

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**JAYMARA CHAGAS TEREZA**

**LEVANTAMENTO DE OPINIÃO SOBRE O DESCOMISSIONAMENTO  
DE PARQUES EÓLICOS NO BRASIL**

Araranguá, SC  
2019

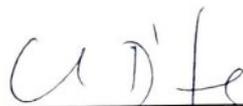
JAYMARA CHAGAS TEREZA

**LEVANTAMENTO DE OPINIÃO SOBRE O DESCOMISSIONAMENTO  
DE PARQUES EÓLICOS NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina, como parte das  
exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro(a) de Energia.

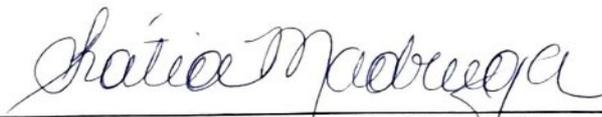
Araranguá, 11 de dezembro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dra. Carla de Abreu D'Aquino (Orientadora)  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Profa. Dra. Kátia Cilene Rodrigues Madruga  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Profa. Dra. Tatiana Gisset Pineda Vásquez  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

A vida, pelas histórias e momentos vividos para que esse trabalho pudesse ser realizado.

A família, pelo carinho e compreensão nesse período, em especial, a minha irmã Larissa Chagas Tereza, por me enxergar e por todas as conversas.

Aos amigos, pela paciência, incentivo e ajuda. Com carinho à Larisse LÊNIN, William Santestevan, Welinton Barcelos e Vinícius Zanon.

As minhas professoras, Carla D'Aquino e Paloma Boeck, por aceitarem o convite e por sempre me fazer acreditar que podemos ser mais e melhor.

Obrigada por estarem comigo e por me ajudarem a escrever essa parte da história. Essa vitória é nossa!

*“Challenges are gifts that force us to search for a new center of gravity. Don’t fight them. Just find a new way to stand.” – Oprah Winfrey*

## RESUMO

No ano de 2018 foram gerados 48,4 TWh de energia eólica, o que representou 8,6% de toda a geração injetada no Sistema Interligado Nacional no período, fazendo com que a energia eólica totalize 9,2% da matriz de produção elétrica brasileira (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2019). Dados como esses ratificam como a expansão nacional dessa fonte tem tido grandes avanços e é bem estruturada no âmbito de produção. Consolidada como uma fonte regular, é necessário pensar no futuro da energia eólica em pós-produção. A legislação vigente prevê de maneira clara as três primeiras etapas de um empreendimento dessa modalidade – prévia, instalação e operação – mas não estabelece de forma eficiente as diretrizes a serem tomadas quando os parques eólicos atingem o fim de sua vida útil. A etapa de descomissionamento é caracterizada pela falta de legislação específica no setor executivo federal e permanece majoritariamente como uma preocupação da esfera acadêmica. Nesse sentido, o presente trabalho busca levantar e analisar o posicionamento das agências ambientais sobre a repotenciação e/ou descomissionamento de parques eólicos além de estabelecer uma revisão bibliográfica comparativa com o cenário mundial. A metodologia proposta envolve a confecção e aplicação de um questionário como ferramenta da pesquisa de opinião que será aplicado junto aos órgãos ambientais de municípios e estados que possuem em seu território parques eólicos. Paralelamente foi realizada uma revisão bibliográfica em bases nacionais e internacionais. Através dos resultados, entende-se que os profissionais atuantes consideram o descomissionamento de parques eólicos um tópico de alta relevância. Na maioria das vezes, as respostas da pesquisa convergem na mesma direção. Os participantes escolheram ações objetivas, participativas e responsáveis, embora a legislação pertinente a cadeia produtiva da energia eólica ainda não antecipe essa problemática.

**Palavras-chave:** legislação, repotenciação, órgãos ambientais, energia eólica.

## ABSTRACT

In 2018, 48.4 TWh of the total generated energy was produced through wind turbines, what represents 8.6% of the National Interconnected System total generation for the same year, and consequently totalizing 9.2% of the Brazil's matrix of electricity generation. (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2019). Data such as these elucidate the national expansion of this source and how it has made great strides, besides been well structured in the scope of production. Since wind energy is already consolidated as a regular source, it is crucial to analyze the future of this source regarding the post production scenario. Although the current legislation clearly foresees the first three stages to invest in this source – prior license, installation and operation, – it does not efficiently establish guidelines for wind farms that had reached the end of their useful lives. The decommissioning of a wind turbine is a process that lacks specific legislation in the federal executive sector and remains mostly as researchers concern. Therefore, this study aim to gather data and analyze where environmental agencies stands on wind farms repowering and / or decommissioning process, besides literature review was made in order to establish a comparison with the world scenario. The proposed methodology involves the preparation and application of a questionnaire as a survey tool that was applied to the state environmental agencies that have in its territory wind farms. At the same time, a bibliographic review was carried out on national and international bases. Through the results it was concluded that environmental agency's professionals consider this theme a topic of high relevance. Most of the time the survey answers converged on the same direction. Participants chose objective, participatory and responsible actions, even this being a problem not yet anticipated by the wind energy production chain legislation.

**Keywords:** legislation, repowering, environmental agencies, wind energy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura básica de um aerogerador.....	19
Figura 2 - Fluxograma de etapas da metodologia.....	20
Figura 3 - Capacidade instalada e número de parques por estado.....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Possibilidades de disposição final de componentes. ....	19
Tabela 2 - Etapas de uma pesquisa de opinião .....	21
Tabela 3 - Relação de estados e órgãos ambientais atuantes.....	22
Tabela 4 - Respostas na íntegra da questão discursiva.....	34

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Idade dos participantes e média. ....	24
Gráfico 2 - Nível de formação dos participantes. ....	24
Gráfico 3 - Profissões dos participantes. ....	25
Gráfico 4 - Nível de relevância quanto ao estabelecimento de procedimentos padrões de descomissionamento. ....	25
Gráfico 5 - Responsabilidade de fiscalização do descomissionamento. ....	26
Gráfico 6 - Implantação de uma quarta licença (licença de desinstalação). ....	27
Gráfico 7 - Aplicabilidade de procedimentos internacionais no cenário brasileiro. ....	28
Gráfico 8 - Porcentagem de pessoas que não conhecia os 5 pilares. ....	29
Gráfico 9 - Parâmetro de maior importância segundo os participantes que desconheciam os pilares. ....	30
Gráfico 10 - Parâmetro de maior importância segundo os participantes que conheciam os pilares. ....	30
Gráfico 11 - Parâmetros escolhidos considerando as pessoas que conheciam e não conheciam os 5 pilares. ....	31
Gráfico 12 - Alternativas ao término da vida útil dos parques eólicos. ....	32
Gráfico 13 - Destinação final de estruturas eólicas. ....	33
Gráfico 14 - Solução mais adequada aos problemas socioeconômicos segundo os participantes. ....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABEEólica** Associação Brasileira de Energia Eólica

**ADEMA** Administração Estadual do Meio Ambiente – Sergipe

**CBEE** Centro Brasileiro de Energia Eólica

**CELPE** Companhia Energética de Pernambuco

**CONAMA** Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CPRH (SEMAS)** Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Pernambuco

**EPE** Empresa de Pesquisa Energética

**FEPAM** Fundação Estadual de Proteção Ambiental – Rio Grande do Sul

**IAP** Instituto Ambiental do Paraná

**IBAMA** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**IDEMA** Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – Rio Grande do Norte

**IMA** Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina

**INB** Indústria Nucleares do Brasil

**INEA** Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro

**INEMA** Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Bahia

**MMA** Ministério do Meio Ambiente

**PNMA** Política Nacional do Meio Ambiente

**PNRS** Política Nacional de Resíduos Sólidos

**PROINFA** Programa de Incentivo às Fontes Alternativas

**PROÓLICA** Programa Emergencial de Energia Eólica

**SEMA** Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Paraná

**SEMACE** Superintendência Estadual do Meio Ambiente – Ceará

**SEMAR** Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Piauí

**SISNAMA** Sistema Nacional do Meio Ambiente

**SNVS** Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

**SUASA** Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

**SUDEMA** Superintendência de Administração do Meio Ambiente – Paraíba

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos específicos .....	13
3. JUSTIFICATIVA.....	13
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1. Legislação geração eólica .....	14
4.2. Descomissionamento de parques .....	18
4.3. Reciclagem específica dos componentes do parque – resíduos sólidos gerados.....	18
5. METODOLOGIA.....	20
5.1. Pesquisa de opinião.....	20
5.2. Levantamento de parques .....	21
5.3. Órgãos ambientais.....	22
5.4. Questionário.....	23
5.4.1. Estrutura e questões .....	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
REFERÊNCIAS .....	38
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	40

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de energia elétrica através da força dos ventos surgiu no Brasil em 1992 com a instalação do primeiro aerogerador no arquipélago de Fernando de Noronha, em uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2019). Nesse tempo a energia eólica e toda a sua estrutura ainda eram novidades no país e uma fonte muito dispendiosa para ser popularizada. Ao longo dos anos o Brasil desenvolveu e implantou alguns programas de incentivo ao desenvolvimento e disseminação dessa fonte, o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) são exemplos dessa ação.

Atualmente, a energia eólica é uma fonte consolidada, ocupa o segundo lugar na matriz elétrica (EPE, 2019). Com mais de 600 parques em funcionamento, o Brasil conta com aproximadamente 6600 aerogeradores espalhados em 12 estados.

Devido as condições de vento no país - fortes e constantes - a energia eólica apresentou uma grande expansão em um curto espaço de tempo, segundo a ABEEólica em 2010 o país possuía menos de 1 GW de capacidade instalada comparado aos 13,4 GW em agosto de 2018.

Em relação as políticas legislativas, o Brasil dispõe de leis federais, decretos e resoluções que juntamente com a legislação estadual, guiam o empreendedor durante os processos de licença prévia, instalação e operação. A Lei Federal nº 6.938/81, dispõe sobre Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. A resolução nº 462, de 24 de julho de 2014, estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre.

Contudo, existe uma deficiência legislativa a respeito da pós-produção de parques eólicos. Não são claras ou definidas as medidas a serem tomadas quando uma estrutura atinge o fim de sua vida útil. A preocupação de manter uma matriz energética sustentável necessita ir além do uso de fontes verdes de energia. É preciso que o processo por completo seja coerente com a ideia inicial.

Este trabalho pretendeu levantar a opinião das agências e órgãos ambientais envolvidos no licenciamento e funcionamento dos parques eólicos no Brasil, quanto ao descomissionamento dessas estruturas ao final de sua vida útil através da aplicação de um

questionário. A metodologia é composta pelas seguintes etapas: revisão e estudo da legislação, levantamento do número de parques eólicos e órgãos ambientais por estado, elaboração do questionário, execução da pesquisa, análise dos dados e resultados obtidos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

O presente trabalho busca levantar a opinião das agências e órgãos governamentais envolvidos no licenciamento e funcionamento dos parques eólicos no Brasil, quanto ao descomissionamento dessas estruturas ao final de sua vida útil.

### **2.2. Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho envolvem:

- Conhecer a legislação brasileira vigente em relação a geração de energia eólica no país;
- Apurar as condutas e procedimentos no cenário mundial a respeito do descomissionamento de parques eólicos;
- Levantar a opinião de órgãos ambientais do setor de geração de energia eólica;
- Relacionar os resultados dos questionários com a legislação vigente.

## **3. JUSTIFICATIVA**

A falta de legislação específica que trate da pós operação de parques eólicos, a preocupação de manter uma matriz energética sustentável e a necessidade de processos operacionais que façam jus a essa ideia, são os motivadores que levaram a elaboração deste projeto. Sua importância se justifica na problemática da criação de “elefantes brancos”, no descarte indevido de áreas com alto potencial eólico, a violação dos 3 R’s da sustentabilidade, perdas de empregos e contratos de arrendamento. Esses são alguns dos pontos que surgem quando se trata de parques eólicos e que vão contra a tendência mundial em estabelecer um crescimento econômico, social e ambientalmente equilibrados.

O descomissionamento de parques eólicos precisa ser também uma preocupação no âmbito político legislativo, e não somente um tópico da esfera acadêmica. Haja vista que todo o procedimento afeta desde a cadeia produtiva como a comunidade em si, que colabora no desenvolvimento e consome o produto final.

Espera-se ao final do trabalho perceber o posicionamento dos órgãos ambientais a respeito do tema e sugerir algumas diretrizes possíveis de serem tomadas em relação ao descomissionamento de parques eólicos no território brasileiro.

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1. Legislação geração eólica**

O direito ambiental é um ramo do direito público composto por princípios e regras que regulam as condutas humanas que afetem, potencial ou efetivamente, direta ou indiretamente, o meio ambiente (BOECK, 2018). Logo, existem leis e resoluções que guiam esse comportamento.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por exemplo, tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981), sendo a maior guia na ordem dessa temática. Em seu artigo 5º a PNMA formula normas e planos destinados a orientar a ação dos governos da União, dos Estados e Distrito Federal, dos territórios e dos municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico. Ainda afirma que as atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes e princípios acima estabelecidos (BRASIL, 1981).

A resolução CONAMA 237/1997 é uma das ramificações da PNMA, trata da revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental (BRASIL, 1997).

Art. 2º- A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis (BRASIL, 1997).

Em sua composição, essa resolução define os termos de licenciamento, licença, estudos ambientais e impacto ambiental regional. Discorre sobre a responsabilidade dos entes federados na concessão das licenças prévia, instalação e operação e quais empreendimentos e atividades estão sujeitos ao licenciamento ambiental.

A resolução N° 462, de 24 de julho de 2014 estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre (BRASIL, 2014). Trata do enquadramento dos empreendimentos, do procedimento simplificado para projetos com baixo impacto ambiental e sobre as informações mínimas necessárias para a obtenção das licenças prévia, de instalação e operação.

A lei de nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa legislação dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010). Em seu parágrafo primeiro enuncia: estão sujeitas à observância desta lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Em sua extensão a PNRS ainda apresenta e define termos como:

IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;

VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

Dentre os instrumentos que compõe a PNRS, pode-se destacar os incisos VI e VII do parágrafo 8º como essencialmente aplicáveis ao tema do trabalho:

VI - cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - pesquisa científica e tecnológica;

Ainda, no capítulo 3, artigo 30, trata das responsabilidades dos geradores e do poder público, institui que a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

A lei complementar nº 140, 8 de dezembro de 2011 fixa normas para ação cooperativa 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 (BRASIL, 2011).

Para que se atenda os objetivos fundamentais de proteger, defender e conservar o meio ambiente, para promover a gestão descentralizada democrática e eficiente, para fortalecer a cooperação e para evitar a sobreposição de atuação, a Lei estabelece que pode haver atuação supletiva ou subsidiária entre os entes federativos e também define ações administrativas distintas para União, Estados, Distrito Federal e Municípios (MMA, 2019).

II - atuação supletiva: ação do ente da Federação que se substitui ao ente federativo originariamente detentor das atribuições, nas hipóteses definidas nesta Lei Complementar;

III - atuação subsidiária: ação do ente da Federação que visa a auxiliar no desempenho das atribuições decorrentes das competências comuns, quando solicitado pelo ente federativo originariamente detentor das atribuições definidas nesta Lei Complementar.

#### **4.2. Descomissionamento de parques**

Antes da etapa de desmantelamento de um parque eólico, existem algumas possibilidades disponíveis a fim de dar continuidade ao uso do empreendimento. Segundo (TOPHAM e MCMILLAN, 2016) (ANDERSEN, BONOU, *et al.*, 2014) a extensão de vida útil é a primeira opção a se recorrer. Essa alternativa consiste em continuar operando o parque por mais tempo do que foi originalmente projetado. Em seguida, pode-se optar pela remodelação (ou repotenciação parcial), onde acontece a substituição dos componentes secundários do projeto, permitindo um aumento na eficiência e conseqüentemente na produção de energia. Ainda é possível escolher pela repotenciação (ou repotenciação total) que é a tentativa de manter a maior parte do sistema elétrico original enquanto turbinas mais potentes são instaladas. Por último, existe o descomissionamento que é o oposto da fase de instalação. Toda a estrutura é desmontada e retirada do local, considerando os riscos envolvidos.

#### **4.3. Reciclagem específica dos componentes do parque – resíduos sólidos gerados**

A desativação de um parque leva à geração de muitos resíduos, que devem ter uma disposição final adequada para não gerar degradação ambiental. É de responsabilidade da indústria a redução do impacto em todo o ciclo de vida de um parque eólico, incluindo a sua pós-operação (MACHUCA, 2015).

Os principais componentes de um aerogerador são: fundação, torre, nacelle, rotor e pás. O sistema completo ainda inclui o transformador e cabos elétricos. Com exceção da fundação, estima-se que 80% desses componentes seja reciclável. Dentro desses itens, o material de maior dificuldade de processamento são as pás. (TOPHAM, MCMILLAN, *et al.*, 2019) (MACHUCA, 2015).

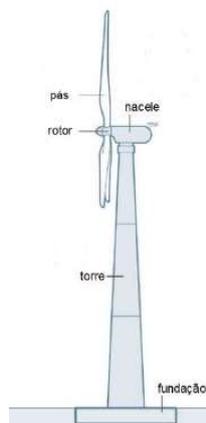


Figura 1 - Estrutura básica de um aerogerador. Fonte: Machuca, 2015

Seguindo as orientações na PNRS, os resíduos de desmanche dos aerogeradores podem ser destinados ao aterro sanitário, incineração, reciclagem ou reuso. A Tabela 1 mostra as vantagens e desvantagens de cada método de disposição para as pás de uma turbina.

Tabela 1 - Possibilidades de disposição final de componentes.

<b>Método de disposição</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Aterro sanitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo simples;</li> <li>• Método rápido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método com a maior preocupação ambiental;</li> <li>• Taxas podem ser cobradas.</li> </ul>
Incineração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de energia térmica;</li> <li>• Menos impactante ambientalmente do que o aterro sanitário;</li> <li>• Processo mais fácil que a reciclagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material pouco calorífico;</li> <li>• Pouca experiência no processo;</li> <li>• Pás precisam ser trituradas.</li> </ul>
Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientalmente o melhor método;</li> <li>• Possibilidade de uso ou venda do material após o processo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouca experiência técnica;</li> <li>• Projeto caro e processo complexo;</li> <li>• Pás precisam ser trituradas.</li> </ul>
Reuso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso em playgrounds.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é aplicável para construções permanentes;</li> <li>• Uso limitado.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (MACHUCA, 2015).

O restante dos componentes pode passar pelo processo de reciclagem, principalmente se forem compostos majoritariamente por um único tipo de material.

## 5. METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta o fluxograma da metodologia aplicada no trabalho.

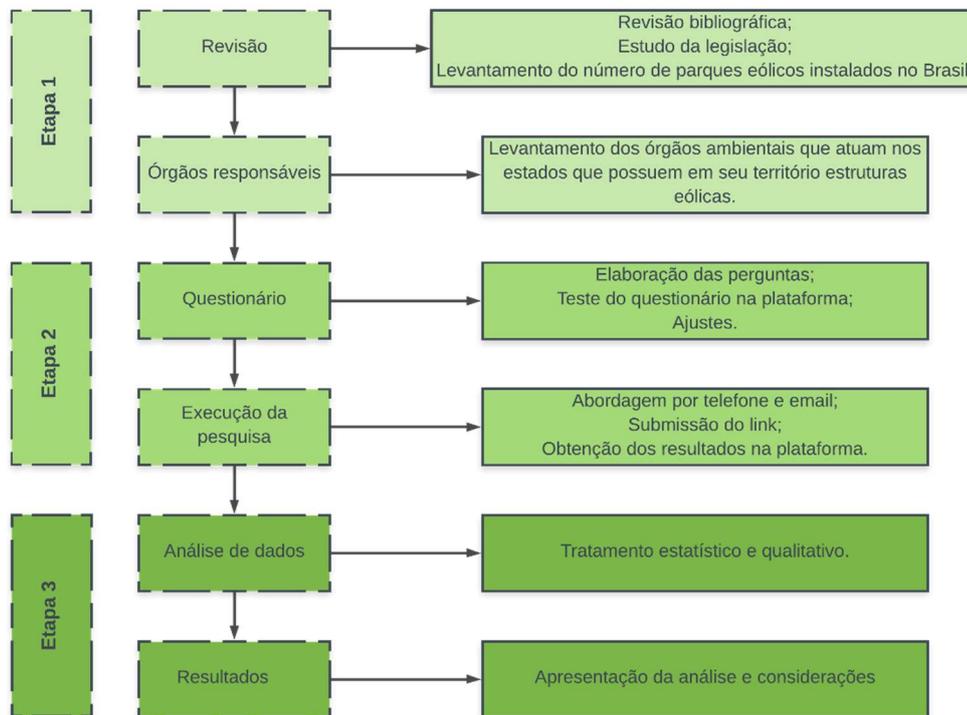


Figura 2 - Fluxograma de etapas da metodologia.

A organização, estrutura e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho foram separadas em subitens e detalhadas na sequência.

### 5.1. Pesquisa de opinião

Guimarães (2019) define a pesquisa de opinião como uma investigação sistemática, controlada, empírica e crítica de dados com o objetivo de descobrir e/ou descrever fatos e/ou de verificar a existência de relações presumidas entre fatos (ou variáveis). A Tabela 2 descreve os passos para a elaboração de uma pesquisa de opinião, de modo que os resultados obtidos possam auxiliar de maneira coerente na tomada de uma decisão.

*Tabela 2 - Etapas de uma pesquisa de opinião*

Etapas	Fases
1. Reconhecimento e formulação do problema de pesquisa	Formulação, determinação ou constatação de um problema de pesquisa;
2. Planejamento da pesquisa	a. Definição dos objetivos; b. Estabelecimento das questões de pesquisa; c. Estabelecimento das necessidades de dados e definição das variáveis e de seus indicadores; d. Determinação das fontes de dados; e. Determinação da metodologia; f. Planejamento da organização, cronograma e orçamento; g. Redação do projeto de pesquisa e/ou de proposta de pesquisa.
3. Execução da pesquisa	a. Preparação de campo; b. Campo; c. Processamento e análise.
4. Comunicação dos resultados	a. Elaboração e entrega dos relatórios de pesquisa; b. Preparação e apresentação oral dos resultados;

Fonte: (GUIMARÃES, 2019)

Um projeto de pesquisa é classificado de acordo com o seu objetivo, podendo assumir caráter exploratório, descritivo ou experimental. Este trabalho é de natureza exploratória, pois visa fornecer ao pesquisador um maior conhecimento do tema ou problema de interesse (GUIMARÃES, 2019).

Dentre os objetivos que a pesquisa exploratória propõe, este trabalho se guia pela necessidade de:

- Aumentar o conhecimento e compreensão de um problema de pesquisa;
- Auxiliar a formulação mais precisa do problema de pesquisa;
- Ajudar na formulação de hipóteses a serem verificadas;
- Estabelecer prioridades para futuras pesquisas.

## **5.2. Levantamento de parques**

A ABEEólica é uma instituição sem fins lucrativos, que congrega e representa a indústria de energia eólica no País, incluindo empresas de toda a cadeia produtiva (Associação Brasileira de Energia Eólica, 2019). Através do infovento, a instituição disponibiliza uma série de informações a respeito da produção e benefícios da energia eólica. Nesse infográfico, além de dados sobre a matriz elétrica brasileira é possível ver também o número de parques instalados no país e os estados onde estão localizados – Figura 3.

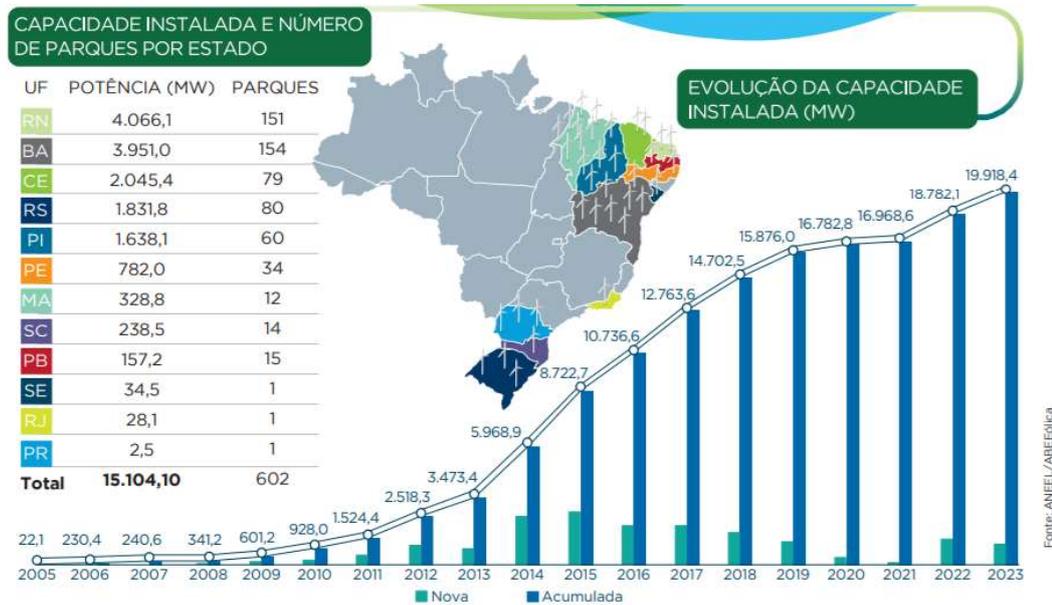


Figura 3 - Capacidade instalada e número de parques por estado.

### 5.3. Órgãos ambientais

Com auxílio da Figura 3, uma planilha foi organizada no Microsoft Excel, contendo uma relação entre o estado brasileiro, órgão ambiental atuante, telefones e e-mails. Em seguida, estabeleceu-se contato com essas agências, solicitando a colaboração na pesquisa.

A Tabela 3 é um resumo das informações contidas na planilha.

Tabela 3 - Relação de estados e órgãos ambientais atuantes.

Estado brasileiro	Órgão atuante
1. Rio Grande do Norte (RN)	IDEMA
2. Bahia (BA)	INEMA
3. Ceará (CE)	SEMACE
4. Rio Grande do Sul (RS)	FEPAM
5. Piauí (PI)	SEMAR
6. Pernambuco (PE)	CPRH (SEMAS)
7. Maranhão (MA)	SEMA
8. Santa Catarina (SC)	IMA
9. Paraíba (PB)	SUDEMA
10. Sergipe (SE)	ADEMA
11. Rio de Janeiro (RJ)	INEA
12. Paraná (PR)	IAP
13. Brasil	ABEEÓLICA
14. Brasil	IBAMA

Fonte: Autora, 2019.

## 5.4. Questionário

Baseado em indagações oriundas da leitura de artigos e estudo da legislação brasileira, o questionário foi desenvolvido a fim de analisar qualitativamente e quantitativamente a posição dos órgãos ambientais em relação ao descomissionamento de parques eólicos no território brasileiro.

Constituído de 9 perguntas, objetivas e discursivas, as questões foram escritas no aplicativo de administração de pesquisas *Google Forms* e tratam sobre licenciamento, responsabilidade ambiental, reciclagem, impactos e políticas de incentivo a fim de cumprir com o propósito acima citado.

Para finalidade de teste o questionário foi enviado para um fiscal ambiental atuante no Rio Grande do Sul. Após *feedback* com sugestões e dúvidas, o arquivo foi corrigido e ajustado. Após contato por e-mail e telefone, a nova versão do questionário foi enviada aos órgãos ambientais listados acima.

Um total de 16 questionários foram enviados em um prazo de 2 meses. Resultando na participação de 10 órgãos de cunho estadual e nacional.

### 5.4.1. Estrutura e questões

O questionário enviado aos órgãos ambientais está disponível no apêndice A. O mesmo pode ser visualizado através do link: <https://forms.gle/KN7Jp7bT5Zjix91Z9>.

As respostas fornecidas no *Google Forms* e os gráficos gerados foram coletados e configurados para a execução de análise mais expressiva. Os resultados são apresentados na próxima seção. Concluindo assim a etapa 2 prevista na metodologia.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de recolher opiniões referentes ao descomissionamento de parques eólicos, elaborou-se um questionário destinado ao público constituinte que representa os principais órgãos responsáveis pelos parques eólicos do Brasil. Após um prazo de três meses, obteve-se um total de dez órgãos participantes de cunho estadual e nacional.

Os primeiros parâmetros analisados concernem a idade, o grau de formação e a profissão dos participantes, a fim de criar um perfil médio que os descrevessem (Gráfico

1,Gráfico 2 e Gráfico 3). As respostas apontam que a maioria é constituída por analistas, com ensino superior e idades variando entre 25 e 56 anos.

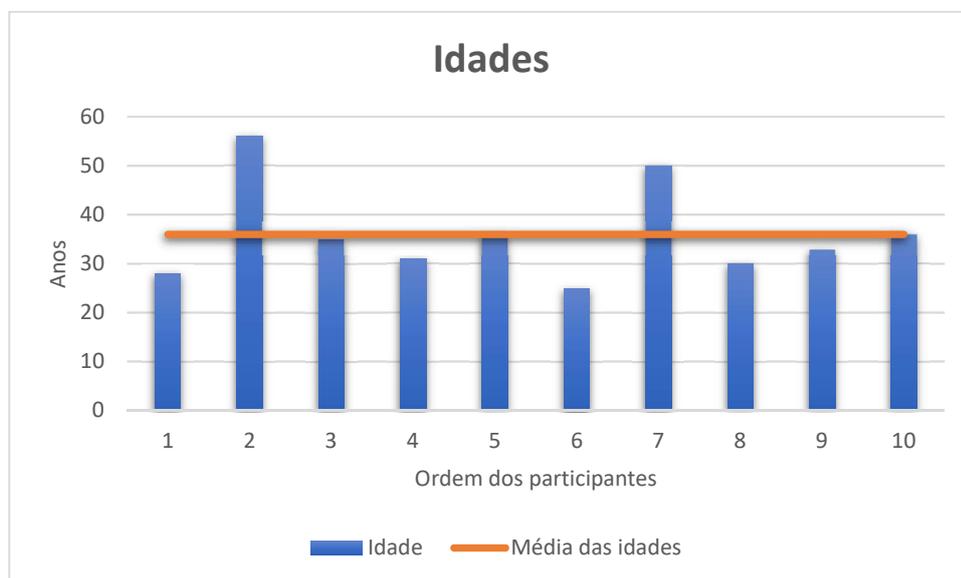


Gráfico 1 - Idade dos participantes e média.

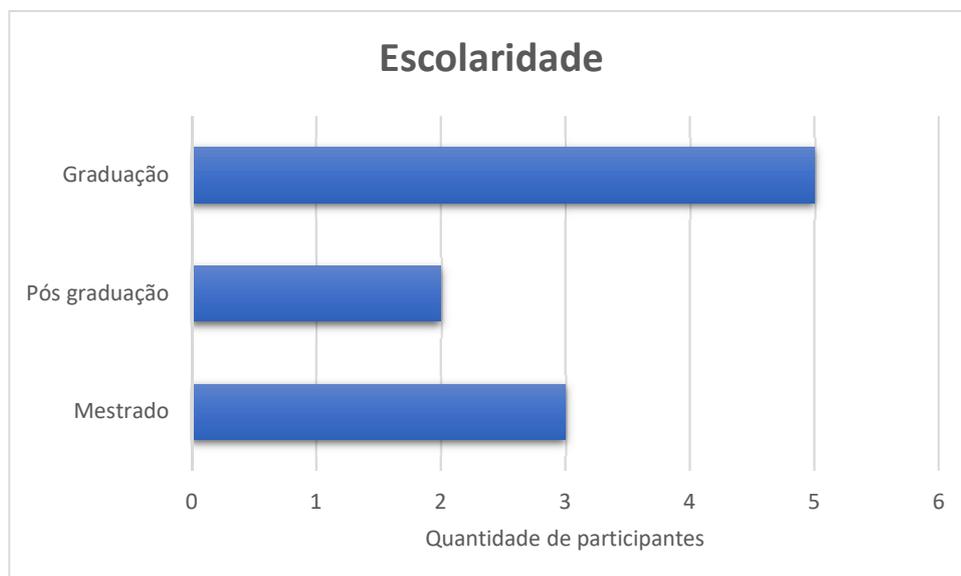


Gráfico 2 - Nível de formação dos participantes.

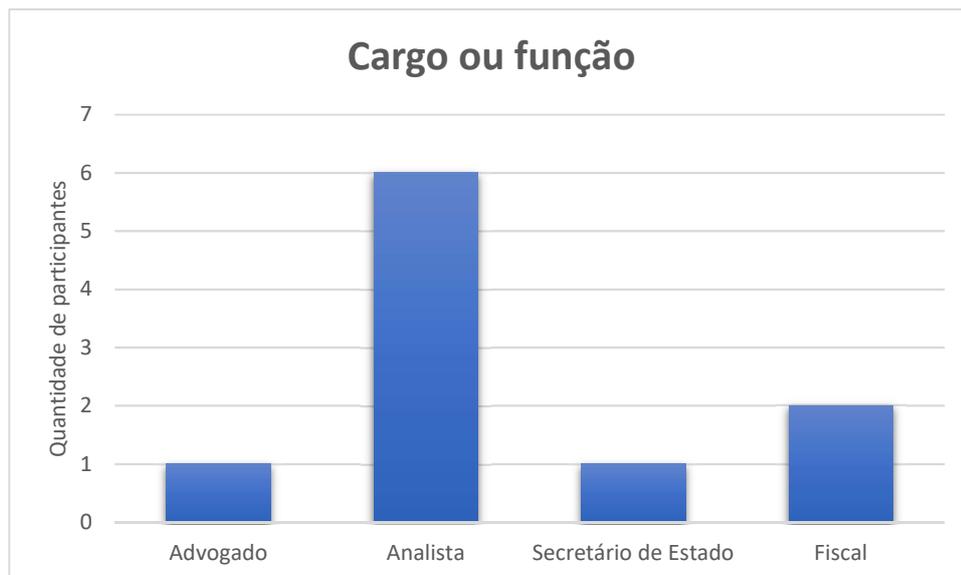


Gráfico 3 - Profissões dos participantes.

Aplicando-se uma escala classificatória, atribuindo nível zero para um tópico irrelevante e nível cinco para máxima relevância, foi possível aferir as opiniões dos entrevistados a respeito da importância do estabelecimento de leis e procedimentos padronizados relacionados ao descomissionamento de parques eólicos (vide seção 5.3). A pesquisa, demonstrou que existe uma alta preocupação dos profissionais participantes com relação à problemática, aproximadamente 70%, classificando-a como um item de alta relevância (Gráfico 4).

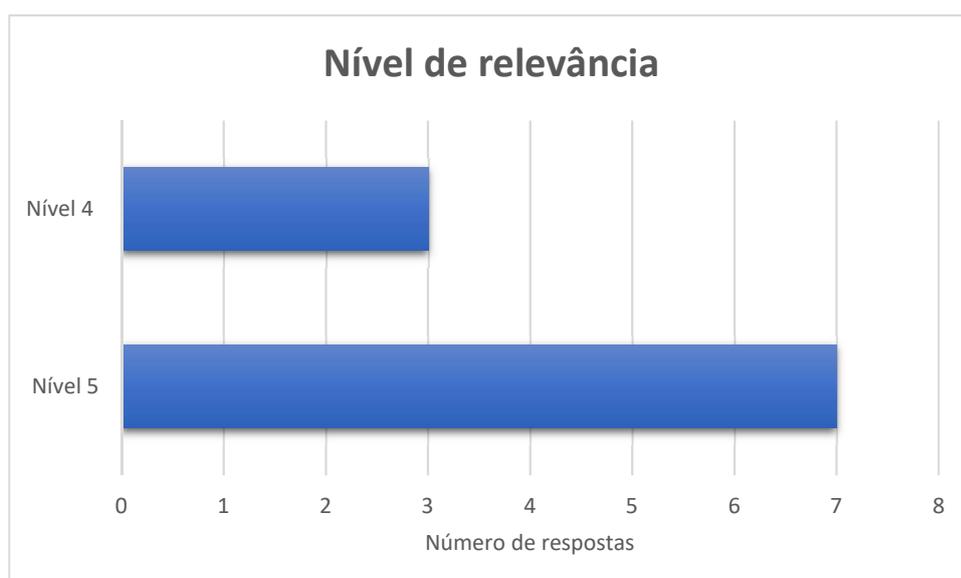


Gráfico 4 – Nível de relevância quanto ao estabelecimento de procedimentos padrões de descomissionamento.

Quando questionados se seria de encargo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) fiscalizar o desmantelamento dos parques eólicos, a fim de garantir o devido encerramento da atividade, 60% dos participantes afirmam, de maneira precisa que não (Gráfico 5). O levantamento se sustenta, pelo artigo 7º (sétimo), inciso XIV (quatorze) da Lei Complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011, a qual declara que são responsabilidades administrativas da União promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais Estados. Embora a maior parte das respostas tenham sido coerentes com a norma, é válido salientar que a diferença não é expressiva. Apontando uma relativa falta de clareza quanto às competências e responsabilidades ambientais associadas a cada entidade.



Gráfico 5 - Responsabilidade de fiscalização do descomissionamento.

Na sequência, foi indagado se o descomissionamento deveria configurar uma quarta licença, a de desinstalação. Essa pergunta era de natureza binária (sim ou não), caso o participante optasse pela alternativa negativa, deveria justificar o porquê de sua escolha. Observando as respostas (Gráfico 6), nota-se que metade dos participantes são a favor da implantação da licença de desinstalação, a outra metade, não. Os que escolheram a opção negativa justificam que o descomissionamento deve ser previsto como parte integrante da licença de operação, ou então, calculado na forma de um plano de desativação, dispensando mais um trâmite legal. Por exemplo, a resposta do participante número 09 (nove), “O descomissionamento do empreendimento poderia ser um dos aspectos abordados dentro dos Estudos de Impacto Ambiental, principalmente na fase de emissão de Licença de Operação,

onde poderia ser descrito as medidas adotadas para o encerramento da atividade específica, dispensando a obrigatoriedade de uma quarta licença (descomissionamento). Uma outra alternativa, poderia ser a criação de um plano de descomissionamento, contendo essa descrição das medidas adotadas, dispensando uma quarta licença. Espera-se que o descomissionamento das instalações ocorra somente quando não houver mais condições técnicas e econômicas de operação, e portanto não podendo mais estender a vida útil das unidades.”

De fato, a extensão da abrangência de uma licença, ao invés da criação de uma nova, seria a alternativa mais viável a ser tratada como solução da problemática. Uma vez que o tempo de retorno às respostas de órgãos reguladores e emissores de licenças no Brasil, bem como, a burocracia do país, são geralmente fatores que atrasam o procedimento de licenciamento.



Gráfico 6 - Implantação de uma quarta licença (licença de desinstalação).

Uma maneira de elaborar suas próprias diretrizes é buscar informações através de outras experiências. A pergunta subsequente seguiu essa linha de raciocínio. Observando países (Itália, Canadá, EUA) que possuem um maior histórico relativo à produção de energia através de aerogeradores e já passaram pelo processo de descomissionamento, perguntou-se aos participantes quais dos procedimentos internacionais parecia ser mais praticável no cenário brasileiro.

Dentre as opções disponíveis, 50% dos votos, alegaram que a criação de uma reserva monetária para a desativação do parque eólico e restauração ambiental (prevista no período de licenciamento) seria a opção mais viável de prática no contexto brasileiro (Gráfico

7). Além disso, cerca de 40% dos entrevistados, disseram, também, que a elaboração de um plano de desativação prévia na construção de parques seria um fator a se levar em consideração.

O fato de as opções de criar uma reserva monetária ou criar um plano de desativação prévia, terem recebido mais votos reforça a percepção de que é necessário a imposição de ações assertivas, ao que diz respeito ao desmantelamento de parques eólicos, para que evite situações passíveis de multas e punições. Ademais, para que haja a garantia de resultados é pertinente que previsão do descomissionamento seja realizada já na fase de concepção do projeto esquivando-se de futuras intempestividades.



Gráfico 7 - Aplicabilidade de procedimentos internacionais no cenário brasileiro.

#### Legenda para o gráfico 7:

Opção A – Criação de reserva monetária para a desativação do parque eólico e restauração ambiental (prevista no período de licenciamento) para que a construção do empreendimento seja aprovada. Tal reserva é reavaliada a cada cinco anos por entidades governamentais, assegurando a sua adequação (Itália).

Opção B – Elaboração de um plano de desativação prévio a construção do parque (Canadá).

Opção C – Depósito de fundos para o governo por turbina instalada. Este dinheiro só é então liberado para o dono do empreendimento quando este for devidamente desativado. Se isto não ocorrer, o dinheiro é revertido para a desativação de responsabilidade do governo federal (Mower County, Minnesota – EUA).

Opção D – Nenhuma das anteriores.

Foi perguntado aos entrevistados se os mesmos detinham conhecimento sobre os cinco pilares do descomissionamento. Tais bases englobam os principais parâmetros a serem considerados no planejamento de desmanche de um parque, a título: fatores técnicos, questões

ambientais, sociais e econômicas, bem como, o critério de segurança. Além disso, independente da resposta (sim ou não), os participantes deveriam escolher qual parâmetro teria maior peso no momento de decisão do desmantelamento de parques eólicos.

Desse modo, com base na experiência de mercado dos entrevistados, assume-se que seria de considerável importância que os profissionais da área tivessem ciência sobre os cinco pilares do descomissionamento. Porém, pelo Gráfico 8, é possível observar que essa não é a realidade, demonstrando que 80% dos entrevistados desconheciam o tópico. Talvez, a razão do não conhecimento, se dê pela carência de divulgação em fóruns informativos de órgãos responsáveis, que esclareçam tais parâmetros. Ou da falta de treinamento específico sobre o tema, uma vez que os analistas têm formações distintas.



*Gráfico 8 - Porcentagem de pessoas que não conhecia os 5 pilares.*

Ainda, dos 80% que desconheciam os pilares, 50% elegeram o fator segurança como o aspecto de maior magnitude (Gráfico 9). Para os que conheciam (20% restantes), a resposta se mostrou unânime, ao eleger o pilar técnico como de maior peso atribuído (Gráfico 10).

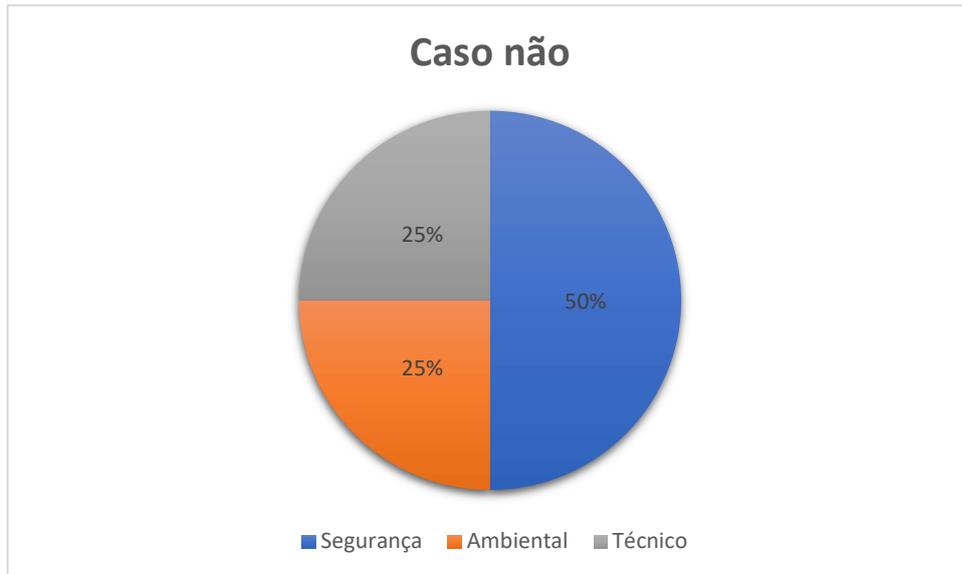


Gráfico 9 – Parâmetro de maior importância segundo os participantes que desconheciam os pilares.

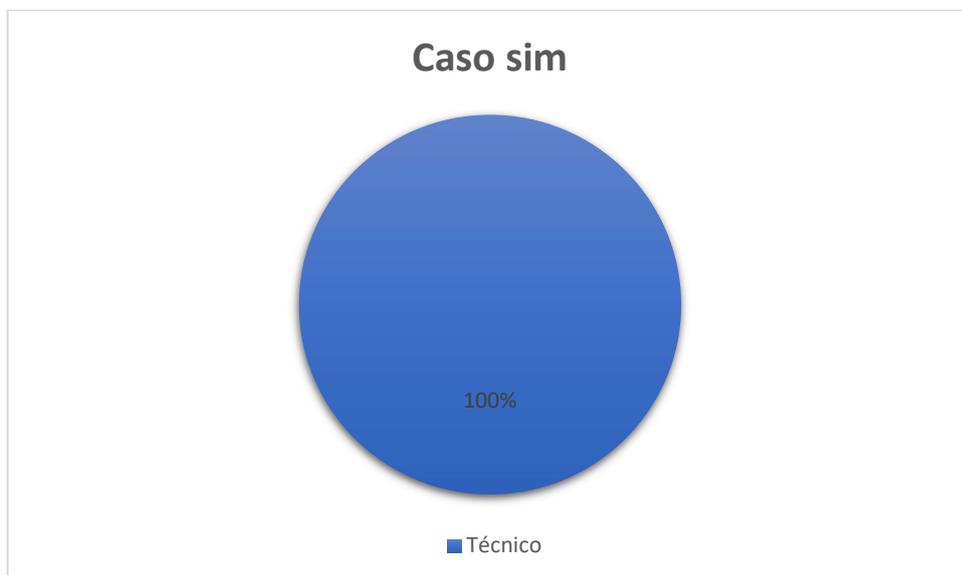
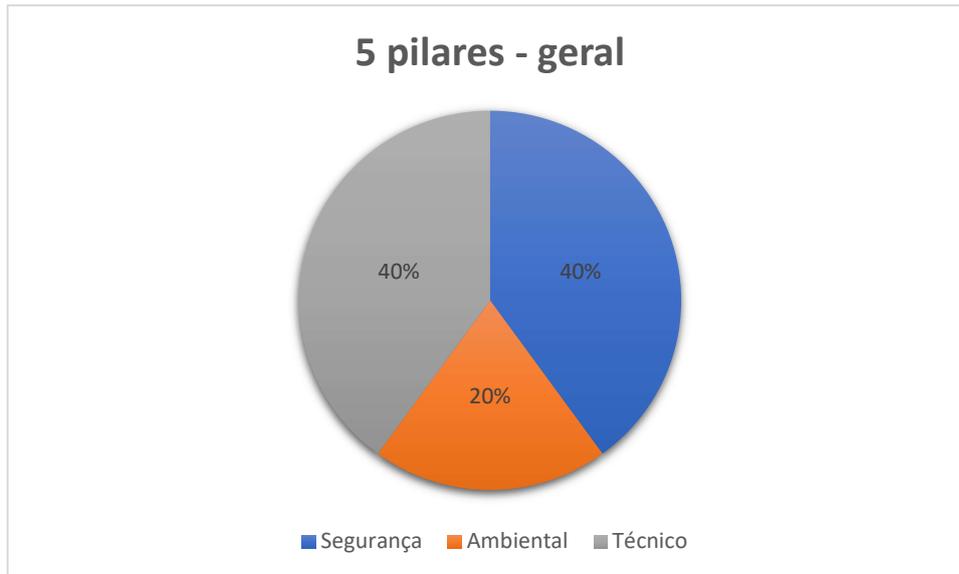


Gráfico 10 – Parâmetro de maior importância segundo os participantes que conheciam os pilares.

Se observarmos as respostas de um modo geral (participantes que conheciam e não conheciam os 5 pilares), existe um empate entre os aspectos técnicos e de segurança – Gráfico 11. Curiosamente, os pilares econômico e social não foram escolhidos em nenhum dos cenários, apontando que esses fatores não são, em primeira instância, levados em consideração pelos profissionais no processo de desmantelamento.



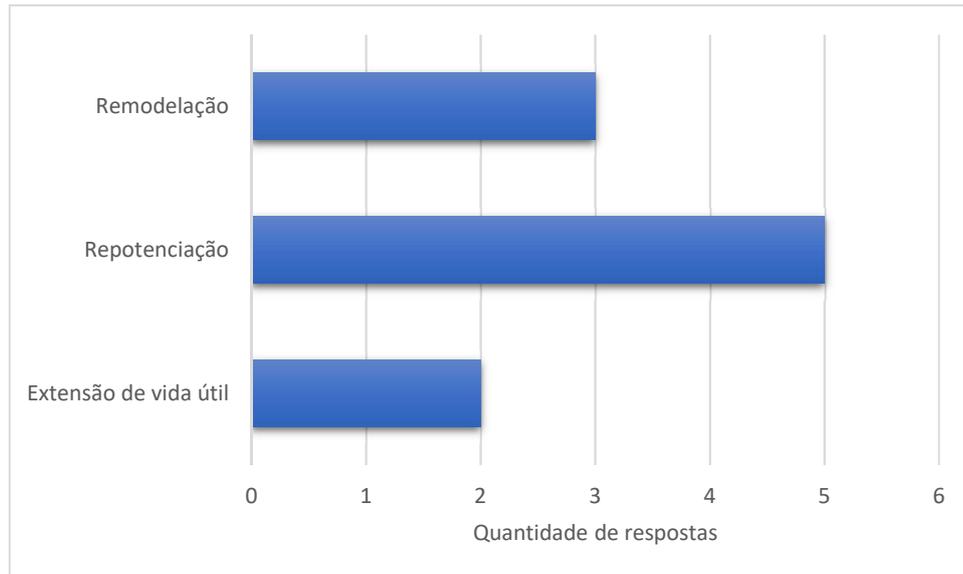
*Gráfico 11 – Parâmetros escolhidos considerando as pessoas que conheciam e não conheciam os 5 pilares.*

A energia eólica juntamente com a solar fotovoltaica, contribuem como fontes não controláveis de energia na manutenção e promoção da flexibilidade da matriz elétrica do país. Embora sua participação seja mais significativa no balanço mensal do que no balanço instantâneo, a energia através dos ventos ocupa o segundo lugar no ranking brasileiro.

A pergunta de número cinco relaciona a flexibilidade da matriz e o processo de descomissionamento. Destaca-se que a fim de manter o equilíbrio no balanço oferta–demanda, se você optar pelo desmanche de um parque eólico (fonte renovável), possivelmente fontes de energia não renováveis (energia térmica, por exemplo), irão ser acionadas a fim de restaurar a proporção.

De acordo com o Gráfico 12, 50% dos participantes optaram pela repotenciação como o caminho mais adequado. Esse processo consiste em manter o máximo dos equipamentos originais enquanto novas turbinas são instaladas, permitindo que áreas já estabelecidas gerem uma maior quantidade de energia.

Os cinco aerogeradores que compõe a Unidade Eólica de Palmas, parque instalado no estado do Paraná em fevereiro de 1999, é um exemplo de onde a repotenciação poderia ser aplicada. Parques construídos a 20 anos atrás não dispunham das tecnologias disponíveis hoje.



*Gráfico 12 - Alternativas ao término da vida útil dos parques eólicos.*

Outro ponto destacado no questionário, foi a opinião dos participantes a respeito do tratamento e gerenciamento de resíduos de parques eólicos. Sabe-se que, eventualmente, o desgaste dos componentes ocorre seja pela exposição ambiental, sujeitos a fatores bióticos como o sol, ventos e chuvas, seja por fatores como a obsolescência. Esse desgaste, por consequência, eleva o custo de manutenção e operação do parque a um ponto economicamente inviável sendo necessário o desporto desses componentes de maneira adequada.

Dessa forma, ao serem questionados a respeito da destinação final de estruturas, 60% dos participantes acreditam que a logística reversa é o melhor procedimento a ser aplicado (Gráfico 13). A logística reversa consiste em um "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada" (BRASIL, 2010). Ao separar os componentes e enviá-los às empresas responsáveis, existe uma compartimentação do processo, evitando sobrecarga em determinados setores ou casos como da ReFiber (empresa de tecnologia eólica que se especializou na reciclagem de pás e fechou em 2007 por falta de material).

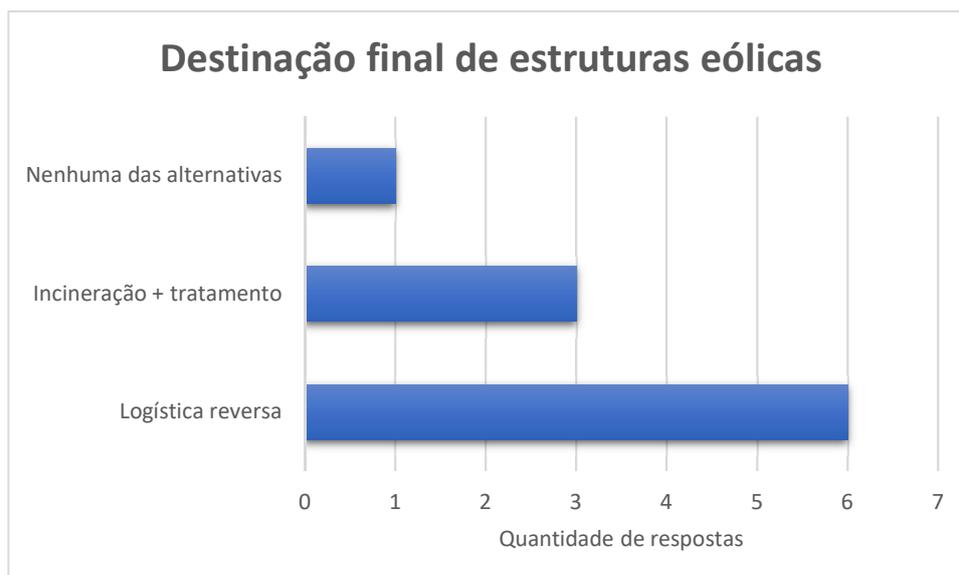


Gráfico 13 - Destinação final de estruturas eólicas.

Nos termos da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei" (MMA, 2019).

A última pergunta do questionário, de caráter objetivo, trata dos problemas sociais oriundos do descomissionamento dos parques eólicos. Além de elucidar os problemas técnicos se faz necessário a discussão a respeito do público social envolvido nessa conjuntura. Impactos que eram positivos – arrendamento de terras e arrecadação de impostos, por exemplo – tornam-se negativos com o fim do parque. Logo, sobre esse contexto, perguntou-se aos entrevistados qual seria uma boa solução para o problema acima descrito (Gráfico 14).

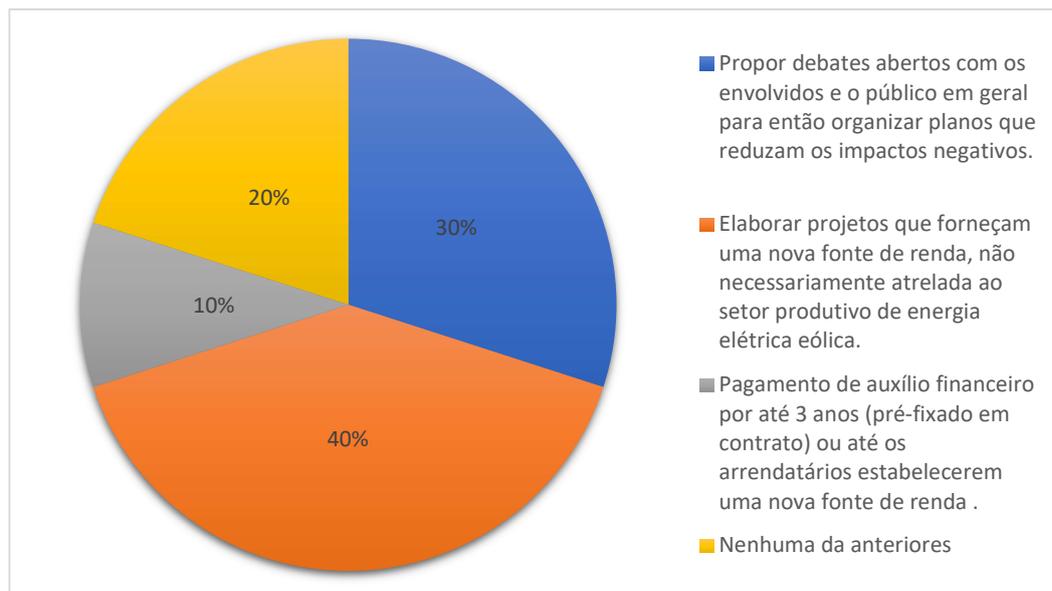


Gráfico 14 - Solução mais adequada aos problemas socioeconômicos segundo os participantes.

Analisando o Gráfico 14, essa foi a questão com maior dispersão de resultados. Uma maneira de analisá-los seria observar que as soluções são na verdade complementares e não exclusivas. Buscar um desfecho que permita a participação da população caracteriza uma solução mais equilibrada, confiável e duradoura.

Para fomentar a finalização do questionário, fez-se a seguinte pergunta: *O planejamento completo de um parque eólico diminui os impactos e os custos envolvidos. A falta de literatura e a presença de incertezas, fazem com que o processo de decisão do descomissionamento se torne mais complexo. Na sua opinião, quais políticas públicas podem ser aplicadas a fim de incentivar o desenvolvimento em prol da resolução desse problema?*

As respostas foram bastante diversificadas, algumas de caráter técnico – criação de legislação prevendo obrigações e sanções ao empreendedor, fiscalização e monitoramento por parte dos entes públicos envolvidos e de controle ou incentivos fiscais – enquanto outras, priorizam o diálogo, a conscientização e soluções alternativas – participação social efetiva, fomento a economia circular e bioenergia, formação de grupos de trabalho no âmbito nacional e criação de pautas nos encontros do setor.

A Tabela 4 apresenta todas as respostas dos participantes na íntegra.

Tabela 4 - Respostas na íntegra da questão discursiva.

<b>Resposta 1</b>	Acredito que esse assunto é de extrema importância, e deve-se atentar para essa
-------------------	---

	<p>questão, buscando junto à sociedade o diálogo, a conscientização acerca da fundamental necessidade de se buscar fontes limpas de energia, em especial, a eólica, que apresenta riscos muito reduzidos ou insignificantes, se comparado a uma usina nuclear de energia, por exemplo.</p>
<b>Resposta 2</b>	Participação social efetiva.
<b>Resposta 3</b>	Legislação prevendo obrigações e sanções ao empreendedor.
<b>Resposta 4</b>	Fomento a Economia Circular e bioenergia.
<b>Resposta 5</b>	Previsão do descomissionamento na LO, com reserva de capital.
<b>Resposta 6</b>	Debates entre agentes do setor público e privado junto com a sociedade para mapear possíveis soluções e elaborar um plano de ação. Tal ação pode ser através de consultas públicas.
<b>Resposta 7</b>	Fiscalização e monitoramento por parte dos entes públicos envolvidos e de controle.
<b>Resposta 8</b>	Colocar em pauta estes temas em encontros no setor, principalmente o LASE, que é o evento mais importante de licenciamento ambiental do setor elétrico, Fórum Nacional Eólico. É importante também formar grupos de trabalho no âmbito nacional para discutir o tema e propor diretrizes, desde já, para o descomissionamento de forma socioambientalmente correta e segura.

<b>Resposta 9</b>	A criação de incentivos fiscais para o empreendedor apresentar próximo ao fim da vida útil do empreendimento, plano de descomissionamento ou alternativas para o encerramento da planta.
<b>Resposta 10</b>	Políticas públicas específicas voltadas para o descomissionamento dos empreendimentos geradores de energia, cujo objetivo é subsidiar a prática do descomissionamento dos empreendimentos próximos do fim da vida útil.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por definição, descomissionar significa tomar todas as providências necessárias para a desativação de uma instalação ao final de sua vida útil, observando-se todos os cuidados para proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores e das pessoas em geral, e ao mesmo tempo, o meio ambiente (INB, 2019).

A motivação dessa pesquisa vem da falta de legislação específica e processos de operação padronizados, a respeito do descomissionamento de parques eólicos que atingem o fim de sua vida útil.

O presente trabalho analisou qualitativamente e quantitativamente dez opiniões a respeito do tema por meio da aplicação de um questionário. Os resultados apontam que os participantes consideram a temática um tópico nível 5 de relevância e de responsabilidade estadual de fiscalização. Não existe um consenso quanto a criação de uma quarta licença (licença de desinstalação), mas optam pela criação de uma reserva monetária para a desativação do parque eólico e restauração ambiental (prevista no período de licenciamento), para que a construção do empreendimento seja aprovada. Grande parte dos profissionais atuantes desconhecia os cinco pilares do descomissionamento e escolhe a repotenciação como estratégia alternativa ao desmanche das estruturas. A respeito da destinação final dos resíduos gerados, elegem a logística reversa como a opção mais adequada e como solução aos problemas sociais

oriundos do processo, propõem debates abertos juntamente com a implementação de projetos que forneçam uma nova fonte de renda.

Embora existam instrumentos econômicos e técnicos que visem estruturação e desenvolvimento do sistema, como aqueles previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, palavras como “desmantelamento”, “desmanche” ou “descomissionamento” não são encontradas nas legislações pertinentes a cadeia produtiva da energia eólica.

### **7.1. Sugestões para trabalhos futuros:**

Com auxílio dessa pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros, observar como a experiência no mercado de trabalho e o grau de formação influenciam nos resultados. Aplicar questões para analisar as diferenças entre respostas dadas por alunos calouros, veteranos e profissionais já atuantes na área.

Em uma outra abordagem, diversificar e aumentar a amostra para comparar as respostas entre os órgãos ambientais e empreendedores que participam do processo produtivo.

Por fim, sugere-se o contínuo desenvolvimento de estudos em relação ao tema, por meio de interações multidisciplinares conjuntas.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, P. D. et al. **Recycling od wind turbines**. Technical University of Denmark (DTU). [S.l.], p. 8. 2014.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Energia Eólica. **ABEEólica**, 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/>>.
- BOECK, P. Direito e Legislação Ambiental, Araranguá, 2018. Acesso em: 2019.
- BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**, 1981.
- BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 237 , DE 19 DE dezembro DE 1997, 1997.
- BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010.
- BRASIL. LEI COMPLEMENTAR Nº 140, DE 8 DE DEZEMBRO DE 2011, 2011.
- BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 462, DE 24 DE JULHO DE 2014. **Licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia a partir de fonte eólica em superfície terrestre**, 2014. 21.
- DORNELLAS, V. D. A. **DESCOMISSIONAMENTO SUSTENTÁVEL DE EQUIPAMENTOS PARA EXPLORAÇÃO DE ÓLEO E GÁS NATURAL NO BRASIL**. Espírito Santo: [s.n.], 2018.
- EPE. **Balanco Nacional de Energia - BEN**. Empresa de Pesquisa Energética - Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 67. 2019.
- FILHO, H. R. D. P. Qualidade Online. **Para que serve um cronograma?**, 2010. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/06/09/para-que-serve-um-cronograma/>>. Acesso em: 26 Julho 2019.
- GUIMARÃES, P. R. B. **Estatística e pesquisa de opinião**. Paraná: [s.n.], 2019.
- INB. Indústrias Nucleares do Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.inb.gov.br/Contato/Perguntas-Frequentes/Pergunta/Conteudo/o-que-e-descomissionamento?Origem=1143>>. Acesso em: 24 Novembro 2019.
- MACHUCA, M. N. Análise ambiental, técnica e econômica da pós-operação de parques eólicos, Florianópolis, p. 96, 2015.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/sistema-nacional-do-meio-ambiente/lei-complementar-140.html>>. Acesso em: Novembro 2019.

ORNELLAS, L. F. T.; TOFANELI, L. A.; SANTOS, A. Á. B. Aspectos do gerenciamento da etapa de encerramento do contrato de geração de energia eólica no Brasil, com enfoque na Bahia, Outubro 2018.

SCHREINER, G. H.; PAES, M. L. Descomissionamento ambiental: análise da temática em empreendimentos de geração de energia eólica, Florianópolis , v. 3, Junho 2018. ISSN ISSN.

TOPHAM, E. et al. Recycling offshore wind farms at decommissioning stage. **Elsevier** , p. 12, March 2019.

TOPHAM, E.; MCMILLAN, D. Sustainable decommissioning of an offshore wind farm. **Renewable Energy Journal**, p. 11, Novembro 2016.

## **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.**

Este questionário foi elaborado como parte integrante do trabalho de conclusão do curso de graduação em engenharia de energia pela Universidade Federal de Santa Catarina, intitulado – Levantamento de opinião sobre o descomissionamento de parques eólicos no Brasil.

Órgão/instituição que representa:

Cargo/função que ocupa:

Idade:

Escolaridade:

**1) Em uma escala de 1 a 5, quão importante você considera o estabelecimento de leis e procedimentos padronizados a respeito do descomissionamento de parques eólicos:**

Irrelevante: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 :muito relevante

**2) Segundo Schreiner; Codonho (2018) o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais e Renováveis é o ente federado responsável por fornecer as licenças prévia, de instalação e operação. Na sua opinião, seria de encargo do IBAMA fiscalizar o desmantelamento do parque eólico a fim de garantir o devido encerramento da atividade:**

a) Sim

b) Não

Justificativa: \_\_\_\_\_

**3) Na sua opinião o descomissionamento deve configurar uma quarta licença (licença de desinstalação)?**

a) Sim

b) Não

**4) No cenário internacional países pioneiros na instalação de parques eólicos já passaram pelo processo de atingir o fim da vida útil de seus aerogeradores. Logo, já possuem diretrizes implantadas sobre as ações a serem tomadas na pós operação (Machuca, 2015). Com base na experiência desses países, qual das alternativas abaixo aparenta ser mais praticável no Brasil?**

a) Criação de reserva monetária para a desativação do parque eólico e restauração ambiental (prevista no período de licenciamento) para que a construção do empreendimento seja aprovada. (Itália).

b) Elaboração de um plano de desativação prévio a construção do parque. (Ontario, Canadá).

c) Depósito de fundos para o governo por turbina instalada. Este dinheiro funcionaria como uma caução e só é então liberado para o dono do empreendimento quando este for devidamente desativado. Se isto não ocorrer, o dinheiro é revertido para a desativação de responsabilidade do governo federal. (Mower County, Minnesota – EUA).

d) Nenhuma das anteriores.

Sugestão: \_\_\_\_\_

#### **5) Você conhece os cinco pilares do descomissionamento:**

a) Não

b) Sim

---

#### **Caso não:**

Segundo Dornellas (2018), 5 pilares são:

- **Segurança:** mecanismos de gestão de riscos e uso de técnicas quantitativas de avaliação que meçam, por exemplo, uso de perda potencial de vida e taxa de acidentes fatais.
- **Ambiental:** avaliação e comparação dos impactos ambientais das possíveis tomadas de decisão.
- **Técnico:** Ponderação dos riscos técnicos envolvidos, como prazos e orçamento. Para tal, análises de engenharia e operações são usadas de maneira combinada. A viabilidade técnica das opções de descomissionamento deve se basear na experiência existente na indústria e nos equipamentos disponíveis.

- Social: Estimativa do nível de atividade na área e os impactos a longo prazo, usando como diretrizes a segurança e medidas de mitigação. Devem ser consideradas também as oportunidades de emprego e desenvolvimento regional.
- Econômico: Ao considerar alternativas de descomissionamento os custos devem ser equilibrados com os outros critérios de avaliação. O financeiro não deve ser fator decisivo para a tomada de decisão, a menos que todas as outras opções não apresentem diferenças significativas.

Considerando as definições acima, na sua opinião, qual dos pilares tem maior peso no momento de decisão?

- a) Segurança
- b) Ambiental
- c) Técnico
- d) Social
- e) Econômico

---

**Caso sim:**

Em sua opinião qual dos pilares atribui maior peso no momento de decisão?

- a) Segurança
- b) Ambiental
- c) Técnico
- d) Social
- e) Econômico

**6) Considerando a importância dos empreendimentos eólicos na manutenção da matriz elétrica e da flexibilização do comércio de energia, você optaria por:**

- a) Extensão de vida útil (operação do parque eólico além do tempo para que foi projetado. >20-25 anos)
- b) Remodelação (ou repotenciação parcial), substituição de componentes secundários do projeto tais como rotor ou sistema de transmissão, mantendo a torre, fundação e cabos.

c) Repotenciação completa, substituição das turbinas antigas por novas mais potentes, utilizando as fundações já existentes no local.

d) Descomissionamento ou desmantelamento.

e) Não sou capaz de opinar.

**7) O descomissionamento é um processo inevitável. Eventualmente o desgaste dos componentes elevará o custo de manutenção e operação do parque a um ponto economicamente inviável. Segundo Topham (2019), a reciclagem dos materiais das fundações (aço, ferro e cobre), podem cobrir até 20% dos custos de descomissionamento de torres *offshore*, considerando a variação do preço da sucata. Em sua opinião, qual a melhor destinação final para estruturas eólicas:**

a) Incineração, com tratamento da escória e dos gases poluentes provenientes da queima

b) Aterramento em local apropriado

c) Logística reversa

d) Todas as alternativas acima

e) Nenhuma das anteriores.

Sugestão: \_\_\_\_\_

**8) Dentre os problemas oriundos do descomissionamento de parques eólicos, destacam-se: o fim do contrato com proprietários das terras arrendadas e da arrecadação de impostos para os municípios nos quais a estrutura está instalada (Ornellas, 2018). Impactos sociais positivos se tornam negativos, exigindo que medidas sejam estabelecidas a fim de minimizar tais resultados. Assinale qual medida, em sua opinião, constitui uma boa solução para o problema:**

a) Propor debates abertos com os envolvidos e o público em geral com o intuito de organizar planos que reduzam os impactos negativos.

b) Elaborar projetos que forneçam uma nova fonte de renda, não necessariamente atrelada ao setor produtivo de energia elétrica eólica.

c) Pagamento de auxílio financeiro por até 3 anos (pré-fixado em contrato) ou até os arrendatários estabelecerem uma nova fonte de renda.

d) Nenhuma das anteriores.

Sugestão: \_\_\_\_\_

**9) O planejamento completo de um parque eólico diminui os impactos e os custos envolvidos. A falta de literatura e a presença de incertezas, fazem com que o processo de decisão do descomissionamento se torne mais complexo. Na sua opinião, quais políticas públicas podem ser aplicadas a fim de incentivar o desenvolvimento em prol da resolução desse problema:**

---