, eletricidade (VAICBERG et al, 2021).

A matriz de energia eólica pode ser subdividida em dois tipos, que se referem ao ambiente no qual são geradas: onshore e offshore (VAICBERG et al, 2021).

Energia eólica onshore refere-se a parques de geração em que as turbinas estão localizadas em terra e usam os sistemas de vento que agem sobre o continente para gerar eletricidade. Energia eólica *offshore* é a utilização dos sistemas de vento de alta velocidade e regularidade de disponibilidade sobre o mar para gerar eletricidade, estando as unidades de produção localizadas em pontos diversos da costa, com profundidades variadas (VAICBERG et al, 2021).

As turbinas eólicas, ou aerogeradores, transformam a energia cinética dos ventos em energia mecânica, rotacionando as pás da turbina, que por sua vez convertem o trabalho mecânico em energia elétrica. As turbinas podem ser de arraste, onde a incidência do vento é diretamente nas pás, ou de sustentação, onde o diferencial de pressão gera uma força de sustentação que movimenta o rotor (MELO, 2012 *apud* BAE, 2021). Além disso, o eixo da turbina pode ser vertical ou horizontal. A descrição a seguir considerará uma típica turbina de sustentação com eixo horizontal, pois até 2017 era a tecnologia que dominava no mercado de eólica, tanto *onshore* quanto *offshore* (ABDI, 2017 *apud* BAE, 2021). A Figura 8, a seguir, ilustra uma turbina e seus componentes.

**Figura 8:** Principais componentes que constituem turbinas eólicas de eixo horizontal



**Fonte:** BOTTONNE *et al.*, 2020 *apud* BAE (2021, p. 8)

As pás são os aerofólios que convertem a energia do vento em energia mecânica rotacional. São compostos por resina epóxi ou poliéster reforçados com fibra de vidro ou carbono. Junto com o cubo, que é o componente que recebe as pás, forma-se o rotor (BAE, 2021).

A nacela é a estrutura montada sobre a torre, contendo a maioria dos componentes e subcomponentes, como: eixo, gerador, caixa de engrenagem, freios mecânicos, transformador, entre outros (BAE, 2021)

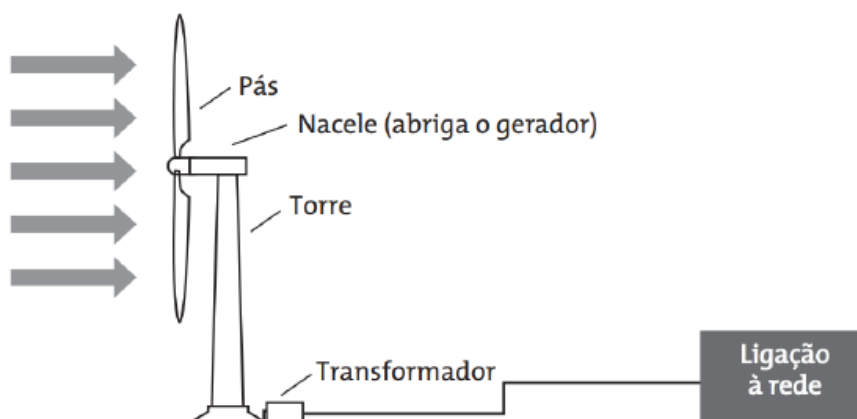
Por fim, a torre é a estrutura responsável por erguer todo o conjunto rotor-nacela a uma altura segura para a rotação das pás. Elas podem ser do tipo cônica ou treliçada, utilizando diferentes materiais e combinações na sua construção (torres cônicas utilizam concreto e aço laminado; torres treliçadas usam somente aço galvanizado). As torres cônicas podem ser híbridas, onde a área inferior é feita de concreto e a superior de aço, sendo acopladas por um anel de transição. O custo, altura do aerogerador, local de instalação, transporte, montagem e manutenção vão influenciar na definição do tipo de torre e material. De uma forma geral, torres cônicas são utilizadas em alturas entre 80 e 100 metros, torres treliçadas em locais de difícil acesso exigindo, portanto, uma logística mais simplificada, e em casos de torres com altura em torno de 200 metros, madeiras também são utilizadas ou um esqueleto interno de aço envolto por um tecido de alta



resistência. No Brasil, as torres mais comuns são as cônicas de aço e as híbridas, porém, as de concreto estão crescendo no mercado brasileiro (ABDI, 2017 *apud* BAE, 2021).

A Figura 9 exemplifica a estrutura básica e completa de um aerogerador de eixo horizontal, composto basicamente pelo rotor (pás), nacele e torre (DUTRA, 2008 *apud* BAE, 2021).

**Figura 9:** Estrutura básica e completa de um aerogerador de eixo horizontal.



**Fonte:** DUTRA, 2008 *apud* BAE (2021, p. 9)

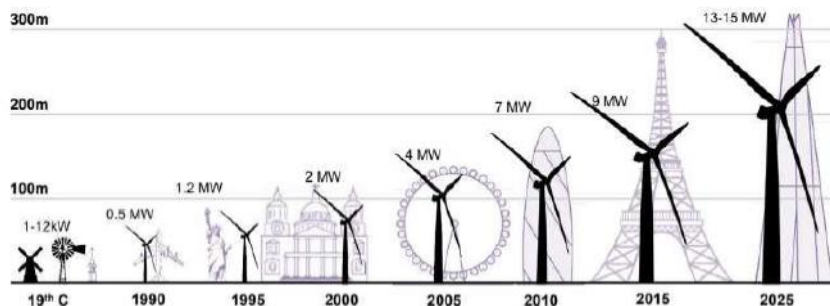
Do ponto de vista da potência, quanto maior a área do rotor, maior a potência gerada. Baseando-se nesse simples fundamento físico, a indústria eólica tem desenvolvido turbinas cada vez maiores, refletindo em potências nominais cada vez maiores também (BAE, 2021).

A quantidade de energia que pode ser colhida do vento depende do tamanho da turbina e do comprimento de suas pás. A saída é proporcional às dimensões do rotor e ao cubo da velocidade do vento. Teoricamente, quando a velocidade do vento dobra, o potencial da energia eólica aumenta por um fator de oito (IRENA, 2022a).

A capacidade das turbinas eólicas aumentou ao longo do tempo. Em 1985, as turbinas típicas tinham uma capacidade nominal de 0,05 megawatts (MW) e um diâmetro de rotor de 15 metros. Os novos projetos de energia eólica de hoje têm capacidades de turbina de cerca de 2 MW em terra e 3 a 5 MW no mar (IRENA, 2022a).

As turbinas eólicas comercialmente disponíveis atingiram 8 MW de capacidade, com diâmetros de rotor de até 164 metros. A capacidade média dos aerogeradores aumentou de 1,6 MW em 2009 para 2 MW em 2014 (Figura 10) (IRENA, 2022a).

**Figura 10:** Evolução do tamanho e potência dos aerogeradores



**Fonte:** LIEBREICH, 2017 *apud* BAE (2021, p. 10)

Porém, com isso, aumenta-se também os impactos socioambientais (poluição visual, poluição sonora, efeito cintilante, desmatamento, entre outros), assim como as complicações logísticas no transporte de estruturas tão grandes. Entretanto, quando se trata do ambiente *offshore*, o cenário para grandes turbinas encontra menos resistência (KALDELLIS *et al.*, 2016 *apud* BAE, 2021).

Uma das maiores vantagens da geração eólica *offshore* em relação à *onshore* está na possibilidade da instalação de turbinas com maiores capacidades e dimensões, as quais possibilitam também um maior aproveitamento do recurso eólico no oceano (Esteban, Diez, López & Negro, 2011 *apud* NORONHA *et al.*, 2021).

Dado a característica do recurso eólico mais constante e sem grandes variações, aumenta-se com isso o fator de capacidade – F.C..O F.C. que é o índice que mede o grau de aproveitamento do recurso eólico dos aerogeradores durante sua operação, considerando a capacidade máxima do aerogerador (Burton *et al.*, 2011 *apud* NORONHA *et al.*, 2021).

## 2.2 Eólica onshore no Brasil

Em 1992, no arquipélago de Fernando de Noronha, entrou em operação o primeiro aerogerador instalado no Brasil, resultado de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), com financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter. Durante os dez anos seguintes, a energia eólica pouco cresceu, em parte pela falta de políticas, mas principalmente pelo alto custo da tecnologia (ABEEólica, 2022).

Durante a crise energética de 2001, houve a tentativa de incentivar a contratação de empreendimentos de geração de energia eólica no país. Criou-se então, o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA). Já se falava, então, da complementaridade sazonal do regime de ventos com os fluxos hidrológicos nos reservatórios hidrelétricos. Esse programa, no entanto, não obteve resultados e foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, o PROINFA. Além de incentivar o desenvolvimento das fontes renováveis na matriz energética, o PROINFA abriu caminho para a fixação da indústria de componentes e turbinas eólicas no Brasil com exigências de conteúdo nacional para os aerogeradores fruto desse programa (ABEEólica, 2022).

O PROINFA, contudo, mostrou-se ineficiente (DUTRA & SZKLO, 2006 *apud* BAE, 2021) e atrasos na entrada de operação dos projetos contratados, falta de competitividade perante as hidros e termoelétricas, assim como o desconhecimento da variabilidade do vento ao longo do projeto, geraram resultados decepcionantes, como o primeiro LFA (Leilão de Fontes Alternativa) em 2007, onde nove empreendimento eólicos habilitados não foram contratados (COSTA & PIEROBON, 2008 *apud* BAE, 2021).

Com isso, a EPE, criada a partir da Medida Provisória 145/2003 e vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), com o objetivo de realizar estudos e pesquisas destinadas ao planejamento energético, realizou um estudo detalhado da fonte eólica que gerou um novo modelo de contrato, mitigando os riscos e incertezas dos projetos eólicos. O novo modelo permitia, por exemplo, que um ano de muito vento poderia compensar um ano com pouco vento (BAE, 2021).

Em 2009, os resultados do novo modelo geraram resultados durante o segundo LER (Leilão de Energia de Reserva) no Brasil, onde 1.806 MW de energia eólica foram contratados, representados por 71 empreendimentos, a um preço médio de venda de R\$

148,33/MWh. Entre os anos de 2009 e 2019, cerca de 760 projetos eólicos foram comercializados em 21 leilões.

O sucesso da fonte eólica nos leilões contou com um grande empenho do governo na sua fase inicial, isentando cobrança do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para aerogeradores, ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviço) em equipamentos e componentes eólicos, além da suspensão por cinco anos das contribuições de PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social) sobre equipamentos do parque eólico (TOLMASQUIM, 2015 *apud* BAE, 2021).

Com isso, até 2019, a energia eólica era considerada a segunda fonte de energia mais competitiva, perdendo apenas para as usinas hidrelétricas, como demonstra a Tabela 2, a seguir:

**Tabela 2:** Preço Médio por Fonte (R\$/MWh)

Fonte	UHE	Eólica	CGH	PCH	Biomassa	GN	Carvão	Óleo Combustível	GNL	Solar	Óleo Diesel
Preço Médio (R\$/MWh)	162,4	169,5	214,4	220,8	238,6	243,2	248,2	252,2	253,2	254,8	272,4

Fonte: CCEE, 2019 *apud* BAE (2021, p. 26)

Parte do sucesso da indústria eólica no Brasil é fruto do rápido desenvolvimento da cadeia produtiva local, começando com um índice de nacionalização em torno de 60%, alcançando em território nacional 80% da fabricação de um aerogerador, conforme estipulado pelas regras de financiamento do Programa FINAME do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (SEBRAE, 2017 *apud* BAE, 2021).

As montadoras e os fabricantes das principais peças de um aerogerador (pás, torres, cubo e nacele) possuem uma presença mais acentuada na região Nordeste, enquanto os subcomponentes estão mais concentrados na região Sudeste (BAE, 2021).

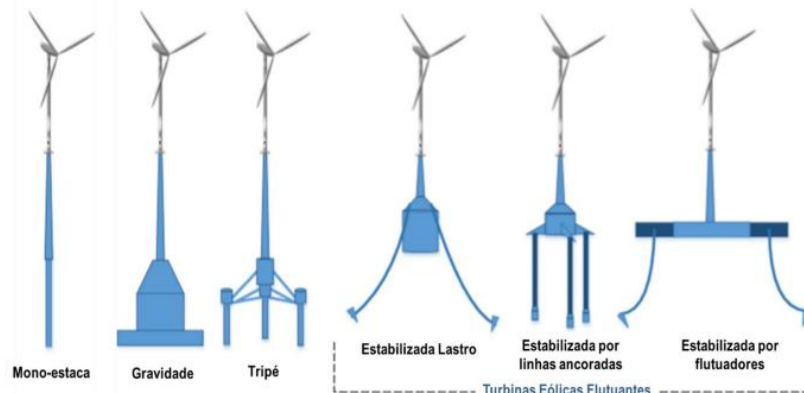
### 2.3 Eólicas offshore mundo

O primeiro parque eólico offshore instalado no mundo foi o Vindeby Offshore Wind Park, construído em 1991 na Dinamarca. O objetivo da empreitada era provar a viabilidade da geração de energia limpa offshore (OFFSHORE WIND, 2017 *apud*

VAICBERG, et al, 2021). O parque se manteve ativo por vinte e cinco anos, provando a viabilidade da implementação de projetos similares e introduzindo no mercado uma variedade de soluções relacionadas ao funcionamento de turbinas eólicas offshore VAICBERG, et al, 2021).

Enquanto que para parque eólicos *onshore* a estrutura da fundação basicamente se mantém, alternando apenas os materiais e métodos de instalação (MORGAN & NTAMBAKWA, 2008 *apud* BAE, 2021), para parque eólicos *offshore*, aspectos geológicos específicos e profundidades (águas rasas menos de 30 metros; águas intermediárias entre 30 e 60 metros; águas profundas acima de 60 metros) devem ser considerados, pois impactam diretamente na configuração e método de instalação utilizado (KUMAR et al., 2016 *apud* BAE, 2021). As fundações podem ser classificadas de acordo com a sua configuração como pode ser visto na Figura 11.

**Figura 11:** Diferentes tipos de fundações para turbinas eólicas offshore



**Fonte:** KUMAR *et al.* 2016 *apud* BAE (2021, p. 17)

A indústria de petróleo providenciou a base de informações e tecnologias atualmente aplicadas pela indústria de eólica *offshore*.

Um marco importante que ajudou a impulsionar a indústria eólica *offshore* na Europa foi a Diretiva 2009/28/EC do Parlamento e Conselho Europeu em Energias Renováveis, onde metas para 2020 foram estabelecidas, como a participação em pelo menos 20% de energias renováveis na matriz elétrica Europeia, com o objetivo de reduzir as emissões dos GEE (Gases Efeito Estufa), parte do compromisso firmado para lidar com as mudanças climáticas. Para cumprir essa meta, o Reino Unido, por exemplo,

estabeleceu a estratégia que 15% da sua matriz elétrica teria energias renováveis, identificando em 2013 que a principal contribuição para atingir o objetivo viria da energia eólica *offshore* (HIGGINS & FOLEY, 2014 *apud* BAE, 2021).

## 2.4 Eólica Offshore no Brasil

O potencial eólico *offshore* brasileiro está localizado nas regiões costeiras do Nordeste, Sul e Sudeste brasileiro. A nota técnica da EPE, *Roadmap Eólica Offshore – Perspectiva e Caminhos para Energia Eólica Marítima*, estima que o Brasil possua aproximadamente 700 GW de potencial para exploração da fonte eólica em locais com profundidade com até 50 metros. Alguns dos principais estados com potencial eólico para aproveitamento e produção de energia eólica são: Ceará, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul (EPE, 2020).

Alguns destes estados já possuem infraestrutura portuária que podem viabilizar e facilitar o processo de desenvolvimento da fonte eólica no país. Ao total, o Brasil possui 37 portos dos quais 11 localizam-se na região Nordeste e 11 na região Sul, já a região Sudeste possui 9 portos (ANTAQ, 2019 *apud* NORONHA et al, 2021). Nestes portos consideram-se fatores técnicos ligados aos acessos rodoviários/ ferroviários, largura do canal, profundidade, capacidade de manuseio, presença de estaleiros e outros pontos críticos para viabilizar questões de transporte logístico e portuário (NORONHA et al, 2021).

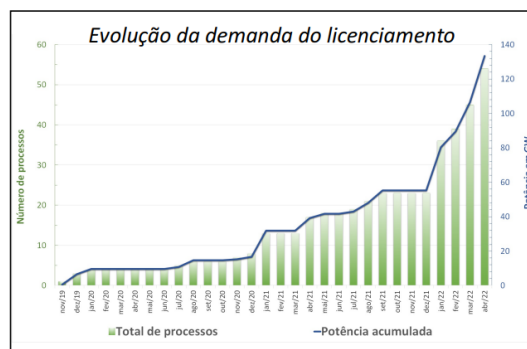
Além da infraestrutura portuária e logística, fatores ligados às linhas de transmissão e pontos de conexão, licenciamento ambiental, fundações e nacionalização da cadeia produtiva devem ser levados em conta (EPE, 2020 *apud* NORONHA et al, 2021). O Brasil possui um sistema de transmissão em processo de expansão que precisará contar com o planejamento estratégico governamental para atender as demandas da fonte eólica *offshore*, considerando fatores subaquáticos e manutenção (EPE, 2018 *apud* NORONHA et al, 2021). Por outro lado, segundo o estudo “Atualização do Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil” da ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, grande parte da cadeia produtiva está nacionalizada, todavia, o relatório (ABDI, 2018 *apud* NORONHA et al, 2021), demonstra

que os efeitos de transbordamento de conhecimento podem colaborar para a rápida adaptação da cadeia produtiva nacional para atendimento de demandas do setor.

Em relação à questão ambiental, o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, publicou o documento Termo de Referência – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA – Complexos Eólicos, apresentando critérios ambientais que devem conter nos estudos de impacto ambiental para atestar a viabilidade de projetos de geração eólica *offshore* (IBAMA, 2020 *apud* NORONHA et al, 2021). Este documento fornece segurança na padronização e qualidade dos estudos ambientais, reduzindo incertezas jurídicas e regulatórios, garantindo proteção ambiental e atração de interessados em desenvolver projetos de eólica *offshore* (Gonzáles et al, 2020 *apud* NORONHA et al, 2021).

O layout dos projetos em licenciamento no IBAMA pode ser encontrado na Figura 12. O Gráfico 1 demonstra a evolução da demanda de licenciamento desde novembro de 2019 até abril/2022. Podemos notar o aumento significativo no número de processos submetidos ao crivo do IBAMA. São 54 projetos, totalizando 9.074 aerogeradores e potência de 133.333 MW. Sendo que até 19 de agosto de 2021 os dados disponibilizados indicavam 20 projetos com 3.486 aerogeradores e potência total de 46.631,4 MW. Um crescimento de 286% na potência total. A potência total em licenciamento (MW), por estado, antes do decreto foi de RS: 23.589 MW; RJ: 21.488 MW; CE: 16.912 MW; RN: 12.844 MW; ES: 3.175 MW; PI 2.394 MW. Atualmente, após o decreto, o total de projetos somam 54 com total de 133.333 GW distribuídos em RS: 44.719 MW; RJ: 27.498 MW; CE: 26.942 MW; RN: 15.854 MW; ES: 5.695 MW; PI 6.924 MW; e SC 5700 MW (IBAMA, 2022).

**Gráfico 1:** Evolução da demanda de licenciamento - abril/2022



**Fonte:** IBAMA, 2022

**Figura 12:** Complexos Eólicos Offshore – Projetos com Processos de Licenciamento Ambiental Abertos no IBAMA

**Fonte:** IBAMA, 2022

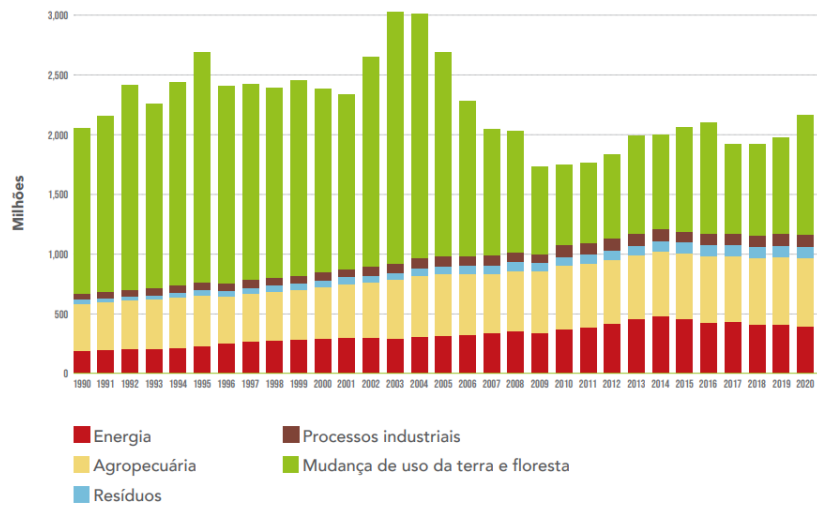
## 2.5 Importância da Energia eólica no combate às mudanças climáticas

O ano de 2020 marcou o fim de um ciclo crucial nas políticas de clima do Brasil. Quando deveriam ter sido cumpridas as metas inscritas na PNMC, a lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009), regulamentada inicialmente em 2010 pelo Decreto 7.390/2010, substituído em 2018 pelo Decreto 9.578. A PNMC consolidou uma virada histórica no país ao traduzir, e incorporar como lei doméstica, os primeiros compromissos nacionais de redução de emissões, apresentados à Convenção do Clima da Organização das Nações Unidas em dezembro de 2009 em Copenhague, Dinamarca (SEEG Brasil, 2021).

Desde 2010, ano da regulamentação da PNMC, o país elevou em 23,2% a quantidade de gases de efeito estufa que despeja na atmosfera todos os anos. A curva das emissões nacionais ainda é, portanto, idêntica à de antes da adoção da Política Nacional sobre Mudança do Clima, 11 anos atrás. A expectativa era que, ao cumprir as metas da política – como a redução em 80% da taxa de desmatamento na Amazônia em 2020 em relação à média verificada entre 1996 e 2005 –, o país fosse ficar com uma curva de emissões mais parecida com as das nações industrializadas, dominada pelo setor de energia (SEEG Brasil, 2021). A seguir, podemos através do Gráfico 2 ver a emissões de 1990 a 2020.



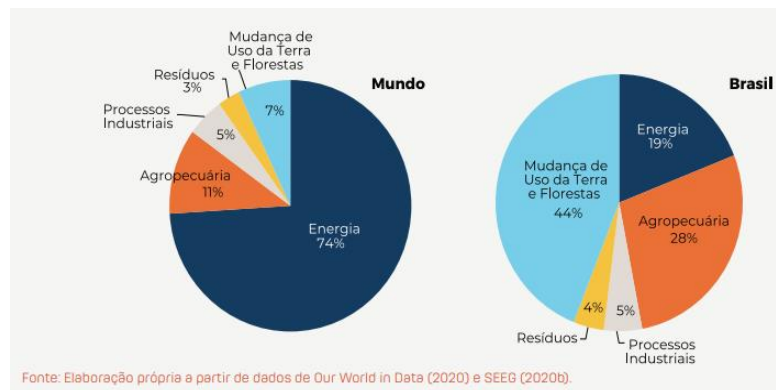
**Gráfico 2:** Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO<sub>2</sub>e)



**Fonte:** SEEG Brasil (2021, p. 3) Foi de 9,5% o aumento das emissões brutas de gases de efeito estufa no Brasil em 2020. O nível de emissões verificado em 2020 é o maior desde o ano de 2006 devido a desmatamento e uso da terra (SEEG Brasil, 2021).

O Gráfico 3 permite a comparação entre o Brasil e o mundo quanto ao percentual de emissões de GEE's por atividade econômica.

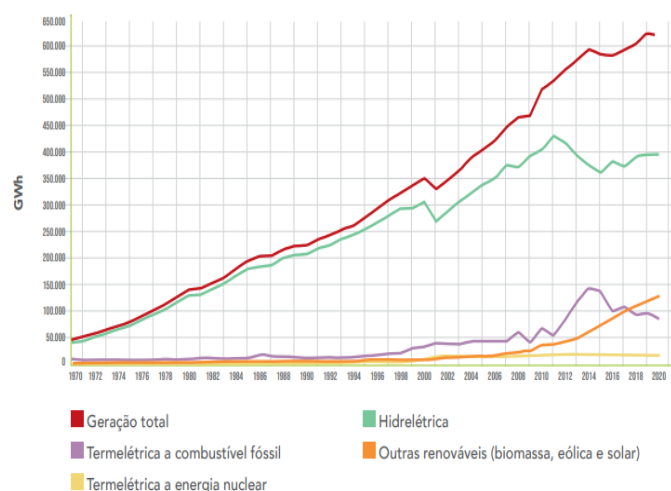
**Gráfico 3:** Emissões de GEE por atividade econômica no Mundo e no Brasil



**Fonte:** Instituto E+ (2021, p. 8)

O Gráfico 4 traz uma lupa sobre o setor elétrico mostrando suas emissões por fonte. A principal fonte brasileira de energia elétrica é a hidrelétrica.

**Gráfico 4:** Geração de Eletricidade por Fonte (1970 – 2020)

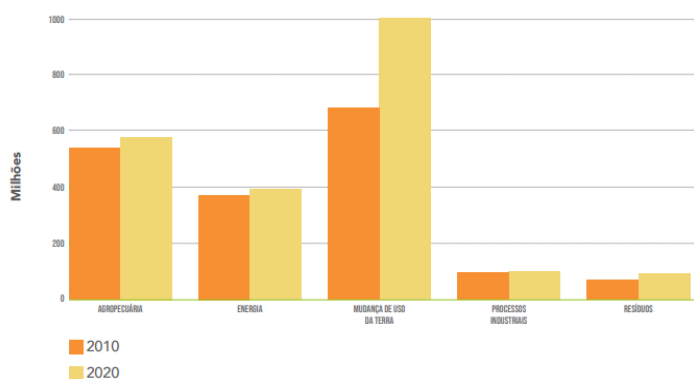


**Fonte:** SEEG Brasil (2021, p. 24)

Na iNDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), atual, não foram apresentadas metas setoriais. Porém, na 26ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada em 2021 na cidade de Glasgow, Escócia (COP26), a delegação brasileira anunciou entre outras ações a de tornar 50% da sua matriz energética limpa até 2030. O Brasil manteve a meta da sua iNDC se propondo a reduzir em 37% de suas emissões em 2025 e de 43% em 2030, tendo como base as emissões de 2005. O texto da iNDC manteve a opção por não alocar metas formais entre os diferentes setores, de forma que o Brasil pode atingir as metas por diferentes caminhos alternativos (EPE, 2022).

O Gráfico 5 traz o comparativo entre as emissões antes e depois do PNMC. Demonstrando que as emissões ou continuaram iguais ou aumentaram em relação aos níveis de antes da política.

**Gráfico 5:** Emissões brasileiras por setor, antes e depois da PNMC



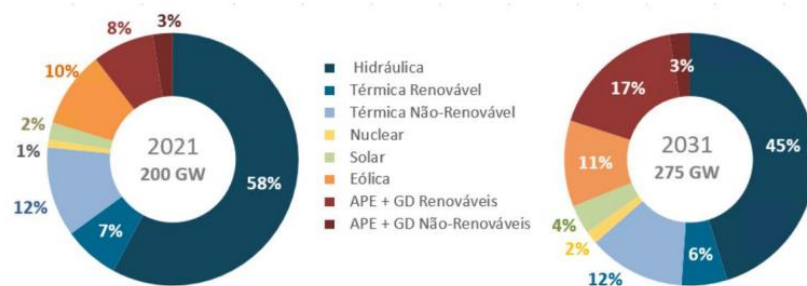
**Fonte:** SEEG Brasil (2021, p. 7)

No que tange à adaptação às mudanças climáticas, pressupõem-se que uma matriz energética altamente renovável é também mais sensível aos efeitos climáticos. Embora ainda haja incertezas e limitações dos modelos de projeção climática, já se verifica certa convergência nas projeções quanto às alterações no regime de chuvas para algumas regiões brasileiras, especialmente no Nordeste e no Norte, o que impactaria diretamente a geração hidrelétrica brasileira (EPE, 2022).

O Plano Nacional de Energia de 2050 faz a comparação entre o potencial de recursos de energia nesse horizonte temporal. Demonstrando a disponibilidade total de recursos. Os impactos ao sistema energético mais reiterados por estudiosos em relação às mudanças climáticas graduais são o aumento da temperatura média, a diminuição da precipitação média, o aumento de ventos em áreas áridas e litorâneas e a elevação do nível do mar. Isolados ou combinados, esses impactos amplificam vulnerabilidades e diminuem eficiência, podendo reduzir ou mesmo interromper a operação das instalações e das infraestruturas de energia (EPE, 2022).

Para a oferta de eletricidade, o Brasil mantém a predominância da geração baseada em fontes renováveis (hidráulica, biomassa, eólica e solar), com o nível de renovabilidade de 84% ao longo do horizonte decenal (Gráfico 6) (EPE, 2022).

**Gráfico 6:** Evolução da composição da capacidade instalada total por fonte



Nota: Não inclui Parcela da UHE Itaipu pertencente ao Paraguai.

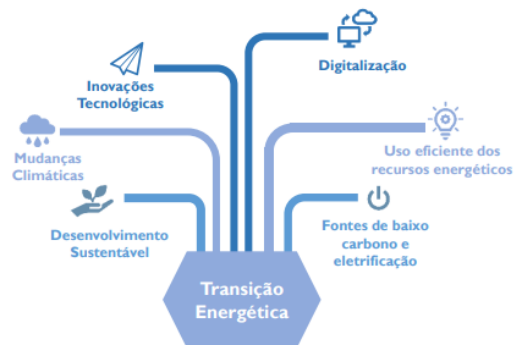
**Fonte:** EPE (2022, p. 321)

O conceito de transição energética está associado a mudanças significativas na estrutura da matriz energética primária mundial em um processo de transformação em direção a uma economia de baixo carbono e maior pegada ambiental. Devido à complexidade e diversidade de processos em jogo, variações de estágio e de ritmo das transformações em diferentes países, regiões ou localidades são características presentes nesse processo de longa coexistência entre fontes energéticas durante suas trajetórias de substituição progressiva (EPE, 2022).

Sob a ótica socioambiental, o processo de transição energética contempla principalmente as iniciativas de descarbonização e a produção de bioenergia e energias renováveis. No cenário de transição, há ainda oportunidades socioambientais para o setor energético com a implementação de mecanismos de precificação de carbono e de programas de pagamento por serviços ambientais; a ampliação do aproveitamento energético de resíduos; e a promoção de tecnologias inovadoras de baixo carbono, como hidrogênio e diesel verde (EPE, 2022).

Nesse contexto, há estímulos ao uso mais eficiente dos recursos energéticos e à redução da participação de combustíveis mais intensivos em emissões de carbono na matriz energética primária mundial em favor de fontes de baixo carbono (sobretudo renováveis e o gás natural como combustível de transição), bem como à eletrificação em processos de conversão de energia como ilustra a Figura 13. Ademais, tal processo ocorre associado à maior automação e digitalização de processos, controles e serviços, possibilitando tanto o aumento da eficiência energética como a maior participação de fontes renováveis não-despacháveis (e.g., eólica e solar) (MME/EPE, 2020).

**Figura 13:** Base da transição energética



**Fonte:** MME/EPE (2020, p. 34)

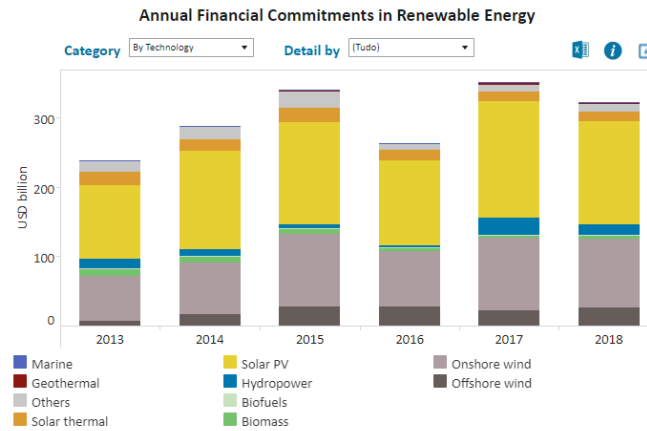
O setor energético está fortemente relacionado com as questões climáticas seja pela sua relevância nas emissões de gases do efeito estufa (GEE) na produção e uso de energia, seja pela sua vulnerabilidade às alterações do clima. Dessa maneira, as políticas e as discussões climáticas são determinantes para o planejamento energético (EPE, 2022).

O Brasil, signatário do Acordo de Paris, se comprometeu em sua Contribuição Nacionalmente Determinada - iNDC (Brasil, 2020 *apud* EPE, 2022), atualizada em dezembro de 2020, à redução de 37% de suas emissões em 2025 e de 43% em 2030 (EPE, 2022).

O Brasil ocupa o 5º (quinto) lugar entre os maiores poluidores climáticos, com cerca de 3,2% do total mundial ficando atrás apenas de China, EUA, Rússia e Índia (SEEG Brasil, 2021).

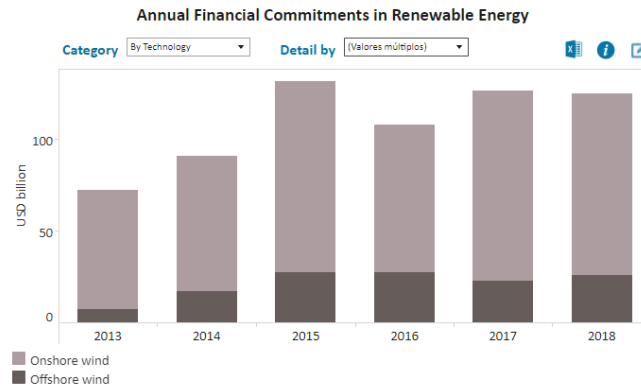
Dentro desse contexto, o Gráfico 7 demonstra que de 2013 a 2018, as energias solares fotovoltaica e a eólica *onshore* consolidaram seu domínio, atraindo respectivamente, 46% e 29% dos investimentos globais em energia renovável. O investimento em energia eólica offshore tiveram um aumento, atraindo 7% do total, seguido da solar-térmica com 6%. Ademais o Gráfico 8 traz os valores na casa dos bilhões de dólares já investido no setor eólico no mesmo período (IRENA, 2022).

**Gráfico 7: Compromissos Financeiros Renováveis**



Fonte: IRENA, 2022

**Gráfico 8: Compromissos Financeiros Eólicas**



Fonte: IRENA, 2022

De acordo com dados da BNEF (Bloomberg New Energy Finance) ano? *apud* ABEEólica (2021), encerramos o ano de 2021 com um investimento do setor eólico de US\$ 5,15 bilhões (R\$ 27,81 bilhões), representando 44% dos investimentos realizados em renováveis (solar, eólica, biocombustíveis, biomassa e resíduos, PCH e outros).

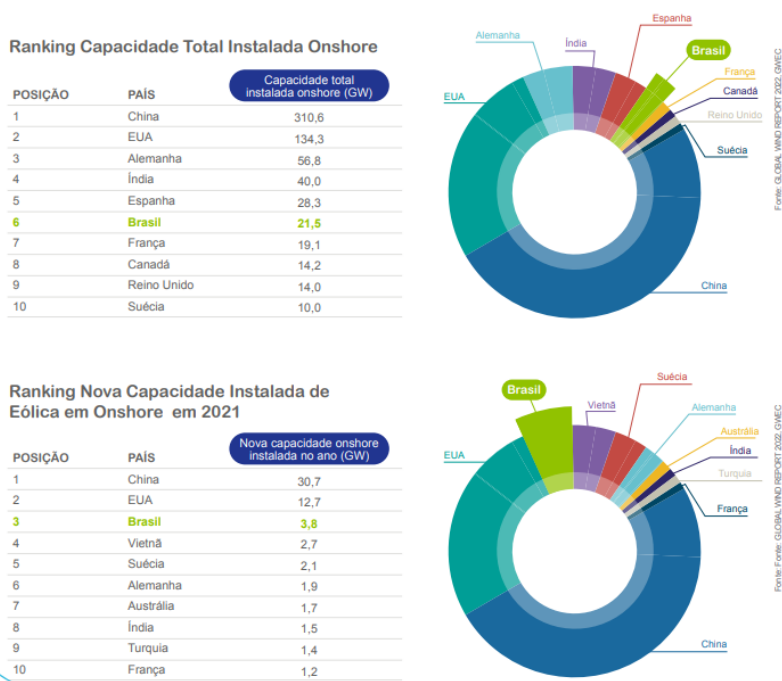
Atualmente, no Brasil possui 795 usinas eólicas onshore operação comercial. Estas usinas estão nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste brasileiro. Os cinco estados com maior geração no ano de 2021 foram Rio Grande do Norte (21,23 TWh), Bahia (21,15 TWh), Piauí (9,10 TWh), Ceará (7,91 TWh) e Rio Grande do Sul (5,63 TWh) (ABEEólica, 2021). Outros estados que possuem são Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio

de Janeiro e Santa Catarina. O Brasil alcançou fator de capacidade médio de 43,6% em 2021, com máximo de 57,9%. A média mundial é de 35% (ABEEólica, 2021).

Segundo a Agência ABEEólica (2021), toda essa infraestrutura gerou, no ano de 2021, energia suficiente para abastecer 36,2 milhões de residências por mês, o que significa uma população de cerca de 108 milhões de pessoas, equivalente a populações do nordeste e sudeste juntos. Desde 2019, a energia eólica é a segunda maior fonte da matriz elétrica brasileira.

Em 2021, o Brasil ocupou o 6º lugar no Ranking Mundial do Global Wind Energy Council (GWEC) com capacidade total instalada onshore de 21,5 GW e, considerando capacidade nova instalada no ano de 2021, o Brasil foi o terceiro país que mais instalou energia eólica no mundo (3,8 GW) (ABEEólica, 2021).

**Figura 14: Brasil e o mundo**

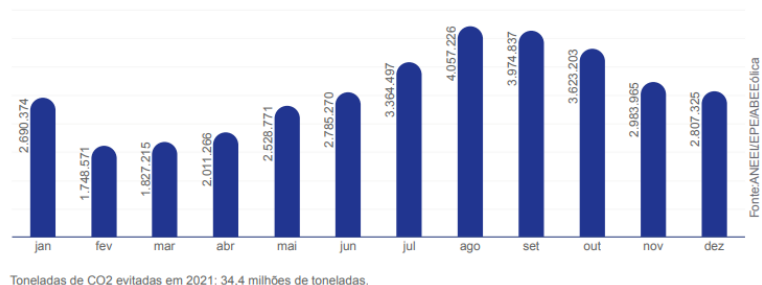


**Fonte:** ABEEólica (2021, p. 14)

Além de ser uma fonte com reduzido impacto ao longo de sua implantação, a eólica não emite CO<sub>2</sub> em sua operação, substituindo, portanto, outras fontes de geração de energia elétrica com emissão. O Gráfico 9 mostra a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub>

evitada pela fonte eólica onshore a cada mês. O total de emissões evitadas em 2020 foi de 34,4 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, o equivalente à emissão anual de cerca de 34 milhões de automóveis de passeio. Para base de comparação, a cidade de São Paulo tem uma frota de mais de 19 milhões de automóveis de passeio (ABEEólica, 2021).

**Gráfico 9:** Emissões de CO<sub>2</sub> evitadas por mês (Toneladas)



**Fonte:** ABEEólica (2021, p. 9)

O eficiente desenvolvimento da indústria eólica no Brasil pode ser explicado pela ótima qualidade dos ventos brasileiros e pelo forte investimento das empresas que, nos últimos 12 anos, construíram uma cadeia produtiva nacional para sustentar os compromissos assumidos e o enorme potencial de crescimento desta fonte de energia no Brasil. No que se refere à qualidade dos ventos, o Brasil tem um fator de capacidade (dado que mede a produtividade dos ventos) acima da média mundial. Como o Gráfico 10 bem ilustra a evolução da capacidade instalada.

**Gráfico 10:** Evolução da Capacidade Instalada por MW eólica onshore

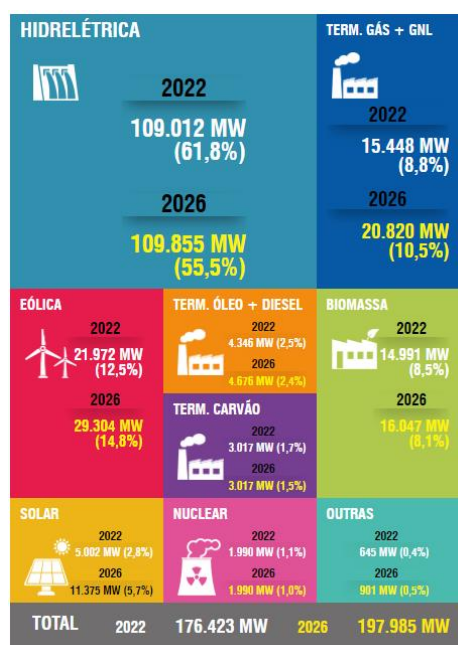


**Fonte:** NORONHA et al (2021, p. 38)



Já a Figura 15 produzida pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) traz a síntese da matriz elétrica em 2022 e o que se planeja em 2026. Interessante notar a redução da participação hidráulica na matriz diante do aprendizado de 2021 com uma das maiores crises no setor; e um destaque para o aumento da participação das fontes eólica, solar e termoelétricas movidas a gás e GNL. Em resposta aos marcos legais de 2021 e 2022 em eólica offshore (PL nº 576/2021), micro e minigeração fotovoltaica (Lei nº 14.300, de 2022), a nova lei do gás natural (Lei nº 14.134, de 2021).

**Figura 15:** Evolução da Capacidade Instalada no SIN agosto 2022/ dez 2026



Fonte: FNAO agosto/2022

**Fonte:** ONS (2022)

Ao redor do mundo, a energia eólica *offshore* tem se mostrado uma opção cada vez mais viável para geração de energia renovável, impulsionada por políticas energéticas de apoio, em resposta a preocupações ambientais, e por avanços tecnológicos, desenvolvidos por cadeias de suprimentos amadurecidas em locais com uma grande quantidade de projetos implantados. Do total de instalações *offshore* no mundo, Reino Unido (34%), Alemanha (28%) e China (20%) concentram mais de 90% dos 23,1 GW instalados (GWEC, 2019a *apud* EPE). Em 2018, um total de 4,5 GW foram

instalados, sendo que, pela primeira vez, a China foi responsável pela maior parte dos projetos instalados (EPE, 2020).

Nas Américas, os Estados Unidos iniciaram suas atividades na indústria eólica *offshore* em 2016, com o lançamento do projeto *Deepwater Wind*, de 30 MW. Este marco foi acompanhado pelo aumento do apoio de políticas internas dos estados de Massachusetts, Nova York e Maryland para atrair a cadeia de energia eólica *offshore* (EPE, 2020 *apud* NREL, 2017). Sob este cenário, em setembro de 2016, foi lançada a Estratégia Nacional Eólica *Offshore* do Departamento do Interior (DOI), identificando as principais ações de pesquisa necessárias para se atingir um cenário de 86 GW implantados até 2050. A Estratégia Nacional de Energia Eólica *Offshore* delinea uma estrutura para desenvolver uma indústria *offshore* robusta e sustentável, reduzindo custos e riscos tecnológicos (EPE, 2020).

Em 2020, a EPE incluiu pela primeira vez no PDE 2020, aprovado por meio da Portaria nº 38/GM/MME, a fonte eólica *offshore* como candidata à expansão, a partir de 2027 (EPBR, 2022).

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2050, elaborado pela EPE, aponta para uma capacidade instalada de geração de energia elétrica por eólicas *offshore* no Brasil em torno de 16 GW até 2050, caso haja uma redução de 20% no capex dessa fonte. Essa perspectiva se mantém mesmo com a indicação de alto crescimento da capacidade eólica onshore no cenário 2050 (EPBR, 2022).

A alternativa para geração de energia renovável de larga escala está no radar de multinacionais como Equinor, Neoenergia, EDP, Engie, OW Winds, Shell entre outras.

### **3 ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO (AIR) APLICADA À ENERGIA EÓLICA OFFSHORE NO BRASIL**

A seguir, será apresentado o estudo regulatório das eólicas *offshore* no Brasil.

#### **3.1 Sumário executivo**

O presidente Jair Bolsonaro editou em 25 de janeiro de 2022, o decreto nº 10.946/2022, dando o pontapé para a cessão de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais para geração elétrica *offshore*.

Em 18 de agosto de 2022 foi aprovado no Senado Federal o Projeto de Lei (PL) nº 576/2021 e encontra-se em tramitação na Câmara dos Deputados.

O PL disciplina a outorga de autorização para aproveitamento de potencial energético offshore que permitirá maior segurança para esse tipo de empreendimento em todos os níveis.

Nessa enseada, o presente estudo analisa os desafios da implantação da energia eólica offshore no Brasil e explora em que medida pode-se fomentar ações para a redução do valor da energia advinda desta fonte. São feitas análises do próprio texto do Projeto de Lei avaliados em que medida eles se compatibilizam com as alternativas propostas.

Por meio das metodologias de Design Thinking, Matriz SWOT e GUT foi identificado o problema regulatório que consiste no Alto Custo da Energia Eólica. Em seguida foram feitas pesquisas em busca do CAPEX, OPEX, Encargos e Geração de empregos e emissões de GEE's. Com esses dados foram feitas análises multicritério e AHP para geração de pesos. O Resultado demonstrou que essa fonte seria a 6ª no *ranking* de prioridades de investimentos. Demonstrando que a fonte tem de fato alto custo.

Em seguida, por meio de Design Thinking foram pensados os objetivos que a serem alcançados para resolver o problema regulatório identificado. Foram desenvolvidas 4 alternativas e também uma análise de correlação entre o PL 576/2021 e sua colaboração para efetivação dessas alternativas que propões soluções.

Por meio de matriz de prioridades e impactos a Alternativa 2 - Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país – foi considerada a que deveria ser posta em prática.

Por fim, foram feitas propostas de efetivação da alternativa 2.

### 3.2 Problema regulatório

Pode-se levantar e comparar as características dos empreendimentos *offshore* e *onshore* para compreendê-los e identificar pontos que seja possível dar maior prioridade nessa nova empreitada *offshore* para tanto será feita a matriz SWOT e a matriz GUT de prioridades para a devida identificação do problema.

**Tabela 3:** Comparação entre as características técnicas, econômicas e espaciais entre eólica offshore e onshore

<b>Características</b>	<b>Offshore</b>	<b>Onshore</b>
<b>Técnico-espaciais</b>		
Produção elétrica	Alta (maior fator de capacidade)	Menor que <i>offshore</i>
Restrições gerais	Profundidade da água, rotas náuticas, reservas naturais, distância da costa	Exposição do vento, áreas residenciais, reservas naturais
Condições ambientais	Ventos mais fortes e constantes, água salgada, ondas, condições de tempo extremas	Ventos tipicamente mais fracos, menos constantes e mais turbulentos que <i>offshore</i>
Condições de acesso	Montagem final e instalação somente em condições de mar calmo, acesso mais restrito e demorado, longas distâncias	Instalação em condições de pouco vento, acesso rodoviário necessário, transporte de peças e componentes grandes mais desafiador, manutenção mais fácil
Impactos ambientais	Pouca relevância para impactos visuais e sonoros, potencial impacto para aves marinhas e aves migratórias, impactos por causa da fundação e conexão de grid	Impacto visual e sonoro são mais relevantes
Conexão do grid	Longas distâncias até os pontos de conexão, monitoramento constante necessário, procedimentos de licença separados, grid litorâneo mais fracos	Distancias curtas a médias, integração ao grid menos problemática por causa das menores dimensões dos parques eólicos
<b>Econômicas</b>		

Principais custos	Turbinas, fundações, conexões ao grid e estações transformadoras	Fundações e conexões ao grid menos dispendioso
Investimento de capital (CAPEX)	Alto	Baixo, comparado ao <i>offshore</i>
Riscos	Alto, falta de seguro	Baixo, comparado ao <i>offshore</i>
Renda	Esquemas de apoio governamental, em parte com incentivos extras	Esquemas de apoio governamental
<b>Organizacionais</b>		
Planejamento e licenciamento	Grandes diferenças nacionais, geralmente complexas e demoradas	Semelhante ao <i>offshore</i>
Conexão grid	Coordenação próxima com o operador do grid	Coordenação importante também, mas menos crítica
Tamanho do projeto	Grande	Menor que <i>offshore</i>
Quantidade de subcontratados	Grande, gestão de projeto mais complexa	Menor, menos complexa
Outras particularidades	Serviços in situ dependem das condições de tempo e mar, assim como disponibilidade de embarcações	Menos dependências, planejamento mais previsível

Fonte: BAE 2021 adaptado de MARKARD & PETERSEN, 2009 (2021, p. 13)

A seguir, na Tabela 4 são levantados os pontos para a matriz SWOT por meio de pesquisa acadêmica. Inicialmente, foi realizada a matriz SWOT para que fossem identificados os pontos fortes e fracos dentro do contexto das eólicas offshore. Eles são divididos em ambiente interno e externo. Os pontos fracos dentro do ambiente interno são temas em que os responsáveis por elaborar leis e regulamentos no país podem agir.

**Tabela 4:** Matriz SWOT para identificação do problema regulatório

<b>Ambiente Interno</b>	<b>Ambiente Externo</b>
<b>Pontos Fortes</b>	<b>Oportunidades</b>

Arcabouço legal ambiental	Associação com hidrogênio verde e baterias
Cadeia nacionalizada	Desenvolver uma cadeia robusta de suprimento
6º maior gerador de empregos na área de eólicas no mundo	Adaptação da infraestrutura portuária
Leilões de Energia de Fontes Alternativas	Aperfeiçoamento nas técnicas de medição anemométrica
Arcabouço regulatório onshore consolidado	Atrair investimento direto estrangeiro
Parte da frota de navios de apoio necessária é a mesma utilizada no mercado de O&G	Especializar-se em construção de embarcações específicas para eólicas offshore
PROINFA	Reduzir dependência da frota de apoio marítimo à indústria de petróleo
<b>Pontos Fracos</b>	<b>Ameaças</b>
Linhas de transmissão insuficientes	Altos custos de construção, operação e manutenção
Falta de mão de obra capacitada	Excedente de energia
Estrutura de portos	Fim dos subsídios
Grande distância entre portos e fornecedores	Facilidade de novos entrantes no setor
Crises políticas e econômicas internas	Escassez mundial de matéria-prima e componentes
Transporte e logística	Crises políticas e econômicas externas
O alto custo da energia	Dependência da frota de apoio marítimo a indústria de O&G

A seguir, na Tabela 5, os pontos fracos internos notados na matriz anterior são avaliados na Matriz GUT permitindo escolher o problema que se deve dar atenção prioritariamente a partir da maior pontuação.

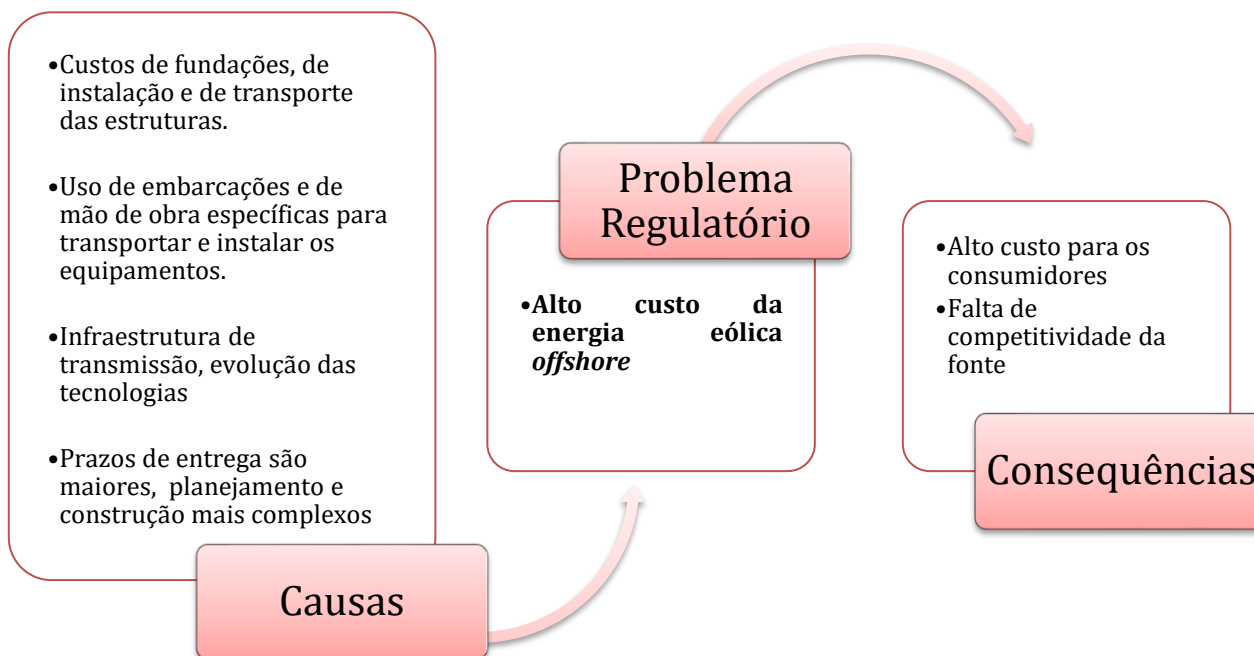
**Tabela 5:** Matriz GUT de prioridade

<b>PROBLEMA</b>	<b>GRAVIDAD E</b>	<b>URGÊNCI A</b>	<b>TENDÊNCI A</b>	<b>GxUxT</b>	<b>PRIORIDADE</b>
Linhas de transmissão insuficientes	4	4	3	48	2
Falta de mão de obra capacitada	3	3	2	18	4
Estrutura de portos	4	3	2	24	3
Grande distância porto- fornecedor	3	2	2	12	5
Crises políticas e econômicas internas	3	3	2	18	4
Transporte e logística	4	3	2	24	3
<b>O alto custo da energia</b>	4	4	4	64	1

**Fonte:** Autoria própria (2022)

Então, o tema alto custo da energia foi determinado como prioridade por obter a maior pontuação (64). Destarte, O PROBLEMA REGULATÓRIO ESTUDADO É O ALTO CUSTO DA ENERGIA EÓLICA *OFFSHORE*. Por meio da metodologia de Design Thinking foi desenvolvido o Diagrama do Problema Regulatório, e sua relação com causas e consequências, conforme a Figura 16.

**Figura 16:** Diagrama do problema regulatório: causas e consequências



**Fonte:** Autoria própria (2022)

Pode-se verificar que o valor mínimo observado para a fonte eólica *offshore* está no mesmo nível do valor médio de CAPEX adotado para um empreendimento hidrelétrico e está abaixo do valor de custo de investimento considerado para uma usina nuclear nova.

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2031, realizado pela EPE em 2020, traz a estimativa de CAPEX que varia entre R\$ 9.800/kW e R\$ 18.600/ kW; o triplo do *onshore*, conforme Figura 17, a seguir:



**Figura 17:** Resumo das considerações de custos para as tecnologias do MDI

Tipo de Oferta	Faixas de CAPEX, mín e máx [R\$/kW]	CAPEX Referência, sem JDC [R\$/kW]	O&M [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	CVU [R\$/MWh]
Armazenamento – Baterias	5.000 a 9.800	6.200	60	270	-
Biogás -Resíduo sucroenergético	3.000 a 10.000	8.000	480	205	-
Biomassa - Bagaço de Cana (1)	2.000 a 5.500	3.000	90	140	-
Biomassa - Bagaço de Cana (2)		4.000	90	145	-
Biomassa - Bagaço de Cana (3)		5.000	90	155	-
Biomassa - Cavaco de Madeira	4.000 a 8.000	6.000	120	170	200
Carvão Nacional	8.000 a 13.500	10.300	160	595	130
Eólica <i>Onshore</i> (1)	3.200 a 5.500	3.800	90	145	-
Eólica <i>Onshore</i> (2)		4.200	90	150	-
Eólica <i>Onshore</i> (3)		4.500	90	150	-
Eólica <i>Onshore</i> (4)		5.000	90	155	-
Eólica <i>Offshore</i>	9.800 a 18.600	10.300	360	415	-
Gás Natural (Ciclo Combinado) 100% Flexível	3.400 a 5.900 (apenas a UTE)	4.300	80 (UTE) + 80 (Regas)	250	385
Gás Natural (Ciclo Combinado) 30% Inflexível (Sazonal)	3.400 a 5.900 (apenas a UTE)	4.300	80 (UTE) + 80 (Regas)	250	303
Gás Natural (Ciclo Aberto) 100% Flexível	2.900 a 4.700	3.600	80 (UTE)	220	600
Gás Natural – Nacional (C Comb.) 30% a 70% Inflexível (Flat)	3.400 a 5.900 (apenas a UTE)	5.300	150	280	259
Gás Natural – Nacional (C Comb.) 100% Inflexível (Flat)	3.400 a 5.900 (apenas a UTE)	5.300	150	280	215
Hidrelétricas	Variável (Tabela 3-3)	Variável (Tabela 3-3)	30 a 50	480 a 700	-
Hidrelétricas Reversíveis	2.400 a 12.000	6.500	70	330	-
Nuclear	22.000 a 29.400	25.800	520	660	47
PCH (1)	3.500 a 11.500	6.000	90	140	-
PCH (2)		8.000	90	150	-
PCH (3)		11.000	90	180	-
RSU (Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos)	14.500 a 27.000	23.000	920	845	-
Solar Fotovoltaica (1)	2.500 a 5.000	2.800	50	130	-
Solar Fotovoltaica (2)		3.300	50	135	-
Solar Fotovoltaica (3)		3.800	50	140	-
Solar Fotovoltaica (4)		4.500	50	145	-
Fotovoltaica Flutuante	3.800 a 6.500	5.000	65	150	-
Modernização UHE	1.150 a 2.250	-	50	300	-
Resposta da Demanda	-	-	39 - 151	5	464 – 1.824

**Fonte:** PDE 2031. EPE (2022, p. 94)

Em busca da causa deste problema regulatório podemos entender que isso ocorre devido principalmente, segundo a EPE (2020), aos custos de fundações, de instalação e de transporte das estruturas. Além disso, existe um custo adicional na fabricação dos equipamentos pois precisam ser projetados e protegidos, tanto contra o efeito da corrosão quanto contra a ação das ondas e marés.

Ainda neste contexto, outro item que impacta o custo da construção de usinas eólicas *offshore* é a utilização de embarcações e de mão de obra específicas para transportar e instalar os equipamentos. Esse serviço é desenvolvido por empresas

especializadas (geralmente do setor de óleo e gás) e possuem um custo bastante elevado (especialmente quando comparados aos serviços de mesma natureza nos parques eólicos onshore).

O custo total de investimento (CAPEX) da energia eólica *offshore* também apresenta um aumento à medida que os projetos se afastam da costa e são instalados em águas mais profundas, não só pelo tipo de fundação, mas por ter que utilizar tecnologias mais avançadas. Além disso, ainda comparando com os parques *onshore*, os prazos de entrega dos projetos *offshore* são maiores e o planejamento e a construção são mais complexos (EPE, 2020).

Quanto à infraestrutura de transmissão, comparando-se as instalações *onshore* e *offshore*, no caso de parques eólicos onshore, os custos representam entre 9 e 14% da estrutura de custos totais, já para projetos *offshore*, esse valor pode variar de 15 a 30% dos custos totais (EWEA, 2009 *apud* EPE, 2020). Uma estimativa geral da infraestrutura de transmissão e sua instalação é de aproximadamente 21% dos custos totais do projeto eólico *offshore* (IRENA, 2012 *apud* EPE, 2020).

Estima-se que os projetos offshore tenham uma produção de energia até 50% maior, a depender das condições específicas de cada projeto, que a de usinas eólicas *onshore* equivalentes, devido aos ventos marítimos apresentarem maiores velocidades, menor turbulência e maior constância quando comparados aos recursos disponíveis próximos de localidades terrestres (EPE, 2020).

Esse fato faz com que, em uma análise a longo prazo, os custos, apesar de serem maiores, possam ser compensados pela maior produção de energia, tornando esses projetos viáveis.

Um outro componente fundamental na formação do custo de energia elétrica é o custo de Operação e Manutenção (O&M). Esses custos são significativamente mais altos do que os custos equivalentes em projetos eólicos onshore, devido às condições operacionais adversas impostas pelo ambiente marinho e à dificuldade de manutenção das turbinas eólicas nessas condições (IEA, 2018b *apud* EPE, 2020).

As estratégias de O&M para parques eólicos offshore mais distantes da costa (com distâncias maiores que 50 km) ainda estão em desenvolvimento, tais como embarcações de operação de serviço (SOVs) com acomodação para técnicos, escritórios

e oficinas. A otimização do projeto e da utilização dessas embarcações é um processo contínuo e existe a possibilidade de construção de navios maiores para suportar vários navios menores (“navios-filhos”) e de bases offshore fixas que podem ser a solução mais viável para alguns projetos (EPE, 2020).

A Figura 18 mostra uma divisão típica dos custos totais de um projeto eólico *offshore*, desde a fase de desenvolvimento, que corresponde a 2% dos custos, até o descomissionamento da planta no fim da sua vida útil, que, assim como a primeira etapa, também tem percentual estimado em 2%, passando pelos custos de OPEX (O&M) durante a operação do parque (em torno de 25 anos), que representa o maior percentual dos custos, de 40%. Na fase de construção, com duração em torno de dois anos, são apontados os percentuais referentes aos custos referentes a Instalação, em torno de 12%, a turbina eólica, de 24%, e a BoP (Balance of Plant), aproximadamente 20%. Os custos de BoP incluem estruturas de suporte a turbina, como infraestrutura elétrica, cabeamento, subestação, projetos etc (EPE, 2020).

**Figura 18:** Divisão típica de custos durante o ciclo de vida de um projeto eólico

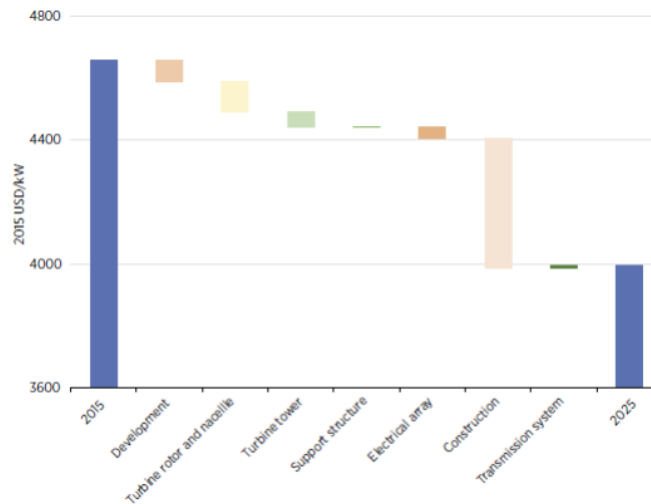


**Fonte:** Roadmap Eólicas Offshore. ORE Catapult / Offshore Wind *apud* EPE (2020, p. 58)

Como os mercados eólicos offshore no mundo ainda estão em pleno desenvolvimento, as estimativas do potencial de redução de custos dessa tecnologia são bastante incertas. Não obstante, dependendo da velocidade de crescimento desse mercado, alguns estudos apontam para possíveis reduções entre 11% e 30% até 2030 nos custos totais dessa fonte (IRENA, 2012 *apud* EPE, 2020).

Na Figura 19 é demonstrada uma dessas projeções de redução de custos médios para projetos eólicos offshore até o ano de 2025, onde são apontados os principais direcionadores para essa diminuição de custos (IRENA, 2016b *apud* EPE, 2020)

**Figura 19:** Projeção de reduções nos custos totais instalados para a fonte eólica offshore, 2015 – 2025



**Fonte:** Roadmap Eólicas Offshore. IRENA, 2016b *apud* EPE (2020, p. 56)

Para melhor compreensão do tema foi realizada uma análise multicritério AHP para notarmos como se daria a prioridade de investimentos em fontes no Brasil considerando o contexto disponibilizado no PDE 2031 (Figura 15), no Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022 e o artigo da autora SIMAS (2012) página 56 sobre empregos no setor elétrico disponibilizado no site da ABEEólica.

A Tabela 6 foi preenchida com valores médios. A Tabela 7 foi preenchida realizando a normalização dos dados da tabela 6, por exemplo eólica *offshore*  $14200/81150=0,175$  e assim por diante.

A Tabela 8 apresenta a Matriz-A AHP. Nela são dadas pontuações de importância da linha em relação a coluna. Por exemplo, o CAPEX tem uma relação de importância 2 vezes maior em relação ao OPEX e assim por diante. Assim são gerados os números acima dos números 1 que estão destacados de cinza. A parte de baixo da matriz é gerada realizando a divisão entre a coluna 1 fixa e a nota dada na linha:  $linha2=coluna1/linha1$ .

A Tabela 9 traz a tabela 8 normalizada e a geração dos pesos por meio de média aritmética.

A Tabela 10, traz a matriz prioridade de investimentos por meio do score gerado na tabela 9. A eólica offshore aparece como 6ª na prioridade de fontes.

**Tabela 6:** Matriz de comparação de critérios do segundo nível

	CAPEX [R\$/kW]	OPEX [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Empregos gerados / MW instalado	Oferta Interna de Energia Elétrica [TWh]	Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2
Biomassa	6500	120	145	10	55,7	0
Eólica onshore	4350	90	150	15	72,3	0
Eólica offshore	14200	360	415	28	0	0
Solar	3750	50	140	32	16,8	0
Carvão	10750	160	595	9	17,6	16,4
Gás Natural e derivados de petróleo	4650	150	250	5	104,3	38,3
Nuclear	25700	520	660	15	14,7	0
Hidráulica	11250	50	590	30	385,9	0
Total	81150	1500	2945	144	667,3	54,7

Fonte: EPE (2022), PDE 2031 (2021) e SIMAS (2012)

**Tabela 7:** Matriz de comparação normalizada

	CAPEX [R\$/kW]	OPEX [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Empregos gerados / MW instalado	Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2
Biomassa	0,080	0,080	0,049	0,069	0,083	0,000
Eólica onshore	0,054	0,060	0,051	0,104	0,108	0,000
Eólica offshore	0,175	0,240	0,141	0,194	0,000	0,000
Solar	0,046	0,033	0,048	0,222	0,025	0,000
Carvão	0,132	0,107	0,202	0,063	0,026	0,300
Gás Natural e derivados de petróleo	0,057	0,100	0,085	0,035	0,156	0,700

Nuclear	0,317	0,347	0,224	0,104	0,022	0,000
Hidráulica	0,139	0,033	0,200	0,208	0,578	0,000

Fonte: Autoria própria (2022)

**Tabela 8:** Matriz-A AHP.

	CAPEX [R\$/kW]	OPEX [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Empregos gerados / MW instalado	Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2
CAPEX [R\$/kW]	1	2	2	2	2	2
O&M [R\$/kW/ano]	0,50	1	3	2	2	2
Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	0,50	0,33	1	2	2	2
Empregos gerados / MW instalado	0,50	0,50	0,50	1	2	2
Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	0,50	0,50	0,50	0,50	1	2
Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50	1
Total	4,00	4,83	7,5	8	9,5	11

Fonte: Autoria própria (2022)

**Tabela 9:** AHP normalizada e cálculo dos pesos

	CAPEX [R\$/kW]	OPEX [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Empregos gerados / MW instalado	Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2	Pesos (Média Aritmética) w
CAPEX [R\$/kW]	0,25	0,41	0,27	0,25	0,21	0,18	0,262

O&M [R\$/kW/ano]	0,13	0,21	0,40	0,25	0,21	0,18	0,229
Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	0,13	0,10	0,07	0,13	0,21	0,18	0,135
Empregos gerados / MW instalado	0,13	0,10	0,07	0,13	0,21	0,18	0,135
Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	0,13	0,10	0,07	0,06	0,11	0,18	0,107
Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2	0,25	0,103	0,067	0,063	0,053	0,091	0,104

Fonte: Autoria própria (2022)

**Tabela 10:** Matriz prioridades de investimento

	CAPEX [R\$/kW]	O&M [R\$/kW/ano]	Encargos/Impostos [R\$/kW/ano]	Empregos gerados / MW instalado	Oferta Interna de Energia Elétrica[TWh]	Emissões de GEE no SIN(2022) - MtCO2	Soma	Score
<b>Peso</b>	<b>0,262</b>	<b>0,229</b>	<b>0,135</b>	<b>0,135</b>	<b>0,107</b>	<b>0,104</b>		
Biomassa	0,0320	0,0213	0,0028	0,0039	0,0052	0,0000	0,064	3
Eólica onshore	0,0214	0,0160	0,0029	0,0059	0,0067	0,0000	0,060	2
Eólica offshore	0,0698	0,0640	0,0079	0,0110	0,0000	0,0000	0,146	6
Solar	0,0184	0,0089	0,0027	0,0125	0,0016	0,0000	0,059	1
Carvão	0,0529	0,0284	0,0114	0,0035	0,0016	0,0249	0,129	4
Gás Natural e derivados de petróleo	0,0229	0,0267	0,0048	0,0020	0,0097	0,0581	0,144	5
Nuclear	0,1264	0,0924	0,0126	0,0059	0,0014	0,0000	0,209	8
Hidráulica	0,0553	0,0089	0,0113	0,0117	0,0359	0,0000	0,161	7

Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com VIANNA (2015), para avaliar a consistência dos pesos é preciso calcular a Razão de Consistência (RC). Primeiro foi necessário obter o valor de  $\lambda_{m\acute{a}x}$  que representa o maior autovalor da Matriz-A AHP, obtida a partir da seguinte equação 1:

$$Aw = \lambda_{m\acute{a}x}x w \quad (1)$$

Se o RC é superior a 0,1 os julgamentos não são confiáveis porque estão demasiado perto para o conforto de aleatoriedade, neste caso os resultados obtidos não apresentam valores consistentes (VIANNA, 2015).

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 0,5 & 1 & 3 & 2 & 2 & 2 \\ 0,5 & 0,33 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 2 & 2 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 2 \\ 1 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,262 \\ 0,262 \\ 0,229 \\ 0,135 \\ 0,135 \\ 0,107 \\ 0,104 \end{bmatrix} = \lambda_{m\acute{a}x} \times \begin{bmatrix} 0,262 \\ 0,262 \\ 0,229 \\ 0,135 \\ 0,135 \\ 0,107 \\ 0,104 \end{bmatrix}$$

Desse cálculo,  $\lambda_{m\acute{a}x} = 6,63661$ . Uma vez calculado o  $\lambda_{m\acute{a}x}$ , deve-se calcular o Índice de Consistência (IC) para logo calcular a Razão de Consistência (RC). O IC é determinado de acordo com a fórmula abaixo, em que n é o número de critérios:

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (2)$$

$$IC = \frac{6,63661 - 6}{6 - 1} = 0,127323$$

A Razão de Consistência (RC) é obtida pela equação:



$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (3)$$

Em que IR é o índice de consistência referente a um grande número de comparações par a par efetuadas. Este é um índice aleatório calculado para matrizes quadradas de ordem n pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, nos EUA. A seguinte tabela define os valores de IR em função do número de critérios (VIANNA, 2015).

**Tabela 11:** Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: VIANNA (2015, p. 20)

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,12732}{1,24} \cong 0,10$$

Como o valor foi muito próximo de 10%, significa que os pesos são considerados consistentes.

De modo que chegamos a uma ordem de prioridade de investimentos em fontes que considera a fonte eólica offshore como a 6ª melhor opção, seguida de hidrelétrica e nuclear fontes de CAPEX muito alto.

### **3.3 Atores ou grupos afetados**

A identificação dos agentes econômicos, dos usuários dos serviços prestados e dos demais afetados pelo problema regulatório identificado.

Presidência da República, Ministério da Economia, Congresso Nacional, Conselho Nacional de Política Energética; Ministério de Minas e Energia; Agência Nacional de Energia; Empresa de Pesquisa Energética; Câmara de Comercialização de Energia Elétrica; Operador Nacional do Sistema; Comandos da Marinha; Organização Internacional Marítima; Aeronáutica; Ministério do Meio Ambiente; ICMBio; IBAMA; Agência Nacional de Petróleo; Ministérios da Infraestrutura, Agricultura, Turismo; Embarcadores e frota mercante brasileira; Geradoras de energia eólica offshore; Transmissoras de energia; Distribuidoras de energia; Usuários do mercado livre e cativos; Agentes Comercializadores do Mercado Livre de Energia; Indústria de Equipamentos, construção e manutenção de turbinas eólicas; Associações diversas; pescadores e habitantes próximos da orla; Sociedade; Ministério Público; Universidades.

### **3.4 Base legal**

Identificação da fundamentação legal que ampara a ação do órgão ou da entidade. Aqui a identificação do problema regulatório é o que se pretende solucionar, com apresentação de suas causas e sua extensão.

O presidente Jair Bolsonaro editou em 25 de janeiro de 2022, o decreto nº 10.946/2022, sobre a cessão de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais para geração elétrica offshore. É um passo importante para a implantação de projetos de eólicas offshore no país (EPBR, 2022).

O decreto estabelece que o MME também poderá celebrar a cessão do uso de áreas, atualmente atribuição da Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União (SPU) do Ministério da Economia, que também poderá cedê-las, conforme a nova norma (EPBR, 2022).

A cessão de uso poderá ser concedida por dois procedimentos distintos:

- (i) Cessão Planejada, que consiste na oferta de prismas (área vertical de profundidade coincidente com o leito submarino, com superfície poligonal definida pelas coordenadas geográficas de seus vértices) previamente delimitados pelo MME a eventuais interessados;
- (ii) Cessão Independente, que envolve a cessão de prismas requeridos por iniciativa dos interessados em explorá-los.

O empreendedor será obrigado contratualmente a realizar os estudos necessários para identificação do potencial energético offshore, devendo atender aos critérios e prazos definidos em ato específico do Ministério de Minas e Energia - MME (EPBR, 2022).

A outorga para geração se dará após os estudos para identificação do potencial de geração e mediante autorização da Aneel, nos termos da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995. O MME poderá delegar à agência reguladora as competências para firmar os contratos de cessão de uso e para realizar os atos necessários à sua formalização (EPBR, 2022).

Segundo a Câmara Setorial de Energias do Ceará (CSEnergia/CE, 2022), as premissas utilizadas no decreto levam em consideração características gerais como (i) a natureza da cessão que será de uso do bem público (UBP) mediante cessão onerosa ou gratuita, competindo ao MME; (ii) modalidades de cessão que podem ser planejada ou independente, mediante licitação (Lei 9.636/98); (iii) os tipos de projeto a que se aplica a norma serão empreendimento eólicos e solares na modalidade offshore, com a possibilidade de implementação de projetos híbridos; (iv) Órgãos Envolvidos para obtenção de Declarações de Interferência Prévia – DIP (Comandos da Marinha, Aeronáutica, ICMBio, ANP, Ministérios da Infraestrutura, Agricultura, Turismo, Anatel) para verificar a sobreposição dos prismas dedicados à exploração; já o direito de exploração dependerá de autorização outorgada pela ANEEL; (v) necessária apresentação de garantias para comissionamento e descomissionamento; (vi) Política Pública: possibilidade de realização de leilões específicos para o desenvolvimento desta modalidade de geração; (vii) Vigência: a partir de 15 de junho de 2022, cabendo ao MME promover a regulamentação da matéria até 15 de janeiro de 2023.

Ainda conforme a CSEnergia/CE,2022, as áreas abrangidas incluem das áreas interiores sob o domínio da União (águas marítimas), mar territorial, zona econômica exclusiva e plataforma continental. Existe também possibilidade de redefinição da potência nominal do projeto ou elevação da potência máxima; assim como a imposição de descomissionamento (retirada de equipamentos), ressalvadas as estruturas cuja permanência for permitida pelo licenciamento ambiental. Ademais foi introduzido o conceito de Declaração de Interferência Prévia – DIP, este documento atesta a existência de interferência do projeto com outros empreendimentos. Também se diferenciou a natureza da cessão podendo ser gratuita — para projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) — e onerosa (para exploração de energia), envolvendo áreas marítimas e terras necessárias.

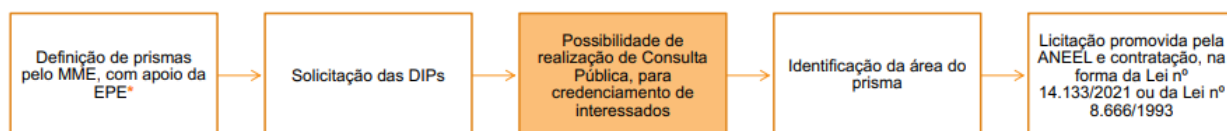
A Câmara Setorial de Energias adiciona que para regularização do uso de imóvel da União deve-se levar em consideração fatores como a legitimidade para formalização do Contrato que é dada ao MME, após entrega da área pela Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União da Secretaria Especial de Desestatização, Desinvestimento e Mercados do Ministério da Economia. Os objetivos da exploração devem ser definidos como de central geradora para Produção Independente de Energia e/ou Autoprodução (cessão onerosa), além da promoção de projetos de P&D de tecnologia relacionados à geração de energia elétrica offshore (cessão gratuita). O Decreto trata da cessão de uso e esta não se confunde com a autorização para geração e/ou comercialização de energia, que continuam sendo disciplinadas pelas Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Outro aspecto é que a área a ser cedida por contrato poderá ser limitada pelo MME, de acordo com o interesse público, porém até o momento critérios objetivos não foram definidos.

A Câmara também explica as diretrizes para formalização da cessão do uso de imóvel da União. Existem 2 (duas) modalidades de instituição, conforme figura 20: a cessão planejada – formalizada mediante oferta de prisms pelo MME, a partir de procedimento licitatório – e a cessão independente – cessão de prisms formalizada a partir do requerimento do interessado, mediante posterior procedimento licitatório. Para a formalização da cessão, deverão ser consultados os órgãos/entidades ambientais e regulatórios envolvidos no controle e fiscalização da área a ser cedida (Comandos da

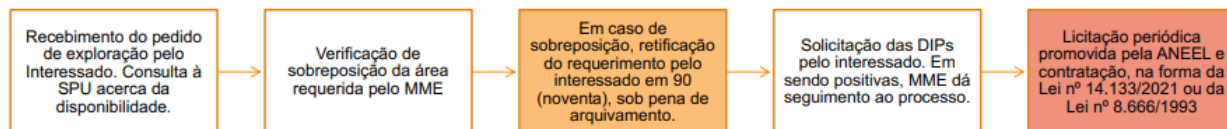
Marinha, Aeronáutica, ICMBio, ANP, Ministérios da Infraestrutura, Agricultura, Turismo, Anatel) e a emissão da Declaração Prévia de Interferência – DIP conforme menciona o art. 10 do decreto. Quanto aos prazos para emissão das DIP ainda deve ser regulamentado pelo MME, observado o lapso temporal mínimo de 30 (trinta) dias. Já a respeito dos critérios para licitação os editais devem exigir a apresentação de credenciais técnicas e optar pelo melhor retorno econômico pela cessão do prisma.

**Figura 20:** Fluxograma –Tipos de cessão

✓ **Cessão Planejada:**



✓ **Cessão Independente:**



**Fonte:** CSEnergias/CE (2022)

A nova norma é aplicável aos procedimentos de regularização em curso, havendo a necessidade de ratificação do interesse do empreendedor em relação ao prisma ao MME, podendo retificar a área cedida; existe a possibilidade de obtenção das DIPs por meio de plataforma única a ser alimentada pelos órgãos/entidades responsáveis pela avaliação de interferência das primas; outro ponto levantado é a possibilidade de realização de leilões de energia específicos para a modalidade offshore. Os estudos de potencial energético deverão ser aprovados pela ANEEL e serão requisito obrigatório para obtenção de outorga de autorização para geração de energia (Resolução ANEEL nº 876/2020). Ademais, para projetos híbridos, haverá regulamentação específica, a ser editada pelas agências reguladoras competentes. Por fim, a ANEEL e a Agência Nacional de Petróleo deverão avaliar a viabilidade da exploração de energia em áreas em que há exploração de petróleo e gás natural (CSEnergia/CE, 2022).

Após o início da vigência do Decreto, caberá ao MME regulamentar pontos específicos do Decreto, podendo o Ministério delegar esta competência à ANEEL, no

prazo de 180 dias. São eles (a) procedimento para emissão das DIPs pelos órgãos/entidades responsáveis; (b) unificação de plataforma eletrônica para obtenção das informações sobre a interferência dos prismas; (c) detalhamento das obrigações relacionadas ao descomissionamento e à possibilidade de repotenciação; (d) definição de cláusulas obrigatórias nos contratos de cessão e do procedimento de formalização das cessões no âmbito do MME; (e) limitação das áreas a serem cedidas por contrato (CSEnergia/CE, 2022).

Segundo dados disponibilizados no portal do Senado Federal, o Projeto de Lei (PL) 576/2021 — disciplina a outorga de autorização para aproveitamento de potencial energético offshore — regulamenta a cessão do direito de uso de bens da União para fins de geração de energia, que passa a ser objeto de outorga mediante autorização. A regra vale para empreendimentos que aproveitem o potencial energético offshore, ou seja, instalado no mar, e em lagoas, lagos e espelhos d'água sob domínio da União (Agência Senado, 2022)

Ele resolve o problema da titularidade, a possibilidade de se usar um bem público para gerar energia limpa, definindo os critérios para isso. A proposta é distribuída em 21 artigos até o momento.

Segundo a Agência do Senado aparecem no texto destaques como as compensações socioambientais pela exploração das águas, com a proposta de parcelamento do bônus de assinatura e assegurou 5% das participações a serem recebidas pelos governos a projetos de desenvolvimento sustentável e econômico destinados às comunidades ribeirinhas impactadas.

A proposição legislativa tem 21 artigos que se distribuem e se articulam da seguinte forma:

O art. 1º indica o objeto do projeto: dispor sobre o aproveitamento de bens da União para geração de energia a partir de empreendimento offshore e as atribuições institucionais correlatas.

O art. 2º, por sua vez, estabelece a cessão do direito de uso de bens da União para fins de geração de energia, que passa a ser objeto de outorga mediante autorização, nos termos do PL, e da Lei n 9.074, de 1995, no que couber (BRASIL, 2022).

No art. 3º do PL se encontram as definições técnicas que nela estão aplicadas, como offshore, prisma energético e descomissionamento (BRASIL, 2022).

Em seu parágrafo único, determina que as definições de Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de área offshore correspondem aos dispostos na Lei nº 8.617, de 1993, e na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (BRASIL, 2022).

O art. 4º explicita os princípios e fundamentos para a exploração offshore, que são: (i) a busca pelo desenvolvimento sustentável com inclusão social e pelo combate à crise do aquecimento global; (ii) o interesse público, garantido por meio da transparência ativa e da participação popular; (iii) a economicidade e racionalidade no uso dos recursos naturais, visando fortalecimento da segurança energética; (iv) a abertura ao estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de energia limpa a partir do aproveitamento do espaço offshore; (v) a harmonização do uso marítimo, bem como, demais corpos de água sob domínio da União; (vi) a proteção e a defesa do meio ambiente e da cultura oceânica; e (vii) a responsabilidade quanto aos impactos e às externalidades decorrentes da exploração da atividade de geração de energia (BRASIL, 2022).

Os arts. 5º a 12 estabelecem as regras a serem aplicadas ao empreendimento offshore. Nesses dispositivos, há: a definição de dois tipos de outorga passíveis de serem celebradas entre o empreendedor e a União, que são a Outorga planejada, pré-determinada pelo Poder Concedente e nos termos do planejamento setorial, e a Outorga independente, quando objeto de sugestão por agente interessado (art. 5º); estipulação dos estudos e avaliações prévias necessários para a referida outorga (art. 6º); necessidade de consulta pública envolvendo as comunidades locais; previsão de que os agentes que desenvolvem atividade pesqueira e extrativista potencialmente afetados e as formas de como o empreendedor e o poder público poderão mitigar potenciais conflitos no uso da área (art. 7) (BRASIL, 2022).

Conforme art. 8º, fica vedada a constituição de prisma energético em áreas coincidentes com blocos do setor de petróleo e gás natural - prevendo a possibilidade de se realizar atividade econômica de geração de energia offshore pelo operador ou com anuência desse, rotas de navegação e áreas ambientalmente protegidas (BRASIL, 2022).

O processo decisório para outorgas de prismas pré-delimitados envolve o órgão competente designado pelo Poder Executivo para realização do processo seletivo público

e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) para o planejamento setorial (art. 9). Importante ressaltar que o critério de julgamento desses certames é o maior valor de participações governamentais, e que haverá ressarcimento dos custos com estudos prévios pelo vencedor quando realizados por terceiros (BRASIL, 2022).

O art. 12, por fim, define as obrigações do agente autorizado, mormente aqueles referentes ao monitoramento ambiental em todas as fases do empreendimento, inclusive o descomissionamento, a necessidade de comunicação aos órgãos competentes caso sejam encontrados recursos minerais nas áreas dos prismas em que operam, e a necessidade de adoção de boas práticas em operação do setor de energia offshore e do setor elétrico (BRASIL, 2022).

Os arts 13 e 14 trazem as definições quanto às participações governamentais a serem aplicados na atividade de que trata o PL, e a respectiva distribuição entre os entes federados (BRASIL, 2022).

Há três modalidades de participação governamental, todas alocadas exclusivamente para educação pública e saúde. O bônus de assinatura se destinará à União, enquanto que o pagamento pela ocupação ou retenção de área se destina ao órgão competente para regulação das atividades reguladas pelo PL. Por fim, a participação proporcional, a ser distribuída entre: União (30%); estados e municípios confrontantes (25% para cada); e demais entes federados, sendo 10% divididos na proporção do Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal (FPE), o remanescente na proporção do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) (BRASIL, 2022)

Por sua vez, o art. 15 estabelece obrigatoriedade de cláusulas de descomissionamento, tais como remoção de estruturas, eventual abandono, caducidade e responsabilidade civil, além da obrigatoriedade de participações governamentais (BRASIL, 2022).

Como forma de garantir estabilidade jurídica, as outorgas prévias à Lei serão válidas pelo prazo contratual, contanto que tenham sido precedidas de licitação (art. 16) (BRASIL, 2022).

O art. 17 acresce dispositivos na Lei nº 9.748, de 1997, que dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o



Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo, para incluir como objetivos na política nacional para o aproveitamento racional das fontes de energia a promoção ao aproveitamento econômico racional do potencial eólico para geração de energia elétrica e o incentivo à geração de energia elétrica a partir da fonte eólica. Ademais, estabelece novas competências para o CNPE, incumbindo-lhe a definição dos prismas energéticos e dos corpos de água sob domínio da União, a serem objeto de outorga para geração de energia elétrica de fonte eólica (BRASIL, 2022).

Já as modificações propostas na Lei nº 9.074, de 1995, que estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, buscam, respectivamente, (i) normatizar o processo de outorga de autorização, prevendo a abertura de chamada ou anúncio público, com prazo de trinta dias, para manifestação de interessados em determinado prisma, a possibilidade de implantação concomitante quando possível, e valor do bônus de assinatura como critério de julgamento do processo seletivo, e (ii) estabelecer diretrizes e competências para que o CNPE possa exercer as funções governamentais (art. 18) (BRASIL, 2022).

A alteração proposta no art. 19, que insere o art. 27-A à Lei nº 10.438, de 2002, visa a coordenar o processo licitatório para offshore com leilões de transmissão de energia elétrica (BRASIL, 2022).

Por fim, os arts. 20 e 21 tratam do prazo para regulamentação pelo Poder Executivo, e a entrada de vigência imediata.

Ainda, a proposição traz alterações normativas nos seguintes marcos legais: Lei nº 9.478, de 1997, Lei nº 10.847, de 2004, Lei nº 9.074, de 1995, e a Lei nº 9.427, de 1996. De modo a adequar os marcos legais e institucionais vigentes para que possam, sem aumento de despesas, regular, promover e implementar o marco legal offshore.

Quanto ao licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos offshore, entendeu-se que a legislação ambiental vigente já dispõe sobre suas diretrizes e procedimento. Não obstante, a proposição estabelece a exigência do estudo de impacto ambiental (EIA), nos termos do inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, face ao princípio da precaução.

Nos casos de atividades e empreendimento não classificados como potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente, atentou-se à

competência do órgão ambiental em definir estudos ambientais simplificados. Além disso, dada a existência de áreas ambientalmente protegidas, estabelece o PL a vedação de constituição de prismas energéticos em áreas coincidentes com áreas protegidas pela legislação ambiental. Ademais é obrigatoriedade que o autorizatário realize projeto de monitoramento ambiental do empreendimento em todas as suas fases.

A Comissão de Infraestrutura do Senado aprovou projeto de lei que cria um marco regulatório para a geração de energia elétrica offshore em 18 de agosto de 2022.

O texto também trata da regulação de parques solares, entre outras fontes de energia. A proposta tramitava em caráter terminativo, ou seja, sem a necessidade de ser apreciada pelo plenário do Senado, podendo seguir agora para a Câmara dos Deputados.

A seguir são apresentadas mais referências legais:

**ANATEL.** Lei 9.472/1997. A Agência Nacional de Telecomunicações é o órgão responsável por regulamentar o segmento de telecomunicações no Brasil. Assim, ela estabelece normas e faz o intermédio entre empresas de comunicação e os consumidores.

**ANEEL.** Lei nº 9.427/1996. Criada em 1996 com a finalidade de regular e fiscalizar o setor elétrico brasileiro. Como trata-se de uma agência reguladora vinculada ao Ministério de Minas e Energia, ela deve obedecer às diretrizes e normas estabelecidas pelo Governo Federal

**ANP.** Lei nº 9.478/1997. É responsável pela regulação das indústrias brasileiras de petróleo, gás natural e biocombustíveis. Seu foco é prezar pela defesa dos direitos dos consumidores, bem como na garantia do abastecimento de combustíveis.

**CCEE.** Lei 10.848/2004. Decreto 5.177/ 2004. Entidade responsável por gerir o mercado de energia elétrica no Brasil.

**CF/88.** Artigo 225 da CF 1988. Consagra, pela primeira vez, um capítulo exclusivo para meio ambiente. Apresentou no art. 225, normas e diretrizes para a questão ambiental, dando as diretrizes de preservação e proteção dos recursos naturais, incluindo neles a fauna e a flora. Entre outras medidas, estabeleceu normas de promoção da educação ambiental e definiu o meio ambiente como bem de uso comum; “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

**CMSE.** Lei n<sup>o</sup> 10.848/2004 e Decreto n<sup>o</sup> 5.175/2004. A Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico autorizou a criação do CMSE, que atua sob a direção do MME, que tem quatro representantes no grupo. Também participam do comitê membros da Aneel, ANP, CCEE, EPE e ONS. É responsável pelo acompanhamento e avaliação da continuidade e segurança do suprimento de energia.

**CNPE.** Lei n<sup>o</sup> 6.938/81. Tem a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais, estabelecido na Lei n<sup>o</sup> 6.938/81.

**CONAMA.** Lei n<sup>o</sup> 6.938/81. Tem como a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

**CONAMA.** Resolução 237/1997. Procedimentos gerais do licenciamento ambiental.

Resolução 281/2001. Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.

Resolução 286/2001. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos nas regiões endêmicas de malária.

Resolução 428/2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

Resolução 1/1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Resolução 6/1986. Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento.

Resolução CONAMA 237/1997. Determina o IBAMA como órgão competente para o licenciamento ambiental no mar territorial, ZEE e plataforma continental.

Resolução 479/2017. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos ferroviários de baixo potencial de impacto ambiental e a regularização dos empreendimentos em operação.

Resolução 279/2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.

Resolução 6/1987. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica.

Resolução 462/2014. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução Conama nº 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências.

Resolução 9/1990. Sobre Audiências Públicas.

**EPE.** Lei nº 10.847/2004. Criada em agosto de 2004, é responsável por conduzir pesquisas estratégicas no setor energético, inclusive com relação à energia elétrica, petróleo, gás, carvão e fontes energéticas renováveis. As pesquisas realizadas pela EPE serão usadas para subsidiar o MME em seu papel de elaborador de programas para o setor energético nacional.

**IBAMA.** Decreto nº 8.437/15. LC 140/11. Lei nº 6.938/81. O órgão competente para o licenciamento ambiental de Centrais Eólicas Offshore. Art. 3º (...) serão licenciados pelo órgão ambiental federal competente os seguintes empreendimentos ou atividades: VII - sistemas de geração e transmissão de energia elétrica, quais sejam: c) usinas eólicas, no caso de empreendimentos e atividades **offshore** e zona de transição terra-mar.

**IBAMA.** Termo de Referência Complexos Eólicos Marítimos. Determina as diretrizes e critérios para a elaboração do EIA/RIMA de Complexos Eólicos Marítimos.

**IBAMA.** Instrução Normativa 15/2018. Dispõe sobre as atividades ou empreendimentos desenvolvidos pelos povos indígenas em suas próprias terras, ou de iniciativa do Poder Público em terras indígenas cujos beneficiários são as comunidades indígenas, não sujeitos ao licenciamento ambiental.

**IBAMA.** Instrução Normativa 8/2019. Estabelece os procedimentos administrativos no âmbito do Ibama para a delegação de licenciamento ambiental de competência federal para Órgão Estadual de Meio Ambiente - OEMA ou Órgão Municipal de Meio Ambiente – OMMA.

**IBAMA.** Instrução Normativa 8/2019. Estabelece procedimentos entre o Instituto Chico Mendes e Ibama relacionados à Resolução nº 428/2010, do Conama, e dá outras providências no âmbito do licenciamento ambiental federal.

**IBAMA.** Instrução Normativa 26/2019. Institui o Sistema de Gestão do Licenciamento Ambiental Federal - Sisg-LAF.

**IBAMA.** Instrução Normativa 8/2011. Regulamenta, no âmbito do Ibama, o procedimento da Compensação Ambiental, conforme disposto nos Decretos nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com as alterações introduzidas pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009.

**IBAMA.** Norma de Execução 1/2017. Regulamenta, no âmbito dos processos de licenciamento ambiental federal, os procedimentos para uso da metodologia de cálculo do grau de impacto e de apresentação e validação do Valor de Referência para efeito do cálculo da Compensação Ambiental conforme disposto nos Decretos nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com as alterações do Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009.

**IBAMA.** Instrução Normativa 2/2012. Estabelece as bases técnicas para programas de educação ambiental apresentados como medidas mitigadoras ou compensatórias, em cumprimento às condicionantes das licenças ambientais emitidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama.

Também traz orientações aplicáveis aos Programas de Comunicação Social e de como deve ser indicado nos materiais de divulgação das ações da empresa decorrentes de exigências do LAF, que aquela medida é originária do Licenciamento Ambiental do Ibama.

**IMO.** Organização Marítima Internacional é a agência especializada das Nações Unidas responsável pela segurança e proteção do transporte marítimo e a prevenção da poluição marinha e atmosférica por navios.

**MINISTÉRIO DA DEFESA.** Portaria 15/2016. Estabelece diretrizes para a declaração do caráter militar de atividades e empreendimentos da União, destinados ao preparo e emprego das Forças Armadas.

**MF/MMA.** Portaria Interministerial 812/2015. Atualiza monetariamente os preços dos serviços e produtos e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental - TCFA do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama relacionados no Anexo e no Anexo IX da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

**MMA.** Portaria 421/2011. Dispõe sobre o licenciamento e a regularização ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica e dá outras providências.

**MMA.** Decreto nº 9.672/ 2019. Segundo o Decreto nº 9.672/ 2019 têm entre suas competências criar políticas públicas e diretrizes para a preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, biodiversidade e florestas, integração do meio ambiente e a produção.

**MMA.** Portaria 424/2011. Dispõe sobre procedimentos específicos a serem aplicados pelo Ibama na regularização ambiental de portos e terminais portuários, bem como os outorgados às companhias docas, previstos no art. 24-A da Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003.

**MMA/IBAMA/ICMBIO.** Portaria conjunta 225/2011. Criar, no âmbito do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis -Ibama, o Comitê de Compensação Ambiental Federal – CCAF.

**MMA/SEP/PR.** Portaria 425/2011. Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização e Gestão Ambiental Portuária - PRGAP de portos e terminais portuários marítimos, inclusive os outorgados às Companhias Docas, vinculadas à SEP/PR.

**MMA/MJ/MC/MS.** Portaria Interministerial 60/2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.

**MB.** Portaria 018/2000 do DPC - Manual do Inspetor Naval. Fiscalização das Águas Jurisdicionais Brasileiras. Controlar as áreas marítimas sob jurisdição brasileira no que concerne à passagem inocente de navios mercantes e ao trânsito e ao trânsito de navios de guerra e ao cumprimento da legislação brasileira; colaborar com os serviços que visem a fiscalização da preservação dos recursos do mar e águas interiores.

**MME.** Decreto nº 9.675/ 2019. Tem como algumas de suas competências, estabelecidas pelo decreto, criar políticas públicas e diretrizes para o setor energético brasileiro, que possam impactar em toda a cadeia de produção da energia.

**PMN.** Política Marítima Nacional – PMN (1994). Orientar o desenvolvimento das atividades no mar, visando o uso efetivo, racional e pleno dos recursos naturais, desde que estejam de acordo com os interesses nacionais.

**PNGC.** Política Nacional de Gerenciamento Costeiro (1998). Orienta o uso racional de recursos dentro da Zona Costeira, visando o aumento da qualidade da população local, protegendo patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

**PNRM.** Política Nacional para os Recursos do Mar (2005). Orienta o desenvolvimento de atividades no mar, que utilizarão, explorarão e aproveitarão os recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da ZEE e da Plataforma Continental.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Decreto nº 10.946/2022. Sobre a cessão de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais para geração elétrica offshore.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei Federal n.º 6.938/81. Institui o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA; Institui as competências do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA; cria o EIA/ Rima; cria o Licenciamento Ambiental; Estabelece as Responsabilidades Objetiva e Solidária;

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei Federal n.º 9.605/98. Estabelece as sanções criminais aplicáveis às atividades lesivas ao meio ambiente; introduz conceitos da Responsabilidade Criminal para condutas lesivas ao meio ambiente e da Responsabilização Criminal da Pessoa Jurídica; Prevê a desconsideração da pessoa jurídica para impedir, por exemplo, que quando a empresa decreta falência os danos ambientais não sejam ressarcidos



**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei 6.938/1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei 9.985/2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei 10.650/2003. Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Lei Complementar 140 /2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Decreto 4.340/2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - Snuc, e dá outras providências.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Decreto 8.437/2015. Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA.** Decreto 6.848/2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.

**SOLAS.** Convenção para salvaguarda da vida no mar. Relevância para os padrões de segurança de projeto e construção.

### 3.5 Objetivos

A identificação dos objetivos é a definição das metas a serem alcançadas. O objetivo principal para o problema regulatório, qual seja, o alto custo da energia eólica, é **AMPLIAR OPORTUNIDADE DE REDUÇÃO NO PREÇO DA ENERGIA EÓLICA OFFSHORE.**

A partir da técnica de design Thinking foram estabelecidas por meio das causas definidas no problema regulatório objetivos específicos sem a intenção de exaurir o assunto, como demonstrado a seguir e na figura 21:

- a) Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalem-se no país.
- b) Incentivar pesquisa e desenvolvimento para qualificação de profissionais e desenvolvimento de tecnologias no país a exemplo da parceria que existe entre Petrobras e a COPPE UFRJ.
- c) Implementar leilões de transmissão e adotar políticas de segmentação entre quem gera e quem transmite a energia.
- d) Promover consultas públicas.
- e) Incentivar estaleiros nacionais a construam embarcações adaptadas ou específicas para transporte e instalação de equipamentos.

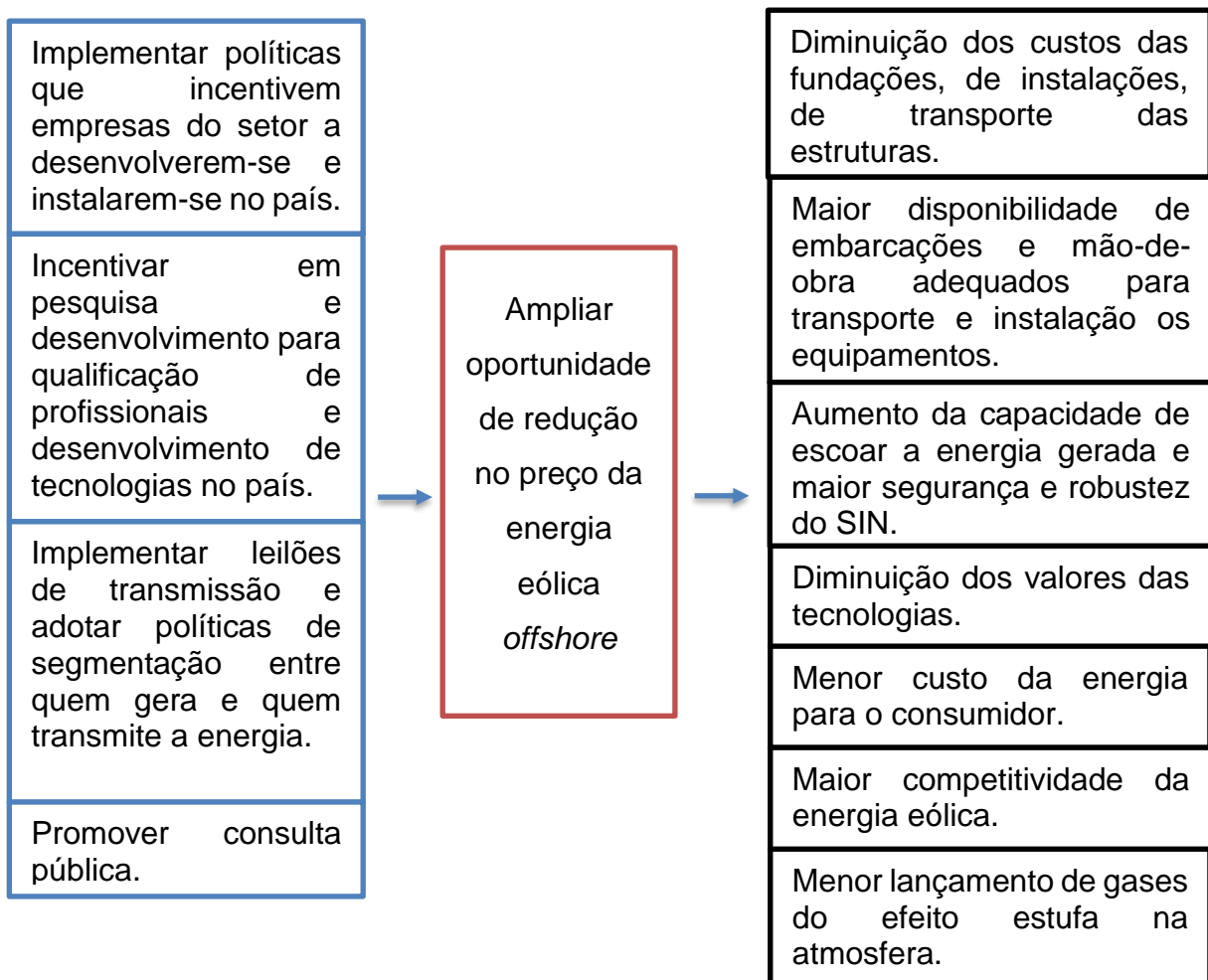
Em virtude desse estudo ser de uma nova regulamentação não há expectativa de um determinado resultado numérico para os objetivos.

Utilizando técnicas de Design Thinking foram definidos os resultados esperados para cada objetivo específico identificado alcançado. A Figura 19 mostra a relação entre os objetivos específicos e resultados esperados.

- a) Diminuição dos custos das fundações, de instalações, de transporte das estruturas.

- b) Maior disponibilidade de embarcações e mão-de-obra adequados para transportar e instalar os equipamentos.
- c) Aumento da capacidade de escoar a energia gerada e maior segurança e robustez do SIN.
- d) Diminuição dos valores das tecnologias.
- e) Menor custo da energia para o consumidor.
- f) Maior competitividade da energia eólica.
- g) Menor lançamento de gases do efeito estufa na atmosfera.

**Figura 21:** Diagrama de objetivos específicos, geral e resultados esperados.



### **3.6 Experiência Internacional**

Mapeamento da experiência internacional quanto às medidas adotadas para a resolução do problema regulatório identificado.

#### **3.6.1 Alemanha**

Segundo dados do WindEurope (2019), em 2018, a Alemanha possuía 34% de capacidade instalada de energia eólica offshore na Europa. Isso a coloca na segunda posição do ranking dos países com energia eólica offshore, no continente e no mundo, representando 28% de todos os países que geram energia a partir da fonte eólica marítima, com 6,38 GW (GWEC, 2019 *apud* IBAMA, 2022).

A Alemanha tinha como objetivo aumentar para 18% a quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia até 2020, de acordo com as metas de energias sustentáveis e renováveis estabelecidas pela União Europeia (Diretiva 2009/28/CE *apud* IBAMA, 2022). Além disso, o país se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 40% até 2020 e, pelo menos, 80% até 2050 (FISHER et al., 2016; EUROPEAN UNION, 2009 *apud* IBAMA, 2022). Diante da implementação da transição energética, em 2005, a BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) iniciou o planejamento espacial na ZEE (Zona Econômica Exclusiva) pertencente à região da Alemanha. As áreas prioritárias para o tráfego marítimo foram definidas, assim como as áreas para o desenvolvimento de parques eólicos offshore (PRALL, 2009 *apud* IBAMA, 2022).

A Figura 22 traz a localização dos projetos de energia eólica offshore no mar do norte alemão.

**Figura 22:** Projetos de energia eólica offshore no Mar do Norte alemão



**Fonte:** DEA, 2019 *apud* IBAMA (2019, p. 18)

O Quadro 2 apresenta as principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento da energia eólica *offshore* na Alemanha (IBAMA, 2019).

**Quadro 2:** Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento eólico offshore alemão

DATA	LEIS/DECRETOS
12 fevereiro 1990	UVPG – Lei sobre a Avaliação de Impacto Ambiental
7 julho 2005	EnWG – Lei da Indústria de Energia, que regula a conexão da rede de usinas para geração de energia
29 julho 2009	BNatSchG – Lei Federal de Conservação da Natureza
30 janeiro 2012	SeeAnIV – Lei que regula o procedimento para a aprovação de instalações marítimas, que incluem turbinas eólicas offshore e conexões de rede
17 maio 2013	BImSchG – Lei Federal de Controle de Poluição, que protege contra os efeitos ambientais nocivos da poluição atmosférica, ruído, vibração e processos semelhantes
4 julho 2014	EEG – Lei das Fontes Renováveis de Energia
13 outubro 2016	WindSeeG – Lei sobre o desenvolvimento e promoção da energia eólica no mar, a partir de 2021
20 julho 2017	BBERG – Lei Federal de Mineração, que organiza e promove a prospecção, extração e processamento de recursos minerais, levando em consideração sua localização e a proteção de depósitos com manejo econômico e cuidadoso da terra e do solo

**Fonte:** IBAMA (2019, p. 23)

O Quadro 3 apresenta uma síntese relacionada às autorizações e licenças necessárias para a construção de parques eólicos *offshore* na Alemanha.

**Quadro 3:** Autorizações e licenças necessárias para eólicas offshore na Alemanha

PROCEDIMENTO	TEMPO	ÓRGÃO RESPONSÁVEL	LEGISLAÇÃO
Concessão na ZEE (acima de 12 MN)	25 anos + 5 anos prorrogáveis (leilão)	BSH	SeeAnIV
Concessão no mar territorial (até 12 MN)	25 anos + 5 anos prorrogáveis (leilão)	Estado costeiro	SeeAnIV
Licença para estabelecer e explorar a turbina eólica	Emissão varia de 2,5 a 3 anos	BSH	BImSchG
Licença para estabelecer os cabos de eletricidade (ZEE)	Emissão varia de 2,5 a 3 anos	BSH	EnWG
Licença para instalação dos cabos nas águas territoriais	Emissão varia de 2,5 a 3 anos	Estado costeiro	BBergG

**Fonte:** IBAMA (2019, p. 25)

A Figura 23 abaixo mostra, de forma sintética, o fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas *offshore* na Alemanha e o Quadro 4 os principais impactos dos parques eólicos offshore na Alemanha (IBAMA, 2019).

**Figura 23:** Fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas offshore na Alemanha



**Fonte:** IBAMA adaptado de CRIAÇÃO UFRN, 2019 (2019, p. 26)

O Quadro 4 mostra os principais impactos dos parques eólicos offshore na Alemanha. E nos ajuda a perceber pontos importantes que devem ser levados em conta quando o Brasil regulamentar todos os aspectos relativos a meio ambiente e eólica offshore.

**Quadro 4:** Principais impactos dos parques eólicos offshore na Alemanha.

TIPOLOGIA	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Comunidades bentônicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluentes podem ser liberados do solo, novamente, devido à turbulência dos sedimentos, afetando negativamente a qualidade da água;</li> <li>- As fundações das turbinas eólicas podem evoluir ao longo do tempo para recifes artificiais, onde plantas e animais (incluindo conchas, caranguejos e caracóis) se estabelecem, gerando novo habitat. Esses animais e plantas podem, por sua vez, atrair animais maiores como peixes e mamíferos marinhos, que encontram nesse novo habitat fonte adicional de alimento. Nesse caso, o ruído associado à operação da usina pode não compensar a vantagem da fonte adicional de alimento, de modo que pode haver estresse adicional para espécies sensíveis.</li> </ul>
Mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissão de ruído durante a cravação das estacas perturbam as espécies;</li> <li>- Fuga de botos durante a fase de construção.</li> </ul>
Aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risco de colisão das aves;</li> <li>- Evasão de certas espécies de aves durante a construção;</li> <li>- Espécies de gaivotas pequenas, por exemplo, podem se beneficiar, pois acredita-se que as fundações alteram as condições, resultando na acumulação de pequenas partículas de alimento na superfície, o que poderia ser vantajoso para alimentação;</li> <li>- Iluminação das turbinas durante a noite atrai as espécies, servindo como guia.</li> </ul>
Peixes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de espécies de peixes na área das fundações.</li> </ul>
Social/ econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A localização de parques eólicos offshore construídos a distâncias longas da costa, com efeito sobre a paisagem, é pouco perceptível, dependendo do tipo de costa;</li> <li>- O setor de turismo é importante fator econômico para as regiões costeiras alemãs. Nesse contexto, a construção e operação de parques eólicos offshore influenciam as condições gerais dessa indústria. No entanto, devido à concentração de parques eólicos offshore em grandes áreas costeiras na ZEE, o impacto da energia eólica offshore no turismo é baixo;</li> <li>- Risco de explosão de bombas lançadas e abandonadas durante a 2ª Guerra Mundial nos mares da Alemanha, que pode ocorrer durante a passagem de navios, na construção de parques eólicos offshore ou de tubulações submarinas;</li> <li>- Proibição de pesca de arrasto.</li> </ul>
Cabos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A colocação de cabos e o deslocamento associado de sedimentos provocam a perda direta de comunidades do leito marinho e de peixes demersais. Também cria plumas de turbidez que afetam o ambiente;</li> <li>- Em operação, os cabos de corrente contínua de alta voltagem (HVDC) emitem calor e campos eletromagnéticos. Nos últimos anos foram realizadas pesquisas sobre os impactos nos organismos bentônicos e nos sedimentos adjacentes. O aumento da temperatura pode afetar o metabolismo de organismos vivos e levar a uma mudança na composição da comunidade da fauna em sedimentos ao redor do cabo;</li> <li>- Pesquisas apontam que os campos eletromagnéticos gerados por cabos submarinos afetam o comportamento (de caça e orientação) dos tubarões e raias demersais. As espécies de peixes migratórios, que usam o campo magnético da Terra para navegar, também podem ser afetadas por campos eletromagnéticos artificiais. Há necessidade de mais pesquisas para comprovação.</li> </ul>

Fonte: IBAMA (2019, p. 30)

E o Quadro 5 apresenta as principais medidas de mitigação dos parques eólicos *offshore* na Alemanha. Assim como o quadro anterior nos direciona a um norte em relação pontos que certamente teremos que lidar.



**Quadro 5:** Principais medidas de mitigação dos parques eólicos offshore na Alemanha.

TIPOLOGIA	PRINCIPAIS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO
Ruído	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção cuidadosa de locais, levando em consideração o potencial de risco para a vida marinha e espécies protegidas;</li> <li>- Coordenação espacial de projetos de construção, para garantir a disponibilidade de áreas de recuo, especialmente para botos;</li> <li>- Coordenação temporal de projetos de construção, para garantir que os botos não sejam perturbados durante os períodos sensíveis que se reproduzem;</li> <li>- Regulamentação da poluição sonora: não se deve permitir que as emissões de ruído excedam determinado nível, a fim de evitar lesões e alterações comportamentais (não pode exceder 160 dB a uma distância de 750 metros da cravação das estacas);</li> <li>- Utilização de técnicas de minimização de ruído durante os trabalhos de construção.</li> </ul>
Bentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deve-se dar preferência a projetos de fundação com a menor área impermeável possível. Esforços devem ser feitos durante a construção para evitar ou minimizar a realocação de sedimentos e a geração de turbidez;</li> <li>- Habitats sensíveis ou protegidos também devem ser evitados e, portanto, protegidos de danos pela seleção de locais adequados para turbinas eólicas;</li> <li>- Os efeitos negativos sobre os organismos devido ao aquecimento dos sedimentos em torno dos cabos de energia devem ser evitados, enterrando os cabos profundamente no fundo do mar;</li> <li>- A maior distância da superfície do sedimento, ao enterrar os cabos submarinos, minimiza os campos eletromagnéticos acima do fundo do mar, gerados pela operação;</li> <li>- Campos elétricos podem ser evitados com blindagem adequada.</li> </ul>
Aves e morcegos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminação que não atraia aves e instalação de equipamento que possa ser desligado em época de intensa migração de aves, a fim de diminuir o risco de colisão (especialmente em condições de mau tempo e visibilidade);</li> <li>- Seleção de locais adequados para prevenir ou minimizar a perda de habitats (por exemplo, áreas de descanso e alimentação) devido a atividades de construção e efeitos de barreira (por exemplo, bloqueio de caminhos diferentes ou áreas de alimentação);</li> <li>- Manter corredores para migração de aves e morcegos em planos futuros para parques eólicos offshore;</li> <li>- Plano do rotor para fora da direção da migração.</li> </ul>
Mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção dos tipos de fundação de menor intensidade de ruído (por exemplo, carga pesada) ou uso de técnicas de medidas de minimização de ruído durante os trabalhos de perfuração (por exemplo, cortinas de bolhas);</li> <li>- Proibição de obras de construção intensivas de ruído durante os períodos de reprodução;</li> <li>- Uso de detectores de toninhas ou equipamentos similares.</li> </ul>
Cabos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção de rota otimizada e roteamento preciso, para evitar o comprometimento de biótopos legalmente protegidos e tipos de habitat, de acordo com o §30, BNatSchG;</li> <li>- Seleção de uma profundidade de assentamento suficiente, para evitar os efeitos no aquecimento dos sedimentos e organismos do solo;</li> <li>- Uso de técnicas de colocação de sedimentos, ou conservação do solo, com baixa superfície de engajamento;</li> <li>- Na colocação dos cabos, as técnicas utilizadas devem ser selecionadas de forma a manter a relocação de sedimentos e de turbidez ao mínimo. Os cabos devem ser evitados em habitats sensíveis ou protegidos;</li> <li>- Colocar os cabos de preferência em períodos menos sensíveis, por exemplo, fora do período principal de descanso dos mergulhões (março a meados de maio);</li> <li>- Não entrada de poluentes (por exemplo, suprimentos operacionais) no Mar do Norte e Mar Báltico, pelas máquinas e equipamentos utilizados.</li> </ul>
Paisagem marítima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de parques eólicos offshore localizados distantes da costa e pouco perceptíveis.</li> </ul>

Fonte: IBAMA (2019, p. 33)

### 3.6.2 Bélgica

Pelos dados apresentados pelo GWEC (2019), em 2018, a Bélgica representou 5,12% de capacidade instalada de eólica offshore no mundo. Isso a coloca na quinta posição no ranking dos países com energia eólica offshore. Essa posição justifica-se pelo comprometimento da nação em cumprir as metas de energias sustentáveis e renováveis estabelecidas pela União Europeia. A Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis designa um valor-alvo para a contribuição da produção de energia por cada estado membro (IBAMA, 2019).

Nesse contexto dos objetivos centrais da Europa, os alvos belgas são para uma redução de 15% de emissão de CO<sub>2</sub> e quota de 13% de energia sustentável no consumo



de energia, pelo consumidor final, até 2020 (MUMM, 2019; EUROPEAN UNION, 2009 *apud* IBAMA, 2019). Diante da meta estabelecida pelo Parlamento Europeu, a Bélgica elaborou um Plano Espacial Marinho com reserva de área para produção de eletricidade a partir de água, correntes ou vento, por meio de um Decreto Real em 2014 (IBAMA, 2019). A Figura 24 mostra onde estão os projetos eólicos do país.

**Figura 24:** Localização dos projetos eólicos offshore na área marinha da Bélgica



**Fonte:** Brouhns, 2018 *apud* IBAMA (2019, p. 43)

O Quadro 6, a seguir, apresenta as principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento da energia eólica *offshore* na Bélgica.

**Quadro 6:** Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento eólico offshore belga

DATA	LEIS/DECRETOS
20 janeiro 1999	Lei de proteção do meio marinho
29 abril 1999	Lei da eletricidade
12 março 2002	Decreto Real para licença dos cabos
16 julho 2002	Decreto Real sobre fontes de energias renováveis offshore
19 dezembro 2002	Decreto Real sobre as regras técnicas
28 setembro 2008	Decreto Real relativo às condições e ao processo de concessão de domínio para a construção e exploração de instalações de produção de eletricidade, a partir de água, correntes ou ventos nas zonas marítimas
11 abril 2012	Decreto Real relativo à zona de segurança em torno das ilhas artificiais, instalações e construções, para gerar energia a partir da água, mares e vento na área marítima sob jurisdição belga
30 julho 2013	Decreto Real relativo às garantias de origem
26 dezembro 2013	Decreto Real para licença ambiental marítima
26 dezembro 2013	Decreto Real relativo às regras de avaliação do impacto ambiental
20 março 2014	Decreto Real sobre o Plano Espacial Marinho 2014-2020

**Fonte:** IBAMA (2019, p. 47)

O Quadro 7 apresenta uma síntese relacionada às autorizações e licenças necessárias para a construção de parques eólicos offshore na parte belga do Mar do Norte.

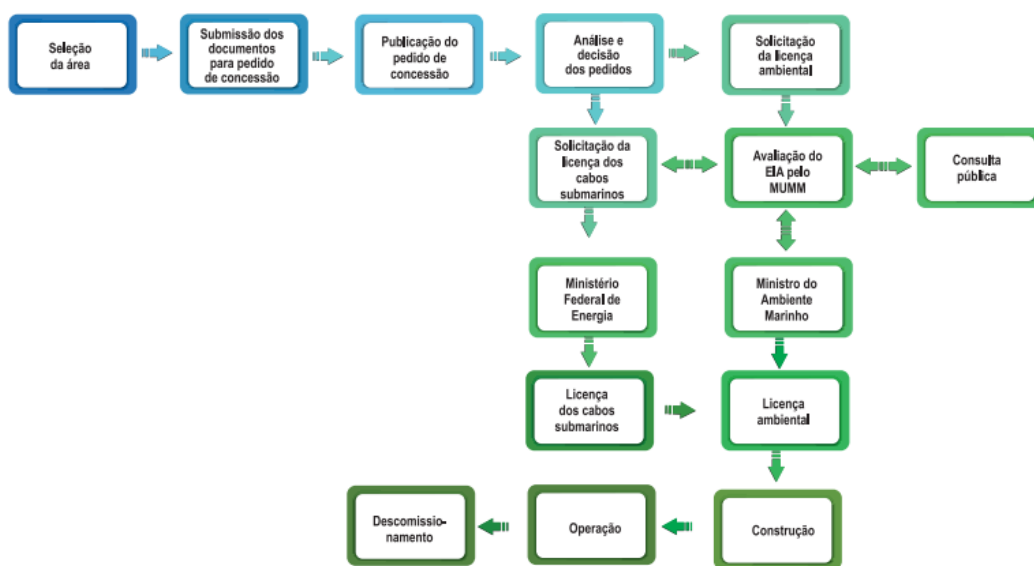
**Quadro 7:** Autorizações e licenças necessárias para eólicas offshore na Bélgica.

PROCEDIMENTO	TEMPO	ÓRGÃO RESPONSÁVEL	LEGISLAÇÃO
Concessão da área	30 anos (renovável)	Ministério Federal de Energia	Lei da Eletricidade
Licença de concessão	Emissão varia em média 12 meses	Ministério Federal de Energia	Decreto Real sobre concessões
Licença de proteção marinha (ambiental)	Emissão varia entre 6 e 12 meses	Ministério do Ambiente Marinho	Lei de Proteção do Meio Marinho; Decreto Real para licença ambiental marítima; Decreto Real relativo às regras de avaliação do impacto ambiental
Licença dos cabos submarinos	Emissão varia entre 6 e 12 meses	Ministério Federal de Energia	Decreto Real para licença dos cabos

Fonte: IBAMA (2019, p. 49)

A seguir é apresentado no quadro 8 de forma sintética, o fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas *offshore* na Bélgica.

**Quadro 8:** Fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas offshore na Bélgica



Fonte: IBAMA adaptado de CRIAÇÃO UFRN, 2019 (2019, p. 49)

E o Quadro 9 apresenta a síntese dos principais impactos ambientais dos parques eólicos *offshore* belga e o Quadro 10 as medidas mitigadoras para esses impactos.

**Quadro 9:** Principais impactos ambientais dos parques eólicos offshore belga

TIPOLOGIA	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Comunidades bentônicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número alto e maiores indivíduos de bentos;</li> <li>- Presença de organismos nos substratos duros artificiais, bem como as comunidades macrobênticas de sedimentos arenosos enriquecidos;</li> <li>- Diversidade da comunidade bentônica diminuiu durante a construção e depois se recuperou;</li> <li>- As fundações das turbinas eólicas são cobertas por um elevado número de organismos bentônicos.</li> </ul>
Mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perturbações de mamíferos marinhos pelas estacas ou substrato mole de bentos, devido as atividades de dragagem;</li> <li>- Aumento de encalhes de botos pela migração;</li> <li>- O ruído operacional dos aerogeradores pode causar uma resposta comportamental dos botos;</li> <li>- Mamíferos marinhos são perturbados por ruídos subaquático e acabam se afastando das zonas de parques eólicos offshore em construção;</li> <li>- Na fase operacional, ainda não está claro se os botos são atraídos pelo aumento da quantidade de alimento ao redor dos parques eólicos offshore;</li> <li>- Construir um parque eólico offshore a cada ano afetou negativamente a população de botos mais do que construir duas usinas ao mesmo tempo.</li> </ul>
Aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da ocorrência de aves marinhas pela presença de espécies alimentares e aumento do risco de mortalidade por colisão, nas regiões dos parques eólicos offshore;</li> <li>- Gaivotas são, provavelmente, atraídas de uma perspectiva física pura, com o parque eólico offshore funcionando como um trampolim, local de descanso ou como referência no mar aberto;</li> <li>- Algumas espécies de aves evitam os parques eólicos offshore, enquanto que outras são atraídas.</li> </ul>
Peixes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da presença e densidade de algumas espécies de peixes, supostamente atraídos por alimento;</li> <li>- Aumento de espécies da macrofauna que não existiam na região;</li> <li>- Estudos não mostram efeitos significativos do parque eólico offshore em ovos e larvas de peixes e larvas de lulas;</li> <li>- Efeitos negativos do tipo de ruído subaquático podem ocorrer em peixes dentro de um raio de 750 metros, a partir do local da cravação de estacas.</li> </ul>
Social/ econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da aprovação pela população, da presença de parques eólicos offshore;</li> <li>- Exclusão da pesca de arrasto nas regiões das usinas;</li> <li>- Substratos naturais duros abrigam um número de espécies muito mais elevado, e espécies mais originais, do que os substratos artificiais.</li> </ul>

Fonte: IBAMA (2019, p. 49)

**Quadro 10:** Principais medidas de mitigação dos parques eólicos offshore na Bélgica.

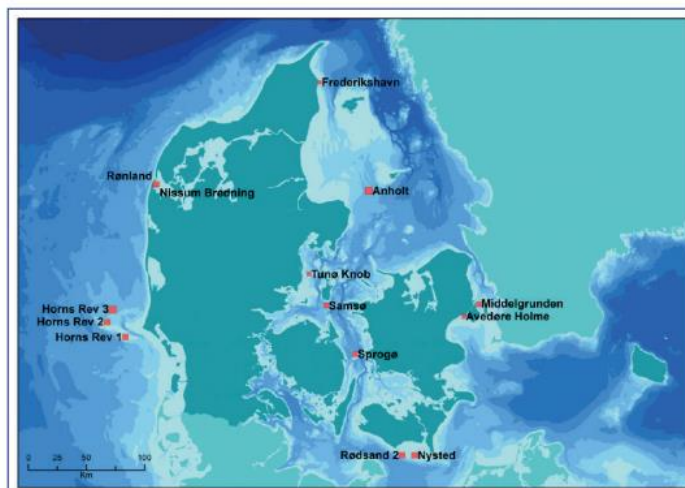
TIPOLOGIA	PRINCIPAIS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO
Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atenção deve ser dada ao bom tempo de alinhamento entre a aplicação da fundação e a aplicação da proteção contra erosão para as monopiles. Isso evita a erosão e uso mínimo de pedras;</li> <li>- A coordenação adequada das sub-rotas é, em qualquer caso, um requisito para o armazenamento provisório de areia, a fim de limitar, tanto quanto possível, várias perdas, e as variações de turbidez associadas;</li> <li>- Utilizar a melhor tecnologia disponível, para colocar as fundações e os cabos, de modo que o leito do mar seja o menos perturbado possível;</li> <li>- Assegurar, para cada tipo de fundação, que a área da superfície de proteção contra erosão e armazenamento (temporário) da areia não sejam maiores que o necessário;</li> <li>- A fim de reduzir o impacto do material armazenado, é dada preferência em manter a área da perturbação tão pequena quanto possível.</li> </ul>
Ruído	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar a realização do trabalho, tanto quanto possível, durante a época de reprodução das aves e a de nascimento de mamíferos marinhos;</li> <li>- Utilização da técnica de cortina de bolhas ou tela de espuma para reduzir o ruído subaquático provocado pela cravação das estacas, durante a fase de construção;</li> <li>- Agrupamento máximo de atividades ruidosas e limitar a duração do seu funcionamento;</li> <li>- Técnicas de amortecimento;</li> <li>- O uso de um martelo vibrador causa níveis mais baixos de pressão sonora;</li> <li>- Ao iniciar atividades que geram ruído, recomenda-se a ativação suave, começando com uma baixa potência, aumentando constantemente, para dar aos peixes e mamíferos marinhos a oportunidade de se retirarem da área, antes que os níveis de ruído os prejudiquem;</li> <li>- Verificações (visuais e/ou "detectores de toninha") podem ser realizadas para a presença de mamíferos marinhos, antes do início das atividades.</li> </ul>
Bentos e pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para minimizar o efeito no fundo do mar e nos bentos presentes, ao colocar os cabos, esforços devem ser feitos para agrupá-los nas rotas (em corredores de cabos) dos vários parques eólicos offshore. A preferência é por uma conexão conjunta a uma plataforma de transformadores offshore;</li> <li>- Ao dragar a vala, para os cabos de exportação no canal, o retorno máximo do material original (por exemplo, areia), de mesma qualidade do material original, deve ser optado;</li> <li>- Uma área de superfície minimamente perturbada minimiza a possibilidade de danos em qualquer leito. Antes do trabalho, uma investigação detalhada sobre a distribuição de todo o cascalho na área deve ser realizada;</li> <li>- Após a conclusão das obras, é necessário um reparo no local. Se as camadas de argila forem expostas durante os trabalhos, devem ser novamente cobertas. Dessa forma, o ambiente entre as fundações é reduzido a uma condição tão natural quanto possível, facilitando de forma ideal a restauração das comunidades originais do solo;</li> <li>- Desenvolvimento da maricultura como alternativa à pesca.</li> </ul>
Aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posicionamento correto dos parques eólicos offshore (paralelo à direção do voo predominante) e reserva de corredores, para reduzir o risco de colisões. Para uma configuração correta, é necessário conhecimento prévio suficiente dos movimentos migratórios e de voos;</li> <li>- Não é aconselhável iluminar todo o parque eólico offshore, pois certamente atrairá aves, especialmente durante condições de pouca luz.</li> </ul>
Morcegos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permitir que as turbinas só funcionem a uma determinada velocidade do vento, durante o período de migração (abril-meados de maio; agosto-meados de outubro).</li> </ul>
Mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar realizar escavação das estacas em períodos com presença de mamíferos marinhos em grande quantidade;</li> <li>- Não iniciar ou continuar o trabalho se os mamíferos marinhos estiverem localizados muito perto da região;</li> <li>- Utilização de dispositivos acústicos para afastar os mamíferos marinhos. É proibida perturbação deliberada;</li> <li>- Uso de técnicas de cortinas de ar, para reduzir a emissão máxima de ruído.</li> </ul>
Substratos duros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devido ao aumento da presença de substratos duros artificiais, é esperado aumento perceptível nas espécies não nativas. A introdução de substratos duros deve ser mantida no mínimo possível;</li> <li>- Os materiais para a construção e os depósitos de pedra devem, na medida do possível, ser feitos de materiais naturais e não devem conter resíduos ou matérias-primas secundárias. O enchimento dos poços de fundação deve ser feito com o máximo possível de areia, com a mesma qualidade da areia original.</li> </ul>
Paisagem marítima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Do ponto de vista do incômodo visual mínimo, é dada preferência ao uso da cor cinza para as turbinas eólicas. Como as diferenças de cor da costa não são relevantes em função da distância, esse aspecto é especialmente importante para observações de embarcações em distâncias mais curtas;</li> <li>- Luzes de obstáculo na seção fixa do gerador são preferíveis a luzes nas pás rotativas do rotor.</li> </ul>
Património cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar naufrágios nas regiões das usinas e nas rotas dos cabos;</li> <li>- Caso haja alguma descoberta arqueológica, autoridades competentes devem ser informadas.</li> </ul>

Fonte: IBAMA (2019, p. 57)

### 3.6.3 Dinamarca

Desde a crise do petróleo no início dos anos de 1970, o sistema energético dinamarquês tornou-se cada vez mais dependente de fontes de energias renováveis. De 2008 a 2014, a geração total de energia não renovável reduziu de 80% para 55%. No mesmo período, a proporção de energia eólica na geração total de eletricidade aumentou de 20% para 43%. Dentro da União Europeia, em 2014, a Dinamarca teve a maior quota de energia eólica no consumo final bruto de eletricidade (NIELSEN; HUMMER, 2018 *apud* IBAMA, 2019). No setor elétrico, o objetivo é fornecer aproximadamente 50% do consumo de eletricidade por energia eólica até 2020. Esse objetivo foi definido num amplo acordo político de 22 de março de 2012, sobre a política energética dinamarquesa, para o período de 2012-2020 (NIELSEN; HUMMER, 2018 *apud* IBAMA, 2019). A Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis impõe uma quota de 30% de energia sustentável no consumo de energia final, até 2020, além de redução de 20% de emissão de CO<sub>2</sub> de edifícios, agricultura e transporte (EUROPEAN UNION, 2009; DEA, 2019 *apud* IBAMA, 2019). No relatório divulgado pelo WindEurope (2019), em 2018, a Dinamarca possuía, na Europa, mais de 1,3 GW de capacidade instalada a partir da fonte eólica offshore, o que representa 7% do total (IBAMA, 2019). A Figura 25 traz a localização dos projetos eólicos do país.

**Figura 25:** Localização dos projetos eólicos offshore na área marinha da Dinamarca





Fonte: DEA, 2019 *apud* IBAMA (2019, p. 68)

O Quadro 11 abaixo apresenta as principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento da energia eólica *offshore* na Dinamarca.

**Quadro 11:** Principais normas legais aplicadas ao desenvolvimento offshore na Dinamarca

DATA	LEIS/DECRETOS
8 dezembro 1992	Ordem relativa à proteção de dutos e cabos submarinos
27 dezembro 2008	<i>Promotion of Renewable Energy Act</i> – Lei que promove a produção de energia por meio do uso de fontes renováveis
26 janeiro 2012	Ordem Executiva sobre avaliação de impacto ambiental para projetos de estabelecimento de usinas de geração de energia elétrica no mar
25 abril 2016	Lei 418/2016 – Lei sobre Fornecimento de Energia Elétrica
8 junho 2016	Act 615 – Lei de Ordenamento do Território Marítimo

Fonte: IBAMA (2019, p. 71)

O Quadro 12 abaixo apresenta uma síntese relacionada às autorizações e licenças necessárias para o desenvolvimento de parques eólicos *offshore* na Dinamarca

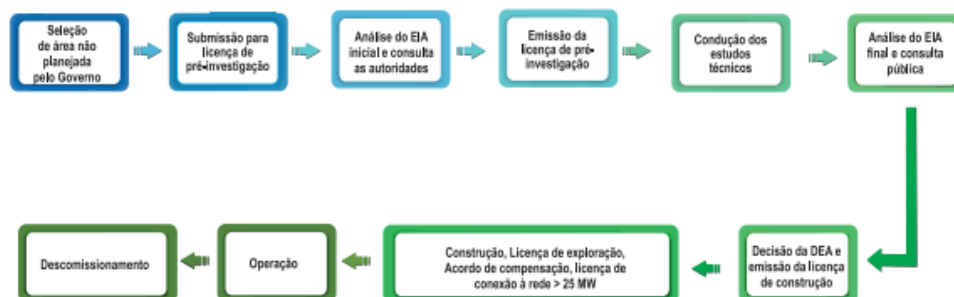
**Quadro 12:** Autorizações e licenças necessárias para usinas eólicas offshore na Dinamarca

PROCEDIMENTO	TEMPO	ÓRGÃO RESPONSÁVEL	LEGISLAÇÃO
Concessão da área	25 anos + prorrogáveis	DEA	<i>Promotion of Renewable Energy Act</i>
Licença de pré-investigação	Válida por 1 ano	DEA	<i>Promotion of Renewable Energy Act</i>
Licença de construção	Válida até emissão da licença de exploração	DEA	<i>Promotion of Renewable Energy Act</i>
Licença de exploração	Válida por 25 anos + prorrogáveis	DEA	<i>Promotion of Renewable Energy Act</i>
Licença de conexão à rede > 25 MW	Válida por 20 anos	DEA	Lei sobre Fornecimento de Energia Elétrica

Fonte: IBAMA (2019, p. 72)

Na Figura 26 abaixo, de forma sintética, é apresentado o fluxo de etapas decisórias necessárias para usinas eólicas *offshore* na Dinamarca, sob o procedimento por concurso.

**Figura 26:** Fluxo de etapas decisórias necessárias para procedimento concursal dinamarquês



**Fonte:** IBAMA adaptado de CRIAÇÃO UFRN, 2019 (2019, p. 74)

No Quadro 20 são apresentados os principais impactos ambientais eólicos *offshore* do país e no Quadro 21 são mostradas as medidas mitigadoras necessárias.

**Quadro 13:** Principais impactos ambientais eólicos offshore na Dinamarca

TIPOLOGIA	PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS
Comunidades bentônicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O efeito de recife artificial das fundações das turbinas está alterando as comunidades bentônicas com maior quantidade de espécies e biomassa. Os habitats introduzidos pelos parques eólicos offshore são adequados para a colonização por uma variedade de animais marinhos e algas, e as estruturas submersas podem atuar, individual e coletivamente, como recife artificial e como áreas de refúgio para espécies ameaçadas ou vulneráveis;</li> <li>- Devido à baixa salinidade da área e à falta de predadores, foram desenvolvidas monoculturas de mexilhões em fundações de turbinas eólicas e proteção contra erosão.</li> </ul>
Mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os mamíferos marinhos se afastam durante a cravação das estacas e retornam quando finalizadas;</li> <li>- Para as focas, nenhuma mudança de comportamento tanto no mar quanto na terra pode ser ligada aos parques eólicos offshore, exceto por um incidente no local da usina Nysted, durante a construção.</li> </ul>
Aves	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algumas espécies de aves evitam os parques eólicos offshore, enquanto que outras são atraídas devido à alimentação presente nas usinas;</li> <li>- Uma quantidade de certa espécie de pato foi reduzida significativamente após a construção de usinas;</li> <li>- Risco de colisão com as turbinas eólicas é pequeno;</li> <li>- Os efeitos no nível da população são insignificantes.</li> </ul>
Peixes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de disponibilidade de alimentos;</li> <li>- Aumento da população de algumas espécies nas fundações;</li> <li>- O efeito cumulativo de vários parques eólicos offshore localizados próximos, dentro da mesma região, podem ser benéficos para as comunidades de peixes.</li> </ul>
Cabos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os impactos ambientais dos cabos submarinos na fase de construção incluem o risco de derramamento de sedimentos no fundo do mar;</li> <li>- Na operação da usina, questões como campos eletromagnéticos e efeito sobre os peixes são considerados.</li> </ul>
Social/econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O estudo socioeconômico mostrou atitudes positivas em relação aos parques eólicos offshore e certa disposição para colocar futuras usinas longe da costa, a fim de minimizar os impactos visuais;</li> <li>- Mais de 80% dos entrevistados das populações locais são "positivos" ou "muito positivos" em relação a alguns parques eólicos offshore;</li> <li>- A maioria acredita que o impacto dos parques eólicos offshore nas aves e no ambiente marinho é "neutro";</li> <li>- Quase dois terços acreditam que o impacto de alguns parques eólicos offshore na paisagem é "neutro" ou mesmo "positivo";</li> <li>- A introdução de novos habitats pode ter efeito positivo nas comunidades pesqueiras, após o pleno desenvolvimento dos recifes artificiais.</li> </ul>

**Fonte:** IBAMA (2019, p. 80)

**Quadro 14:** Principais medidas de mitigação de alguns parques eólicos *offshore* na Dinamarca

TIPOLOGIA	PRINCIPAIS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO
Bentos	- Realização do trabalho de dragagem no período de outubro a março, fora da estação de crescimento.
Ruído	- Utilização de técnicas para reduzir o ruído provocado durante a fase de cravação das estacas.
Pesca	- Limitar as áreas de exclusão dividindo a construção em diferentes fases; - Fornecer receitas substitutas aos pescadores, incluindo embarcações de pesca ou utilização de pescadores na construção e operação do parque eólico offshore, por exemplo, como embarcações de guarda; - Permitir a pesca com equipamento estático dentro do parque eólico offshore.
Aves	- <i>Layout</i> do parque eólico offshore – a usina deve incluir o menor número possível de turbinas eólicas e o espaçamento da turbina deve ser maximizado; - Iluminação – a redução da iluminação noturna em combinação com amplo espaçamento de turbinas poderia limitar a extensão da atração fotostática de aves migratórias noturnas, não estando em conflito com os requisitos de segurança; - Atividade da turbina – desligamento da atividade das turbinas durante o pico de migração.
Mamíferos marinhos	- Utilização de dispositivos acústicos, para evitar a proximidade dos mamíferos marinhos.
Paisagem marítima	- Em um exemplo de parque eólico offshore, para ficarem em harmonia, as turbinas são colocadas em linha reta a oeste da planta de Avedør, paralelas à borda e a uma distância uniforme uma da outra; - Para garantir uma impressão geral e discreta, as turbinas devem ter uma cor uniforme. Recomenda-se que as turbinas sejam pintadas de cinza-claro, o que deve impedir, principalmente, um efeito de sinal excessivamente branco sob condições especiais de iluminação, nas quais as turbinas parecem escuras e, ao mesmo tempo, asseguram que as turbinas apareçam em comum à superfície; - Para evitar e reduzir reflexos e <i>flashes</i> das turbinas, todas as superfícies serão tratadas com camadas antirreflexo.
Social	- Para evitar que os banhistas sejam incomodados por sedimentos visíveis nas praias, como resultado do trabalho de fundação, evitar a época de junho a setembro.

Fonte: IBAMA (2019, p. 81)

A importância desses estudos desenvolvidos pelo IBAMA é aprender com os erros e acertos cometidos por outras nações que já desenvolveram a expertise na área. E criar seu próprio plano de ação, que será complexo e requererá a cooperação entre diversos setores e a agentes funcionando em sincronia. Além de conhecimento técnico.

### 3.7 Alternativas

Para cada objetivo específico estabelecido, foram propostas, por meio de Design Thinking, uma série de soluções, com o intuito de atingir os resultados esperados. Em seguida, essas soluções foram agrupadas em 4 alternativas, apresentadas a seguir.

#### Alternativa 1: Não regular.

Essa alternativa consiste em manter a falta de estrutura regulatória atual e sem existir um agente específico responsável por sua implantação.

Essa alternativa justifica-se se o país optar em dar prioridade a outras fontes.

**Alternativa 2: Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país.**



Essa alternativa consiste em criar comandos regulatórios para estabelecer parâmetros e critérios para o seguimento.

A finalidade dessa alternativa é garantir mediante termos regulatórios a elaboração e implementação de políticas que estabeleçam confiança e segurança no país e correta proteção ambiental e desenvolvimento social com os lucros e evolução dos empreendimentos.

Essa alternativa será, primeiramente, implantada por meio de processo normativo padrão, por meio lei de iniciativa do Congresso Nacional, essa alternativa será, primeiramente, discutida com a sociedade. Em um segundo momento, serão elaboradas resoluções pela Aneel e MME. Em um terceiro, serão elaboradas e implantadas as políticas com acompanhamento da ANEEL e todos os outros agentes envolvidos na implementação e fiscalização.

Como propostas de soluções contidas nessa alternativa, temos:

- Aprovar projeto de lei que se encontra em andamento na Câmara de Deputados.
- Promover o incentivo inicial por meio de política pública ou incentivo fiscal.

Nessa enseada identificou-se no PL 2 artigos que vão ao encontra da alternativa 2.

O PL 576/2021 no art. 6º, §4 traz os custos de elaboração dos estudos serão repassados ao autorizatório proporcionalmente à área dos prismas que cada empreendimento vier a ocupar, ressalvado o disposto no § 2º, caso em que poderão ser parcial ou integralmente reembolsados nos termos do art. 9º, § 2º menciona que o poder executivo crie mecanismos que assegurem o ressarcimento.

Adicionalmente estabelece os arts. 13 e 14 que trazem as definições quanto às participações governamentais a serem aplicados na atividade de que trata o PL, e a respectiva distribuição entre os entes federados. Com destaque para o art. 13, §2 menciona que o poder executivo poderá estipular redução de até 60% dos valores previstos nesse artigo mediante recomendação do CNPE pelo prazo de até 5 anos, sem renovação.

Outro aspecto interessante é trazido por meio do art. 17 que propõe acrescentar dispositivos na Lei nº 9.748, de 1997, que dispões sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o CNPE e a ANP, para incluir

como objetivos na política nacional para o aproveitamento racional das fontes de energia a promoção ao aproveitamento econômico racional do potencial eólico para geração de energia elétrica e o incentivo à geração de energia elétrica a partir da fonte eólica. O que gera uma impressão de comprometimento com o setor eólico.

**Alternativa 3: Implementar leilões de transmissão e adotar políticas de segmentação entre quem gera e quem transmite a energia.**

A finalidade dessa alternativa é garantir que a energia gerada não seja desperdiçada diante do alto volume de investimento alocados. Esse tipo de empreendimento deve ser planejado com bastante antecedência diante da complexidade e custos de construção de linhas de transmissão.

Como propostas de soluções contidas nessa alternativa, temos:

A implementação de leilões de transmissão.

Ademais, o PL determina em seu art. 9, §3º que o Poder Executivo estabeleça o procedimento para integração ao SIN dos empreendimentos de geração de energia elétrica sob modalidade de outorga planejada; §4º que a oferta de prisms deve considerar a disponibilidade de ponto de interconecção à rede básica.

O art. 10. menciona que o edital do processo seletivo público será acompanhado da minuta básica do respectivo Termo de Outorga e indicará, obrigatoriamente entre outras características: o prisma energético objeto da outorga, definido pelo CNPE e as instalações de transmissão referidas no § 9º do art. 2º da Lei nº 10.848/2004, que explica que no processo de licitação pública de geração, as instalações de transmissão de uso exclusivo das usinas a serem licitadas devem ser consideradas como parte dos projetos de geração, não podendo seus custos ser cobertos pela tarifa de transmissão

O art. 11 garante o direito de quem possuir o termo de outorga de assentar ou alicerçar as estruturas voltadas à geração e transmissão de energia elétrica no leito marinho, desde que atendidas as normas da Autoridade Marítima e obtida a licença ambiental pelo órgão competente, e atendidas as disposições regulamentares, inclusive aquelas exaradas pelo Conama. Assim como a definição do espaço do leito aquático e do espaço subaquático do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva, de corpos de água sob domínio da União, da

plataforma continental, ou de servidões, que o autorizatário venha a utilizar para passagem de dutos ou cabos, bem como o uso das áreas da União necessárias e suficientes ao seguimento do duto ou cabo até o destino final, sem prejuízo, quando subterrâneos, da destinação da superfície, incluindo espaço para sinalizações, desde que os usos concomitantes sejam compatíveis.

#### **Alternativa 4: Promover consultas públicas.**

Essa alternativa prima pela participação de todos os atores afetados pelos empreendimentos para que o processo seja aperfeiçoado ao longo dos anos.

Para tanto a Aneel efetuará um relatório de AIR constando uma data para o ARR que permitirá uma reanálise regulamentar e evolução da norma.

Ademais o PL determina no art. 7º que a formação de prismas energéticos será realizada entre as áreas offshore disponíveis, em processo subsidiado por avaliação técnica e submetido a consulta pública, observando-se a harmonização de políticas públicas entre os órgãos da União para se evitar ou mitigar potenciais conflitos no uso dessas áreas, bem como as vedações previstas no art. 8º. Também menciona no § 1º do mesmo artigo que é facultada ao órgão competente a realização, na forma do regulamento, de procedimento de consulta pública prévia para recebimento de manifestações de interesse para seleção de prismas energéticos.

No § 2º A consulta pública a que se refere o caput deverá assegurar a participação das comunidades locais e as colônias de pescadores, em especial quanto aos efeitos socioambientais dos empreendimentos, de forma a identificar obstáculos e reduzir o impacto às atividades pesqueiras e extrativistas ao menor possível.

#### **3.7.1 Impactos das Alternativas**

<b>Alternativa 1: Não regular</b>	
<b>Impactos positivos</b>	<b>Impactos negativos</b>
Desenvolvimento de outras fontes	Ineficiência devido à busca de soluções de forma individualizada pelos agentes.
Liberdade para escolha e implementação	Incentivo à inércia dos agentes públicos.

Menor atribuição à fiscalização.	Ausência de diretrizes e boas práticas recomendáveis acerca do tema para orientar os agentes
Sem aumento tarifário devido à inexistência dos custos de adaptação.	Fuga de investidores
	Ameaça ao meio ambiente marinho
	Risco de conflitos com as populações locais

<b>Alternativa 2:</b> Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país.	
<b>Impactos positivos</b>	<b>Impactos negativos</b>
Desenvolvimento tecnológico e intercambio de conhecimento	Outras fontes perderão prioridade
Menor emissão de GEE's	Linhas de transmissão in suficiente para escoar a energia
Menor CAPEX	Defasagem tecnológica
Aumento da robustez do SIN	
Investimento internacional	
Melhor aproveitamento socioambiental	

<b>Alternativa 3:</b> Implementar leilões de transmissão e adotar políticas de segmentação entre quem gera e quem transmite a energia.	
<b>Impactos positivos</b>	<b>Impactos negativos</b>
Desenvolvimento tecnológico e intercambio de conhecimento	Outras fontes perderão prioridade
Menor emissão de GEE's	Não haver linhas de transmissão suficiente para escoar a energia
Menor CAPEX	Alto custo da energia para o consumidor cativo
Aumento da robustez do SIN	
Investimento internacional	
Melhor aproveitamento socioambiental	

<b>Alternativa 4:</b> Promover consultas públicas	
<b>Impactos positivos</b>	<b>Impactos negativos</b>
Avaliação mais rápida de funcionamento da norma	Risco de conflitos com as populações locais
Aperfeiçoamento da regulação	Defasagem entre a norma e o mercado
Melhor aproveitamento socioambiental	Menor consideração da diferente realidade dos agentes
Inserção constante de novos estudos e tecnologias no contexto das novas atividades	

### 3.7.2 Metodologia de Comparação das Alternativas

A metodologia escolhida de comparação de alternativas foi a análise de risco. Ela foi escolhida pois ela deve ser utilizada quando o problema regulatório é do tipo risco, no que se enquadra o problema regulatório analisado nesse estudo: risco de perder a oportunidade de investir em eólica *offshore* devido ao alto custo.

Adicionalmente, o objetivo geral definido para o tratamento desse problema regulatório também é minimizar esse risco: **Alto Custo da Energia Eólica para o consumidor.**

Logo, considerando a natureza do problema regulatório e a definição do objetivo geral para seu tratamento, a metodologia de Análise de Risco foi utilizada para a avaliação dos impactos e comparação das alternativas.

Primeiramente serão definidos os critérios de criticidade conforme Tabelas 12 e 13, a seguir:

**Tabela 12:** Critérios de avaliativos de probabilidade

Probabilidade		Descrição dos critérios de probabilidade
Numérica	Descritiva	
1% a 10%	Muito baixa	Não é provável que aconteça
11% a 30%	Baixa	Pode ser que ocorra uma vez dentro de um ano
31% a 50%	Moderada	Pode ser que ocorra mais de uma vez dentro de um ano
51% a 70%	Alta	Pode ser que ocorra mensalmente
71% a 90%	Muito alta	Pode ser que ocorra semanalmente

**Fonte:** NAPOLEÃO (2019)

**Tabela 13:** Critérios avaliativos para impacto

Impacto	Descrição dos critérios de impacto
Muito baixo	Os riscos possuem consequências pouco significativas
Baixo	Os riscos possuem consequências reversíveis em curto e médio prazo com custos pouco significativos
Moderado	Os riscos possuem consequências reversíveis em curto e médio prazo com custos baixos
Alto	Os riscos possuem consequências reversíveis em curto e médio prazo com custos altos
Muito alto	Os riscos possuem consequências irreversíveis ou com custos inviáveis

**Fonte:** NAPOLEÃO (2019)

**Alternativa 1:** Não regular

**Alternativa 2:** Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país.

**Alternativa 3:** Implementar leilões de transmissão e adotar políticas de segmentação entre quem gera e quem transmite a energia.

**Alternativa 4:** Promover consultas públicas

Em seguida, A Tabela 14 demonstra a aplicação dos critérios nas alternativas.

**Tabela 14:** Matriz de riscos aplicada para as alternativas 1,2,3 e 4

Prioridades	90%					
	70%					
	50%					
	30%		<b>A4</b>		<b>A3</b>	<b>A2</b>
	10%				<b>A1</b>	
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
		Impactos				

Logo, conforme pode ser observado na tabela acima a Alternativa 2 se mostra a mais adequada para alcançar os objetivos pretendidos, por possuir maior combinação probabilidade x impacto negativo se não for realizada.

### 3.7.3 Seleção e justificativa da alternativa

O resultado da comparação das alternativas e a configuração das soluções propostas tem como Alternativa 2 a opção adequada, por ser a que exige maior prioridade e impacto.

Assim, sendo a configuração final de soluções para a Alternativa 2 - Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalarem-se no país foi a seguinte:

- Estabelecer em resolução a necessidade de implementação de políticas de incentivo para as empresas do setor.

- Estabelecer um estudo econômico-financeiro para melhor alocamento de medidas, descobrir onde seriam os pontos a serem atacados que resultariam em redução dos custos da energia eólica offshore.
- Impulsionar políticas energéticas de apoio.
- Desenvolver um conjunto de metas legalmente vinculantes para minimizar os custos dos projetos e redução dos impactos sobre o contribuinte.
- O Fundo setorial CDE pode ser utilizado para aumentar a competitividade dessa fonte.
- Recursos da Reserva Geral de Reversão (RGR) podem ser destinados a esse tipo de fonte.
- Realização de licitação no âmbito do PROINFA.
- Inclusão no leilão de fontes alternativas específicas para fontes eólicas offshore nos moldes feitos inicialmente quando criado esse tipo de incentivo com descontos de TUSD.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da realidade de um planeta que sofre com as mudanças climáticas, o Brasil é um país que poderia contribuir em grande medida com a redução de emissões de gases do efeito estufa. O Plano Nacional de Energia de 2050 realizado pela EPE trouxe comparações interessantes entre o potencial de recursos de energia nesse horizonte temporal. Revelando que de fato o sistema energético sofrerá impactos causados pelas mudanças climáticas devido ao aumento da temperatura média, a diminuição da precipitação média, o aumento de ventos em áreas áridas e litorâneas e a elevação do nível do mar. Impactos que amplificam vulnerabilidades e diminuem eficiência, podendo reduzir ou mesmo interromper a operação das instalações e das infraestruturas de energia.

O Brasil mantém a predominância da geração baseada em fontes renováveis (hidráulica, biomassa, eólica e solar). Ao longo desse trabalho foi possível compreender o potencial de riqueza que o país já usufrui da energia eólica *onshore* e que pavimentava o caminho para a eólica *offshore*. Fonte renovável com tremendo potencial de protagonismo para descarbonizar as matrizes elétricas no mundo e no Brasil.

Desde 2019, a energia eólica é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira. Em 2021, o Brasil alcançou o sexto lugar no Ranking Mundial do GWEC e, considerando capacidade nova instalada no ano de 2021, o Brasil foi o terceiro país que mais instalou energia eólica no mundo.

No Brasil, a energia eólica já é consolidada como peça chave em sua matriz elétrica. Possuindo sendo 80% de sua cadeia de produção nacionalizada.

Em 2020, a EPE incluiu pela primeira vez no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2020), a fonte eólica *offshore* como candidata à expansão, a partir de 2027.

Nessa enseada, o marco regulatório sobre eólica *offshore* vem sendo discutido. Com 133,33 GW de potência os 54 projetos, os parques eólicos *offshore* em licenciamento no Brasil ultrapassam a capacidade instalada nos parques em terra — que alcançou 18 GW no início de 2022 — e dão o tom do potencial desse novo setor no país.

Alguns dos principais estados com potencial eólico para aproveitamento e produção de energia eólica são: Ceará, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Rio Grande do



Norte e Rio Grande do Sul. Alguns destes estados já possuem infraestrutura portuária que facilitam o processo de desenvolvimento da fonte eólica no país.

Além da infraestrutura portuária e logística, fatores ligados às linhas de transmissão e pontos de conexão, licenciamento ambiental, fundações e nacionalização da cadeia produtiva devem ser levados em conta. O Brasil possui um sistema de transmissão em processo de expansão que precisará contar com o planejamento estratégico governamental para atender as demandas da fonte eólica *offshore*, considerando fatores subaquáticos e manutenção.

Em relação à questão ambiental, o IBAMA publicou o documento Termo de Referência – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA – Complexos Eólicos, apresentando critérios ambientais que devem conter nos estudos de impacto ambiental para atestar a viabilidade de projetos de geração eólica *offshore* fornecendo segurança na padronização e qualidade dos estudos ambientais, reduzindo incertezas jurídicas e regulatórios, garantindo proteção ambiental e atração de interessados em desenvolver projetos de eólica *offshore*.

O marco regulatório das eólicas *offshore* ocorreu em 2022, através do decreto nº 10.946/2022, que disponibiliza sobre a cessão de espaços físicos e o aproveitamento de recursos naturais para geração elétrica *offshore*. Foi um passo importante para a implantação de projetos de eólicas *offshore* no país. Já o PL nº 576/2021 foi elaborado no Senado e após aprovação foi encaminhado para Câmara dos Deputados, onde encontra-se atualmente. Bem como grupos de trabalho no MME e ANEEL já se articulam para definir as regras e normas. As expectativas sobre os marcos legais são promissoras como comprava aumento de 286% no potencial total presente no IBAMA. Pesquisas bibliográficas e do setor evidenciam o grande impulsionamento que esse setor está sofrendo atualmente e o entendimento das melhores práticas acumuladas até o momento, benchmarking e lições aprendidas é um elemento importante.

A AIR foi trazida para esse contexto porque é uma ferramenta que entra no rol de obrigatoriedade para os órgãos públicos e fatores de regulação e porque é aberta a qualquer membro da sociedade que se interesse pelo assunto e que queira contribuir com o aperfeiçoamento normativo. Nesse estudo foram levantados alguns problemas, foram evidenciadas propostas na medida do possível. O Guia de AIR é o documento

oficial disponibilizado para tanto. Em que pese esse estudo pretenda prover um ponto de vista acadêmico sobre tema em nenhum momento pretende-se exaurir o tema que é complexo.

O processo de elaborar esse estudo solicitou um esforço para relacionar os dados disponibilizados na literatura do setor energético como o PDE 2021, o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022, o Roadmap Eólica Offshore Brasil e ferramentas de análise e desenvolvimento criativo de soluções como o Design Thinking, a Matriz SWOT e a Matriz GUT que permitiram a organização e descoberta do problema regulatório. A Análise Multicritério e a AHP permitiram uma análise quantitativa dos dados e avaliação da coerência dos pesos de modo científico; e pôr fim a matriz de probabilidades e impactos permitiu definir qual alternativa seria a mais importante ser aplicada dentre as propostas. O problema regulatório definido foi o Alto custo da energia eólica *offshore*. E 4 alternativas foram encontradas sendo escolhida com prioritária a Alternativa 2 Implementar políticas que incentivem empresas do setor a desenvolverem-se e instalem-se no país. Para ela foram levantados os impactos positivos e negativos e sua justificativa como escolha e soluções.

Outrossim foi feita a correlação entre cada alternativa e como o PL nº 576/2021 dentro do seu texto contribui para a implementação de cada uma das alternativas propostas como solução. Contextualizando como o PL vem com um texto coerente.

Concluo e relaciono a inserção da fonte eólica offshore no Brasil como um modo de alcançar os ODS 07 que dispõe “Energia limpa e acessível: garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos.” e ODS 13 que propõe “Ação contra a mudança global do clima: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos”. De modo que o Brasil contribuirá com a redução da emissão das emissões de GEE’s ao efetuar sua transição energética inserindo ainda mais fontes renováveis em sua matriz elétrica.

## 5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 3/2021-SRT- SGI-SRD-SRG-SFE-SFG/ANEEL. 2021. Disponível em: <

[https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p\\_p\\_id=participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet&p\\_p\\_lifecycle=2&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_cacheability=cacheLevelPage&p\\_p\\_col\\_id=column-](https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=44702&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp)

[2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_ideDocumento=44702&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_tipoFaseReuniao=fase&\\_participacaopublica\\_WAR\\_participacaopublicaportlet\\_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp](https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=44702&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp)>. Acesso em: 01 ago. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Curso EAD: Fundamentos do Setor Elétrico. 2022. Disponível em: <[http://www.labtime.ufg.br/modulos/aneel/mod1\\_uni1\\_sl2.html](http://www.labtime.ufg.br/modulos/aneel/mod1_uni1_sl2.html)>. Acesso em: 22 mar. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Matriz Renováveis e não renováveis.** 2022a. Disponível em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Sobre a Análise de Impacto Regulatório.** 2022b. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/instrumentos-regulatorios/analise-de-impacto-regulatorio/air>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

AGÊNCIA SENADO. Votação do marco legal para exploração energética no mar fica para agosto. 2022. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/07/12/votacao-do-marco-legal-para-exploracao-energetica-no-mar-fica-para-agosto>>. Acesso em: 9 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEÓLICA. **Boletim anual. Dados 2020.** 2020. <<http://abeeolica.org.br/dados-abeeolica/9969/>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - AGÊNCIA ABEEÓLICA. **Dia Mundial do Vento: Brasil completa 19 GW de capacidade instalada de energia eólica.** 2021. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/noticias/dia-mundial-do-vento-brasil-completa-19-gw-de-capacidade-instalada-de-energia-eolica/>>. Acesso em: 6 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEÓLICA. **Eólica: energia para um futuro inovador.** 2022. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>>. Acesso em: 6 mar. 2022.

BAE, André Song Silva. **Avaliação do Atual Status de Desenvolvimento da Indústria Eólica Offshore no Brasil.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2021. Disponível em: <[http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Andre\\_Bae.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Andre_Bae.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2022.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Oportunidades para o Nordeste em Energia Eólica.** Caderno. Setorial ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste). Ano 6. nº 177. julho. 2021. Disponível em < [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/974/1/2021\\_CDS\\_177.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/974/1/2021_CDS_177.pdf)> Acesso em: 12 mar. 2022.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. **Diretrizes Gerais e Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR.** 2018. Brasília: Presidência da República, 2018. Disponível em <<https://mooc38.escolavirtual.gov.br/mod/folder/view.php?id=116651>>. Acesso: 10 jul. 2022.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de lei nº 576/2021. 2022. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg->

getter/documento?dm=9185333&ts=1657637691286&disposition=inline>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRASIL. Ibama. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/laf/legislacao>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

Canal Energia. **Governo sanciona lei da MP 998 com dois vetos**. 2021. Disponível em: <<https://canalenergia.com.br/noticias/53165030/governo-sanciona-lei-da-mp-998-com-dois-vetos#:~:text=O%20presidente%20da%20Rep%C3%ABlica%20sancionou,%2Dfeira%2C%202%20de%20mar%C3%A7o.>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

CÂMARA SETORIAL DE ENERGIAS DO CEARÁ - CSEnergias/CE. **Decreto nº 10.946/2022: Regulamentação da geração de energia offshore**. 2022.

CRUZ, V. **Estado e regulação: fundamentos teóricos**. In: RAMALHO, P.I.S. (Org). Regulação e Agências Reguladoras: governança e Análise de Impacto Regulatório. Brasília: Anvisa. 2009. P.53-86.

DE OLIVEIRA, R. R. Dos conceitos de regulação às suas possibilidades. Saúde Soc. São Paulo, v.23, n.º, p.1198-1208, 2014. DOI 10.1590/S0104-12902014000400007.

DNV. **Regulators and legislation for offshore wind in selected countries**. 2021. Disponível em <[https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/leveransemodeller-havvind/leveransemodeller-havvind\\_hovedrapport\\_vedlegg-regulators-and-legislation-for-offshore-wind-in-selected-countries\\_dnv\\_2021-06-02.pdf](https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/leveransemodeller-havvind/leveransemodeller-havvind_hovedrapport_vedlegg-regulators-and-legislation-for-offshore-wind-in-selected-countries_dnv_2021-06-02.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Empreendimento eólicos ao fim da vida útil. Situação atual e alternativas futuras.** 2021. Disponível em <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-563/NT-EPE-DEE-012-2021.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Roadmap Eólica Offshore Brasil. Perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima.** 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-eolica-offshore-brasil>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Estudos para a expansão da Transmissão. Expansão das Interligações N–SE e NE–SE para Atender a Cenários Extremos de Exportação das Regiões N e NE – Concepção Inicial de Alternativas. 2021a. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-249/EPE-DEE-RE-146\\_2014-rev0\\_INTERLIGACOES\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-249/EPE-DEE-RE-146_2014-rev0_INTERLIGACOES[1].pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2022.

EPBR. **Governo publica decreto que promete destravar as eólicas offshore.** 2022. Disponível em: <<https://epbr.com.br/governo-publica-decreto-que-pode-destravar-as-eolicas-offshore/>>. Acesso em: 6 mar. 2022.

ESCOLA VIRTUAL DO GOVERNO – EVG. **Análise de impacto regulatório. Conceitos Fundamentais.** 2022. Disponível em: <<https://mooc38.escolavirtual.gov.br/mod/url/view.php?id=116652>>. Acesso: 10 jul. 2022.

FIANI, Ronaldo e PINTO JR, Helder Queiroz. **Regulação Econômica. Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil** / organizadores, David Kupfer e Lia Hasenclever. - 2.ed. – Cap.23. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

IHS Markit. **Mapping policy and legal framework for the offshore wind energy development.** 2022. Disponível em: <<https://ihsmarkit.com/research-analysis/policy-and-legal-framework-for-the-offshore-wind-energy.html>>. Acesso em: 23 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE - IBAMA. **Complexos Eólicos Offshore. Estudo sobre avaliação de impactos. Mapeamento de modelos decisórios ambientais aplicados na Europa para empreendimentos eólicos offshore.** 2022. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2019-Ibama-UE-Estudo-Eolicas-Offshore.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

INSTITUTO E+ TRANSIÇÃO ENERGÉTICA – INSTITUTO E+. **Rumo a uma proposta de maior contribuição do setor de energia à NDC brasileira.** 2021. Rio de Janeiro/RJ – Brasil.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Statistics.** 2022. Disponível em: <<https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Investment-Trends>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Wind energy.** 2022a. Disponível em: <<https://www.irena.org/wind>>. Acesso em: 6 mar. 2022.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Transformando o sistema energético.** 2019. (IRENA Transforming, 2019).

JUSTO, A. **Matriz GUT: guia completo e como aplicar na prática (+ planilha excel).** 2022. Disponível em: <<https://www.euax.com.br/2019/04/matriz-gut/>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MARINHA DO BRASIL. Patrulha Naval. Comando Do 5º Distrito Naval. 2022. Disponível em <<https://www.marinha.mil.br/com5dn/patruhnaval>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – MME/EPE. Plano Nacional de Energia 2050. 2020.

MERCEDES, S. S. P., Rico, J. A. P., & Pozzo, L. de Y. **Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro.** 2015. *Revista USP*, (104), 13-36. Disponível em <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/106750#:~:text=O%20setor%20el%C3>>

A9trico%20brasileiro%20vem,sempre%20esteve%20em%20primeiro%20plano.>.

Acesso em: 21 fev. 2022.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **Matriz de Riscos (Matriz de Probabilidade e Impacto) - Ferramentas da Qualidade.** 2019. Disponível em: <<https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-de-riscos-matriz-de-probabilidade-e-impacto/>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

NORONHA, Matheus et al. **O papel do ecossistema de inovação e a estruturação de um arcabouço regulatório para o mercado de energia eólica offshore no Brasil.** 2021. International Journal of Business Marketing, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 32-51, dez. 2021. ISSN 2447-7451. Disponível em: <<http://www.ijbmkt.org/index.php/ijbmkt/article/view/219>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Evolução capacidade instalada.** 2022. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/evolucao\\_capacidade\\_instalada.aspx](http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/evolucao_capacidade_instalada.aspx)>. Acesso em: 6 mar. 2022.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **O sistema em números.** 2022a. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>>. Acesso em: 6 mar. 2022.

PEREIRA, E.A. **Regulação e Mercado.** In: Landau, E. (Coord.). Regulação Jurídica do Setor Elétrico. Rio de Janeiro: Ed. Lumen Juris. 2006. p:147-162.

REGO, E.E. **Aspectos Regulatórios e Financeiros nos leilões de Energia Elétrica. A lição das usinas “Botox”.** Rio de Janeiro: Synergia Ed. 2009. P:11-81.

SAATY, T. L. (1991), **“Método de Análise Hierárquica”**, Tradução de Wainer da Silveira e Silva, McGraw-Hill, Makron, São Paulo, SP.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA BRASIL - SEEG Brasil (2021). **Análise das emissões brasileiras de gases**



**do efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 –**

**2020.** Disponível em <[https://seeg-](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FIN)

[br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG\\_9/OC\\_03\\_relatorio\\_2021\\_FIN](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FIN)  
[AL.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FIN)>. Acesso em: 7 fev. 2022.

SILVA, Giovanna de Castro; da SILVA, Regina Balbino; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. **A importância do uso de metodologias participativas na tomada de decisões para a implantação de empreendimentos eólicos-energéticos offshore no Brasil.** REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 1, n. 15, p. 61-70, ago. 2021. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/698>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

MACEDO, Mayra Atherino; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FILHO, Nelson Casarotto. **Vista do A CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN THINKING COMO UM MODELO DE INOVAÇÃO.** (2015). Revista de Administração e Inovação, v. 12, n.3 p. 157-182, jul./set. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/101357/105529>>. Acesso em: 27 ago. 2022.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada.** 2012. Disponível: <<file:///C:/Users/iaram/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/UnB/energia-eolica-e-desenvolvimento-sustentavel-no-Brasil-estimativa-da-geracao-de-empregos-por-meio-de-uma-matriz-insumo-produto-ampliada-pdf.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

UFMG. **Privatização da Eletrobrás: quais as consequências para o consumidor?**. 2022. Disponível em: <<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/privatizacao-da-eletobras-quais-as-consequencias-para-o-consumidor>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. **Offshore Wind Market Report.** 2021. Disponível em: <<https://www.energy.gov/sites/default/files/2021->

08/Offshore%20Wind%20Market%20Report%202021%20Edition\_Final.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2022.

VAICBERG, Henrique; VALIATT, Gian Lucas de Carvalho; Queiroz, Matheus Ferreira de. **Energia eólica offshore: Um overview do cenário global e o contexto brasileiro.** 2021. Revista De Direito E Negócios Internacionais Da Maritime Law Academy - International Law and Business Review, 1(1), 114–143. Disponível em: <<https://mlawreview.emnuvens.com.br/mlaw/article/view/6>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

VALOR GLOBO. **Eólicas e solares oferecem menor risco aos padrões ESG.** 2022. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/08/18/eolicas-e-solares-oferecem-menor-risco-aos-padroes-esg.ghtml>>. Acesso em: 18 ago. 2022.

VELOSO, Lee. **Matriz de Risco: veja as principais etapas para aplicá-la.** Moki. 2021. Disponível em: <<https://site.moki.com.br/matriz-de-risco/>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

VIANNA, Dalessandro Soares. **Auxílio Multicritério à decisão.** 2015. Disponível em <<https://pt.slideshare.net/lucasD1993/ahp-54446197>>. Acesso em: 27 ago. 2022.

VIEIRA, G.H. (2006), **Análise e comparação dos métodos de decisão multicritério AHP Clássico e Multiplicativo**, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

ZAMBON, Kátia Livia et al. **Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG.** 2005, v. 25, n. 2, pp. 183-199. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pope/a/MtFMpzKrZBYm6CVPg4k3PwP/?lang=pt#>>. Acesso 27 ago. 2022.