GERAÇÃO EÓLICA EM LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

Palavras-Chave: leilões de energia elétrica, energia eólica, PROINFA

Autoras:

Larissa Zana Di Doné [FT - UNICAMP]

Prof.ª Dr.ª Ieda Geriberto Hidalgo [FT - UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

As primeiras fontes de energia elétrica utilizadas pela humanidade são provindas de recursos não renováveis. Com a abundância de matéria-prima e uma população não tão elevada, a dois séculos atrás não existia a urgência em descobrir meios alternativos e sustentáveis para gerar energia.

Mundialmente, 84,8% da produção de energia elétrica é por fontes não renováveis. Carvão mineral, petróleo e gás natural são exemplos dos combustíveis mais utilizados para este fim (EPE, 2021). O Brasil é um dos únicos países que possui a matriz elétrica predominantemente renovável e limpa. São mais de 70% da geração de energia proveniente por esses tipos de fontes, sendo a fonte hidráulica a mais expressiva, com mais de 50% da geração de toda a energia elétrica (EPE, 2021).

O que parece ser positivo num primeiro olhar, torna-se problemático e traz um grande risco hidrológico ao sistema, devido às incertezas em relação ao volume de chuvas no período úmido. Como forma de incentivar a diversificação da matriz elétrica brasileira e promover segurança no abastecimento de energia, o Governo Federal criou diversas legislações e programas específicos. O PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) foi o principal programa criado para incentivo de novas fontes de geração.

O principal mecanismo para compra e venda de energia elétrica no Brasil é por leilões. Esses são realizados pela CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica) e é por meio deles que o equilíbrio entre oferta e demanda de energia acontece, sempre buscando a redução do risco hidráulico no país e o menor preço. É desejável atingir com esse trabalho uma atualização da evolução da fonte eólica no cenário brasileiro, além da compreensão de como esse tipo de fonte se desenvolveu no SEB (Sistema Elétrico Brasileiro).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

1. Tendências do Setor Elétrico Brasileiro com relação à energia eólica

De maneira a entender como a energia eólica pôde ser inserida no sistema elétrico brasileiro, foi desenvolvida uma linha do tempo que de maneira resumida compila as principais legislações e decisões que contribuíram para a diversificação das fontes de geração de energia elétrica.

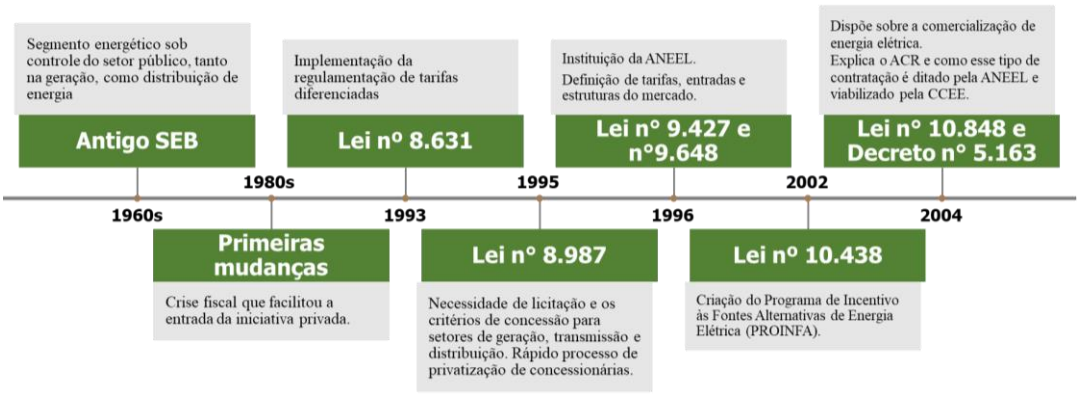

Figura 1 - Evolução do SEB

2. A energia eólica nos leilões de energia elétrica

O principal meio pelo qual os agentes de distribuição podem contratar energia elétrica é pelos leilões. A compra/venda de energia elétrica frequentemente ocorre no âmbito do ACR (Ambiente de Contratação Regulada) e fluxo de funcionamento nesse ambiente é marcado pela interação entre consumidores, distribuidores e geradores. Os leilões possuem diversas modalidades e especificações, o resumo destas é ilustrado pela Figura 2.

Eles são realizados durante todo o ano, seja para contratar energia de estabelecimentos existentes ou a construir. Os leilões também podem ser especificados pela quantidade de tempo que o estabelecimento poderá começar a fornecer a energia, dessa maneira são sinalizados como A, A-1, A-2 e assim por diante.

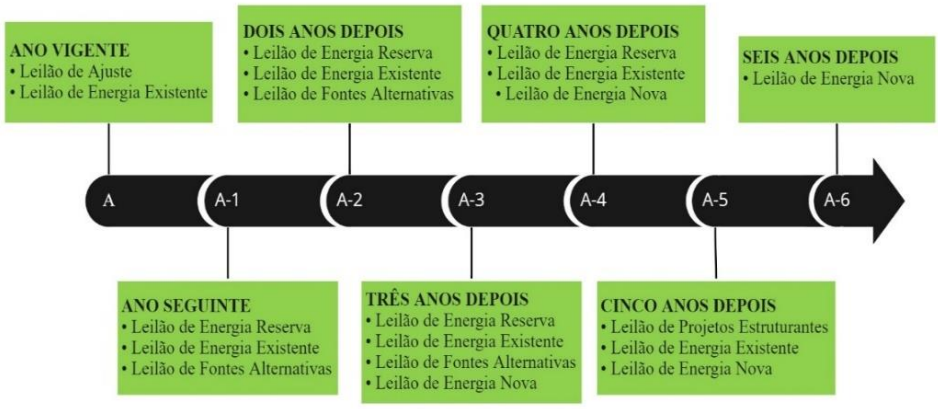

Figura 2 - Tipos de leilões e suas especificações. Fonte: Adaptado de CCEE, 2022.

Os autores Ferreira et al. (2014) e Carneiro e Cequeira (2016) reuniram em seus trabalhos as especificações dos leilões de energia eólica realizados entre 2009 e 2015. Os dados contidos na Tabela 1 trazem o ano da realização do leilão, o ano em que a energia estaria disponível, modalidade do leilão, potência contratada e o valor do MWh. A contratação de energia eólica teve seu pico em 2013, e é possível observar que as

Ano	Leilão	Potência Contratada	Valor (R$/MWh)	Ano disponível
2009	2° LER	1.805,70	148,39	2012
2010	2° LFA	1.519,60	134,46	
2010	3° LER	528,20	122,87	2013
2011	12° LEN	1.067,60	99,58	2014
2011	4° LER	861,10	99,54	2014
2011	13° LEN	976,50	105,12	2016
2012	15°LEN	281,90	87,94	2017
2013	5° LER	1.505,20	110,51	2015
2013	17° LEN	867,60	124,43	
2013	18° LEN	2.337,80	119,03	2018
2014	19° LEN	551,00	-	2017
2014	6° LER	769,10	-	2017
2014	20° LEN	925,95	-	2019
2015	3° LFA	90,00	-	2017

Tabela 1 - Resumos dos leilões de energia eólica (2009 -2015). Fonte: Adapatado de Ferreira et al. (2014) e Carneiro e Cequeira (2016).

contratações nunca cessaram, mesmo que em menor quantidade de energia contratada.

3. Sistemas de geração eólica

O princípio de geração de energia elétrica pelos ventos é a existência e constância da ação deles. A energia é produzida a partir de uma turbina eólica. Esta possui diversos componentes que, quando juntos são responsáveis por captar a energia cinética do vento, converter em energia mecânica e converter novamente em energia elétrica, por meio de um gerador elétrico.

Os aerogeradores mais utilizados no Brasil e no mundo são os com eixo horizontal, contendo três pás. Elas que captam a energia dos ventos e iniciam as etapas desse tipo de geração. A Figura 3 ilustra de maneira mais detalhada os componentes de uma turbina eólica.

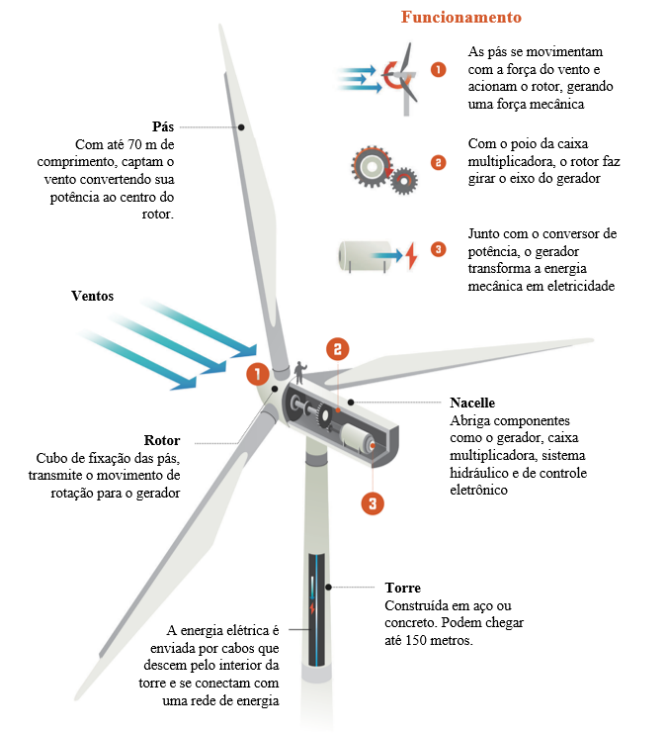

Figura 3 - Componentes de um aerogerador.
Fonte: Adaptado de OLIVEIRA et al., 2018; FAPESP, 2019

4. O cenário nacional para a fonte eólica

O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, material desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia no ano de 2001, constatou que a média anual de velocidades consideradas boas para esse tipo de energia é superior a 6m/s. Assim como a média de altura para as turbinas é de 50m ou mais.

Utilizando essas médias de dados, os autores do Atlas calcularam em 2001, um potencial disponível de 143 GW para todo o território brasileiro, sendo as regiões Nordeste, Sul e Sudeste as que atendem mais o pré-requisito de conter ventos iguais ou acima de 7m/s. O clima e sazonalidade do Brasil permitem que a geração de energia elétrica por hidrelétricas e a fonte eólica possam se complementar durante o ano.

5. Impactos socioambientais

Os impactos socioambientais causados pela instalação de usinas eólicas podem ocorrer tanto na sua fase de construção como de funcionamento. As principais atividades em sua construção são: supressão da vegetação, remoção de terra, compactação do terreno e, consequentemente, a supressão de ecossistemas ocupados por flora e fauna específicas.

Um impacto negativo direto com a fauna está relacionado com as aves, que possuam rotas de migração coincidentes com as usinas. Assim como o impacto da poluição visual e sonora, devido a magnitude dos aerogeradores (OLIVEIRA, 2018).

De maneira geral, os parques eólicos são considerados estruturas que possuem muito mais pontos positivos do que negativos

Eles utilizam recurso renovável e inesgotável, e possibilitam o uso concomitante de uma mesma área para diferentes atividades (OLIVEIRA, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

De acordo com os resultados consolidados de leilões, disponíveis no site da CCEE, a contratação de energia eólica é preferencialmente realizada pelos tipos: Leilão de Fontes Alternativas (LFA), Leilão de Energia Nova (LEN) e Leilão de Energia de Reserva (LER). A Tabela 2 traz os resultados dos leilões de 2014 até 2021.

Ano	Leilão	Potência Contratada	Valor (R$/MWh)	Ano disponível
2014	6° LER	769,10	142,31	2017
2014	19° LEN	551,00	129,89	2017
2014	20° LEN	925,95	136,15	2019
2015	3° LFA	90,00	177,47	2017
2015	8° LER	548,20	208,58	2018
2015	22° LEN	538,80	181,11	2018
2017	25°LEN	64,00	108,00	2021
2017	26° LEN	1.386,63	98,60	2023
2018	27° LEN	114,40	67,70	2022
2018	28° LEN	1.250,70	90,07	2024
2019	29° LEN	95,20	79,97	2023
2019	30° LEN	1.040,23	99,14	2025
2021	33° LEN	251,70	134,44	2024
2021	34° LEN	167,80	150,67	2025
2021	35° LEN	161,30	171,01	2026

Tabela 2 - Resumo dos leilões de energia eólica de 2014 a 2021. Fonte: a autora

Na mesma base de dados também foi possível reunir os principais estados participantes dos leilões. Os resultados podem ser consultados no Gráfico 1.

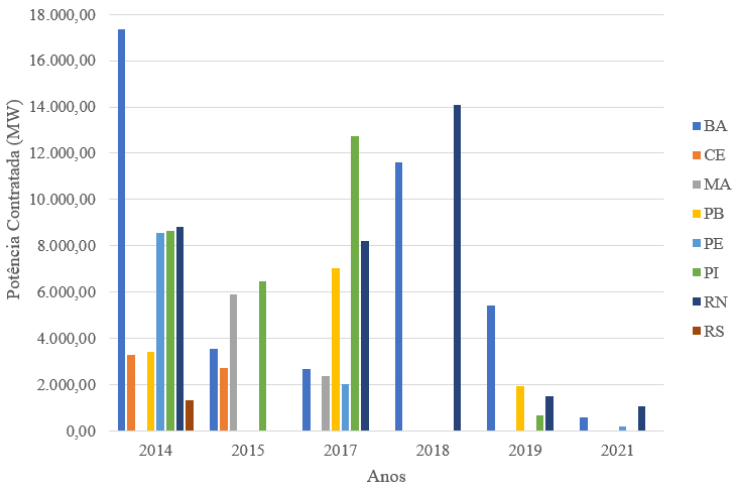

Gráfico 1 - Estados participantes dos leilões de 2014 a 2021. Fonte: a autora

A maior concentração de empreendimentos eólicos existentes e a construir estão nas regiões nordeste e sudeste. Esse fato confirma a previsão realizada por AMARANTE et al., (2001), onde foi verificada que o potencial eólico brasileiro estaria concentrado nas regiões nordeste, sudeste e sul, por conter condições climáticas, de relevo e sazonais que favorecessem a produção de energia elétrica por meio dos ventos.

A fim visualizar a evolução do cenário nacional para a fonte eólica, um gráfico de linha foi confeccionado onde a potência contratada acumulada de energia eólica é apresentada de 2009 até 2021.

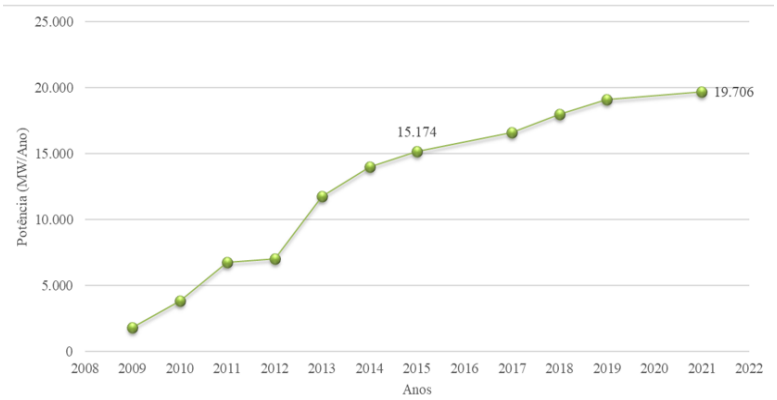

Gráfico 2 - Potência acumulada de Energia Eólica em MW/Ano. Fonte: a autora.

Carneiro e Cequeira (2016) comentam que em 2023 a matriz elétrica brasileira teria 22,4 GW instalados provindos de energia eólica, sendo essa participação 11,5% sobre o total de todas as fontes disponíveis. Até o ano de 2021 o número

registrado é de 19,7 GW instalados e a participação de 11% sobre o total de todas as fontes existentes no país.

CONCLUSÕES:

Os números apresentados mostram o contínuo avanço desse tipo de geração e a importância dos leilões nesse crescimento. Em termos de capacidade instalada, a fonte de energia provinda dos ventos é a terceira maior no Brasil, ficando atrás apenas da fonte hidráulica e da térmica (EPE, 2022).

É inegável o impacto que a criação de legislações, programas e incentivos á geração de fontes alternativas de energia tiveram e tem na matriz elétrica brasileira. Esse fato somado as características climáticas do país contribuem para que a diversificação da forma de geração aconteça de maneira natural e acelerada.

A fonte eólica do Brasil vem ganhando força desde 2009, quando passou a compor os leilões de energia elétrica e, desde então, somam em mais de 19 GW de capacidade instalada, além de compor 11% da matriz elétrica brasileira.

BIBLIOGRAFIA

AMARANTE, O. A.; BROWER, M.; ZACK, J.; EOLICA, C. S. E. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Atlas do potencial eólico brasileiro, Ministério de Minas e Energia Eletrobras. 2001.

CARNEIRO, Manasses Gruimarães; CEQUEIRA, Bruno Dantas. Participação da Geração Eólica em Leilões de Energia e sua Contribuição em Tempos de Crise Energética. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 2, p. 51-64, 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em 03/2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2022: **Relatório Síntese 2022** (Ano base 2021) – Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em 07/2022.

FAPESP. **Ventos promissores a caminho**. In: ZAPAROLLI, Domingos. Revista Pesquisa FAPESP. 275. ed. [S. l.], jan. 2019. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/ventos-promissores-a-caminho/#:~:text=O%20potencial%20de%20geração%20de,atual%20de%20energia%20do%20Brasil. Acesso em: 07/2022.

FERREIRA, A. C.; BLASQUES, L. C. M.; PINHO, J. T. **Avaliações a Respeito da Evolução das Capacidades Contratada e Instalada e dos Custos da Energia Eólica no Brasil: Do Proinfa aos Leilões de Energia**. Revista Brasileira de Energia Solar, p. 82-91, 2014.

OLIVEIRA, T. F.; SOUZA, K. B.; ROCHA, J. F.; COUTO, E. R. A Matriz Energética Baiana e o Potencial de aproveitamento Solar e Eólico na geração de energia elétrica no estado da Bahia. Revista Eletrônica De Gestão E Tecnologias Ambientais, v. 6, p. 1-17, 2018. Disponível em: < https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/21711>. Acesso em 03/2022.