

ANÁLISE DO POTENCIAL EÓLICO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL E SUA EVOLUÇÃO NA PARTICIPAÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL

Claudeirton de Carvalho Oliveira¹

Resumo: *A produção de energia elétrica sofre mudanças de acordo com as tecnologias e recursos disponíveis em determinado tempo ou lugar. A nível mundial a matriz é predominantemente fóssil. Já no Brasil, a grande disponibilidade de recursos hídricos fez com que inicialmente as hidrelétricas contribuíssem com mais de 90% da produção, contudo, uma única fonte responsável por mais da metade de uma matriz elétrica pode trazer riscos ao fornecimento. Desta forma, tornou-se necessário a busca por fontes alternativas e viáveis para que se alcance uma matriz mais diversificada. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o potencial eólico da região Nordeste do Brasil e a evolução dessa fonte na participação da matriz elétrica nacional. Como metodologia, utilizou-se de uma pesquisa bibliográfica e documental como base do desenvolvimento teórico e para a análise dos dados. Com os resultados, observasse que a energia eólica já participa com 8,5% da matriz elétrica nacional, já que é a terceira fonte que mais contribui para a geração de energia elétrica. A região Nordeste do país é onde se encontram mais de 50% do potencial eólico brasileiro, concentrando aproximadamente 85% da capacidade instalada eólica do Brasil.*

Palavras-chave: Energia Eólica; Matriz Elétrica; Potencial Eólico; Região Nordeste;

1. INTRODUÇÃO

A humanidade desde os primórdios, interligou o seu desenvolvimento com o uso de energias. Citando como exemplo a “primeira” energia a ser utilizada, que se deu com a descoberta do fogo até as mais recentes como a nuclear. Nos vários períodos de avanço tecnológico humano existiu uma ligação com a energia empregada no decorrer da história e avanços da humanidade (BARBOSA.AZEVEDO, 2014) [1].

A maioria dos avanços ocorridos estão ligados com o uso de uma fonte de energia primária em uma energia final aproveitável. A energia elétrica é uma das formas de energia final mais visivelmente inserida no nosso dia a dia. Porém, a geração da mesma foi condicionada, em nível mundial, na base de combustíveis fósseis. Isso gerou uma matriz insegura, com alto custo e uma das principais desvantagens é a consequência bastante negativa ao meio ambiente (BRITO, 2007) [2].

Na década de 70 começou-se a ter uma maior noção de que era necessário buscar fontes de energias alternativas. A busca foi principalmente motivada pelas crises do petróleo, que como consequência fez com que vários países procurassem uma maior segurança no fornecimento de energia e uma menor dependência da importação de combustíveis fósseis. Nos últimos anos, o maior incentivo para a adoção de meios de geração de energias mais limpas foi a maior conscientização e preocupação com o meio ambiente e, das energias limpas existentes, a que notoriamente tem se destacado nas últimas décadas é a energia eólica (SIMAS, PACCA, 2013) [3].

O Brasil foi o primeiro país da América Latina que instalou um aerogerador na década de 90. Porém, o pioneirismo não significou um investimento instantâneo em aerogeradores, pois nos dez anos seguintes pouco se avançou na implementação dessa promissora fonte de energia. É possível afirmar que um dos motivos para a não implementação de aerogeradores foi a falta de incentivos políticos que facilitassem a geração através dessa forma alternativa somado com o alto custo da tecnologia (SIMAS, PACCA, 2013) [3].

Atualmente no Brasil, 82% energia produzida é provinda de fontes renováveis e a maior parcela da matriz é composta basicamente pela energia oriunda das hidrelétricas, que contribuem com cerca de 61% da energia consumida. No entanto, com os avanços tecnológicos, a matriz elétrica vem se diversificando e inserindo cada vez mais fontes alternativas de energia com a energia solar, a biomassa e principalmente a energia eólica, que teve seus custos de produção reduzidos de forma progressiva. As usinas eólicas atualmente contribuem com cerca de 8,5% e tem um potencial que vem aumentando nos últimos anos (ANEEL, 2018) [4].

A presente pesquisa se propõe a estudar e analisar o cenário da energia eólica no Nordeste brasileiro, tanto no que diz respeito a evolução do potencial explorado, como no que tange a capacidade eólica que ainda pode ser explorada.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Fontes de energia renováveis e não renováveis

O desenvolvimento humano está entrelaçado com o desenvolvimento tecnológico, que permitiu aproveitamento de várias fontes de energia. Nos dias atuais as fontes mais utilizadas pelo homem são: o petróleo e seus inúmeros derivados, lenha, álcool, cursos de água, carvão mineral, carvão vegetal, átomos de elementos como urânio e tório, o sol, os ventos, o gás natural (LOPES, 2012) [5].

Esses recursos energéticos estão disponíveis na natureza em reservas ou na forma de alguns fluxos de transformação de energia na natureza. Tomando em consideração essas informações, é possível classificar os recursos para a geração de energia em recursos não renováveis e recursos renováveis. Os recursos não renováveis estão na natureza em estoques e são necessariamente finitos, ou seja, diminuem de maneira proporcional a sua utilização. Por outro lado, os recursos renováveis estão imersos em fluxos naturais de energia, como é observado na energia solar, na energia hidráulica, na energia eólica, na energia da biomassa, entre outras (LOPES, 2012) [5].

As fontes de energia não renováveis têm seus recursos limitados, visto que para se ter disponibilidade novamente é necessário um período muito grande de tempo, além das condições específicas para a sua criação. Os exemplos mais conhecidos são o petróleo e o gás natural. Outro ponto negativo das fontes não renováveis é que a distribuição dos recursos não é de forma igual no mundo, já que alguns países dispõem de imensas reservas de petróleo enquanto outros, para ter o mesmo quantitativo de recurso, só através de importações (AGENEAL, 2019) [6].

Em contrapartida, as fontes de energia renováveis, nas condições normais, não têm um tempo calculável para seu fim. Essa característica de serem virtualmente inesgotáveis pode ser quebrada quando a energia retirada do recurso é superior ao seu tempo de regeneração, desse modo é importante que o limite de cada fonte seja respeitado. As fontes renováveis também se sobressaem devido a disponibilidade de recurso, visto que em quase todos os lugares do planeta haverá algum recurso renovável para ser explorado. A exploração local desses recursos pode quebrar ou amenizar a necessidade de se importar energia ou recursos advindos de fontes não renováveis (AGENEAL, 2019) [6].

2.2. Matriz elétrica no Mundo e no Brasil

O conceito de matriz energética está relacionado ao conjunto de fontes utilizadas na geração de energia para atender todos os setores de uma dada localidade, desta forma, não se limitando apenas a geração de energia elétrica, como também o que é consumido por carros, indústrias e etc. É possível concluir que a matriz elétrica é constituída pelo conjunto de fontes que são utilizadas para o fim de geração de energia elétrica. Pode-se ainda afirmar que a matriz elétrica está contida na matriz energética, pois essa engloba todas as formas de fabricação de energia não importando para qual finalidade. Vale ressaltar que a energia elétrica se tornou uma das formas de energia mais úteis e convenientes, sendo que a sua disponibilidade se tornou quase que indispensável para o desenvolvimento social e econômico de países e regiões (EPE, 2018) [7].

A matriz elétrica do Brasil tem como base o uso de energias renováveis, sendo a hidrelétrica a principal fonte, devido ao favorecimento natural do relevo e como também o fato do Brasil possuir uma das maiores reservas de recursos hídricos do mundo. Em contrapartida, a matriz elétrica mundial ver-se que ela é na sua maioria baseada em combustíveis fósseis. A Figura 1 mostra um comparativo entre a matriz elétrica brasileira e a matriz elétrica mundial no ano de 2016.

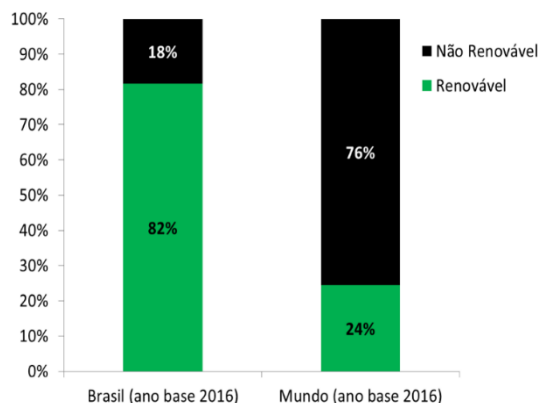


Figura 1: Contribuição das fontes renováveis e não renováveis na matriz elétrica brasileira e mundial. (EPE, 2019) [7]

Brasil, com base nos dados do Banco de Informações de Geração (BIG), tem uma das matrizes mais renováveis do mundo, tendo em vista que 82% de sua matriz é renovável. Esse número ganha mais destaque quando comparada com a matriz elétrica mundial que tem como base os recursos não renováveis. O Brasil dispõe de grandes reservas de recursos fósseis como petróleo e gás natural, porém é na sua imensa quantidade de recursos renováveis que ele se destaca. Um reflexo dessa disponibilidade favorável está na produção de energia com as fontes hídrica que corresponde com mais de 60% da matriz elétrica atual (ANEEL, 2019) [4].

Um fato que merece destaque está na soma das energias renováveis da maré, solar geotérmica e eólica. Dessa soma, que corresponde a aproximadamente 10% da matriz elétrica brasileira, só a eólica contribui com 8,6% (BIG, 2019). Diante da evolução que essa fonte de energia promete, a contribuição da energia eólica deve crescer de maneira significativa nos próximos anos.

2.3. Energia Eólica

Define-se energia eólica como o processo de aproveitamento da energia cinética contida no vento. Nesse processo, a energia que está na forma de energia cinética de translação é convertida em energia cinética de rotação. Essa conversão pode ser aproveitada para inúmeras finalidades, inicialmente na realização de trabalhos mecânicos como o bombeamento de água e moagem de grão. Nos dias mais atuais, também pode ser aproveitada na produção de energia elétrica através de aerogeradores (ANEEL, 2001) [4].

2.3.1. Energia eólica no Brasil

Em 1992 o Brasil começa a se interessar pela energia eólica de maneira mais séria com a instalação de uma turbina eólica no arquipélago de Fernando de Noronha. Esse projeto foi desenvolvido pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) financiado por um instituto dinamarquês de pesquisas em parceria com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE). Mesmo há 27 anos atrás, as vantagens da energia eólica já eram perceptíveis, pois com a potência de 75 kW, a turbina era capaz de gerar aproximadamente 10% da energia elétrica consumida no arquipélago. Como o sistema elétrico do arquipélago era a base de óleo diesel, com essa contribuição da energia eólica foi possível economizar cerca de 70.000 mil litros de combustível em um ano. E apenas no ano de 2000 outra turbina foi instalada e juntas as duas geravam até 25% da energia que era consumida em Fernando de Noronha (ANEEL, 2001) [4].

Com alguns projetos se espalhando pelo país, foi feito em 2001 o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro que veio com o objetivo de expor informações sobre as áreas do território onde seria mais adequado a instalação dos empreendimentos eólicos. O Atlas serviu para apoiar a ausência de dados consistentes e confiáveis, visto que, diferente de alguns registros que não levam em consideração a rugosidade do relevo e obstáculos, os registros do atlas são baseados em amostras de bancos de dados e simuladas em um abrangente sistema de software que leva em consideração essas condições geográficas. Com base nos dados do Atlas foi possível se ter uma noção da grandeza do potencial eólico brasileiro (CRESESB, 2019) [8].

De acordo com um estudo realizado por Amarante (2001) [10] no ano de 2001, se fosse adotado uma velocidade média igual ou superior a 7m/s, por exemplo, o Brasil teria a capacidade de instalar uma potência de aproximadamente 143 GW e gerar no ano algo em torno de 272 TWh com torres de 50 metros. Porém, como as tecnologias de produção evoluíram com o passar dos anos, os aerogeradores ganharam modelos diferentes e mais eficientes quando comparado com os utilizados em 2001. Diante desse fato, o mercado eólico obteve um crescimento expressivo ajudado pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) (CEPEL, 2001) [10].

Com esse novo cenário da energia eólica surgiu a necessidade de atualizar o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2001, de modo a ser considerando as novas alturas de operação, que são superiores a 50 metros, e as novas tecnologias inseridas no mercado de aerogeradores. Para tal finalidade, foi encomendado um projeto ao Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) que, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro de Previsão de Tempo Estudos Climáticos (CPTEC), considerou a direção e velocidade do vento nas alturas de 30, 50, 80, 100, 120, 150, 200 metros (CEPEL, 2017)[10].

A Figura 3 mostra a densidade de potência a 100 metros de alturas. Áreas onde essa densidade é alta são potenciais locais onde se pode aproveitar o vento para a geração de energia elétrica através da energia eólica.

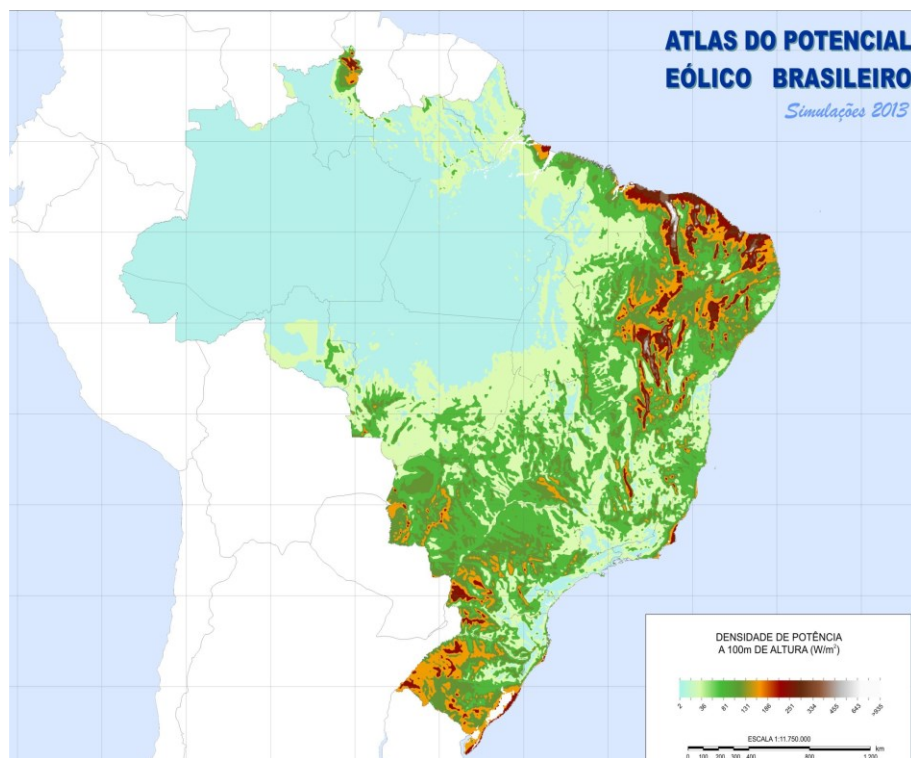


Figura 2: Mapa da densidade de potência a 100 m de altura (CEPEL, 2017) [10]

3. METODOLOGIA

A análise do potencial eólico da região Nordeste do Brasil e a evolução da participação na matriz elétrica nacional se baseou no período a partir dos anos 2000, quando a energia eólica começa a ganhar força no cenário nacional para a produção de energia elétrica. Foi levado em consideração o potencial eólico apresentado na região Nordeste, pelo fato dessa região ser a maior produtora de energia eólica no país.

Para o desenvolvimento deste projeto, optou-se por uma pesquisa exploratório-descritiva, no qual foi baseada em uma pesquisa bibliográfica e documental. Utilizou-se da pesquisa bibliográfica para aumentar o conhecimento na área e para ajudar na análise dos dados sobre o potencial eólico no Brasil, principalmente na região Nordeste e as pesquisas documentais de teses, artigos científicos e órgãos oficiais foram responsáveis pela coleta de dados que contribuíram para a obtenção de informações fundamentais para a conclusão do projeto proposto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo será abordado a evolução da capacidade eólica instalada no Brasil e mundo, englobando a análise do potencial eólico das regiões brasileiras, dando enfoque especial para a região Nordeste. Também será mostrado como são distribuídos os parques eólicos por cada estado brasileiro, despontando também a participação de cada um deles.

4.1. Análise da capacidade instalada de produção eólica

No mundo, a capacidade instalada de produção eólica sofreu um grande aumento, mostrando que vários países estão dispostos a investir em formas de produção de energia renováveis, especialmente a energia eólica.

O Brasil possui umas das condições mais favoráveis para a produção da energia eólica, uma vez que os ventos desejáveis para a produção de energia são os ventos estáveis, ou seja, com intensidade e direção mais constantes possíveis, variando de maneira suave e sem mudanças bruscas. Com todo o potencial a ser explorado, o Brasil nos últimos dez anos presenciou um rápido aumento na sua capacidade instalada, indo de 1GW no ano de 2010, para 13,4 GW até agosto de 2014, com empreendimentos eólicos espalhados por 12 estados brasileiros, totalizando mais de 500 parques eólicos (ABEEOLICA, 2018) [11]. O Gráfico 2 mostra a evolução da capacidade instalada no Brasil até o início do ano de 2019.

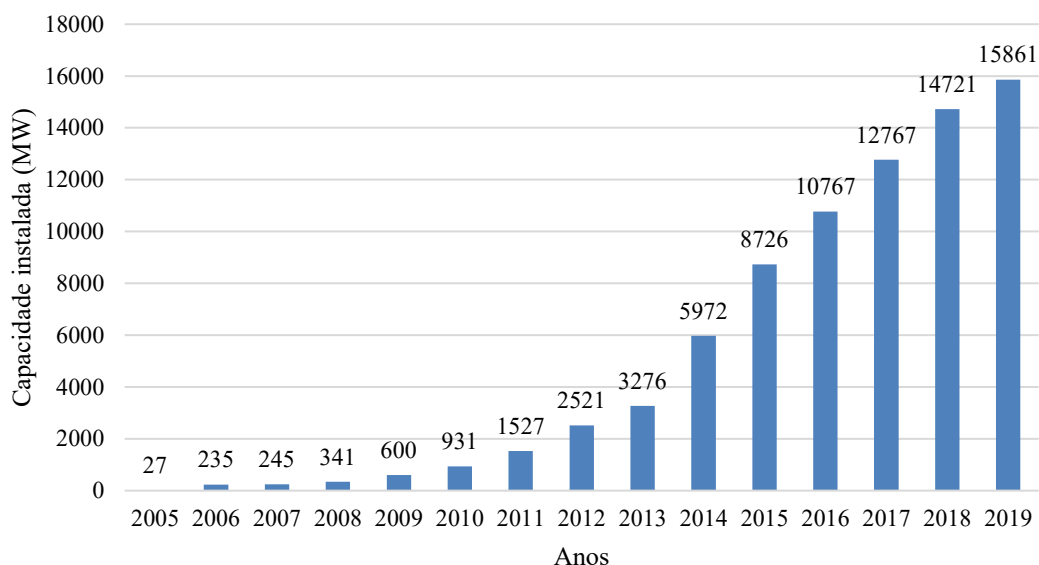


Gráfico 1: Evolução da capacidade instalada no Brasil (MW). (ABEEÓLICA, 2018) [11]

Em 2000 ocorreu uma participação inicial energia eólica na matriz elétrica nacional, porém, foi a partir de 2006 observasse que houve um crescimento 208MW em relação a 2005. No entanto, foi em 2009, que esse crescimento se potencializou, sendo possível associa-lo ao primeiro leilão de energia eólica. Levando em consideração o período entre os anos de 2009 e 2019 é possível fazer um cálculo simples e ver que o crescimento da capacidade instalada atingiu um crescimento de 2643%(15834MW). Em um *ranking* elaborado pela *Global Wind Energy Council* (GWEC) [12], que classifica os países de acordo com a capacidade eólica instalada, o Brasil ficou em 8º lugar e em 6º lugar entre os países com os novos investimentos na capacidade eólica.

4.2. Participação das principais fontes na matriz elétrica brasileira e a dinâmica entre elas

A matriz elétrica brasileira não apresenta uma regularidade na sua composição, uma vez que a contribuição das fontes pode ser afetada por fatores, como por exemplo a falta de chuva. Porém, nos últimos anos ela vem se diversificando cada vez mais e aos poucos diminuindo a dependência das usinas hidrelétricas. Uma característica importante é que a participação de algumas fontes diminui de acordo com o período do ano. Como apresentado no Gráfico 2.

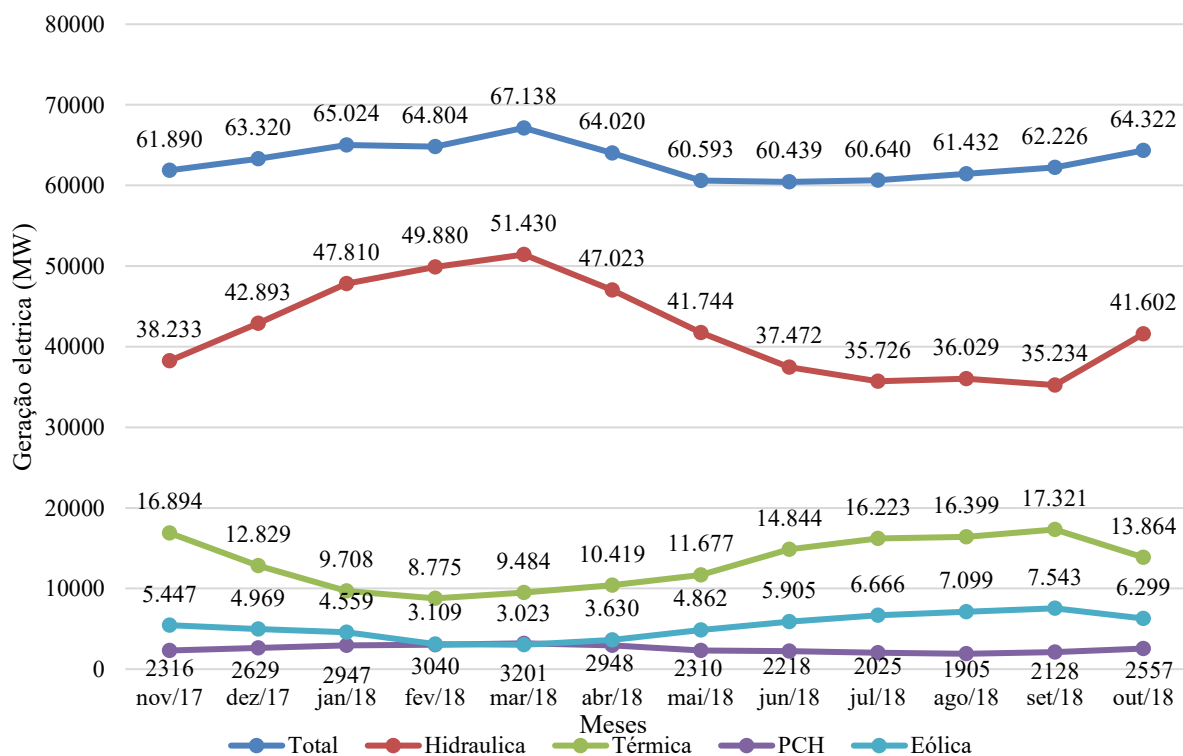


Gráfico 2: Geração de todas as fontes (MW médio) (CCEE, 2018) [13]

Entre os meses de março de 2017 e setembro de 2018 a produção oriunda das hidrelétricas sofreu uma queda ao longo de cada mês. Como consequência, a participação das fontes térmica e eólica subir para suprir a energia que deixa de ser fornecida pelas hidrelétricas. Além disso, em setembro de 2018, a fonte hidráulica teve sua menor participação, com 35.234 MW. Nesse mesmo mês, tem-se o pico de fornecimento da energia térmica, que foi de 17.321 MW. Desta forma, fica evidente uma das vantagens de se possuir um sistema elétrico interligado.

Como a energia eólica está cada vez mais se consolidada na matriz elétrica nacional, observa-se na Tabela 2.

Tabela 1- Capacidade instalada de geração de energia elétrica do Brasil (MME, 2018) [14]

Fonte	Capacidade instalada Nov/17 (MW)	Capacidade instalada Nov/18 (MW)	% Capacidade instalada	Evolução da capacidade instalada Nov/17/Nov/18
Hidráulica	100066	103623	64,0	3,6%
Térmica	43709	42306	26,2	-3,2%
Eólica	11993	13744	8,5	14,6%
Solar	573	2078	1,3	263%
Total	156340	161751	100,0	3,5%

A capacidade instalada das fontes térmicas sofreu diminuição de 3,2% se comparada com o mesmo período do ano anterior. Em contrapartida, a fonte eólica aumentou sua capacidade em 14,6% (1751MW) juntamente com a solar, que também apresentou um crescimento de 263% (1505MW). Isso significa uma matriz elétrica cada vez mais diversificada, considerando que essas duas fontes contribuem de maneira positiva e torna a nossa matriz elétrica cada vez mais renovável e reduzindo sua dependência em uma única fonte.

É importante ressaltar que, como parques eólicos não emitem CO₂, o seu aumento na participação da matriz elétrica brasileira não representa só ganhos energéticos, mas também ganhos ambientais, pois em 2017 a fonte eólica fez com que a emissão de CO₂, que equivale a aproximadamente 16 milhões de automóveis, não fossem lançadas na atmosfera. Essa não emissão de CO₂ também ajudou no cumprimento dos objetivos do país tomados como meta o Acordo do Clima (ABEEÓLICA, 2017) [11].

4.2.1. Evolução da participação da fonte eólica nos últimos 10 anos

Nos últimos dez anos a energia eólica foi a fonte de energia que mais aumentou sua participação na matriz elétrica nacional. Na Tabela 3 tem-se uma maior noção de como ocorreu essa evolução e a interação com as demais fontes.

Tabela 2 – Participação das fontes na matriz elétrica Brasileira de 2009 a 2018 (MME, 2018) [14]

ANO	Hidráulica	Gás	Biomassa	Petróleo	Nuclear	Carvão	Eólica	Solar
2009	73,8%	11,3%	5,7%	5,3%	1,9%	1,4%	0,6%	<0,01%
2010	71,7%	11,2%	7,0%	6,11%	1,8%	1,4%	0,8%	<0,01%
2011	70,4%	11,3%	7,6%	6,2%	1,7%	1,7%	1,2%	<0,01%
2012	69,7%	-	-	-	-	-	1,6%	<0,01%
2013	75,3%	8,7%	4,4%	4,2%	2,9%	2,7%	3,6%	<0,01%
2014	66,6%	9,4%	9,3%	6,8%	1,5%	2,7%	1,7%	<0,1%
2015	65,1%	8,8%	9,4%	7,2%	1,4%	2,6%	5,4%	<0,1%
2016	64,4%	8,6%	9,4%	6,9%	1,3%	2,4%	6,7%	<0,1%
2017	63,7%	8,2%	9,2%	6,5%	1,3%	2,4%	6,7%	0,7%
2018	64,1%	8,0%	9,1%	5,7%	1,2%	2,0%	8,5%	1,3%

NOTA: As fontes térmicas em 2012 contribuíram com 28,7 % na produção de energia elétrica.

A única fonte que nesse período manteve um crescimento ano após ano foi a eólica. Passando de aproximadamente 0,6% para 8,5%, enquanto as hidrelétricas sofreram uma diminuição na participação, embora continue a fonte que tem a maior participação. Além disso, verifica-se que fontes que tem como base recursos não renováveis, como é o caso do gás natural, vem sofrendo ao longo desse período uma diminuição na participação. Já o petróleo e carvão, embora tenham apresentado crescimento na participação até 2015, nos últimos três anos já começam a decrescer.

Nesse contexto, fontes renováveis não convencionais está cada vez mais ganhando espaço no cenário da produção elétrica. Pode-se estabelecer uma relação direta com a consciência ambiental, que ao longo das últimas décadas. Assim, a produção de energia elétrica tende a diminuir cada vez mais a participação de fonte não renováveis para suprir a redução da dependência em uma única fonte, principalmente dos que fazem uso de recursos fósseis, como o Petróleo e seus derivados.

Diante do exposto, observa-se que se tornou expressiva a participação da fonte eólica na Matriz Elétrica Nacional, visto que, enquanto em 2009 a sua contribuição superava apenas a fonte solar, ficando na sétima posição, em apenas 10 anos, sua participação já ocupa a terceira posição e, ficando atrás apenas das hidrelétricas e usinas de biomassa.

4.3 Potencial eólico da região Nordeste

Em 2001 foi publicado o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro que cobria todo o território nacional e a partir dele foi possível detectar onde se encontravam as melhores condições para a implementação de parques eólicos. Como verifica-se na Tabela 3, é possível saber o potencial eólico das regiões brasileiras.

Tabela 3 - Potencial eólico estimado para vento médio anual de 7m/s ou superior (50m) (CEPEL, 2001) [10].

	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Potência instalável (GW)	12,8	75,0	3,1	29,7	22,8	143,5
Energia anual (TWh/ano)	26,4	144,3	5,4	54,9	41,1	272,2

Com base nos dados da Tabela 4 foi possível constar que mais da metade do potencial eólico está concentrado na região Nordeste, quando se considera as velocidades médias do vento igual ou superior a 7m/s e utilizando torres de 50 metros de alturas. Com as novas tecnologias de aerogeradores, permitiu-se a criação de modelos de maior potência e que operam em alturas maiores se comparadas com as de 2001. Por isso verificou-se a necessidade de atualizar esses dados através do Atlas do Potencial Eólico Simulações 2013 que foi publicado posteriormente.

Atlas do Potencial Eólico Simulações 2013 levou em consideração os aerogeradores que operam a 100 metros de altura e estimou um novo potencial eólico que pode chegar a ordem de 880GW, porém um total de 522GW podem ser considerados tecnicamente viáveis. Os dados mensurados na região Nordeste também aumentaram a potência estimada em 2001 de 75 GW passa a ser estimada em 309 GW, o que significa 4 vezes a potência estimada em 2001 (CEPEL,2017) [10].

4.3.1. Nordeste: um polo da energia eólica

Na região Nordeste do Brasil ficam instalados a maioria dos empreendimentos eólicos do país. Esse dado pode ser confirmado no gráfico 3, que mostra como estão dispostos os parques eólicos em cada estado.

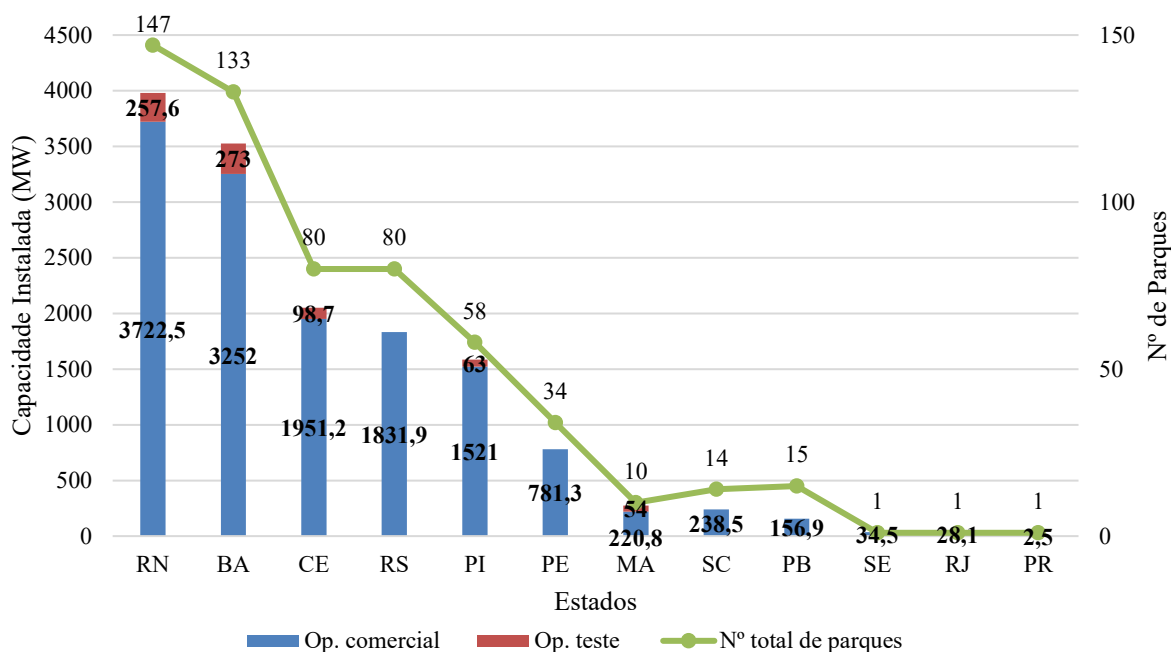


Gráfico 3: Capacidade instalada (MW) e número de parques por estado brasileiro (ABBEÓLICA, 2018) [11]

Foi possível identificar os 574 parques eólicos brasileiros estão distribuídos em 12 estados e que o Nordeste lidera a capacidade de produção de energia eólica com 478 parques, o que corresponde a cerca de 85% da capacidade total brasileira, representando mais de 12 GW do total instalado. O líder do *ranking* é o estado do Rio Grande do Norte com 147 parques, tendo cerca de 3,9 GW de capacidade instalada. Logo em seguida tem a Bahia com 133 parques, totalizando 3,5 GW de capacidade instalada. E em terceiro colocado está o estado do Ceará, com 80 parques eólicos e com capacidade instalada aproximada de 2 GW. Pode-se observar ainda que a capacidade instalada no Brasil já ultrapassa 14 GW, essa capacidade é a mesma da maior hidrelétrica do Brasil, que é Itaipu.

A região Nordeste também lidera quando se leva em consideração o número de parques que se encontram em construção. Mostrando que a geração de energia elétrica através da fonte eólica só tende a crescer no Brasil e na região, como é possível verificar no Gráfico 4.

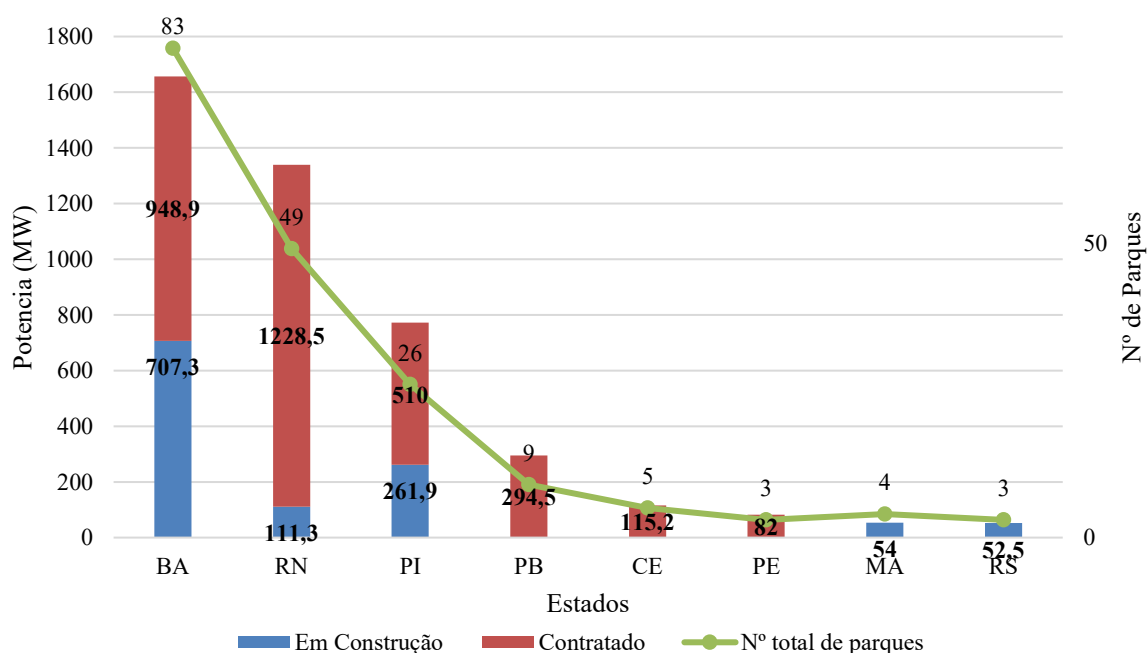


Gráfico 4: Potência em construção (MW). (ABEEÓLICA, 2018) [18]

Ao analisar a Figura 8, percebe-se que a maior parte dos parques em construção no Brasil se concentram na região Nordeste. O único estado que não pertence a região é o Rio Grande do Sul. Com a conclusão construção desses parques o Brasil terá um acréscimo de 4,37GW de capacidade instalada. Observa-se ainda que, mesmos sendo os dois estados que possuem a maior capacidade instalada, o Rio Grande do Norte e a Bahia são os dois estados que também lideram o número de parques ainda em construção, o que é justificado pelas condições favoráveis de ventos encontrados na região Nordeste.

4.3.2. Fator de capacidade do Brasil e da região Nordeste

Quando se fala em geração de energia elétrica um dos fatores que se tem grande importância é o fator de capacidade. Esse fator relaciona a energia gerada em um determinado período de tempo (t) com a capacidade total de geração. Pode-se realizar o cálculo através da equação 1.

$$FC(\%) = \frac{E}{(P) \cdot (T)} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

E[MWh] é a energia gerada no período de tempo t;

P[MW] é a potência instalada;

T[h] é o intervalo de tempo considerado.

É possível afirmar que o fator de capacidade mostra o rendimento que determinada usina pode ter em certo período de tempo (CEPEL, 2017) [10].

O Brasil de fato é bastante privilegiado no quesito bons ventos, visto que com a qualidade dos ventos proporcionam um fator de capacidade que chega a ser o dobro da média mundial. O fator de capacidade médio do Brasil está em torno de 40% ao passo que a média mundial do fator de capacidade é aproximadamente 25%. Ao analisarmos esse fator, o Nordeste mostra um dos motivos para ser um polo da energia eólica, pois na região é possível atingir valores próximos de 60% e 70% (MME, 2018) [14]. Gráfico 5 mostra o fator de capacidade médio do Brasil ao longo de um ano.

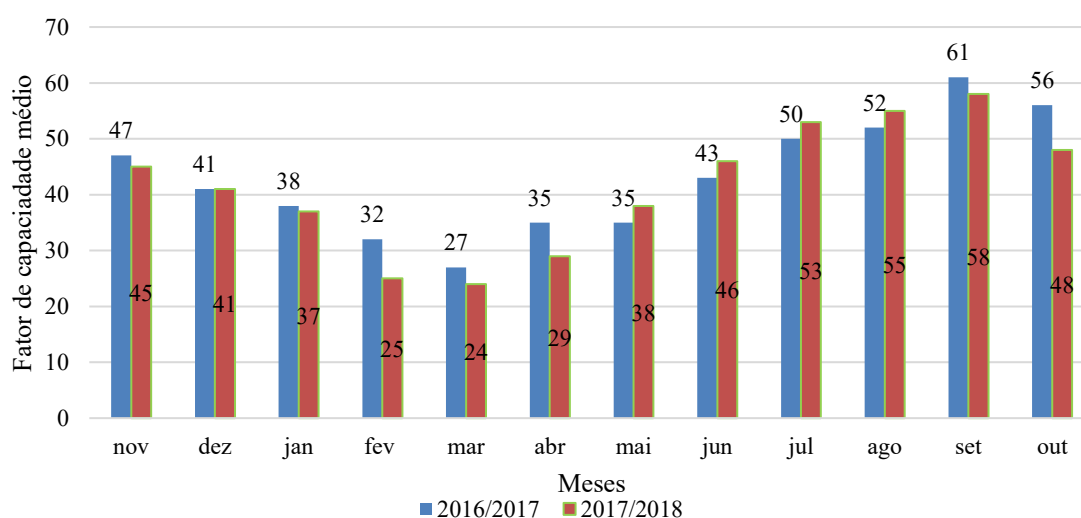


Gráfico 5: Fator de capacidade médio (%) (ABEEÓLICA, 2018) [13]

Quando o fator de capacidade apresenta alta produtividade, os recordes que a produção de energia eólica está superando serve para representar essa alta produtividade. No domingo, dia 19 de agosto de 2018, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) registrou uma geração máxima de 8.247MW da geração eólica e essa geração foi capaz de atender 98% da demanda do Nordeste. É importante frisar que mesmo que aos domingos a demanda de energia não seja tão elevada, é bastante significativo esse recorde. Outro recorde que foi alcançado, ocorreu quando a geração eólica injetou no SIN 14% da energia demandada.

Por fim, ainda analisando a Figura 9, observa-se que os picos do fator de capacidade ficam compreendidos entre os meses de agosto e setembro, que são os pontos altos da chamada safra dos ventos, em que o vento se torna mais constante e forte, por isso a maioria dos recordes de produção são atingidos nesses meses.

5. CONCLUSÕES

No Brasil, a energia eólica já tem contribuído com cerca 8,5% da matriz elétrica brasileira, sendo a terceira fonte que mais contribui para a geração de energia elétrica. A medida que a energia eólica cresce sua produção, observa-se uma diminuição na produção de energia elétrica através de fontes como o petróleo e gás natural, que são baseadas em recursos não renováveis. Desta forma, mostrando o quão a produtividade da energia eólica está melhorando, podendo competir com as demais fontes de produção, algo que a poucos anos atrás não se era observado.

Considerando as interações energéticas que existem entre as regiões devido ao Sistema Interligado Nacional (SIN), tem-se um aumento da participação das usinas eólicas, que estão concentradas na sua maioria na região Nordeste, em substituição da energia térmica necessária para suprir a geração de energia elétrica no período de escassez de chuvas, que é quando as hidrelétricas reduzem sua contribuição. Com isso, tem-se uma matriz elétrica menos dependente da energia hidráulica e renovável.

Analisando a capacidade instalada de usinas eólicas, que supera 14GW, ver-se que o Nordeste liderar essa produção com cerca de 85% da capacidade total instalada. O potencial da região só tende a aumentar, visto que novas tecnologias, que permitem um maior aproveitamento do potencial, estão sempre em desenvolvimento dando a região cada vez mais lugar no cenário energético nacional.

Em função desse cenário, o Brasil, em termos de produção de energia elétrica, está se dirigindo para um futuro estável, o que representa um sinal de diversificação no fornecimento. Além disso, quanto mais se implementa fontes renováveis é a garantia de termos um futuro energético sustentável.

A medida que novos projetos estão sendo implementados e com a conclusão dos parques eólicos que se encontram em andamento. É provável que nos próximos anos a fonte eólica ultrapasse uma participação de 10% na matriz elétrica nacional. Por consequência pode se tornar a segunda fonte que mais contribuirá com a geração de energia elétrica.

Apontando-se a implementação de medidas incentivadoras que faz com que se busque cada vez mais a implementação de novos empreendimentos eólicos, os leilões energéticos mostraram que são uma boa saída, como observado no aumento da potência instalada em 2009, ano do primeiro leilão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

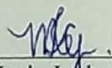
- [1] BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. O uso da análise hierárquica como auxílio na tomada de decisão de políticas públicas em energia eólica considerando aspectos de sustentabilidade. In: CONGRESSO DE ENERGIA SOLAR, 5., 2014, Recife. Trabalhos... Recife: ABENS, 2014.
- [2] BRITO, J. O. O uso energético da madeira. Estudos avançados. São Paulo, vol. 21, n. 59. p. 30-56, jul. 2007.
- [3] SIMAS, MOANA; PACCA, SERGIO. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. Estudos Avançados, [s.l.], v. 27, n. 77, p.99-116, 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142013000100008>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- [4] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas da Energia Elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2015.
- _____. Banco de Informações da Geração - BIG. Matriz de Energia Elétrica. Brasília: ANEEL, 2019a.
- [5] LOPES, Ricardo Aldabó. Energia eólica. São Paulo: Artliber, 2012. 366 p.
- [6] AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA DE ALMADA (AGENEAL). Energias renováveis. 2019. Disponível em: <<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BtreeID=00/01&treeID=00/01&auxID=&newsID=8&offset=#content>>. Acesso em: 08 Jan. de 2019.
- [7] EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas – PDE 2020, disponível em <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_26/NT_AtendimentoaDemandaMaxima_PDE2020.pdf>. Acesso em 20 ago. 2019
- [8] CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. (CRESESB). Atlas Eólico Brasileiro. Rio de Janeiro: CRESESB, 2001.
- [9] AMARANTE, O. A. et al. Atlas do potencial eólico brasileiro. Brasília: MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- [10] CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). Energia eólica. 2019. Disponível em: <http://www.cepel.br/pt_br/linhas-de-pesquisa/menu/energia-eolica.htm> Acesso em 10 fev. 2019.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). Boletim Novembro de 2018. São Paulo: ABEEÓLICA, 2018.
- _____. Números ABEEÓlica dezembro de 2018. São Paulo: ABEEÓLICA, 2019.
- _____. Eólica: energia para um futuro inovador. São Paulo: ABEEÓLICA, 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/energia-eolica-o-setor/>>. Acesso em: 02 de fev. 2019.
- [12] GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. (GWEC). Global Wind Report. Bélgica: GWEC, 2017.

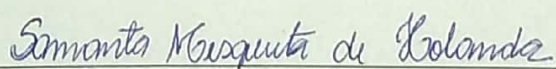
-
- [13] CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica). PROINFA – Tratamento da energia do PROINFA na CCEE. São Paulo: CCEE, 2012.
- [14] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. (MME). Capacidade Instalada de Energia Elétrica 2018. Brasília: MME, 2018.

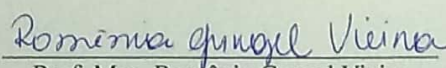
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 10:00 horas do dia **21 de março de 2019**, no Laboratório de Energias Renováveis, Campus Leste da UFERSA, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Claudeirton de Carvalho Oliveira, aluno do curso de Ciência e Tecnologia desta Instituição, com o título **“ANÁLISE DO POTENCIAL EÓLICO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL E SUA EVOLUÇÃO NA PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL”**. A Banca Examinadora foi constituída pelas professoras, Maria Izabel da Silva Guerra, presidente da banca e orientadora do trabalho; Romênia Gurgel Vieira, co-orientadora do trabalho; e Samanta Mesquita de Holanda. Foram registradas as seguintes ocorrências: foi apresentado o trabalho pelo discente e houve arguição por parte dos membros da Banca Examinadora. A defesa foi pública com a presença de outras pessoas. As sugestões de alterações textuais foram entregues ao aluno que se comprometeu em fazê-las na sua totalidade. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da Banca Examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 7,0, 7,0, 7,0, -. Apuradas as notas, verificou-se que o **aluno foi A PROVADO com média geral 7,0**. E, para constar, eu, Maria Izabel da Silva Guerra, presidente da Banca Examinadora e Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Claudeirton de Carvalho Oliveira lavrei a presente ata que, após lida e considerada conforme, segue assinada pelas Professoras membros da Banca Examinadora.

Mossoró, 21 de março de 2019


Prof. Msc. Maria Izabel da Silva Guerra
Presidente


Prof. Msc. Samanta Mesquita de Holanda
Membro


Prof. Msc. Romênia Gurgel Vieira
Membro