

ENERGIA EÓLICA NO NORDESTE

Francisco Diniz Bezerra

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Coordenador de Estudos e Pesquisas do BNB/ETENE
diniz@bnb.gov.br

No Subsistema Nordeste, que compreende todos os estados da Região, exceto Maranhão, a fonte eólica foi responsável por 51,6% da geração de energia elétrica em 2018

Situação atual

- A capacidade instalada de geração eólica no Brasil corresponde a 14.873 MW (31/03/2019), dos quais 12.769 MW (86%) no Nordeste. Dos nove estados nordestinos, oito possuem projetos eólicos, com destaque para o Rio Grande do Norte (4.020 MW) e a Bahia (3.770 MW). No Nordeste, atualmente a fonte eólica lidera, representando 35,6% da matriz elétrica regional.

Perspectivas

- De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, estudo elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (MME; EPE, 2019), a geração eólica alcançará 26,7 GW de potência instalada em 2027, o que demandará investimentos da ordem de R\$ 61 bilhões, tendo por base o preço médio de R\$ 4,67 milhões/MW verificado no 28º Leilão de Energia Nova (último com projeto eólico aprovado). O Nordeste será a região mais contemplada nos investimentos previstos, em função de sua elevada competitividade

nesse setor e de ter o maior número de projetos aprovados nos últimos leilões.

- O Ministério de Minas e Energia publicou, no Diário Oficial da União de 06/03/2019, as portarias de números 151 e 152, com o calendário plurianual de leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração. Os leilões serão realizados entre 2019 e 2021. O calendário dos leilões de novos empreendimentos de geração de energia é o seguinte: 27 de junho de 2019 – leilão A-4; 26 de setembro de 2019 – leilão A-6; 23 de abril de 2020 – leilão A-4; 24 de setembro de 2020 – leilão A-6; 29 de abril de 2021 – leilão A-4; e 30 de setembro de 2021 – leilão A-6 (BRASIL, 2019).
- Atualmente, existem no Nordeste empreendimentos eólicos que somam 5,3 GW de potência em fase de implantação ou com obras a iniciar, que demandarão investimentos de cerca de R\$ 29 bilhões. Além desses, outros projetos estão previstos, como os contemplados nos leilões promovidos pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG ou de iniciativa própria, com energia a ser comercializada no Ambiente de Contratação Livre (ACL).
- Observa-se, nos últimos anos, migração de consumidores do mercado regulado (ACR) para o mercado livre (ACL). Considerando as previsões de elevação do preço do MWh no mercado regulado e a possibilidade de alteração na legislação favorecendo os consumidores livres, essa migração tende a continuar nos próximos anos.

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE - ETENE

Expediente: Banco do Nordeste: Romildo Carneiro Rolim (Presidente). Luiz Alberto Esteves (Economista-Chefe). Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE: Tibério R. R. Bernardo (Gerente de Ambiente). Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais: Luciano J. F. Ximenes (Gerente Executivo), Maria Simone de Castro Pereira Brainer, Maria de Fátima Vidal, Jackson Dantas Coelho, Fernando L. E. Viana, Francisco Diniz Bezerra, Luciana Mota Tomé, Roberto Rodrigues Pontes (Jovem Aprendiz). Célula de Gestão de Informações Econômicas: Bruno Gabai (Gerente Executivo), José Wandemberg Rodrigues Almeida, Gustavo Bezerra Carvalho (Projeto Gráfico), Hermano José Pinho (Revisão Vernacular), Dalylia Soares de Azevedo e Antônio Kassyo Monteiro Costa (Bolsistas de Nível Superior).

O **Caderno Setorial ETENE** é uma publicação mensal que reúne análises de setores que perfazem a economia nordestina. O Caderno ainda traz temas transversais na sessão "Economia Regional". Sob uma redação eclética, esta publicação se adequa à rede bancária, pesquisadores de áreas afins, estudantes, e demais segmentos do setor produtivo.

Contato: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE. Av. Dr. Silas Munguba 5.700, Bl A2 Térreo, Passaré, 60.743-902, Fortaleza-CE. <http://www.bnb.gov.br/etene>. E-mail: etene@bnb.gov.br

Aviso Legal: O BNB/ETENE não se responsabiliza por quaisquer atos/decisões tomadas com base nas informações disponibilizadas por suas publicações e projeções. Desse modo, todas as consequências ou responsabilidades pelo uso de quaisquer dados ou análises desta publicação são assumidas exclusivamente pelo usuário, eximindo o BNB de todas as ações decorrentes do uso deste material. O acesso a essas informações implica a total aceitação deste termo de responsabilidade. É permitida a reprodução das matérias, desde que seja citada a fonte. SAC 0800 728 3030; Ouvidoria 0800 033 3030; bancodonordeste.gov.br

1 Introdução

No cenário mundial, o Brasil se destaca por ter sua matriz de geração de energia elétrica fortemente baseada em fontes renováveis, com preponderância da hidroeletricidade e da biomassa proveniente da cana-de-açúcar. Além dessas, outras fontes renováveis ganham destaque na matriz de geração elétrica do País, a exemplo da energia eólica, inserida mais recentemente.

Como se depreende dos resultados dos leilões de compra e venda de energia, realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, por delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a fonte eólica se mostra competitiva no Brasil, tendo os seus projetos sido aprovados em diversos certames realizados nos últimos anos. Neste contexto, o Nordeste se destaca, em razão de seu elevado potencial eólico e por dispor de inúmeros sítios com velocidades médias de vento dentre as maiores do País. Este cenário se mostra promissor para vultosos investimentos na Região nordestina em geração eólica, como inclusive já se observa atualmente.

Esta análise setorial tem por objetivo disponibilizar informações sobre a atividade de geração de energia elétrica a partir da fonte eólica. É constituída por sete tópicos, incluindo esta introdução. No segundo tópico, são discutidas as potencialidades, a evolução e as perspectivas do mercado da geração eólica no mundo e no Brasil, evidenciando o Nordeste. No terceiro tópico, aborda-se a competitividade da fonte eólica no Brasil, enfatizando o Nordeste. No quarto, apresenta-se a atuação do Banco do Nordeste no segmento de geração eólica. No quinto tópico, caracteriza-se a atividade de geração eólica, contextualizando sua inserção na cadeia produtiva da energia elétrica no Brasil, particularizando o Nordeste.

No sexto, expõem-se os principais instrumentos legais brasileiros nos quais se insere a geração eólica. Por último, no sétimo tópico, são feitas algumas considerações finais sobre a atividade de geração eólica. Críticas e sugestões para melhoria das futuras edições desta análise setorial são bem-vindas.

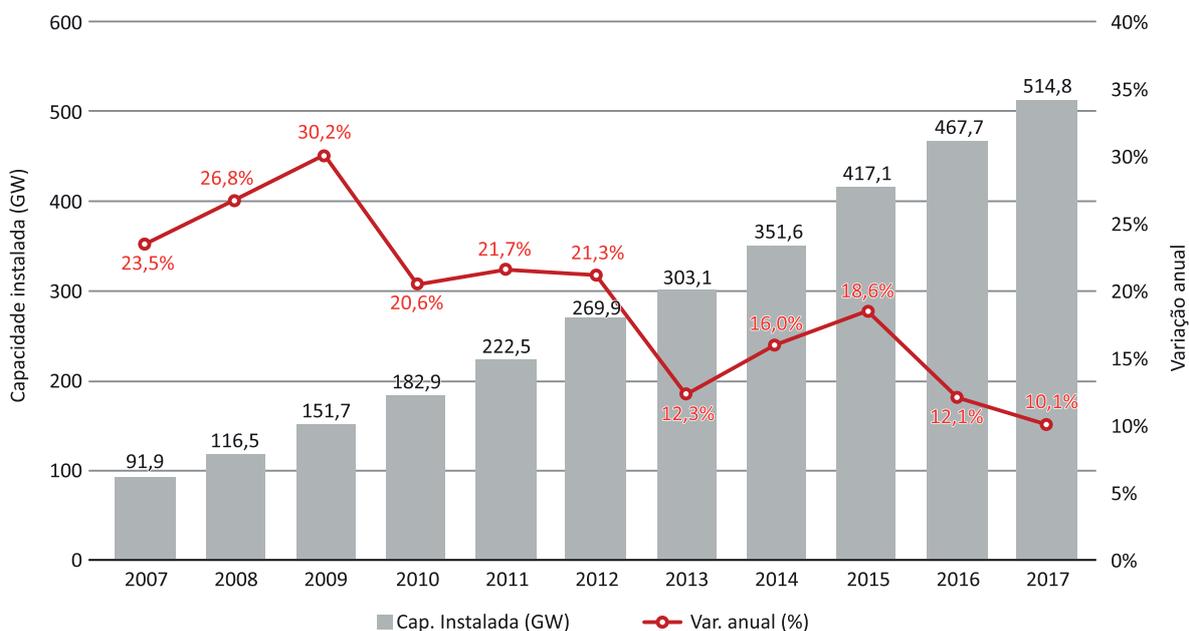
2 Mercado de energia eólica: potencial, evolução e perspectivas

2.1 No Mundo

A geração eólica tem experimentado crescimento expressivo no mundo, alcançando 514,8 GW de potência instalada em 2017. No decênio compreendido entre 2007 e 2017, a capacidade instalada de geração eólica evoluiu à taxa média de 18,8% a.a. (Gráfico 1). Porém, ao longo desse decênio, a indústria tem apresentado tendência de desaceleração, obtendo menores taxas de crescimento em anos mais recentes. Particularmente em 2017, a indústria eólica cresceu 10,1% em relação ao ano precedente, a menor taxa da série analisada. Apesar disto, olhando para o futuro, as perspectivas para a fonte eólica continuam promissoras, em razão do aumento da competitividade da tecnologia dos aerogeradores e da maior conscientização da humanidade sobre o impacto da queima de combustíveis fósseis sobre o clima, fator que vem contribuindo para maior pressão pelo uso de fontes mais limpas de energia.

De acordo com a Associação Mundial de Energia Eólica (WWEA, 2019), dados preliminares indicam que em 2018 foram acrescidos mais 53,9 GW de capacidade instalada de geração eólica em todo o mundo.

Gráfico 1 –Evolução da capacidade instalada de geração eólica no mundo (GW)

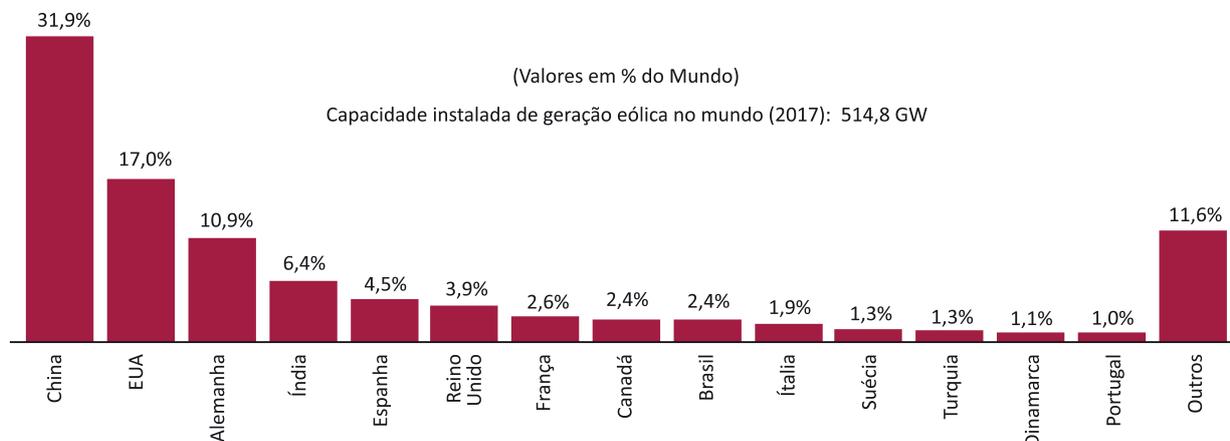


Fonte: BP (2018). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

A capacidade instalada de geração de energia eólica é relativamente concentrada em apenas três países: China (31,9%), Estados Unidos (17,0%) e Alemanha (10,9%). Em conjunto, representam cerca de 60% da capacidade instalada de geração eólica do planeta (Gráfico 2). O Brasil,

apesar de participar com apenas 2,4% do total mundial, representa um mercado muito promissor, em virtude da competitividade da fonte eólica nos leilões de energia, aliado ao fato de o País apresentar excelentes “jazidas” de vento, principalmente no Nordeste.

Gráfico 2 – Capacidade instalada mundial de geração eólica - 2017



Fonte: BP (2018). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

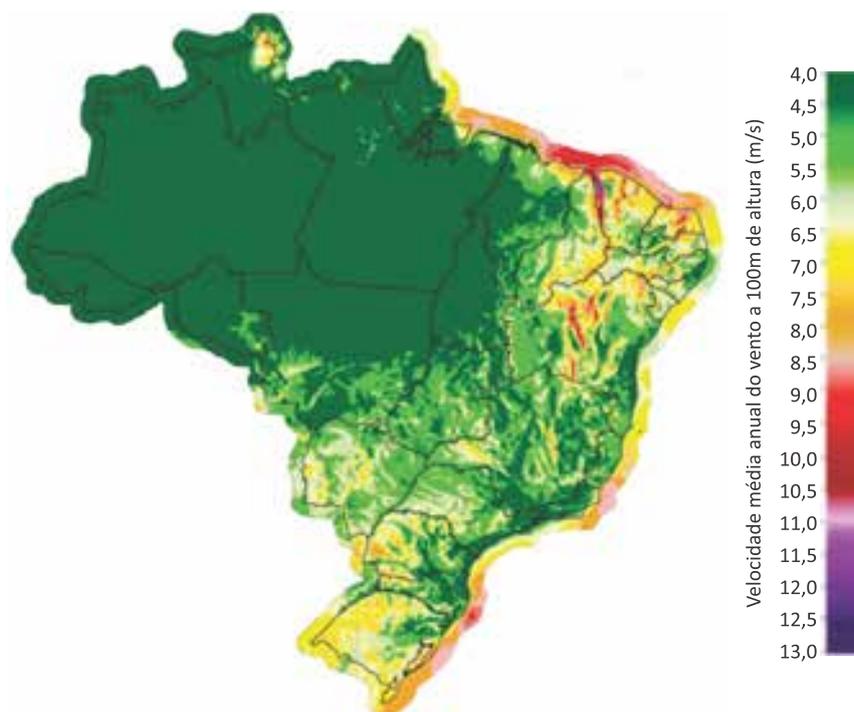
2.2 No Brasil, com ênfase no Nordeste

2.2.1 Potencial de geração eólica no Brasil

De acordo com estimativas realizadas por Pereira (2016), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), considerando as atuais tecnologias para produção de energia a partir do vento e, principalmente, a utilização

de aerogeradores posicionados a 100 metros de altura, o potencial eólico brasileiro onshore (em terra) pode chegar a 880,5 GW, sendo que 522 GW são considerados tecnicamente viáveis (Figura 1). Além disso, o potencial eólico brasileiro offshore (no mar) também é gigantesco, estimando-se alcançar 1,3 TW, tendo a região oceânica costeira do Nordeste as áreas mais favoráveis. Para a Região nordestina, as estimativas apontam potencial onshore de 309 GW (PEREIRA, 2016).

Figura 1 – Potencial eólico do Brasil



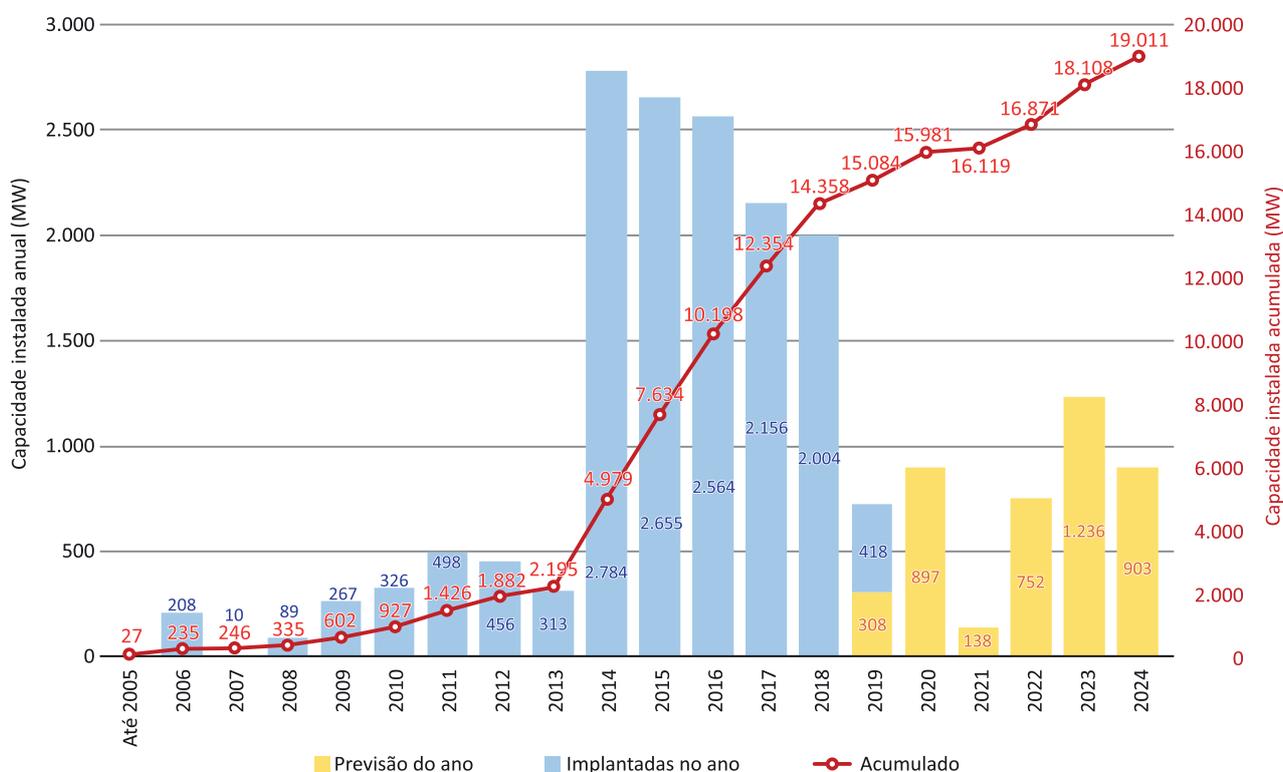
Fonte: Adaptado de Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL (2017) por BNB/ETENE/Célula de Gestão de Informações Econômicas.
Nota: a área de cobertura das simulações extrapola as fronteiras do Brasil, adentrando também no mar (offshore).

2.2.2 Evolução da geração eólica no Brasil, particularmente no Nordeste

O primeiro passo importante para a inserção da energia eólica no Brasil foi dado com a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (Lei nº 10.438/2002), iniciativa governamental destinada a diversificar a matriz energética nacional e fomentar o mercado interno para o uso dessa fonte, além de pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e empreendimentos termelétricos a biomassa. De acordo com a ABEEólica (2019), por meio do PROINFA, foram instalados 52 parques eólicos no País, totalizando 1.298,6 MW de potência.

No entanto, foi somente a partir de 2014 que o Brasil iniciou um processo mais acelerado de expansão do uso da fonte eólica na sua matriz elétrica, com incremento anual acima de 1 GW (Gráfico 3). Desde então, o País tem realizado incrementos anuais acima desse patamar, tendo alcançado, até 15/03/2019, 14.776 MW de capacidade instalada, distribuídos em cerca de 600 usinas eólicas em operação (ANEEL, 2019a). Isto ocorreu, em grande parte, graças ao lançamento por parte do Governo Federal de leilões de comercialização de energia contemplando esta fonte e também à elevação de sua competitividade ante outras opções de geração.

Gráfico 3 – Evolução e projeção da capacidade instalada de geração de energia eólica no Brasil (MW)



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2019a). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Notas:

1) Valores anuais e acumulados em escalas distintas;

2) Em 2019, usinas implantadas até 15/03/2019; 3) dados após 15/03/2018 até 2024 referem-se a projetos previstos para entrar em operação sem restrições ou que apresentam restrições não graves.

No que concerne especificamente aos leilões de comercialização de energia elétrica promovidos pela ANEEL, foram contempladas 614 usinas de geração eólica, entre projetos já implantados e a implantar, totalizando 15,5 GW de potência. Desse montante, 14,0 GW, cerca de 90% do total, estão no Nordeste. Dos nove estados

brasileiros com parques eólicos contemplados em leilões, oito são nordestinos. Fora da Região, apenas o Rio Grande do Sul (≈1,5 GW) teve projetos aprovados em leilões. A Tabela 1 detalha o resultado dos leilões realizados pela ANEEL, por meio da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE.

Tabela 1 – Parques eólicos aprovados nos leilões realizados pela CCEE – Posição: 31/03/2019

Data Leilão	Leilão	Qde. Usinas	Potência (MW)	BA	RN	RS	PI	CE	PE	MA	PB	SE
14/12/2009	02ºLER	71	1.805,7	390,0	657,0	186,0	-	542,7	-	-	-	30,0
26/08/2010	03ºLER	20	528,2	261,0	247,2	20,0	-	-	-	-	-	-
17/08/2011	12ºLEN	44	1.067,6	265,6	52,8	492,0	75,6	103,6	78,0	-	-	-
18/08/2011	04ºLER	34	861,1	148,8	405,4	132,4	-	174,5	-	-	-	-
14/12/2012	15ºLEN	10	281,9	52,3	-	28,0	-	-	-	201,6	-	-
23/08/2013	05ºLER	66	1.505,2	567,8	132,0	80,5	420,0	113,2	191,7	-	-	-
18/11/2013	17ºLEN	39	867,6	83,0	-	326,6	240,0	98,0	120,0	-	-	-
13/12/2013	18ºLEN	97	2.337,8	1.000,8	684,7	152,0	168,0	212,3	120,0	-	-	-
06/06/2014	19ºLEN	21	551,0	-	84,0	48,0	-	117,0	302,0	-	-	-
31/10/2014	06ºLER	31	769,1	373,5	235,6	-	78,0	-	82,0	-	-	-
28/11/2014	20ºLEN	36	926,0	446,6	164,4	-	225,0	-	-	-	90,0	-
27/04/2015	03ºLFA	3	90,0	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-
21/08/2015	22ºLEN	19	538,8	-	-	-	231,6	97,2	-	210,0	-	-
13/11/2015	08ºLER	20	548,2	493,0	25,2	-	-	-	-	30,0	-	-
18/12/2017	25ºLEN	2	64,0	-	64,0	-	-	-	-	-	-	-
20/12/2017	26ºLEN	49	1.386,6	108,0	310,2	-	510,0	-	82,0	95,0	281,4	-
04/04/2018	27ºLEN	4	114,4	114,4	-	-	-	-	-	-	-	-
31/08/2018	28ºLEN	48	1.250,7	508,4	742,3	-	-	-	-	-	-	-
Total		614	15.493,9	4.903,2	3.804,8	1.465,5	1.948,2	1.458,5	975,7	536,6	371,4	30,0

Fonte: CCEE (2019). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Notas:

- 1) os leilões contemplam projetos em operação e os que estão previstos para ser implantados nos próximos anos;
- 2) os dados referem-se aos projetos aprovados nos leilões. Por razões diversas, alguns podem não ter sido implantados.

Além desses, existem outros parques eólicos implantados e a implantar no País. Como exemplo, cita-se iniciativa da Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, que realizou leilão (LP 03/2018, de 06/06/2018) de compra de energia incentivada das fontes solar e eólica, visando à sua comercialização no Ambiente de Contratação Livre (ACL). No certame, foram habilitadas 44 empresas, com 181 empreendimentos cadastrados e 5.500 MW de potência. Desses, foram aprovados 1.240 MW, não tendo sido divulgados, no entanto, o montante por fonte, os preços obtidos e o nome das empresas vencedoras. A CEMIG também realizou, em 04/10/2018, o Leilão de Compra de Energia Incentivada Solar e Eólica LP 04/2018, por meio do qual foram adquiridos 152,5 MW médios em contratos com início de fornecimento em janeiro/2022 e duração de 20 anos. Os empreendimentos vencedores do certame totalizaram 388 MW de capacidade instalada.

No que se refere à geração eólica distribuída, é muito tímida a inserção no Brasil. Com efeito, até 31/03/2019, existiam no País apenas 57 usinas da fonte eólica na modalidade de geração distribuída, totalizando 10,3 MW. Dentre os estados brasileiros, cabe destaque ao Ceará, que reúne 24 unidades consumidoras e 97,6% da capacidade instalada de geração eólica do País em geração distribuída (Tabela 2). Enquanto isso, atualmente existem em operação no Brasil cerca de 66.000 usinas fotovoltaicas na modalidade de geração distribuída, totalizando aproximadamente 685 MW de potência (ANEEL, 2019a). Uma das razões da pouca adesão à geração eólica distribuída deve-se ao fato dos aerogeradores possuírem

peças móveis, que apresentam desgastes, diferentemente das usinas fotovoltaicas, preferidas dos usuários. Este fato enseja a necessidade de maior nível de manutenção, além de gerar ruídos.

Tabela 2 – Projetos eólicos de geração distribuída nos estados brasileiros – Posição: 31/03/2019

UF	Quantidade de usinas	Potência (kW)
CE	24	10.065,0
SP	5	34,4
RN	7	133,4
RS	6	20,7
PR	5	35,0
BA	2	8,2
PE	2	5,7
SC	3	6,6
PB	1	2,4
PA	1	2,0
RJ	1	1,0
TOTAL	57	10.314,4

Fonte: ANEEL (2019a). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

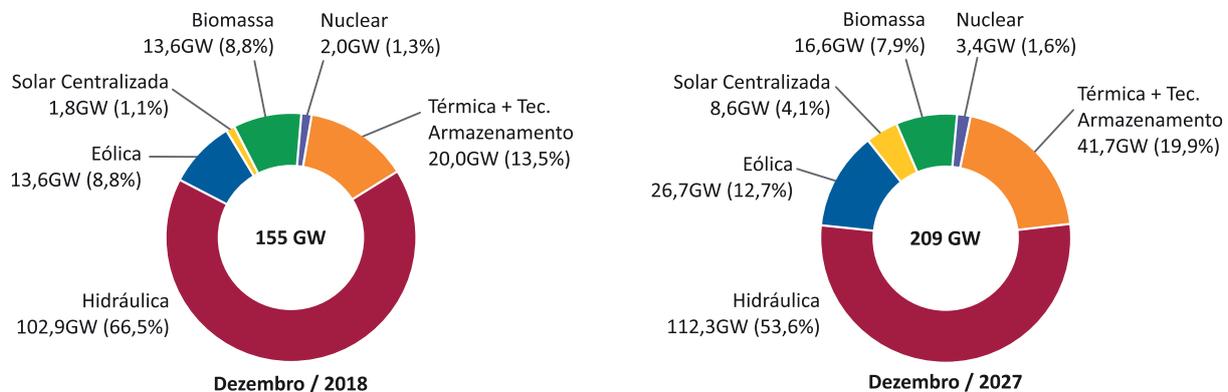
2.2.3 Perspectivas da geração eólica no Brasil

De acordo com previsões do Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (MME; EPE, 2019), a capacidade instalada de energia elétrica do Brasil em 2027 será de 209 GW, 35% superior ao verificado em 2018 (155 GW). No horizonte do Plano, a fonte hidráulica continuará preponderante, embora apresente redução em sua participação. Por outro lado, a

fonte eólica terá expressivo incremento, alcançando 12,7% de participação em 2027 (Gráfico 4). Esses dados revelam per se que o mercado eólico no País tende a crescer de

forma vertiginosa nos próximos anos, abrindo espaço para a geração de oportunidades em toda a cadeia produtiva.

Gráfico 4 – Evolução da capacidade instalada por fonte de geração para a expansão de referência



Fonte: Adaptado de MME/EPE (2019): Plano Decenal de Expansão de Energia 2027.

Nota: em dezembro de 2018, de acordo com a Aneel, a capacidade instalada de energia solar centralizada correspondia a 994,6 MW.

3 competitividade da fonte eólica no Brasil

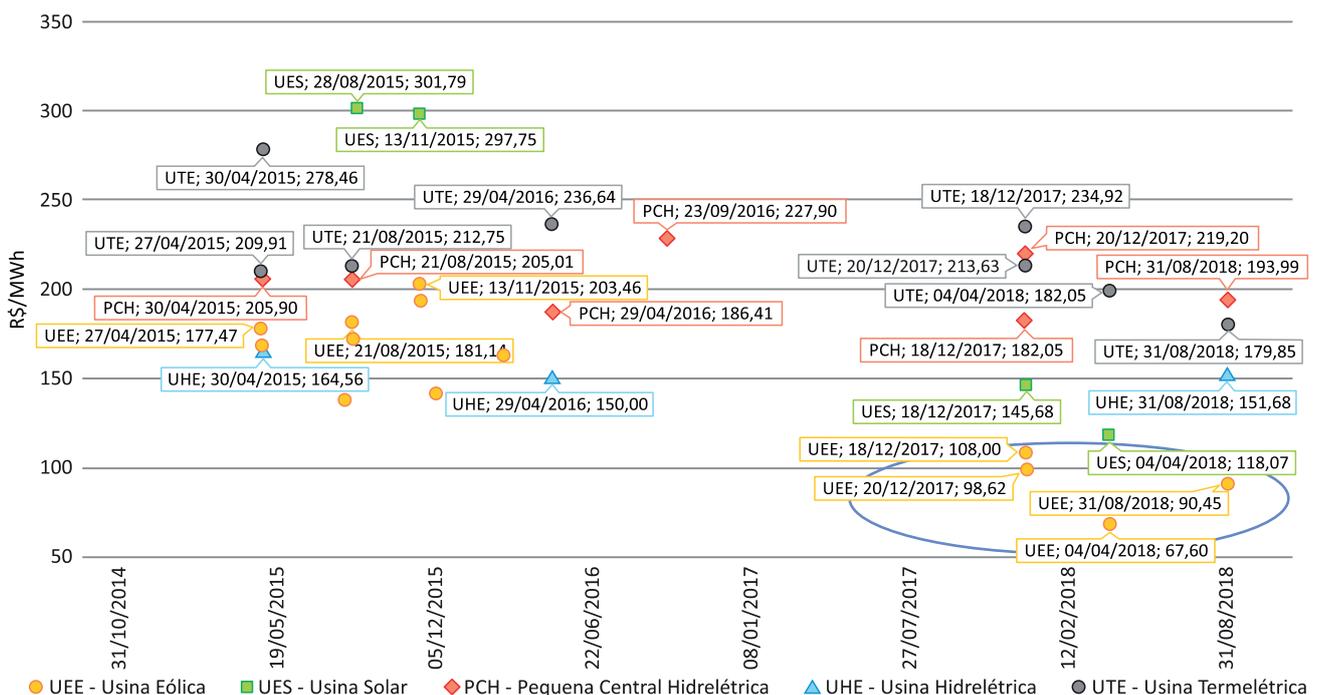
3.1 Preço do MWh

A competitividade da geração eólica se confirma pelo sucesso alcançado nos leilões, nos quais os projetos que utilizam essa fonte energética têm alcançado posição de destaque, em razão de seus preços por MWh estarem entre as melhores opções. Em função de sua elevada competitividade, a fonte eólica tem aumentado sistematicamente sua participação na matriz elétrica do Brasil, principalmente a partir de 2014, quando o

incremento anual passou a ser superior a 1 GW. Esse cenário de vultosos investimentos em geração eólica no Brasil, particularmente no Nordeste, tende a permanecer no futuro, mantendo aquecido o mercado de equipamentos e serviços nessa área.

Nos leilões 25º LEN (18/12/2017), 26º LEN (20/12/2017), 27º LEN (04/04/2018) e 28º LEN (31/08/2018) promovidos pela ANEEL, cujos dados estão circundados no Gráfico 5, a fonte eólica obteve os menores patamares de preços, comparativamente a outras fontes, considerando os certames realizados de 2015 a 2018.

Gráfico 5 – Preço médio por fonte de energia obtido nos leilões da ANEEL 2015-2018 (Valores históricos em R\$/MWh)



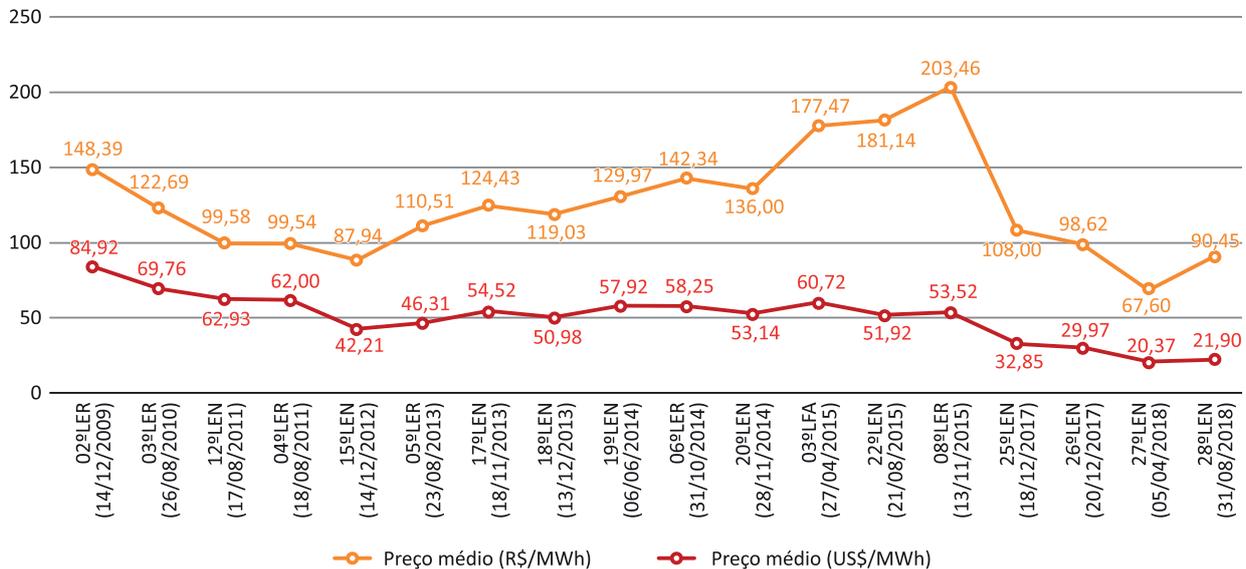
Fonte: CCEE (2019). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Legenda: UEE – Usina Eólica; UES – Usina Solar; PCH – Pequena Central Hidrelétrica; UHE – Usina Hidrelétrica; UTE – Usina Termelétrica.

Desde 2009, quando as primeiras usinas eólicas foram aprovadas nos leilões realizados pela CCEE, os preços do MWh vêm apresentando tendência de queda, quando analisados em dólar. Computado na moeda norte-

americana, o preço médio do MWh reduziu cerca de 75% entre o primeiro e o último leilão com projetos eólicos aprovados, contribuindo para elevar, sobremaneira, a competitividade dessa fonte energética no Brasil (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Preços médios dos projetos eólicos aprovados nos leilões realizados pela ANEEL



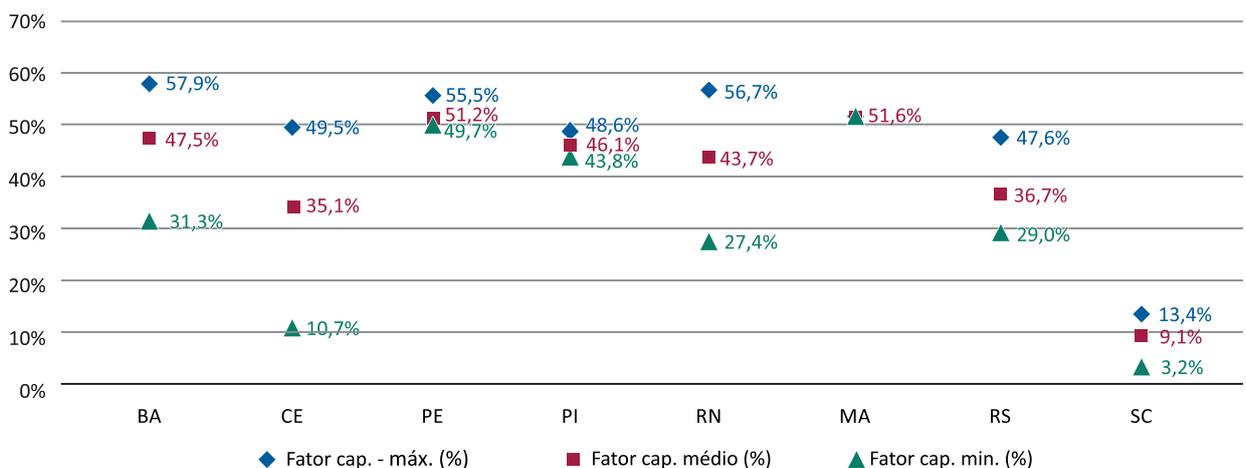
Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE (2019) e Banco Central do Brasil (2019). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais. Notas: valores em reais correspondem aos preços históricos médios do MWh da fonte eólica obtidos nos leilões. Legenda: LER – Leilão de Energia de Reserva; LEN – Leilão de Energia Nova; LFA – Leilão de Fontes Alternativas.

3.2 Fator de capacidade

Como forma de se ter uma ideia do desempenho dos empreendimentos eólicos implantados nos estados, apresenta-se, no Gráfico 7, valores mínimo, médio e máximo do fator de capacidade observados no ano de 2018. Todos os estados nordestinos apresentam fator de capacidade médio superior a 40%, diferentemente do Rio Grande do Sul (36,7%) e de Santa Catarina (9,1%). Além disso, de acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2019b), o fator de capacidade médio em

2018 dos parques eólicos implantados no Nordeste (44,0%) supera a média da Região Sul (33,5%), razão pela qual a Região nordestina tem sido preferida pelos investidores, conforme já referido. Ressalta-se que o fator de capacidade de um parque eólico pode apresentar variações entre dois ou mais anos, em razão principalmente das características de vento. Cabe ainda destacar que, em geral, os valores de fator de capacidade dos parques eólicos instalados no Brasil, em particular no Nordeste, superam, em muito, os obtidos na Europa.

Gráfico 7 – Fatores de capacidade mínimo, médio e máximo, em 2018, de empreendimentos eólicos, por estado



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2019b). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Notas:

- 1) o fator de capacidade médio corresponde à média ponderada dos fatores de capacidade das usinas eólicas;
- 2) foram desconsiderados os projetos instalados após 31/12/2017;
- 3) O Maranhão teve apenas um empreendimento eólico instalado até 31/12/2017 (Conjunto Paulino Neves), desta forma, a média coincide com a máxima e a mínima.

4 Apoio do Banco do Nordeste à energia eólica

O apoio do Banco do Nordeste ao setor de energia eólica tem crescido de forma expressiva. Em 2017 e 2018, o BNB contratou o montante de R\$ 6,3 bilhões em 56 empreendimentos eólicos que somam 1.495,7 MW de potência. Para 2019, prevê-se novos aportes ao setor eólico. Para os anos seguintes, o Banco tende a continuar apoiando novos projetos, tanto no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) como também no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Os financiamentos são realizados com recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste, por meio do Programa de Financiamento à Infraestrutura Complementar da Região Nordeste – FNE PROINFRA. Na área de energia, o FNE PROINFRA financia a geração, transmissão e distribuição de energia oriunda de fontes convencionais e de fontes renováveis. Financia também projetos de infraestrutura de saneamento básico (água,

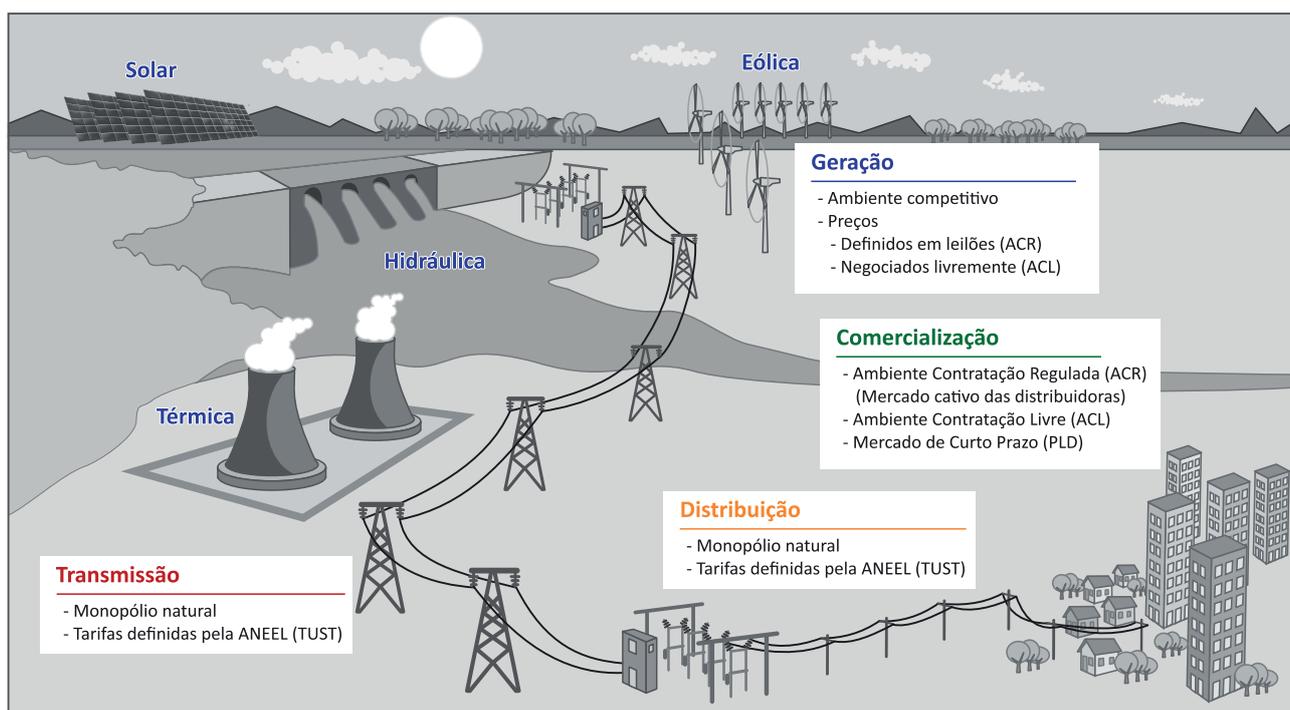
esgotamento sanitário etc.), transporte e logística, telefonia, exploração de gás natural etc. Maiores detalhes sobre o Programa podem ser obtidos na página do BNB na internet (www.bnb.gov.br).

5 Caracterização da atividade de geração eólica

5.1 A cadeia produtiva de energia elétrica e a inserção da fonte eólica

A geração eólica integra a Cadeia Produtiva da Energia Elétrica, que engloba, dentre outras, as seguintes atividades: geração, transmissão e distribuição. Nessa cadeia, reveste-se também de importância singular o processo de comercialização da energia elétrica (Figura 3). A título de contextualização, descreve-se a seguir, de forma sucinta, algumas características das atividades que compõem essa cadeia produtiva.

Figura 3 – Cadeia Produtiva da Energia Elétrica no Brasil



Fonte: BNB/ETENE/Célula de Gestão de Informações Econômicas.

Transmissão e distribuição constituem monopólios naturais, haja vista ser antieconômica a instalação de dois ou mais sistemas paralelos para atender o mesmo conjunto de consumidores. Por meio da rede básica de transmissão, a energia chega às redes de distribuição, operadas por uma ou mais empresas concessionárias ou permissionárias privadas ou estatais, em cada estado. A remuneração do serviço de transmissão é realizada por meio da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão – TUST, enquanto a remuneração do serviço de distribuição é efetuada mediante pagamento de Tarifa de Uso do Sistema

de Distribuição – TUSD, ambas reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Por outro lado, a geração ocorre em ambiente concorrencial, realizada por meio de leilões ou de livre negociação.

A transmissão de energia elétrica no Brasil é realizada por meio do Sistema Interligado Nacional – SIN, que é formado pelos subsistemas Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste (abrange todos os estados do Nordeste, exceto Maranhão) e Norte. A integração eletroenergética existente no Brasil, constituída por extensas redes de

transmissão, aliada ao fato das usinas localizarem-se em bacias hidrográficas distintas, confere maior segurança ao SIN. De fato, essa característica torna o abastecimento do País menos vulnerável, pois é mais remota a probabilidade de ocorrer escassez de chuvas em todas as bacias simultaneamente. Assim, a insuficiência de água para geração elétrica no Nordeste pode ser compensada pelas usinas do Norte do País e vice-versa. Idem, entre o Sul e o Sudeste ou entre o Norte e o Sul. Além disso, qualquer central geradora ligada ao SIN, independentemente da fonte de energia que utiliza e de sua localização, contribui para atender a carga de energia de todo o sistema.

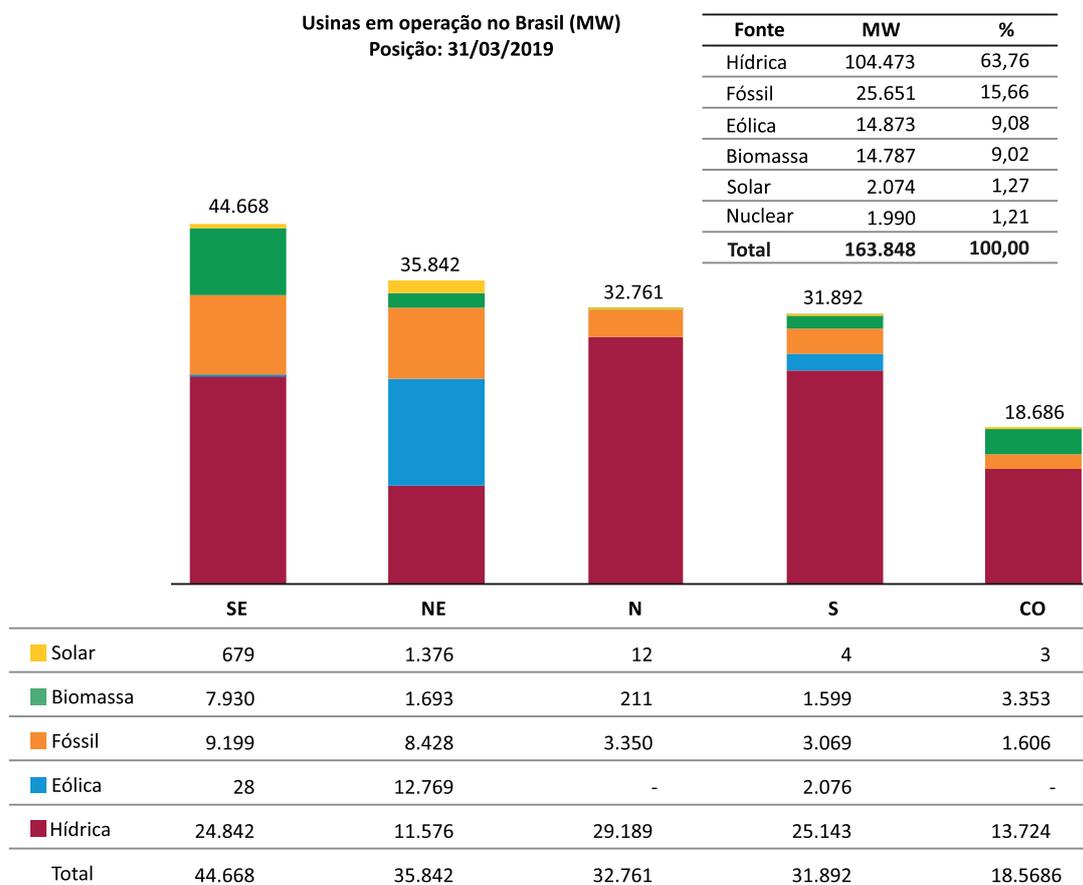
No que concerne à comercialização da energia elétrica no Brasil, existem três tipos de mercado: a) Ambiente de Contratação Regulada – ACR, efetivado por meio de leilões de compra e venda de energia elétrica, realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), por delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Os contratos celebrados no âmbito do ACR são de longo prazo, assegurando a compra da energia elétrica gerada a preços pré-definidos durante a sua vigência; b) Ambiente de Contratação Livre – ACL, no qual geradores e consumidores negociam livremente a compra de energia, estabelecendo quantidades, preços e prazos de suprimento; e c) Mercado

de Curto Prazo, destinado à equalização de diferenças de medição dos montantes efetivamente produzidos/consumidos por cada agente. Nesse mercado, as diferenças apuradas, positivas ou negativas, são contabilizadas pela CCEE para posterior liquidação financeira, valoradas ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD).

Em 2018, o mercado de energia elétrica brasileiro correspondeu a 472,3 TWh, sendo 315,7 TWh (66,8%) no âmbito do mercado regulado (ACR) e 156,6 TWh (33,2%) no âmbito do mercado livre (ACL). Em relação a 2017, enquanto o consumo no ACR caiu 1,3%, no ACL houve incremento de 6,3%, evidenciando a tendência de migração de consumidores para esse mercado (EPE, 2019a).

A geração elétrica decorre do aproveitamento de diversas fontes de energia, englobando as renováveis (hidráulica, biomassa, eólica, solar etc.) e não renováveis (petróleo, carvão mineral, gás natural etc.). No Brasil, a Matriz de Energia Elétrica, cuja capacidade instalada é de aproximadamente 164 GW (31/03/2019), é formada principalmente de fontes renováveis (83%), com preponderância da hidroeletricidade. A energia eólica vem paulatinamente ocupando maior espaço na matriz elétrica nacional, já representando 9,08% da potência instalada, terceira maior dentre as fontes de geração (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Brasil e regiões: potência instalada de geração de energia elétrica por fonte



Fonte: ANEEL (2019a). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Notas:

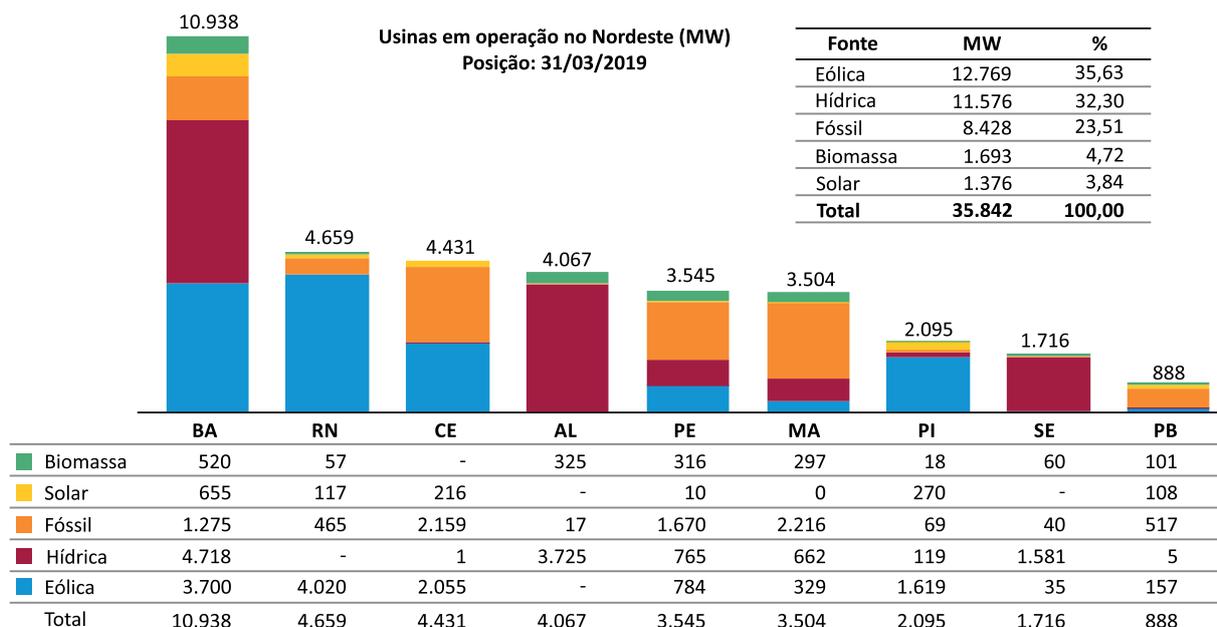
- 1) Dados referem-se à potência fiscalizada das usinas situadas no Brasil;
- 2) Usina de Itaipu, somente parte nacional;
- 3) Nas usinas hidrelétricas de fronteira, potência computada metade para cada região.

5.2 O Subsistema Nordeste no SIN

No Nordeste brasileiro, em particular, a geração de energia elétrica provinha, até recentemente, basicamente da fonte hídrica, destacando-se o Rio São Francisco como o seu principal provedor. Esse cenário de preponderância da fonte hídrica no Nordeste tem mudado nos últimos anos. De fato, a participação das termelétricas e da fonte eólica tem crescido de forma expressiva na composição

da geração de energia elétrica no Subsistema Nordeste, em razão da ocorrência de anos de baixa pluviometria e do aumento da capacidade instalada de geração eólica na Região. Neste contexto, a fonte eólica, embora represente atualmente 35,63% da potência instalada no Nordeste, é a que mais está contribuindo para a geração de energia elétrica, tendo participado, em 2018, com mais da metade do total gerado no Subsistema Nordeste (Gráfico 9 e Gráfico 10).

Gráfico 9 – Nordeste e Estados: capacidade instalada* de geração de energia elétrica por fonte (MW)

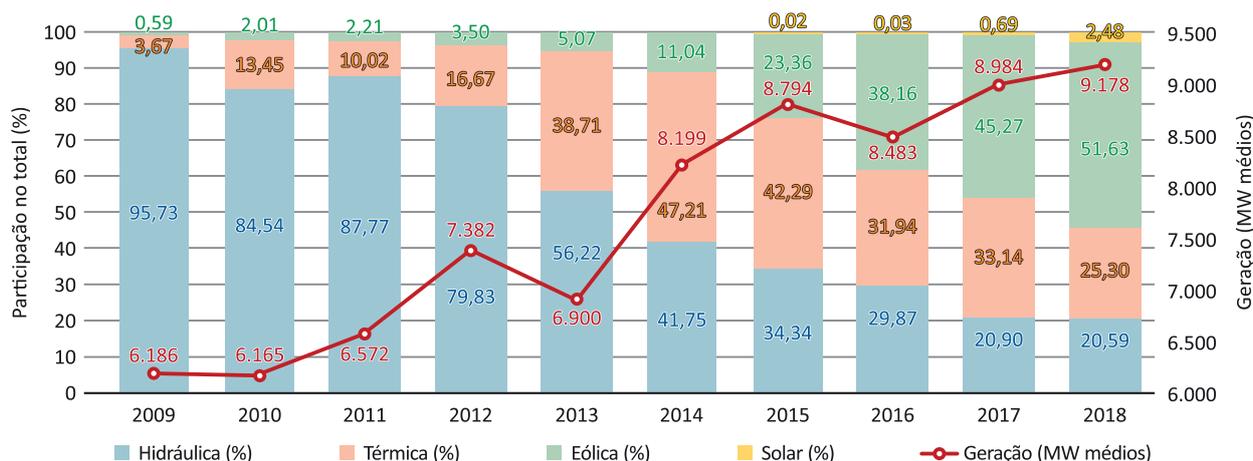


Fonte: ANEEL (2019a).

Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Notas: * corresponde à potência fiscalizada das usinas pela ANEEL. Na geração solar, não está incluída a geração distribuída, apenas a centralizada.

Gráfico 10 – Evolução da participação das fontes de energia na geração elétrica do Subsistema Nordeste



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2019a). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

Considerando que o potencial hidrelétrico remanescente economicamente viável no Nordeste está próximo do seu esgotamento, a expansão dessa fonte de geração elétrica na Região está comprometida. Essa assertiva é corroborada pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (MME;

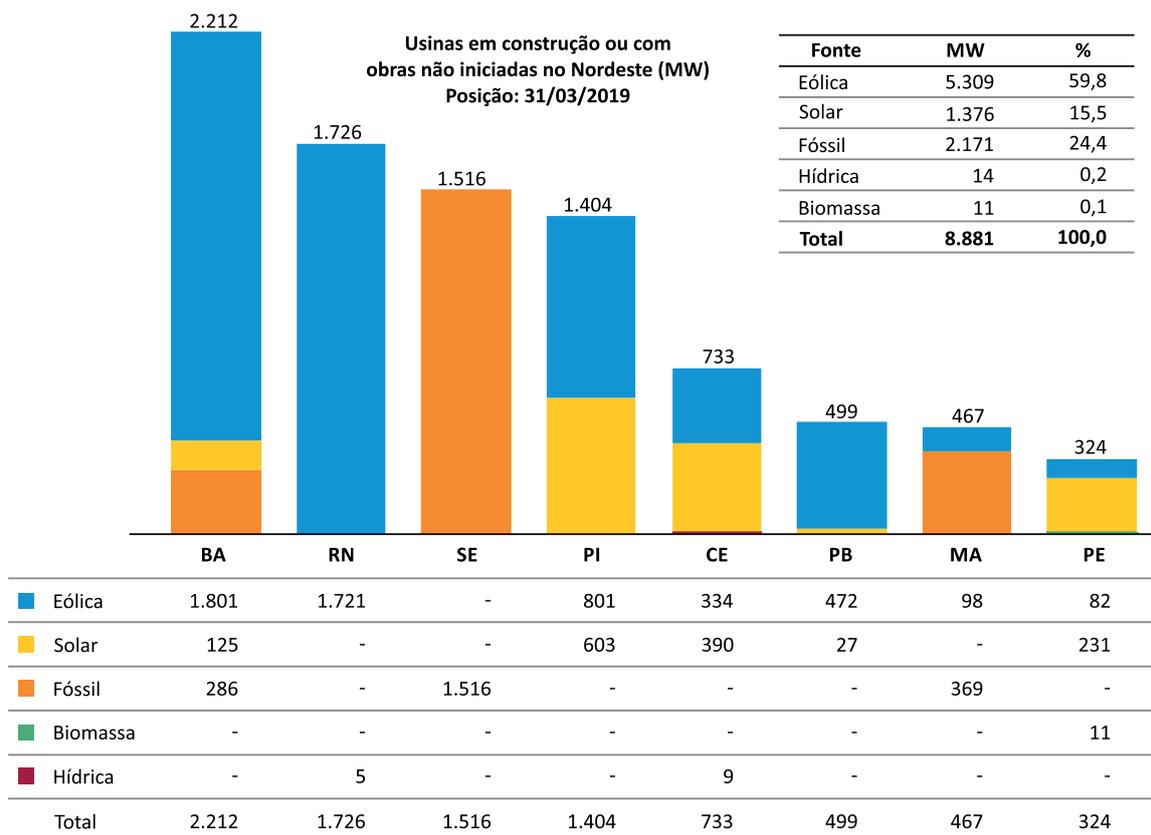
EPE, 2018), já que nesse estudo não consta nenhum projeto de hidrelétrica previsto para o Nordeste no horizonte do Plano. Assim, a tendência é o incremento paulatino da participação da fonte eólica na matriz de geração de energia elétrica da Região nordestina, em razão desta ser, atualmente, a alternativa mais competitiva e também por

ter vários projetos já contemplados nos últimos leilões e outros que atuarão no mercado livre, previstos para entrar em operação nos próximos anos.

Na Região Nordeste, os projetos eólicos em fase de implantação e os projetados com construção ainda não iniciada, disponíveis na base de dados da ANEEL, totalizam 5,3 GW (Gráfico 11). Considerando o preço médio do investimento de R\$ 4,67 milhões/MW, verificado no 28º. Leilão de Energia Nova (último do Governo Federal com

usinas eólicas aprovadas), estima-se que os projetos eólicos em andamento e previstos para o Nordeste demandarão recursos da ordem de R\$ 25 bilhões nos próximos anos, representando enormes oportunidades em toda a cadeia produtiva. Ressalta-se que nem todos projetos previstos para ser implantados já constam na base de dados “Banco de Informações de Geração” da ANEEL. Desta forma, estima-se soma ainda maior de investimentos em novos projetos eólicos nos próximos anos.

Gráfico 11 – Nordeste: usinas em construção ou com obras não iniciadas, por fonte e estado da Região



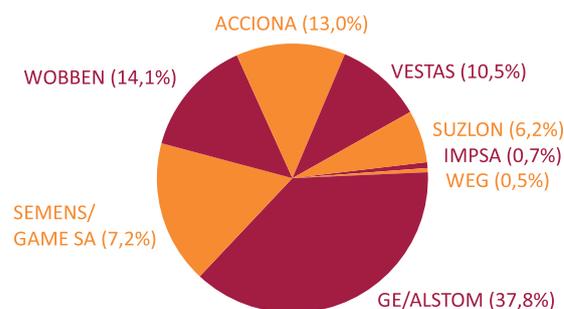
Fonte: ANEEL (2019a). Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.
Nota: parcela hídrica refere-se a PCH.

5.3 Market Share do mercado de aerogeradores

Atualmente, a indústria de aerogeradores de grande porte é constituída por cerca de 5 dezenas de fabricantes. Trata-se, portanto, de um oligopólio. Dentre os maiores fabricantes mundiais de aerogeradores estão a Siemens-Gamesa (Alemanha/Espanha), Vestas (Dinamarca), Goldwind (China), GE Renewable Energy (Estados Unidos) e Enercon (Alemanha), responsáveis por 58% do mercado em 2017 (PORTAL ENERGIA, 2018).

No Brasil, tendo por base os parques eólicos já instalados, oito fabricantes participaram do fornecimento de aerogeradores de grande porte, com destaque para a empresa GE/ALSTOM, que detém 37,8% do mercado nacional (Gráfico 12). Ressalta-se que as empresas Impsa e Suzlon não mais operam no Brasil (EPOWERBAY, 2018).

Gráfico 12 – Participação dos fabricantes de aerogeradores nos projetos eólicos em operação no Brasil



Fonte: adaptado de ePowerBay (2018) por BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

6 Aspectos legais (regulatórios, normativos e tributários)

No Brasil, o marco regulatório no qual se insere a geração eólica sofreu modificações importantes nos últimos anos, retirando entraves à inserção dessa alternativa energética na matriz elétrica nacional, a exemplo do que ocorreu em outros países.

Neste tópico, são apresentados os principais instrumentos legais vigentes no Brasil relacionados, direta ou indiretamente, à geração eólica, inclusive os pertinentes à geração distribuída. Não se pretendeu aqui discutir os normativos, mas tão somente apresentá-los para servir como meio de consulta. Para os leitores interessados em maiores detalhes, foram informados os sites onde os documentos poderão ser encontrados na íntegra.

6.2 Leis Federais

a) Lei nº 10.438, de 26/04/2002

- Art. 3º. Fica instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional.
- Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>.

b) Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007

- Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI.
- Beneficia com suspensão da exigência da Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS incidentes sobre bens e serviços os projetos voltados à implantação de infraestrutura nos setores de transportes, portos, energia, saneamento básico e irrigação.
- Relativamente ao setor de energia elétrica, o assunto é estabelecido em duas portarias:
 - Portaria MME nº 274, de 19 de agosto de 2013, aplicada para o Ambiente de Contratação Regulada – ACR;
 - Portaria MME nº 310, de 12 de setembro de 2013, aplicada para o Ambiente de Contratação Livre – ACL.
- Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11488.htm>.

c) Lei Nº 13.097, de 19/01/2015

- Reduz a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP, da COFINS, da Contribuição para o PIS/Pasep-Importação e da Cofins-Importação incidentes sobre a receita de vendas e na importação de partes utilizadas em aerogeradores.
- Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13097.htm>.

d) Lei nº 13.169, de 06/10/2015

- Art. 8º Ficam reduzidas a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica ativa injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica para microgeração e minigeração distribuída, conforme regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.
- Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm>.

6.3 Resoluções Normativas (REN) da ANEEL

a) Resolução Normativa ANEEL nº 77, de 18/08/2004

- Estabelece os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, para empreendimentos hidrelétricos e aqueles com base em fonte solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada. (Redação dada pela REN 745 de 22.11.2016).
- Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2004077.pdf>>.

b) Resolução Normativa ANEEL nº 414, de 09/09/2010

- Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.
- Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>.

c) Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17/04/2012

- Estabelece as condições gerais de acesso aos sistemas de distribuição de energia elétrica.
- “Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:
 - I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de

- instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)
- II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)
- VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)
- VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)
- VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)”
- Cria o sistema de compensação de energia elétrica, por meio do qual o excedente gerado pela unidade consumidora com micro ou minigeração pode ser injetado na rede da distribuidora, resultando em crédito de energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes.
 - Os créditos de energia gerados têm validade de 60 meses.
 - Possibilidade de utilização dos créditos gerados em um determinado ponto de consumo em outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão e caracterizada como: autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios).
 - Para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico). De forma análoga, para os consumidores conectados em alta tensão (grupo A) será devida apenas a parcela da fatura correspondente à demanda contratada.
 - Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.
- d) Resolução Normativa ANEEL nº 687, de 24/11/2015
- Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST.
 - Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>.
- e) Resolução Normativa ANEEL nº 714, de 10/05/2016
- Aprimora a regulamentação que trata dos contratos firmados pelas distribuidoras com os consumidores.
 - Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2016714.pdf>>.
- f) Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional)
- O Módulo 3 do PRODIST estabelece os procedimentos para acesso de micro e minigeração distribuída ao sistema de distribuição.
 - Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-3>>.
- g) Resolução Normativa 734, de 12/09/2016
- Altera as Regras de Comercialização de Energia Elétrica relacionadas ao dispositivo de Reconciliação Contratual de Energia de Reserva para Fonte Eólica.

6.4 Confaz

- Convênio ICMS 101/97, de 12/12/1997
 - Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica. Esta medida não se estende a inversores e medidores. Vigente até 31 de dezembro de 2028.
 - Produtos contemplados por esse Convênio:
 - I - aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos - 8412.80.00;
 - II - bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP - 8413.81.00;
 - III - aquecedores solares de água - 8419.19.10;
 - IV - gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W - 8501.31.20;
 - V - gerador fotovoltaico de potência superior a 750W mas não superior a 75kW - 8501.32.20;
 - VI - gerador fotovoltaico de potência superior a 75kW mas não superior a 375kW - 8501.33.20;
 - VII - gerador fotovoltaico de potência superior a 375 kW - 8501.34.20;
 - VIII - aerogeradores de energia eólica - 8502.31.00;
 - IX - células solares não montadas - 8541.40.16;
 - X - células solares em módulos ou painéis - 8541.40.32;
 - Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/cv101_97>.
- Convênio ICMS 16/2015, de 22/4/2015
 - Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.
 - Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv016_15>.
 - Todos os estados da área de atuação do BNB aderiram ao Convênio, sendo autorizados a conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês,

em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.

- O benefício previsto aplica-se somente à compensação de energia elétrica produzida por microgeração cuja potência instalada seja menor ou igual a 100 kW e por minigeração cuja potência instalada seja superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW;
- O benefício previsto neste convênio fica condicionado:
 - I - à observância pelas distribuidoras e pelos microgeradores e minigeradores dos procedimentos previstos em Ajuste SINIEF (no caso, o Ajuste SINIEF 2, de 22 de abril de 2015, disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/ajustes/2015/ajuste-sinieff-2-15>);
 - II - a que as operações estejam contempladas com desoneração das contribuições para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS.
- Para os Estados que não aderiram ao Convênio ICMS 16/2015 valem as regras previstas no Convênio ICMS 6, de 5 de abril de 2013. Neste caso, o ICMS apurado teria como base de cálculo toda energia que chega à unidade consumidora proveniente da distribuidora, sem considerar qualquer compensação de energia produzida pelo microgerador. Com isso, a alíquota aplicável do ICMS incidiria sobre toda a energia consumida no mês.

6.5 Inmetro

- Portaria INMETRO / MDIC número 168, de 23/03/2015
 - Estabelece os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Aerogeradores.
 - Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002245.pdf>>.

6.6 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

- ABNT NBR IEC 61400-1:2008 - Requisitos de projeto.
- ABNT NBR IEC 61400-21:2010 - Medição e avaliação das características da qualidade da energia de aerogeradores conectados à rede.
- ABNT NBR IEC 61400-12-1:2012 - Medições do desempenho de potência de aerogeradores.
- Disponíveis em: <www.abnt.org.br>.

7.7 Considerações finais

O potencial e a competitividade do Nordeste em energia eólica credenciam a Região a ser uma candidata nata a receber vultosos investimentos em geração elétrica com utilização dessa fonte. O dinamismo atual e as perspectivas promissoras abrem espaço para consolidar no Nordeste um polo de fabricação de componentes de aerogeradores de grande porte, como inclusive já se observa em alguns estados da Região.

Além da quantidade expressiva de parques eólicos em fase de implantação e previstos para implantar no Nordeste, a expectativa é que outros leilões e projetos que visam operar no Ambiente de Contratação Livre contemplem também a fonte eólica, em razão de sua competitividade, prevendo-se, assim, o aparecimento de novos empreendimentos, principalmente no Nordeste. Esta assertiva é corroborada pelas projeções da Empresa de Pesquisa Energética, apresentadas no Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, que prevê a fonte eólica alcançar 26,7 GW de potência instalada em 2027, 13,1 GW a mais da verificada em dezembro/2018.

Cabe ressaltar, por fim, que apesar do elevado potencial eólico do Brasil e da vinda de fabricantes estrangeiros de aerogeradores para o País, ainda são tímidas as iniciativas de desenvolvimento de uma tecnologia endógena nessa área. Considerando os enormes investimentos previstos para a geração eólica no futuro, indaga-se, a título de reflexão, até quando o Brasil dependerá da tecnologia desenvolvida em outros países, perdendo a oportunidade de criar no País empregos qualificados nessa área.

Referências

ABEEÓLICA. Números Abeeólica – fevereiro de 2019. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/02/N%C3%BAmeros-ABEE%C3%B3lica-02.2019.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Banco de informações de geração. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2019a.

_____. Download de dados. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/Down/>>. Acesso em: 31 mar. 2019b.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Conversão de moedas. Disponível em: <<https://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BP. BP Statistical Review of World Energy June 2018. Disponível em: <<https://www.bp.com>>. Acesso em: 15 ago. 2018

BRASIL. Ministério de Minas e Energia divulga leilões de energia elétrica até 2021. Disponível em: <<https://www.ppi.gov.br/ministerio-de-minas-e-energia-divulga-leiloes-de-energia-eletrica-ate-2021>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. Resultados de leilões. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA – CEPEL. Panorama das Energias Solar e Eólica no Brasil e no Mundo. Apresentação de Ricardo Marques Dutra in IV Semana de Meio Ambiente. CEFET, 28 de maio de 2009. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/apresentacoes/20090528_CEFET.pdf>. Acesso: 07 mar. 2017.

_____. Atlas do potencial eólico brasileiro: simulações 2013. Rio de Janeiro: CEPEL, 2017. Disponível em: <http://novoatlas.cepel.br/wp-content/uploads/2017/07/Novo-Atlas-do-Potencial-Eolico-Brasileiro-SIM_2013.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Resenha mensal do mercado de energia elétrica. Ano XII, número 136, janeiro/2019. Disponível em: <www.epe.gov.br>. Acesso em: 31 mar. 2019.

EPOWERBAY. Fabricantes e projetos cadastrados no LEN 2017. Disponível em: <<https://www.epowerbay.com/single-post/2017/10/09/Mapeamento-dos-Fabricantes-que-Participar%C3%A3o-dos-Leil%C3%B5es-de-2017>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2027. Brasília: MME/EPE, 2018. Disponível em: <www.epe.gov.br>. Acesso em: 29 mar. 2019.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Histórico da geração (banco de dados). Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 31 mar. 2019a.

_____. Boletim mensal de geração eólica dezembro/2018. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 31 mar. 2019b.

PORTAL ENERGIA. Siemens Gamesa ultrapassou Vestas no ranking mundial em 2017. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/siemens-gamesa-ultrapassou-vestas-ranking-mundial/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PEREIRA, E. B. Segurança energética: perspectivas no enfrentamento às mudanças climáticas globais. In: Conferência Internacional do INCT para Mudanças Climáticas. São Paulo, 28 a 30 de setembro de 2016. [Apresentação].

WWEA - WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. Wind Power Capacity Worldwide Reaches 600 GW, 53,9 GW added in 2018. Disponível em: <<https://wwindea.org/blog/category/statistics/>>. Acesso em 29 mar. 2019.

APÊNDICE PARÂMETROS DE GERAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS IMPLANTADOS NO BRASIL (USINAS TIPO I, II-B E CONJUNTOS DE USINAS ACOMPANHADAS)

Estado	Usina/Conjunto	Geração Média 2018 (MWmed)	Potência Nominal (MW)	Fator Cap. Verificado em 2018 (%)	Início da Operação Comercial
MA	Conj. Paulino Neves	118,5	328,8	51,60%	01/07/2017
BA	Conj. Ventos da Bahia	33,8	66	51,20%	01/09/2017
BA	Conj. Brotas de Macaúbas	44,3	95,19	46,50%	01/04/2017
BA	Conj. Cristalândia	45,1	90	50,10%	01/09/2017
BA	Conj. Campo Formoso	95,1	180	52,80%	18/11/2015
BA	Conj. Araçás	68,2	167,7	40,70%	07/10/2014
BA	Conj. Caetitê 123	38,6	90	42,90%	02/10/2014
BA	Conj. Caetitê A	27,6	54,4	50,80%	04/08/2015
BA	Conj. Morrão	49	117,6	41,70%	07/10/2014
BA	Conj. Alvorada	19,2	38,4	49,90%	18/06/2014
BA	Conj. Curva dos Ventos	26,4	56,4	46,70%	26/09/2014
BA	Conj. Guirapá	25,3	52,8	48,00%	18/06/2014
BA	Conj. Licínio de Almeida	32	73,6	43,50%	18/06/2014
BA	Conj. N. S. da Conceição	37,7	76,8	49,10%	18/06/2014
BA	Conj. Planaltina	29,9	52,8	56,60%	18/06/2014
BA	Conj. Gentio do Ouro I	141,2	303	48,20%	22/03/2016
BA	Conj. Delfina	99,7	180	55,40%	01/10/2017
BA	Conj. Babilônia	8,3	136,5	46,30%	14/11/2018
BA	Conj. Morro do Chapéu Sul	58,3	172	66,50%	29/06/2018
BA	Conj. Serra Azul	65,2	118	55,20%	03/06/2016
BA	Conj. Serra da Babilônia	5,2	223,25	42,30%	12/12/2018
BA	Conj. Ventos da Bahia 2	19,9	116,6	53,60%	07/09/2018
BA	Conj. Cristal	48,9	89,7	54,50%	10/11/2017
BA	Conj. BW Guirapá I	39,1	88,8	44,00%	17/02/2016
BA	Conj. BW Guirapá II	35,1	81,4	43,10%	17/02/2016
BA	Conj. Caetitê	34,1	58,8	57,90%	17/12/2015
BA	Conj. Pelourinho	23,6	42	56,20%	17/12/2015
BA	Conj. Campo Largo	37,3	326,7	33,80%	04/07/2018
BA	Conj. Casa Nova	19,1	61,1	31,30%	01/12/2017
BA	Conj. Pedra Branca	95	247,45	38,40%	08/08/2015
CE	Conj. Acaraú II	12,2	70,8	17,30%	01/04/2017
CE	Conj. Itarema V	86,8	207	42,00%	22/02/2016
CE	Conj. Papagaios	9,3	87	10,70%	26/03/2014
CE	UEE Cataventos de Acaraú	9	28	32,10%	29/05/2018
CE	Conj. Cacimbas	22	86,1	39,50%	10/05/2018
CE	Conj. Santa Rosália	61,8	130,13	47,50%	28/09/2016
CE	UEE Malhadinha I	10,8	23,1	47,00%	20/10/2016
CE	Conj. Santo Inácio	48,8	98,7	49,50%	01/12/2017
CE	Conj. Taiba	23,8	56,7	41,90%	01/04/2017
CE	Conj. Trairí	79,6	212,6	37,40%	02/10/2015
CE	Conj. Falsa	74,3	227,8	32,60%	01/05/2017
CE	Conj. Aracati II	41,3	138,5	29,80%	01/04/2017
CE	Conj. Pitombeira	1,2	98,7	45,00%	22/12/2018
CE	Conj. Icarai	50,7	140,7	36,00%	01/04/2017
CE	Conj. Pedra Cheirosa	22,3	48,3	46,20%	27/06/2017
CE	UEE Icaraizinho	18,5	54,6	34,00%	14/10/2009
CE	UEE Praia Formosa	21,3	105	20,30%	26/08/2009
PE	Conj. Caetés II	92,1	181,9	50,60%	17/12/2015

Estado	Usina/Conjunto	Geração Média 2018 (MWmed)	Potência Nominal (MW)	Fator Cap. Verificado em 2018 (%)	Início da Operação Comercial
PE	Conj. Paranatama	70,2	141,345	49,70%	21/12/2015
PE	Conj. São Clemente	110,6	216,09	51,20%	01/06/2016
PE	Conj. Tacarutu	44,3	79,9	55,50%	29/01/2015
PI	Conj. Araripe III	169	357,9	47,20%	09/12/2016
PI	Conj. Chapada I	102	210	48,60%	17/12/2015
PI	Conj. Chapada III	101,3	231,6	43,80%	25/01/2016
PI	Conj. Chapadinha	98,6	205,8	47,90%	01/08/2017
PI	Conj. São Basílio	83,6	189	44,20%	07/07/2016
PI	Conj. Chapada II	90,7	205,1	44,20%	29/06/2015
PI	Conj. Lagoa do Barro I	4	195	17,10%	27/10/2018
RN	UEE Alegria I	14,8	51	29,10%	30/12/2010
RN	UEE Alegria II	27,5	100,65	27,40%	30/12/2011
RN	UEE Miassaba 3	20	68,47	29,10%	01/02/2014
RN	UEE Rei dos Ventos	16,6	58,45	28,40%	01/02/2014
RN	UEE Rei dos Ventos	17,5	60,12	29,10%	01/02/2014
RN	Conj. Riachão	54,1	145,8	37,10%	01/04/2017
RN	Conj. União dos Ventos	106,1	234,7	45,20%	02/04/2014
RN	Conj. Modelo	28,4	56,4	50,40%	24/10/2014
RN	Conj. Morro dos Ventos	67,1	173,4	38,70%	01/04/2014
RN	Conj. Santa Clara	59,7	188	31,70%	01/04/2014
RN	Conj. Asa Branca	55,3	160	34,60%	13/01/2015
RN	Conj. Baixa do Feijão	93,4	218,7	42,70%	19/05/2016
RN	Conj. Bloco Sul	87,8	155,4	56,50%	11/08/2016
RN	Conj. Brisa Potiguar	83,7	183,6	45,60%	13/04/2015
RN	Conj. Cabeço Preto	54,1	144,4	47,50%	07/11/2016
RN	Conj. Campo dos	47,3	105,6	44,80%	01/04/2016
RN	Conj. Macacos	35,1	78,2	44,90%	01/12/2014
RN	Conj. Morro dos Ventos	37,7	89,16	42,30%	01/12/2014
RN	Conj. Olho d'Água	42,3	94	44,90%	20/02/2015
RN	Conj. Renascença	71	150	47,30%	29/12/2014
RN	Conj. Renascença	31,5	60	52,50%	13/01/2015
RN	Conj. Calango 1	27,2	60	45,30%	19/01/2016
RN	Conj. Calango 2	40,2	90	44,60%	19/01/2016
RN	Conj. Calango 3	47,7	84	56,70%	22/12/2016
RN	Conj. Serra de Santana	51	96	53,10%	20/02/2016
RN	Conj. Serra de Santana	60,5	108	56,00%	20/02/2016
RN	Conj. Amazonas	115,8	219,3	52,80%	07/12/2015
RN	Conj. Areia Branca	17,8	50,4	35,20%	01/04/2017
RN	Conj. Carcará II	49,9	90	55,40%	29/12/2014
RN	Conj. Mangue Seco	35,2	104	33,80%	01/04/2017
RN	Conj. Carnaúbas	56,2	108	52,00%	17/06/2017
RN	Conj. Cutia	0,4	289,8	16,40%	29/12/2018
RS	UEE Xangri-lá	8,5	27,675	30,70%	11/12/2014
RS	Conj. Livramento 2*	58,8	163,2	36,00%	20/11/2013
RS	Conj. Marmeleiro 2	98,5	207	47,60%	16/11/2016
RS	Conj. Atlântica	48,5	120	40,40%	05/11/2013
RS	Conj. Lagoa dos Barros	92,2	317,9	29,00%	01/05/2017
RS	UEE Cidreira I	23,7	70	33,80%	21/05/2011
RS	Conj. Quinta 138 kV	45,3	108	42,00%	21/11/2014
RS	Conj. Quinta 69 kV	23,6	64	36,90%	29/12/2014
RS	Conj. Santa Vitória do	209,5	582,79	36,00%	05/08/2014
RS	Conj. Viamão 3	21,6	59,8	36,20%	01/01/2017

Estado	Usina/Conjunto	Geração Média 2018 (MWmed)	Potência Nominal (MW)	Fator Cap. Verificado em 2018 (%)	Início da Operação Comercial
SC	Conj. Água Doce**	17,3	129	13,40%	27/10/2011
SC	Conj. Bom Jardim**	2,9	93	3,20%	06/07/2011
N	TOTAL	118,5	328,8	51,60%	-
NE	TOTAL	4.414,8	11.389,6	44,00%	-
S	TOTAL	650,4	1.942,4	33,50%	-
SIN	TOTAL	5.183,7	13.631,1	42,50%	-

Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2019b).

Notas:

* A potência instalada do Conj. Livramento 2 considerada não contempla as UEEs Cerro Chato IV, V e VI e Cerro dos Trindade – totalizando 54 MW –, que tiveram a operação comercial suspensa em 05/10/2015 pelo Despacho SFG/ANEEL nº 3.373;

** A Energimp formalizou ao ONS, em 10/06/2016, uma indisponibilidade de 46,5 MW e 63 MW para os Conjuntos Água Doce e Bom Jardim, respectivamente, devido à queda de aerogeradores.

ANÁLISES DE 2018 DISPONÍVEIS

- Aquicultura e pesca - 11/2018
- Indústria da construção civil - 11/2018
- Grãos: feijão, milho e soja - 11/2018
- Bovinocultura leiteira 2 - 11/2018
- Setor hoteleiro no Brasil - 11/2018
- Cajucultura - 11/2018
- Comércio 2018/2019 - 11/2018
- Café - 10/2018
- Petroquímica - 10/2018
- Vestuário - 10/2018
- Bovinocultura leiteira 1 - 10/2018
- Citricultura - 09/2018
- Floricultura - 09/2018
- Comércio eletrônico (E-commerce) - 09/2018
- Mandiocultura - 09/2018
- Saneamento básico - 08/2018
- Couros e calçados - 08/2018
- Indústria siderúrgica - 08/2018
- Energia eólica - 08/2018
- Fruticultura - 07/2018
- Bebidas não alcoólicas - 07/2018
- Grãos - 06/2018
- Móveis - 06/2018
- Energia solar - 05/2018
- Bebidas alcoólicas - 05/2018
- Mel - 04/2018
- Carnes - 04/2018
- Saúde - 04/2018
- Algodão - 03/2018
- Alimentos - 03/2018
- Sucroenergético - 02/2018
- Shopping Centers - 02/2018
- Petróleo e gás natural - 01/2018

ANÁLISES SETORIAIS ANTERIORES

<https://www.bnb.gov.br/publicacoes/CADERNO-SETORIAL>

CONHEÇA OUTRAS PUBLICAÇÕES DO ETENE

<https://www.bnb.gov.br/publicacoes-editadas-pelo-etene>

ANÁLISES PREVISTAS PARA 2019

Título	Previsão
Panorama da agropecuária no Nordeste	fevereiro-19
Telecomunicações	fevereiro-19
Petróleo e gás natural	março-19

ANÁLISES PREVISTAS PARA 2019

Biocombustíveis	abril-19
Micro e pequenas empresas	abril-19
Móveis	abril-19
Microgeração de energia	abril-19
Indústria de alimentos	abril-19
Bovinocultura leiteira	abril-19
Tecnologia da informação	abril-19
Commodities agrícolas nordestinas	maio-19
Energia solar	maio-19
Hortaliças: batata e tomate	maio-19
Locação de imóveis	maio-19
Sucroenergético	maio-19
Indústria de bebidas alcoólicas	junho-19
Saúde	junho-19
Grãos: feijão, milho e soja	junho-19
Carnes	junho-19
Comércio eletrônico	julho-19
Floricultura	julho-19
Couros e calçados	julho-19
Indústria de bebidas não alcoólicas	julho-19
emprego e renda agrícolas	julho-19
Indústria da construção civil	agosto-19
Setor têxtil	agosto-19
Cafeicultura	agosto-19
Fruticultura	agosto-19
Indústria siderúrgica	agosto-19
Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula	setembro-19
Rochas ornamentais	setembro-19
Vestuário	setembro-19
Indústria petroquímica	outubro-19
Cajucultura nordestina	outubro-19
Citricultura	outubro-19
Hotéis	outubro-19
Grãos: feijão, milho e soja	outubro-19
Comércio	outubro-19
Energia térmica	outubro-19
Aquicultura e pesca	novembro-19
Cocoicultura nordestina	novembro-19
Silvicultura	novembro-19
Turismo	novembro-19
Serviços	novembro-19
Algodão	dezembro-19