



## **ASPECTOS DO GERENCIAMENTO DA ETAPA DE ENCERRAMENTO DO CONTRATO DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL, COM ENFOQUE NA BAHIA**

<sup>1</sup> Livia Fernanda Tavares Ornellas (SENAI CIMATEC) – [livia\\_ftavares@yahoo.com.br](mailto:livia_ftavares@yahoo.com.br); <sup>2</sup> Luzia Aparecida Tofaneli (SENAI CIMATEC) – [luzia.tofaneli@fieb.org.br](mailto:luzia.tofaneli@fieb.org.br); <sup>3</sup> Alex Álisson Bandeira Santos (SENAI CIMATEC) – [alex.santos@fieb.org.br](mailto:alex.santos@fieb.org.br)

**Resumo:** A exploração de energia eólica no Brasil é realizada desde 1994. Ao longo dos anos o Governo foi desenvolvendo ações para a expansão da exploração desse recurso no Brasil, as quais iniciaram em 1979 com a publicação do Primeiro Atlas de Potencial Eólico, seguindo pelo ProEólica em 2001, depois o Proinfa em 2003 e desde de 2009 são realizados Leilões de Energia. Mediante o levantamento bibliográfico sobre o desenvolvimento eólico no Brasil pouco se fala sobre a fase de descomissionamento. Neste sentido, este estudo tem por objetivo, analisar a importância do aprofundamento de estudos para definir diretrizes para a etapa de encerramento dos contratos celebrados no Proinfa e nos leilões de energia eólica.

**Palavras-Chaves:** Geração de Energia; Parque Eólico; Ciclo de Vida; Descomissionamento.

## **ASPECTS OF THE WIND POWER GENERATION CONTRACT CLOSURE PROCESS IN BRAZIL, WITH A FOCUS ON BAHIA**

**Abstract:** Wind energy exploration in Brazil has been carried out since 1994. Over the years the Government has been developing actions for the expansion of exploration of this resource in Brazil, which began in 1979 with the publication of the First Atlas of Wind Potential, followed by ProEólica in 2001, then Proinfa in 2003 and since 2009, Energy Auctions are held. Through the literature survey on wind development in Brazil little is said about what is being about decommissioning. In this sense, this study aims to analyze the importance of deepening studies to define guidelines for the closing stage of the contracts signed in Proinfa and wind energy auctions.

**Keywords:** Energy Generation; Wind Farm; Life cycle; Decommissioning



## 1. INTRODUÇÃO

A energia eólica nas últimas décadas vem adquirindo espaço significativo na matriz energética do país, segundo dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) obtido no boletim anual de geração de energia eólica com informações de 2017 [1], a capacidade instalada de geração de energia nesse setor é de 12,77 GW que corresponde 8,1% da matriz ficando apenas atrás da biomassa e hidroelétrica que correspondem respectivamente 9,2% e 60,4%.

Esse crescimento da geração de energia eólica no Brasil é fruto de um esforço conjunto entre o Governo, empreendedores e investidores que possibilitou bons resultados tanto nos leilões regulados de energia, que foram realizados a partir de 2009, como também no aumento do interesse das indústrias pela energia nos mercados livres.

Ainda no boletim da ABEEólica [1] no ano base 2017, para a geração de 12,77 GW de capacidade instalada estão sendo utilizados 508 parques eólicos que possuem aproximadamente 6.500 aerogeradores localizados em aproximadamente 4.000 propriedades arrendadas.

De acordo com Stripling [2], os impactos do final do ciclo de vida dos empreendimentos eólicos se limitam as instalações massivas de aerogeradores. Ao olhar as peculiaridades das condições do Brasil, pode-se destacar que a característica hoje tida como positiva, como a manutenção do homem no campo, através de arrendamento de terra passará a ser negativa com a eliminação desses acordos com os proprietários. No Brasil a indústria de energia eólica movimenta uma significativa mão obra anual, que só em 2017 foram gerados cerca de 30 mil postos de trabalho, além da contribuição significativa para o poder público com a geração de energia.

No Brasil, segundo a análise de Tolmasquim [3], a primeira unidade geradora de energia eólica foi inaugurada em 1994 em caráter experimental no município de Camelinho no estado de Minas Gerais com potência instalada de 1 MW com 4 aerogeradores. Nos anos seguintes foram instalados mais 6 empreendimentos em 4 estados brasileiros: Ceará, Paraná, Pernambuco e Santa Catarina que totalizaram 20,8 MW até 2002, quando ocorreu a instituição do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa administrado pelo Ministério de Minas e Energia – MME regulamentado pela Lei 10.438 de 2002, a qual definiu as diretrizes para a comercialização em larga escala da energia oriunda da biomassa, eólica e Pequenas Centrais Hidrelétricas, e cada fonte alternativa tinha como meta de comercialização até 1.100 MW de energia.

Segundo a Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR, ISO 14040: 1997 a qual define a avaliação do ciclo de vida, define os princípios e a estrutura para estudar os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, o uso e disposição final, ou seja, do “berço ao túmulo”.

As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências



ecológicas. De acordo com a NBR, ISO 14040 o termo produto pode ser aplicado em serviço, o que contempla também empreendimento de geração de energia eólica.

O ciclo de vida útil de parques eólicos é bem específico e vai desde a validação do local onde o empreendimento será instalado, compreendendo a fase de construção do empreendimento, a fase de operação até a fase de finalização do contrato, onde podem ocorrer diversas possibilidades, como: repotenciação, o qual aumenta o tempo da fase do ciclo de vida de operação ou o descomissionamento completo do parque.

Apresentado uma adaptação do que já foi analisado para descomissionamento de empreendimentos de geração de energia eólica offshore [4] é possível identificar os seguintes aspectos que devem compor no planejamento:

- Definição das ações de operações de descomissionamento sendo analisado cada estrutura, como: turbina, fundação, equipamento de conexão (subestação e linha de transmissão e distribuição), tendo como aspecto principal em cada estrutura o tempo de execução, minimização dos impactos socioambientais e os custos envolvidos;
- Definição das ações de orientação social para os proprietários de terra que arrendaram para a exploração de energia eólica;
- Execução das atividades, ou seja, remoção das estruturas;
- Processos pós-descomissionamento, como o destino dos elementos removidos ou o monitoramento da recuperação dos sites.

Neste aspecto, este artigo tem por objetivo analisar a importância do aprofundamento de pesquisas para definir diretrizes para a etapa de encerramento dos contratos celebrados no Proinfa, e nos leilões de energia eólica.

## 2. ASPECTOS SOBRE DESCOMISSIONAMENTO

Ao analisar o histórico dos empreendimentos de geração de energia eólica no Brasil, observa-se avanços do ponto de vista nas regulamentações que estão vigentes ao longo do período. Apesar das atualizações ainda não foi identificada ações de planejamento sobre o momento de finalização dos contratos celebrados tanto no Proinfa quanto no LER de 2009, os quais respectivamente devem estar ocorrendo em 2026 e 2032.

Nos Estados Unidos, Estado do Havaí, já teve o primeiro parque eólico (Parque Eólico de Kamaoa) desativado e o motivo foi a falta de interesse comercial, e ocasionou das máquinas ficarem obsoletas e os custos de desmonte não compensava, o que resultou no abandono. Este parque iniciou a sua operação em 1987 e tinha a capacidade instalada 9,3 MW, sendo considerado a primeira grande experiência do mundo em energia eólica e também uma relíquia do boom da “corrida do vento” [6].

Pela data, leva a crê, que após a questão do Parque Kamaoa houve a revisão do Estatuto de 2015 do Havaí, onde no Título 13 - Planejamento e desenvolvimento



econômico, no item 201N - processo de localização de instalações de energia renovável, e no item 201N-32 - descomissionamento de instalações de energia eólica, define diretrizes específicas para quando chegar esse momento, que resumidamente traz [7]:

- O proprietário do empreendimento é responsável pelos custos do desmonte da instalação de energia eólica;
- Desmonte de um parque eólico, compreende:
  - a. Remoção de turbinas eólicas, torres, prédios, cabeamento, componentes elétricos, fundações e quaisquer outras instalações associadas, a uma profundidade de trinta polegadas abaixo do nível do solo, e
  - b. Restaurar terra perturbada para substancialmente a mesma condição física que existia antes do início da instalação de energia eólica pelo proprietário.
- Prazo de desmonte da usina eólica ou de peças individuais de equipamento comercial de energia eólica:
  - a. Remoção deve ocorrer dentro de doze meses após o abandono ou o fim da vida útil do equipamento de energia eólica comercial na instalação de energia eólica; ou
  - b. Se o proprietário da usina de energia eólica não concluir o descomissionamento dentro do prazo estabelecido no parágrafo (a), o proprietário do terreno no qual a instalação de energia eólica está localizada deverá tomar as medidas necessárias para concluir o descomissionamento da energia eólica.

Sendo esse último item, o qual o proprietário da terra se responsabilizará pelo descomissionamento caso o empreendedor não faça, pode ser considerado quase impossível de ser aplicado aqui no Brasil, pois a maioria dos contratos de arrendamentos realizados para a exploração do vento no território brasileiro, são no sertão brasileiro, onde tem uma característica de regiões de pessoas humildes e de pouco recurso, o que torna inviável financeiramente e tecnicamente ficarem responsáveis pelo desmonte das estruturas em sua propriedade.

Quanto à regulamentação no Brasil sobre a fase de descomissionamento não traz diretriz específicas para usina eólico, contudo tanto na esfera federal como na estadual traz que no momento de encerramento total ou a desativação parcial de empresa ou de forma individual, utilizadoras de recursos ambientais, dependerá da apresentação, do plano de encerramento de atividades ao órgão fiscalizador competente que deverá contemplar as medidas de controle ambiental aplicáveis ao caso.

Uma outra possibilidade é a repotenciação, que segundo, TOPHAM [4] pode ser considerado como um tipo de descomissionamento, e definem duas opções:

- **Parcial (recondicionamento):** Instalando componentes secundários (dependendo do caso), como rotores, pás, caixas de câmbio, *drivetrains*, eletrônica de potência e / ou torres.



- **Total:** Substituindo turbinas antigas por novas, e as vezes são necessários a realização de fundações maiores devido ao aumento do peso.

Independe dos casos escolhidos para esse tipo de descomissionamento carecerá de uma análise tanto do órgão ambiental e também do Governo a autorização dessas modificações.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse estudo é o levantamento bibliográfico sobre o descomissionamento de Parques Eólicos. Especificamente, o estudo, realiza uma análise comparativa a respeito do descomissionamento a nível mundial em comparação ao Brasil. Sabendo que o Estado da Bahia foi o primeiro estado a criar procedimentos específicos para licenciamento ambiental de empreendimento de geração de energia Eólica e em seguida a legislação Federal através do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, o estudo analisa ainda como os Órgãos Executores e Fiscalizadores atuam sobre essa temática, dando um enfoque nos processos de Leilões realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica- ANEEL e pela Câmara Comercializadora de Energia Elétrica - CCEE, e na legislação ambiental do Estado da Bahia.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo de vida de um empreendimento eólico quanto ao aspecto de gestão socioambiental não finaliza com as emissões das Renovações das Licenças de Operação mas quando ocorre a finalização de todas as ações referente ao término da operação e recomposição da área onde o empreendimento está localizado.

No conceito de análise de Ciclo de Vida da NBR ISO 14040 sobre a gestão ambiental que define diretriz para a realização do estudo quanto a definição dos aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto, desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição final, as categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas. O termo produto na própria nota de rodapé da Norma traz que pode ser aplicado como serviço, que é o caso do Geração de Energia Eólica.

Contudo, percebe-se que as ações do Governo, das empresas, e até da sociedade organizada, são voltadas para analisar e viabilizar a implantação dos parques e geração de energia, sendo que ainda há poucos estudos que contemplem o planejamento dos termos dos contratos de geração de energia eólica. Neste sentido, pode-se efetuar os seguintes questionamentos:

- Na fase final do contrato de venda de energia quais são as opções do empreendedor? descomissionar e/ou repotencializar?
- De quem é essa escolha, do empreendedor ou do Governo?





- E se a escolha for realizar a desmobilização das usinas, quais os procedimentos e estrutura para execução dessa atividade? Qual o impacto desta escolha na matriz energética do país?

Caso a opção for de desmobilização, segundo Machuca [8], o grande desafio da destinação final dos resíduos dos parques é a reciclagem dos aerogeradores, segundo Bomgardner [9] a WindEuropa prevê 300 mil toneladas por ano de pás de turbinas eólicas desativadas nas próximas duas décadas, ou seja, em 2038. Segundo [8] a solução identificada foi a de reutilização das torres e pás em área de recreação como playground. Contudo a composição de um aerogerador possui matérias valiosos e que merecem um destino mais nobre ao final do seu uso, constando aí o desafio de como recuperá-lo tecnicamente e economicamente.

Bomgardner [8] apresentou 3 tipos de técnicas para recuperar as matérias que compõem as pás, sendo esses:

1. Trituração das pás de forma manual e mecanizada até ficarem bem pequenos e esse material ser combinado com adesivos e prensado em painéis compostos de alta performance, como painéis de partículas à base de madeira ou painéis de fibras orientadas, que resiste a fogo e umidade, sendo úteis para edifícios comerciais e industriais e segundo já existem clientes interessados nesses materiais.
2. Pirólise a qual transformar a fibra de vidro das antigas lâminas das turbinas eólica de poliéster ou epóxi que são material fibroso adequado para uso como isolamento de edifícios<sup>1</sup>.
3. Confecção de resinas termoplásticas elaborada pela empresa de especialidades químicas francesa Arkema que fez uma única amostragem que utilizou um composto de fibra de vidro e resina de metacrilato.

Apesar de haver movimentos para dar uma destinação nobre aos resíduos oriundos do descomissionamento dos parques eólicos, percebe-se que esse é apenas um de muitos problemas em que podem surgir com o descomissionamento total, e já estão sendo sinalizadas na regulamentação do Estado do Havaí na revisão do Estatuto de 2015 [7] e no estudo de Topham [4], sendo: necessidade de remoção das fundações dos aerogeradores, das estruturas de subestações e linhas de transmissão, áreas de apoio, centro de operação, local de armazenamento temporário de resíduo, e ter que recuperar as áreas de forma que ambiente consiga se regenerar de forma mais rápida e segura.

Contudo pouco se fala da necessidade de desenvolvimento de uma cadeia de empresas estruturadas e capacitadas para manusear os equipamentos e matérias complexos com o objetivo de reaproveitar, reciclar e/ou tratar se for o caso, isso sem falar na necessidade de mão de obra especializada para realizar a engenharia reversa.

---

<sup>1</sup> Essa técnica foi desenvolvida pelo engenheiro dinamarquês de tecnologia eólica Erik Grove-Nielsen fundou uma empresa de reciclagem chamada ReFiber que foi fechada em 2007 por falta de matéria prima (as pás dos aerogeradores)



Outro ponto que é necessário ser analisado e que não foi comentado em nenhuma das referências consultadas, é sobre o impacto social negativo que a desativação desses empreendimentos irá causar. Segundo dados da ABEEólica [1], são 4.000 propriedades arrendadas com prazo de validade compatível com a vigência do contrato de comercialização de energia no Proinfa e Leilão. Diante desse aspecto, houve uma alteração na rotina dos proprietários dessas terras, que antes viviam da lavoura e/ou, da atividade de corte de cana (caso região nordeste). Fato que a manutenção do homem no campo foi vista como um grande benefício do empreendimento de geração de energia eólica e com sua desativação esse benefício se tornará um malefício e como essas famílias irão se sustentar? E o que está/ou será feito para a minimização desse impacto, já que com a chegada do empreendimento esse aspecto foi considerado positivo e com a desmobilização passará a ser negativo?

Ainda no impacto negativo social temos a contribuição da produção de energia para os municípios através de seus impostos. Como isso ficará? Lembrando que o maior potencial de vento no Brasil encontra-se nas áreas de seca onde há uma baixa movimentação econômica e a geração de energia eólica está sendo a única a oportunidade de desenvolvimento para alguns desses municípios.

Deve-se ressaltar que é necessário aprofundar nas pesquisas para a etapa de encerramento do projeto e buscar diretrizes, seja para repotenciação ou descomissionamento parcial ou total, pois já temos contrato com 50% do seu prazo cumprindo, sendo os casos do Proinfa, e empresa com necessidade de realizar o provisionamento para essa fase de encerramento.

## 5. CONCLUSÃO

No artigo pode-se constatar a necessidade de aprofundamento dos estudos de Gestão do ciclo de vida do empreendimento eólico para que seja assim proposto uma solução do que será feito ao final do seu ciclo.

A etapa de encerramento tem que abranger todas as possibilidades que vão desde a repotenciação até mesmo o pior cenário que seria desmonte total do empreendimento. Para isso, deve envolver ações para o desenvolvimento de cadeias de fornecedores e de serviços para atender as demandas, tais como:

- a. Remoção de equipamentos como turbinas eólicas, torres, prédios, cabeamento, componentes elétricos, fundações e quaisquer outras instalações associadas,
- b. Recuperar áreas degradadas para substancialmente a mesma condição física que existia antes do início da instalação de energia eólica pelo proprietário.

Além de analisar a definição de ações estruturantes para orientação social principalmente dos arrendatários e poder público municipal, sendo esses talvez o maior desafio da desativação dos parques eólicos, pois o empreendimento trouxe um aumento na renda da família e a remoção desses recursos trará danos, os quais precisam ser analisados como pode ser minimizado.



Por fim, outro impacto que foi identificado é na matriz energética do país, sendo resolvido com novos leilões ou a repotenciação, o qual carece de definições de políticas estratégicas e de atração de investidores para a manutenção do aproveitamento da energia eólica no Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS

- 1 ABEEólica, **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**, 2018.
- 2 STRIPLING, William S. Wind Energy's Dirty Word: Decommissioning. **Texas Law Review**, v. 95, p. 123 - 151, 2016.
- 3 TOLMASQUIM, Maurício Tiommo et all. **Fontes Renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003.
- 4 TOPHAM, Eva David McMillan, Sustainable decommissioning of an offshore Wind farm, **Renewable Energy** v.102 p. 470-480, 2017.
- 5 TOLMASQUIM, Maurício Tiommo et all. **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: COPPE: CENERGIA, 2004
- 6 TOM, Leonard. Broken down and rusting, is this the future of Britain's 'wind rush'? Mail Online News, Reino Unido, 19 de março de 2012, Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2116877/Is-future-Britains-wind-rush.html#ixzz1pbANJuGk>>. Acesso em: 04 jul 2018.
- 7 Estatuto do Havá revisado de 2015, disponível em <https://law.justia.com/codes/hawaii/2015/title-13/chapter-201n/section-201n-32/>, visitado em 18/07/2018.
- 8 MACHUCA, Mônica Nassar, Análise Ambiental, técnica e econômica da pós- operação de parque eólico, Trabalho de conclusão de curso, Florianópolis, SC, 2015.118p.
- 9 BOMGARDNER, Melody M. e Alex Scott, Reciclagem de energias renováveis, **CEN**, Disponível em <https://cen.acs.org/energy/renewables/Recycling-renewables/96/i15>, visitada em 09/07/2018.
- 10 Eletrobras <http://eletrobras.com/pt/Paginas/Proinfa.aspx>, visitado em 18/07/2018.