



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Planejamento
e Gestão

IPECE

Informe

Nº 141 – Dezembro/2018

**Panorama da produção de energia
elétrica no Estado do Ceará: Um
enfoque para a matriz eólica**

Governador do Estado do Ceará

Camilo Sobreira de Santana

Vice-Governadora do Estado do Ceará

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretaria do Planejamento e Gestão – SEPLAG

Francisco de Queiroz Maia Júnior – Secretário

Antônio Sérgio Montenegro Cavalcante – Secretário adjunto

Júlio Cavalcante Neto – Secretário executivo

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE**Diretor Geral**

Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto

Diretoria de Estudos Econômicos – DIEC

Adriano Sarquis Bezerra de Menezes

Diretoria de Estudos Sociais – DISOC

João Mário de França

Diretoria de Estudos de Gestão Pública – DIGEP

Cláudio André Gondim Nogueira

Gerência de Estatística, Geografia e Informação – GEGIN

Marília Rodrigues Firmiano

IPECE Informe – Nº 141 – Dezembro/2018**DIRETORIA RESPONSÁVEL:**

Gerência de Estatística, Geografia e Informação - GEGIN

Elaboração:

Rafaela Martins Leite Monteiro (Assistente Técnica)

Cleyber Nascimento de Medeiros (Analista de Políticas Públicas)

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) é uma autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará. Fundado em 14 de abril de 2003, o IPECE é o órgão do Governo responsável pela geração de estudos, pesquisas e informações socioeconômicas e geográficas que permitem a avaliação de programas e a elaboração de estratégias e políticas públicas para o desenvolvimento do Estado do Ceará.

Missão: Propor políticas públicas para o desenvolvimento sustentável do Ceará por meio da geração de conhecimento, informações geossocioeconômicas e dá assessoria ao Governo do Estado em suas decisões estratégicas.

Valores: Ética e transparência; Rigor científico; Competência profissional; Cooperação interinstitucional e Compromisso com a sociedade.

Visão: Ser uma Instituição de pesquisa capaz de influenciar de modo mais efetivo, até 2025, a formulação de políticas públicas estruturadoras do desenvolvimento sustentável do estado do Ceará.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) -
Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, s/n | Edifício SEPLAG | Térreo -
Cambeba | Cep: 60.822-325 |
Fortaleza, Ceará, Brasil | Telefone: (85) 3101-3521
<http://www.ipece.ce.gov.br/>

Sobre o IPECE Informe

A Série **IPECE Informe**, disponibilizada pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), visa divulgar análises técnicas sobre temas relevantes de forma objetiva. Com esse documento, o Instituto busca promover debates sobre assuntos de interesse da sociedade, de um modo geral, abrindo espaço para realização de futuros estudos.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE 2018

IPECE informe / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: Ipece, 2018

ISSN: 2594-8717

1. Economia Brasileira. 2. Economia Cearense. 3. Aspectos Econômicos. 4. Aspectos Sociais. 5. Mercado de Trabalho.

Nesta Edição

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) disponibiliza para a sociedade o presente Informe, que tem por objetivo analisar a produção de energias renováveis no estado do Ceará, sua evolução e perspectivas, com destaque para a produção da matriz eólica.

A produção de energia elétrica consiste em um importante insumo para o crescimento socioeconômico de qualquer país, por isso é necessário que haja um abastecimento por meio de fontes adequadas, perenes e confiáveis.

Neste contexto, a relevância deste estudo concretiza-se na emergente necessidade da diversificação das fontes de energia elétrica, como forma de reduzir a dependência das reservas hídricas assim como controlar as emissões de gases do efeito estufa, tendo em vista os riscos do aumento da temperatura média do planeta e das mudanças climáticas.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) disponibiliza para a sociedade o presente Informe, que tem por objetivo analisar a produção de energias renováveis no estado do Ceará, sua evolução e perspectivas, com destaque para a produção da matriz eólica.

A produção de energia elétrica consiste em um importante insumo para o crescimento socioeconômico de qualquer país, por isso é necessário que haja um abastecimento por meio de fontes adequadas, perenes e confiáveis.

Ressalta-se que o acesso à energia elétrica é um indicador clássico utilizado na classificação das condições socioeconômicas de uma população, sendo um recurso primordial para o suprimento de quase todas as atividades básicas do ser humano.

Para Kageyama e Hoffmann (2006), o acesso à energia é parte fundamental da qualidade de vida dos cidadãos e insumo importante para a atividade econômica, portanto, deve constar em qualquer agenda que envolva discussão sobre metas sociais e desenvolvimento econômico.

Salienta-se que como indica a FGV (2015), a matriz de energia elétrica escolhida deve apresentar o melhor retorno financeiro e econômico possível, mas também deve-se considerar os aspectos sociais e ambientais, ponderando os impactos e analisando a viabilidade técnica e operacional.

Neste contexto, a relevância deste estudo concretiza-se na emergente necessidade da diversificação das fontes de energia elétrica, como forma de reduzir a dependência das reservas hídricas assim como controlar as emissões de gases do efeito estufa, tendo em vista os riscos do aumento da temperatura média do planeta e das mudanças climáticas.

Sendo assim, trazer uma visão sobre essa temática torna-se necessário para informar a sociedade sobre o panorama geral dessa situação, além de subsidiar políticas públicas, de modo a otimizar a produção, auxiliar no direcionamento dos investimentos e reduzir os impactos socioambientais decorrentes da produção elétrica.

Este Informe está estruturado em seis seções: Introdução; Panorama da Energia Elétrica no Brasil; Produção Elétrica no Ceará; Análise da Energia Eólica no Ceará; Perspectivas de Crescimento e, por fim, as Considerações Finais.

2. Panorama da Energia Elétrica no Brasil

Historicamente, o desenvolvimento das atividades econômicas em todo o mundo foi pautado na utilização de combustíveis fósseis, responsáveis por grande parte dos problemas ambientais encontrados na atualidade, sobretudo, os relativos ao aquecimento global.

Ainda hoje a maior parte da economia mundial é dependente da exploração de energias não renováveis, especialmente os combustíveis fósseis e, segundo o relatório REN21 – *Renewables Global Status Report* (2017) eles representam mais de 75% do consumo mundial. Por outro lado, este mesmo relatório demonstra uma transição no padrão de produção do sistema energético mundial, com significativa adição de energias renováveis na capacidade instalada global.

As energias renováveis são assim definidas por apresentarem ciclos contínuos, que se repetirão em espaços de tempo relativamente curtos, ao contrário dos combustíveis fósseis, utilizados na geração convencional, que apresentam um ciclo de formação de milhões de anos e estão presentes na natureza em quantidade limitada (FGV, 2015).

A necessidade de ampliar as fontes alternativas no país se torna evidente ao analisar os dados de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) no Brasil, onde o setor de energia representa a segunda maior fonte de emissões brutas de GEE (26% das emissões), e, se tratando das emissões líquidas, esse setor é a principal fonte de emissões, representando 36% do valor total, com dados para o ano de 2016 (SEEG, 2016). Ainda no ano de 2016 o Brasil gerou 58,61 MtCO₂ em GEE provenientes da geração de energia elétrica (EPE, 2017).

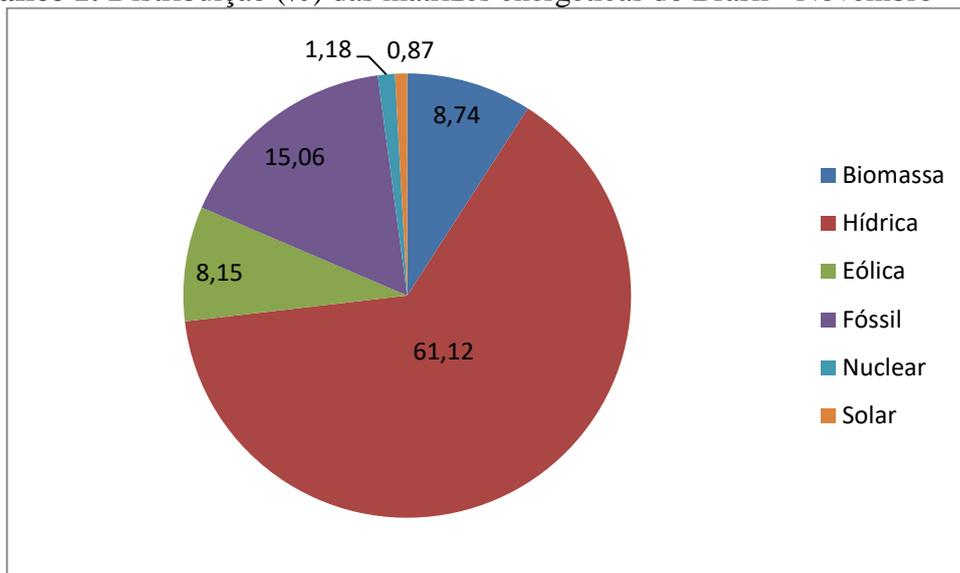
Somam-se ao fator ambiental os elevados custos da produção de energia de fontes fósseis, que apresentam custos superiores aos custos com a produção hidrelétrica, por exemplo. Segundo informações do Jornal O Estado (2015), enquanto um megawatt/hora (MW/h) gerado numa hidrelétrica custa em média R\$ 120,00, nas usinas térmicas esse valor pode chegar a R\$ 800,00, considerando-se as diferenças regionais do país.

As políticas de estímulos à geração de fontes renováveis podem ser consideradas ainda jovens no Brasil, a exemplo do primeiro leilão voltado exclusivamente para fontes alternativas no país, que ocorreu somente no ano de 2007.

Parte dessas políticas é viabilizada por meio de tributos embutidos nos valores pagos compulsoriamente pelos consumidores (variando de acordo com as classes de consumidores), em encargos como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) e a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), que tem partes de seus recursos destinados a subsidiar o desenvolvimento de fontes alternativas de energia (ANEEL, 2008).

O PROINFA, criado por meio da lei de nº 10.438 de 2002 e coordenado pelo Ministério das Minas e Energia (MME), tem o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na produção energética nacional. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), também possui grande participação nos investimentos na produção de energias renováveis no país, até o ano de 2017, foram mais de três bilhões de reais de investimentos no setor.

Segundo o Banco de Informação de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as principais fontes de energia renováveis produzidas atualmente no Brasil são a hídrica (61,12%), biomassa (8,74%) e eólica (8,15%), conforme apresentado no Gráfico 1. O referido gráfico ilustra a distribuição das matrizes energéticas no país no ano de 2018, ressaltando-se que a expressiva participação de fontes renováveis no Brasil é decorrente da utilização da matriz hídrica, principal fonte de geração no país.

Gráfico 1: Distribuição (%) das matrizes energéticas do Brasil - Novembro - 2018

Fonte: BIG ANEEL, novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

Destaca-se que a produção e o consumo de energia elétrica variam de forma significativa entre os Estados brasileiros, decorrente, sobretudo, das condições socioeconômicas e particularidades geográficas de cada região.

Algumas dessas particularidades, como relevo, distância, clima, por vezes são complicadores que dificultam a integração das redes de transmissão e distribuição do Sistema Interligado Nacional (SIN), responsável pela produção e transmissão de energia elétrica em todo o país.

Devido essas complicações, o país utiliza os chamados Sistemas Isolados, que não estão interligados ao SIN e abastecem atualmente 237 localidades isoladas no país, a maior parte na Região Norte, nos Estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Pará, além da Ilha de Fernando de Noronha e algumas localidades de Mato Grosso. Essas áreas apresentam baixa demanda e representam apenas 1% da carga total do país (ONS, 2018).

A grande problemática dos Sistemas Isolados consiste no fato de serem abastecidos, predominantemente, por usinas térmicas movidas a combustíveis fósseis como óleo diesel, elevando assim os custos da produção e contribuindo para as emissões de gases poluentes.

As matrizes energéticas predominantes variam de acordo com a disponibilidade de recursos naturais e econômicos de cada Unidade da Federação. A Tabela 1, abaixo, exhibe a capacidade instalada de cada tipo de matriz energética para todos os Estados brasileiros.

Tabela 1: Capacidade instalada de geração por matriz elétrica por Estado – Novembro/2018.

UF	Potência total		Hidrelétrica ¹		Termoelétrica		Solar		Eólica	
	kw	%	kw	%	kw	%	kw	%	kw	%
AC	115.728	0,07	-	0,00	115.708	0,29	-	0,00	0	0,00
AL	746.387	0,47	404.384	0,40	342.003	0,85	-	0,00	0	0,00
AM	1.979.248	1,24	274.710	0,27	1.704.362	4,25	176	0,01	0	0,00
AP	1.030.316	0,64	941.950	0,92	84.327	0,21	4.039	0,28	0	0,00
BA	11.297.712	7,05	5.717.695	5,59	1.813.249	4,52	460.728	32,29	3.252.041	23,68
CE	4.115.735	2,57	1.263	0,00	2.153.158	5,37	5.000	0,35	1.956.264	14,24
DF	56.358	0,04	30.000	0,03	26.358	0,07	-	0,00	0	0,00
ES	1.573.679	0,98	536.735	0,52	1.036.932	2,59	13	0,00	0	0,00
GO	7.712.973	4,81	5.872.978	5,74	1.839.996	4,59	-	0,00	0	0,00
MA	3.815.423	2,38	1.087.000	1,06	2.507.548	6,26	52	0,00	220.823	1,61
MG	16.359.243	10,21	13.502.135	13,20	2.533.071	6,32	323.881	22,70	156	0,00
MS	2.481.658	1,55	311.519	0,30	2.170.138	5,41	1	0,00	0	0,00
MT	3.086.142	1,93	2.213.762	2,16	869.520	2,17	2.860	0,20	0	0,00
PA	18.052.986	11,27	16.920.122	16,54	519.549	1,30	2.205	0,15	0	0,00
PB	851.279	0,53	4.520	0,00	614.959	1,53	74.600	5,23	157.200	1,14
PE	4.279.378	2,67	1.504.403	1,47	1.980.991	4,94	10.000	0,70	783.985	5,71
PI	2.096.986	1,31	237.300	0,23	87.486	0,22	270.000	18,92	1.502.200	10,94
PR	16.688.965	10,42	14.985.680	14,65	1.700.763	4,24	22	0,00	2.500	0,02
RJ ¹	6.506.759	5,30	1.279.338	1,25	5.198.571	12,97	800	0,06	28.050	0,20
RN	4.361.100	2,72	-	0,00	521.539	1,30	117.105	8,21	3.722.456	27,10
RO	8.311.330	5,19	7.783.088	7,61	528.222	1,32	20	0,00	0	0,00
RR	263.878	0,16	5.000	0,00	258.878	0,65	-	0,00	0	0,00
RS	9.101.010	5,68	5.466.104	5,34	1.806.880	4,51	58	0,00	1.827.967	13,31
SC	4.738.975	2,96	3.352.984	3,28	1.136.492	2,84	4.000	0,28	245.500	1,79
SE	3.296.559	2,06	3.162.364	3,09	99.695	0,25	-	0,00	34.500	0,25
SP	23.370.290	14,59	14.885.106	14,55	8.333.965	20,79	151.217	10,60	2	0,00
TO	1.937.803	1,21	1.835.794	1,79	102.009	0,25	-	0,00	0	0,00
BRASIL	160.217.905	100,00	102.315.934	100,00	40.086.369	100,00	1.426.777	100,00	13.733.644	100,00

¹ Somados UHE, CGH e PCH.

² Possui 1.990.000 kW de geração termoneuclear.

Fonte: BIG ANEEL. Novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

De acordo com informações do BIG ANEEL, até novembro de 2018, o Brasil possui 160.217.905 kW de potência instalada total, contabilizando todas as fontes, sendo renováveis ou não. É importante ressaltar que os dados referentes a matriz nuclear (urânio) não aparecem na Tabela 1 por se concentrar apenas no Estado do Rio de Janeiro, no município de Angra dos Reis, estando mais detalhados na Tabela 2.

Os estados de São Paulo, Pará, Paraná, e Minas Gerais lideram o *ranking* de produção de energia, incluindo todas as fontes, juntos, esses Estados somam 46,49% da capacidade instalada do país. Por outro lado, Distrito Federal, Acre e Roraima se destacam pela baixa produtividade onde, juntos, somam 0,27% da produção nacional.

No tocante ao Ceará, o mesmo foi responsável, em novembro de 2018, por 2,57% da capacidade instalada nacional, ficando em 13º lugar entre as unidades federativas. As principais matrizes energéticas do Estado são a termoelétrica (55,32%) e a eólica (47,53%).

O Brasil possui atualmente 7.150 empreendimentos em operação com diversas fontes utilizadas (BIG ANEEL, 2018). A Tabela 2 (abaixo) resume a capacidade energética instalada no país por fonte utilizada e por quantidade de empreendimentos em operação, com dados de novembro de 2018.

Tabela 2: Empreendimentos energéticos por matriz – Novembro - 2018

Origem	Quantidade	Potência fiscalizada (kW)	%
Fóssil	2.433	25.361.773	15,06
Biomassa	559	14.724.616	8,74
Nuclear	2	1.990.000	1,18
Hídrica	1.337	102.927.045	61,12
Eólica	557	13.733.643	8,15
Solar	2.261	1.480.778	0,87
Total	7.150	160.217.905	100

Fonte: BIG ANEEL. Novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

Cita-se que a potência fiscalizada se refere a potência registrada a partir da operação comercial de cada empreendimento, representando de forma mais fiel a capacidade de geração que o país possui. Observa-se a forte participação da matriz hídrica na geração elétrica nacional e a ainda alta e preocupante presença de matrizes fósseis.

Na Tabela 1 os dados acerca da produção de energia a partir da matriz biomassa estão inseridos na categoria “termoelétrica”, estando esses dados mais especificados na Tabela 2 acima e na Tabela 4, mais adiante neste texto.

O Brasil conta, ainda, com matriz energética advinda da importação de países como Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai. Os dados sobre importação estão descritos na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Energia oriunda de importação – Novembro - 2018

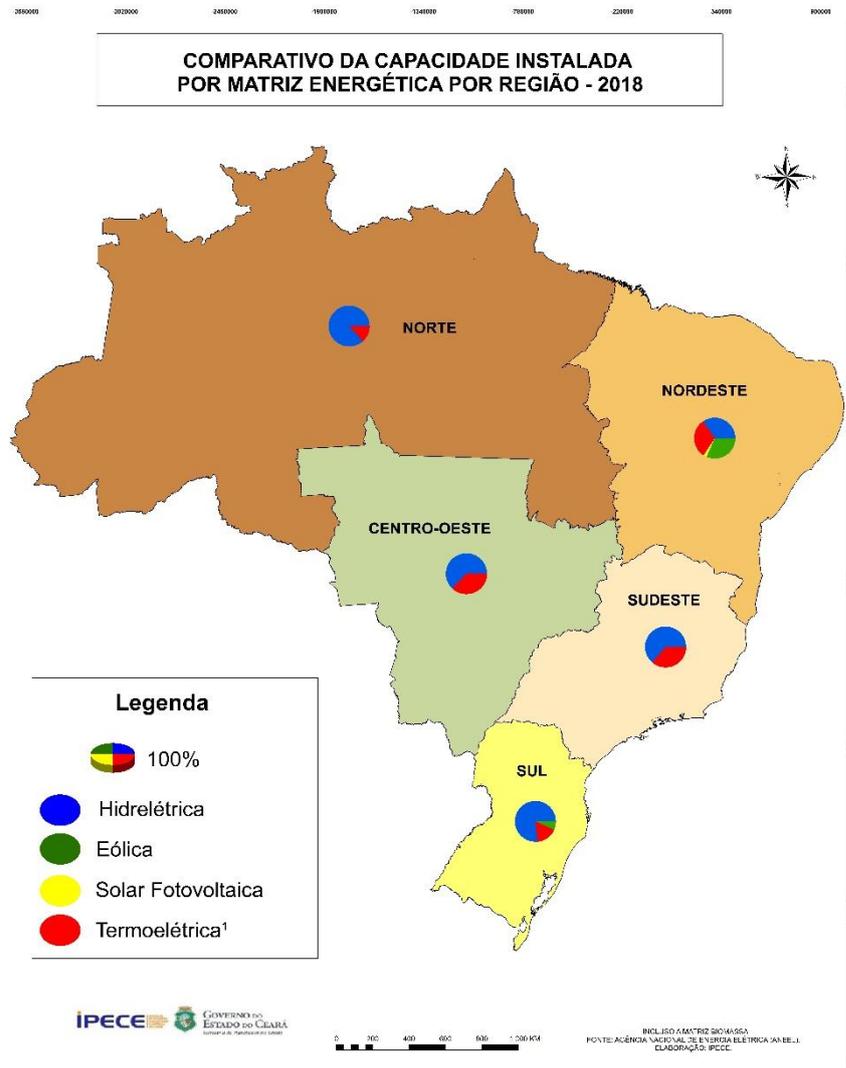
Origem	Capacidade instalada (kW)	% na capacidade nacional
Paraguai	5.650.000	3,34
Argentina	2.250.00	1,33
Venezuela	200.000	0,11
Uruguai	70.000	0,04
Total	8.170.000	4,85

Fonte: BIG ANEEL. Novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

Deste intercâmbio internacional, vale ressaltar que, desta capacidade instalada, em novembro apenas 0,3 MW estão sendo efetivamente importados e são advindos do Uruguai, segundo informações do SIN/ONS. Por meio da Portaria de nº 339 de 15 de agosto de 2018, o governo pretende estimular a importação de energia do Uruguai e Argentina. Essa medida pretende reduzir o uso de usinas térmicas em momentos de baixa nos reservatórios brasileiros, ao estimular a compra dos países vizinhos (MME, 2018).

O Mapa 1, a seguir, demonstra o comparativo da capacidade instalada no Brasil de acordo com cada matriz energética por grande região geográfica. Pode-se verificar uma maior participação das matrizes energética eólica e solar fotovoltaica na região Nordeste, evidenciando uma vantagem comparativa desta região em relação a produção de energia renovável.

Mapa 1: Comparativo da capacidade de geração elétrica por matriz energética por Região – 2018



Fonte: BIG ANEEL, Novembro - 2018.

Vale mencionar que energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina construída com complexo sistema de tecnologia que transforma energia mecânica em energia elétrica (ANEEL, 2008). A produção de energia hidrelétrica no Brasil é regulamentada e dividida de acordo com sua potência de produção e com o porte/estrutura da usina. Por definição regulatória, os empreendimentos são divididos em: Usinas Hidrelétricas (UHE), que possuem potência instalada superior a 30 MW; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), que possuem potência instalada entre 1,1 MW e 30 MW com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km², e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) que têm até 1 MW de potência instalada (ANEEL, 2008).

Por suas dimensões continentais e pela presença das maiores bacias hidrográficas do mundo, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de energia hidrelétrica, atrás somente da China. Pode-se observar, assim, a predominância da matriz hidrelétrica no país, sobretudo, pela produção proveniente de usinas como Itaipu, no Paraná, Belo Monte e Tucuruí, no Pará. O potencial hidráulico no país até novembro de 2018 chegou a 102.927.045 KW de capacidade instalada, contando com 1.337 usinas, contabilizando todas as categorias (UHE, PCH e CGH), e que corresponde a 61,12% da produção nacional.

A energia eólica é aquela obtida da energia cinética (do movimento) gerada pela migração das massas de ar provocada pelas diferenças de temperatura existentes na superfície do planeta (ANEEL, 2008). Observa-se uma baixa produção de energia eólica no país, mesmo com condições de expansão extremamente favoráveis. Pode-se verificar também uma concentração desta matriz nas regiões Nordeste e Sul. Em todo o país, apenas 14 Estados possuem algum tipo de geração desta fonte, somando 13.733.643 KW de capacidade instalada até novembro de 2018. A geração elétrica desta fonte corresponde a 8,15% de toda a capacidade instalada no país. Ao todo, o Brasil conta com 557 usinas eólicas, localizadas, principalmente, nas Regiões Nordeste e Sul.

A energia solar chega à Terra nas formas térmica e luminosa e, dependendo da tecnologia utilizada pode ser transformada em energia térmica ou elétrica. No Brasil, o principal tipo de aproveitamento solar é realizado por meio da utilização de painéis fotovoltaicos, que por sua tecnologia, tem a vantagem de não precisar do brilho do sol direto para operar, podendo gerar eletricidade também em dias nublados (ANEEL, 2008).

A geração solar fotovoltaica apresenta números extremamente baixos, sobretudo, frente à capacidade de geração natural do país. Dos 20 Estados que apresentam essa fonte de geração, apenas Minas Gerais, Bahia, Rio Grande do Norte e Piauí possuem geração significativa, ou seja, acima de 100.000 KW. No total de geração desta fonte, que representa apenas 0,87% da capacidade instalada nacional, o país conta, até novembro de 2018, com 2.261 usinas e uma capacidade instalada correspondente a 1.480.778 KW.

Não obstante, apesar de serem números muito baixos, vale citar que no ano de 2008, há dez anos, no banco de dados do sistema BIG ANEEL constava apenas uma única usina de energia solar, enquanto que em 2018 o país conta com 2.261 usinas fotovoltaicas.

Segundo a ANEEL (2008), qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. Sua origem é diversa, podendo ser agrícola (cana-de-açúcar, arroz, etc.), florestal (carvão vegetal) ou rejeitos (urbanos e industriais).

É importante ressaltar que a biomassa, fonte alternativa em grande expansão no país, não foi contabilizada na Tabela 1, pois os dados de produção desta fonte estão inseridos na categoria das fontes termelétricas. Entretanto, segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), o Brasil é o segundo maior produtor e consumidor de biocombustíveis. Em relação à infraestrutura de geração de fonte de biomassa, até novembro de 2018 o país possui 14.724.616 KW de potência instalada, que corresponde a 8,74% da produção nacional e conta com 559 usinas de variadas fontes, sendo o bagaço de cana-de-açúcar e os resíduos florestais as mais utilizadas. A Tabela 4, abaixo, detalha a produção de biomassa no país em novembro de 2018.

Tabela 4: Capacidade instalada de geração elétrica por biomassa no Brasil - Novembro - 2018

Fonte	Número de usinas	Total da capacidade instalada (KW)	Participação na produção nacional (%)
Agroindustriais	421	11.399.656	6,76
Biocombustíveis líquidos	3	4.670	0,00
Floresta	99	3.177.430	1,88
Resíduos animais	14	4.481	0,00
Resíduos sólidos urbanos	22	138.379	0,08
Total	559	14.724.616	8,74

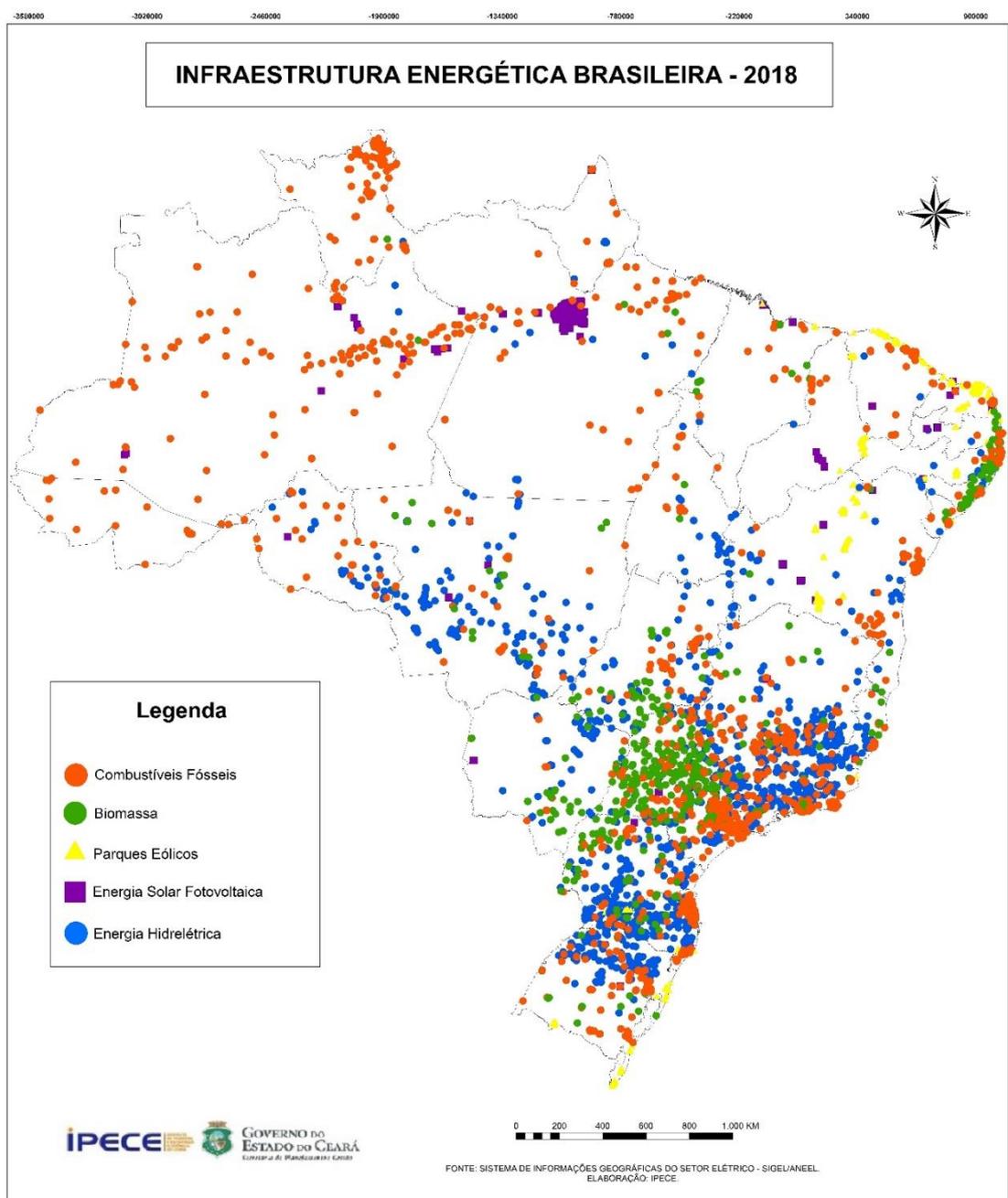
Fonte: BIG ANEEL, novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

O termo combustíveis fósseis define um conjunto de elementos formados por uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos resultantes da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos (ANEEL, 2002).

A produção elétrica proveniente de combustíveis fósseis ainda é uma realidade preocupante no país, tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental. Até novembro de 2018, o país conta com 25.361.773 KW de capacidade instalada dessas fontes e com 2.433 usinas, sendo o óleo diesel e o gás natural as principais fontes. A produção por essa matriz se concentra na Região Sudeste e Nordeste do Brasil.

A distribuição geográfica das matrizes energéticas, de uma maneira geral, é influenciada pela distribuição dos recursos naturais no território brasileiro, pela demanda do mercado consumidor, além das condições socioeconômicas. O Mapa 2 apresenta a repartição geográfica da infraestrutura energética do país conforme a fonte utilizada na geração elétrica. É importante destacar que consta no Mapa 2 a representação apenas dos empreendimentos em fase de operação no país. Os demais estágios de implantação, ou as usinas desativadas não constam neste mapa.

Mapa 2: Distribuição da infraestrutura energética brasileira - 2018



Fonte: SIGEL/ANEEL. Elaboração: IPECE.

Observa-se no mapa a predominância da geração hidrelétrica nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Esse fato pode ser explicado pelo relevo e clima da região, que proporcionam a ocorrência de quedas d'água com elevadas altitudes e estimulam o aproveitamento hidrelétrico. Na Região Norte pode-se observar a forte presença de usinas termelétricas com uso de combustíveis fósseis. É importante ressaltar o contraste entre a baixa quantidade de usinas e a alta produtividade hidrelétrica na Região. Esse fator pode ser explicado pela presença de usinas de grande porte como Tucuruí e Belo Monte.

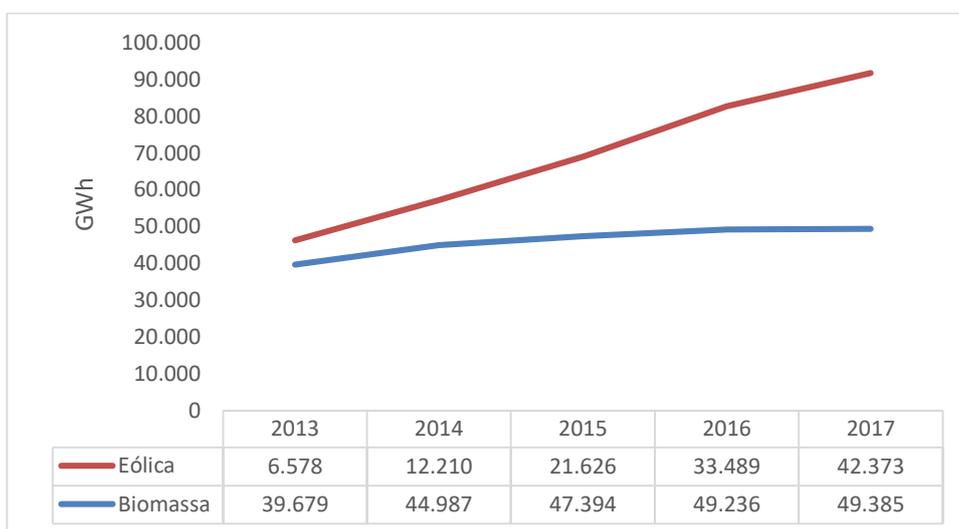
Na Região Nordeste, nota-se uma baixa produtividade hidrelétrica devido à predominância do clima semiárido, que limita a disponibilidade hídrica em grandes áreas da Região. A exceção se dá, sobretudo, pela presença do Rio São Francisco, que alimenta grandes usinas hidrelétricas como Sobradinho e Paulo Afonso, ambas na Bahia, e Xingó, localizada entre os Estados de Sergipe e Alagoas. Em contrapartida, as condições semiáridas proporcionam à Região Nordeste grande potencialidade no desenvolvimento de energias renováveis complementares, como a eólica e solar.

As usinas de biomassa estão concentradas no Sudeste e no litoral nordestino, sobretudo, em áreas de concentração de produção de cana-de-açúcar. A Região Sul do país também se destaca pela produção eólica, sendo a segunda região de maior expressividade no setor.

Em termos de representatividade espacial, as fontes alternativas complementares (excetuando-se a hidrelétrica), principalmente, a eólica e a solar apresentam-se pouco expressivas, denotando baixíssima produtividade e grande concentração espacial.

Entretanto, mesmo frente esses dados, vale ressaltar as energias renováveis alternativas (eólica e biomassa) aumentaram sua participação na geração nacional nos últimos anos, como mostra o Gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2: Evolução da geração elétrica pelas fontes Eólica e Biomassa nos últimos cinco anos no Brasil.



Fonte: EPE, 2018. Elaboração: IPECE.

A matriz solar não foi contemplada no gráfico acima por não apresentar expressividade na produção nacional. A expectativa é que a tendência mundial de crescimento de matrizes renováveis se mantenha para os próximos anos, e que a produção de fontes renováveis se expanda de forma significativa por todo o país.

Neste contexto, é necessário diversificar a matriz energética nacional como forma de reduzir a relação de dependência entre a produção elétrica e as condições hidrológicas dos reservatórios, reduzindo, assim, a vulnerabilidade do setor aos eventos climáticos extremos, como secas prolongadas.

3. O panorama da produção energética no Ceará

O Estado do Ceará possui aproximadamente 93% do seu território inserido no clima semiárido, fato que proporciona condições climáticas específicas como escassez e irregularidade pluviométrica, índices de evaporação superiores aos de precipitação, gerando balanços hídricos anuais negativos, elevada incidência solar anual, recursos hídricos intermitentes, entre outras características geoambientais.

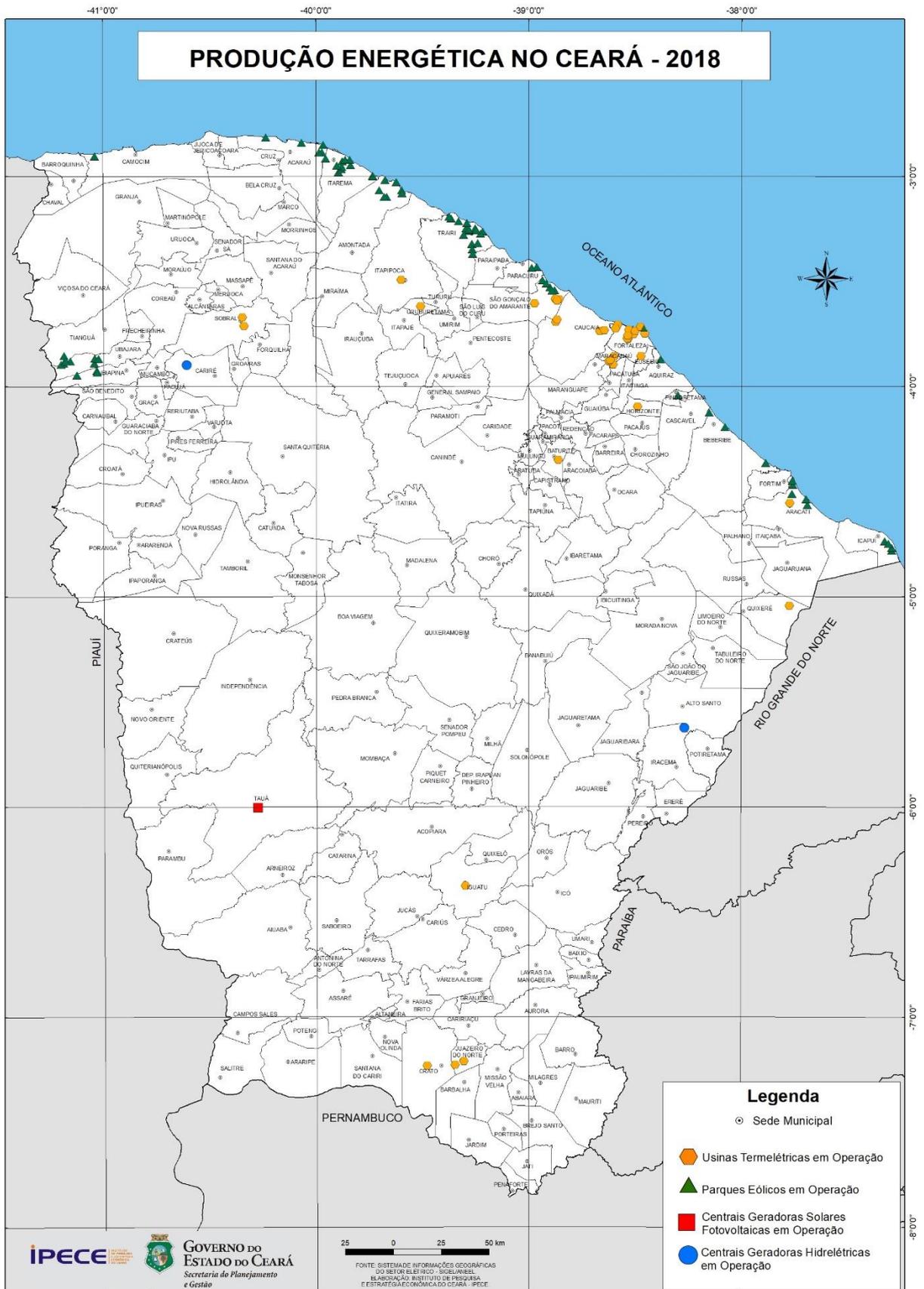
Esses condicionantes ambientais propiciam cenários tanto favoráveis quanto desfavoráveis à produção de diferentes fontes elétricas. Em relação às fontes eólica e solar o Estado apresenta vantagens naturais competitivas, com índices superiores a diversos Estados do país. Já em relação à geração hidrelétrica, o Ceará apresenta baixa produtividade pela deficiência de recursos hídricos de superfície necessários a esse tipo de produção.

Observa-se uma concentração da produção energética no litoral do Estado, sobretudo, devido às melhores condições anemométricas. No que diz respeito à energia termelétrica, há uma maior concentração da produção na Região Metropolitana de Fortaleza, principalmente nos municípios de Caucaia, Fortaleza, Maracanaú e São Gonçalo do Amarante, e em menor escala na região do Cariri, nos municípios de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha.

Pode-se observar, também, uma deficiência de infraestrutura energética nas regiões dos Sertões Central e de Canindé, área de grande potencialidade de geração solar fotovoltaica que pode vir a ser explorada.

É possível observar também uma descentralização da produção eólica em direção a Serra da Ibiapaba, que apresenta boas condições anemométricas em função do relevo. De uma maneira geral, evidencia-se que a produção energética do Estado se concentra no litoral tanto pela disponibilidade da infraestrutura, tanto pelas condições dos recursos naturais necessários, como o vento, por exemplo, quanto pela proximidade do mercado consumidor de maior demanda, sobretudo a Região Metropolitana de Fortaleza. O Mapa 3 resume, e ilustra, a distribuição espacial das usinas geradoras de eletricidade em fase de operação no Estado do Ceará, contabilizadas até o mês de novembro de 2018.

Mapa 3: Produção energética no Ceará - 2018



Fonte: SIGEL/ANEEL. Novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

A produção energética atual do Ceará apresenta uma maior participação do tipo termelétrica (52,32%) acompanhada da eólica (47,53%), sendo estas as principais matrizes a compor a capacidade instalada do Estado (Tabela 5). Em seguida, tem-se a energia solar fotovoltaica (0,12%) e a hídrica gerada por meio das Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH (0,03%).

Tabela 5: Empreendimentos em Operação¹ no Ceará - 2018

Tipo	Quantidade de usinas	Potência (KW)	% de participação na matriz estadual
Central Geradora Hidrelétrica - CGH	02	1.263	0,03
Eólica – EOL	76	1.956.264	47,54
Solar Fotovoltaica – UFV	01	5.000	0,12
Termelétrica – UTE	36	2.153.158	52,30
Total	116	4.115.735	100,00

Fonte: BIG ANEEL, novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

¹ São consideradas usinas em operação aquelas que iniciaram a operação comercial a partir da primeira unidade geradora.

Os dados da mencionada tabela foram retirados do Banco de Informações de Geração - BIG da ANEEL e são referentes à produção do Estado até o mês de novembro de 2018. É importante ressaltar que esses dados se referem à capacidade instalada de geração elétrica do Estado, e não ao consumo de energia. Os dados referentes ao consumo serão mencionados em seções posteriores. A seguir, tem-se um breve panorama de cada matriz energética presente no Estado, seguido de seus principais condicionantes e características.

3.1 Geração Hidrelétrica

No Ceará, a produção hidrelétrica é realizada por meio das Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) que, como citado anteriormente, possuem capacidade de geração de até 1 MW de potência. O Estado conta com duas CGHs, a usina Taquara e a usina Figueiredo.

A usina Taquara localiza-se no município de Cariré, na região de planejamento do Sertão de Sobral, e barra o Rio Jaibaras. A CGH de Taquara é capaz de gerar 860 KW de potência. A Usina Figueiredo está localizada entre os municípios de Alto Santo e Iracema, na região do Vale do Jaguaribe e barra o Rio Figueiredo, sendo capaz de gerar 403 KW de potência (BIG ANEEL, 2018).

Essas duas usinas correspondem ao total de produção de energia hidrelétrica do Estado onde, somadas, possuem 1.263 KW de potência, e representam 0,03% da produção estadual (BIG ANEEL, 2018).

Na tentativa de ampliar o uso de fontes não poluentes no Ceará, projeta-se para o Estado o aumento do uso da fonte hidrelétrica com a construção de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), denominada PCH Castanhão no município de Alto Santo, no Vale do Jaguaribe, que irá barrar o Rio Jaguaribe. A PCH Castanhão tem previsão de conclusão para o ano de 2020, conforme informações do Ministério de Minas e Energia. A usina terá capacidade de 9.000 KW de potência.

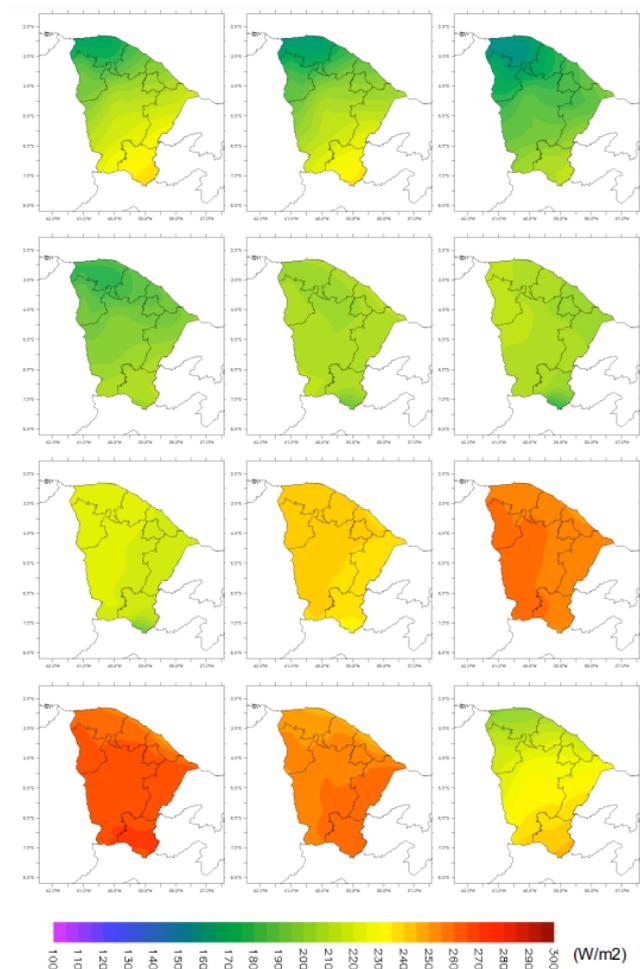
3.2 Solar

A localização geográfica do Nordeste brasileiro proporciona, em média, 2.500 horas de insolação por ano, viabilizando uma extensa área disponível para exploração da energia solar (FUNCEME, 2010).

Segundo análise do Atlas Solarimétrico do Ceará (2010), existe certa variação na radiação solar anual incidente no Estado e os menores índices de radiação concentram-se entre os meses de dezembro a maio, período de maior influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que proporciona maiores índices de precipitação e nebulosidade. Os meses de junho e julho ainda apresentam radiação média e, de agosto a novembro, período mais seco do Estado, ocorre os maiores valores de radiação solar incidente, assim como menor disponibilidade dos recursos hídricos.

Ainda de acordo com o Atlas Solarimétrico (2010), os picos de insolação no Estado ocorrem durante o mês de outubro. A análise da insolação no Ceará, Figura 1, ilustra a variação mensal na incidência de radiação. As médias foram calculadas para o ano de 2008 e estão dispostos em watt por metro quadrado (W/m^2).

Figura 1: Média mensal da radiação solar no Ceará – 2008



Fonte: FUNCEME, 2010.

Como mencionado anteriormente, os índices de radiação apresentam-se inconstantes durante o ano, possuem uma relação inversamente proporcional às condições pluviométricas e diretamente proporcionais as condições anemométricas. Por isso, mesmo com certa inconstância na disponibilidade deste recurso, ele pode ser usado como complementaridade às fontes hídricas e eólicas.

Entretanto, observa-se uma subutilização desse potencial em todo o país, explicada por diversos fatores, principalmente, o elevado custo de sua produção, ainda muito oneroso no país devido ao alto preço dos equipamentos e insumos da produção. A baixa demanda e a falta de estímulos governamentais para desenvolvimento desta fonte também contribuem para a baixa produção e alto custo de geração. Segundo Rangel *et. al.* (2016), a tarifa de energia solar fotovoltaica é aproximadamente 40% maior que a tarifa de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

O único empreendimento de energia solar fotovoltaica em operação no Estado é a usina Tauá, localizada no município de mesmo nome, no Sertão dos Inhamuns, que é de propriedade da MPX Tauá Energia Solar Ltda. A Usina Tauá é capaz de gerar atualmente 5.000 KW de potência e corresponde a 0,12% da produção do Estado.

3.4 Fontes Térmicas / Fósseis

A produção de energia proveniente de combustíveis fósseis no Ceará tem um peso significativo na matriz energética do Estado, uma vez que mais da metade (52,32%) da energia produzida no Estado é pertence a essa matriz. Atualmente, o Ceará conta com 36 usinas em operação, sendo o óleo diesel (72,2%) e o gás natural (16,6%) as principais fontes, totalizando uma potência instalada de 2.153.158 KW. A Região Metropolitana de Fortaleza concentra 26 das 36 usinas desta fonte no Estado, com destaque para os municípios de Fortaleza, São Gonçalo do Amarante e Caucaia.

É importante ressaltar que o Ceará não conta com nenhuma usina de produção térmica proveniente de biomassa, seguindo uma direção oposta à tendência nacional de crescimento do uso desta fonte. Vale lembrar, ainda, que a baixa disponibilidade desta matriz (como bagaço de cana ou resquícios florestais) é um dos fatores que contribuem para que essa produção não se desenvolva no Estado.

4 A Energia Eólica no Ceará

O Ceará consolidou-se como um dos principais Estados geradores de energia eólica do país, sendo esta a segunda matriz na produção do Estado, correspondendo a 47,53% da potência instalada do Ceará. Entre os Estados brasileiros, o Ceará é o terceiro na produção desta fonte, atrás somente do Rio Grande do Norte e da Bahia.

Atualmente há 76 usinas eólicas em operação no Estado, que somam uma potência de 1.956.264 KW. A Região da Grande Fortaleza concentra a maior parte da potência total do Estado, com destaque para o município de Trairi, seguida da região do Litoral Norte, Litoral Leste, Litoral Oeste/Vale do Curu e Serra da Ibiapaba. A Tabela 6, a seguir, apresenta o resumo da capacidade instalada eólica no Ceará atinente ao mês de novembro de 2018.

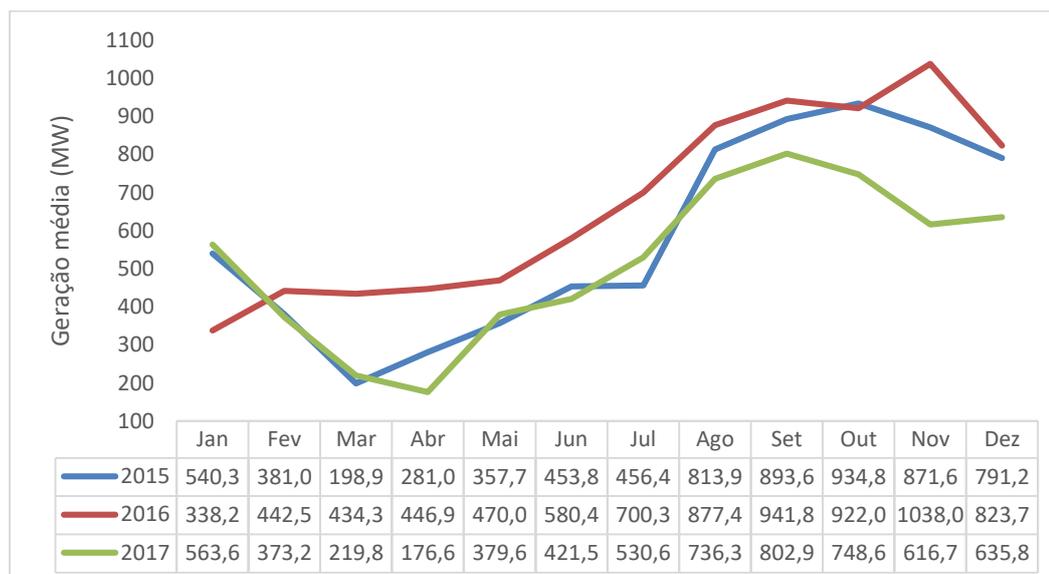
Tabela 6: Distribuição da produção eólica no Estado por Região de Planejamento - 2018

Região de Planejamento	Quantidade de usinas eólicas	Municípios	Potência outorgada total por Região (KW)
Litoral Norte	18	Acaraú; Camocim; Itarema.	546.100
Litoral Oeste/Vale do Curu	07	Fortaleza; Paracuru; São Gonçalo do Amarante, Trairi; Pindoretama; Aquiraz.	602.700
Litoral Leste	13	Aracati; Beberibe; Icapuí	356.034
Serra da Ibiapaba	11	Tianguá, Ubajara; Ibiapina.	239.330
Total	76	-	1.956.264

Fonte: BIG ANEEL. Novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

As condições anemométricas proporcionam ao Ceará um ambiente propício ao aproveitamento eólico. O Estado está imerso na contínua circulação atmosférica subequatorial dos ventos alísios, intensificados pelas brisas marinhas ao longo da costa. No caso específico do Ceará, os ventos alísios são provenientes de uma extensa área oceânica livre de obstáculos, que proporciona notável intensidade, constância e baixa turbulência. Os ventos sobre o Ceará são mais intensos durante o dia e concentram-se entre os meses mais secos, de julho a dezembro, apresentando intensidade e constância notáveis (CEARÁ, 2001).

Essas condições naturais refletem na produtividade da matriz, haja vista a variação diária e mensal na geração elétrica desta fonte. Estes atributos naturais podem ser observados no Gráfico 3, abaixo, que mostra a distribuição média mensal da geração eólica no Estado do Ceará.

Gráfico 3: Distribuição mensal da geração eólica no Ceará: 2015-2017

Fonte: ABEEÓLICA, 2017.

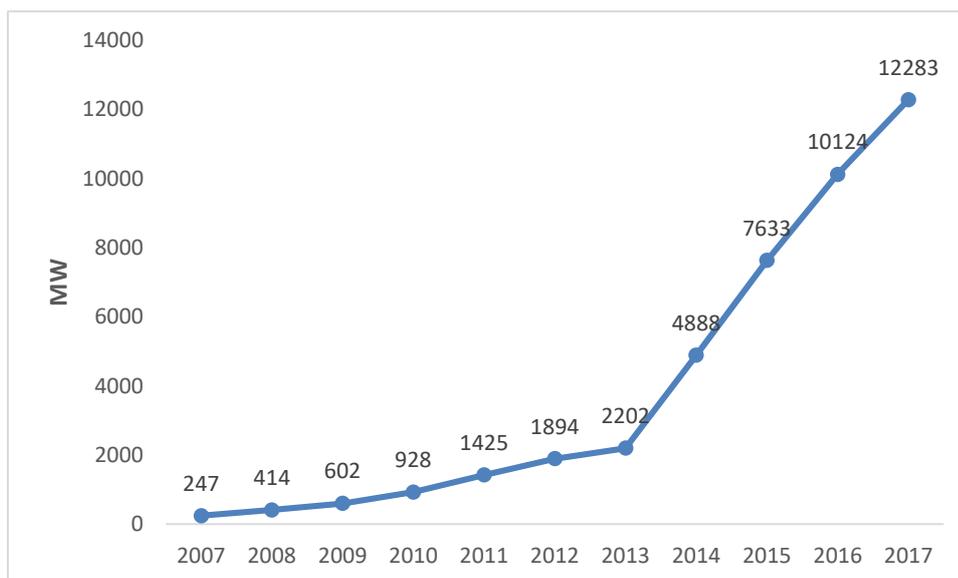
Pode-se observar que os meses de maior produção eólica estão concentrados no período seco, de agosto a dezembro. Os dados do gráfico são referentes ao boletim mensal de geração eólica (referente a dezembro de 2017), produzido pelo Operador Nacional do Sistema – ONS e analisaram a geração eólica registrada para os anos de 2015 a 2017.

No Estado do Ceará, os ventos atingem maior velocidade nos meses de estiagem, aproximadamente entre agosto e dezembro. Essa condição é benéfica para o desenvolvimento da geração eólica em momentos de seca, justamente quando os reservatórios estão com menor capacidade e precisam ser conservados de modo a priorizar o consumo humano.

Os benefícios da complementaridade da energia eólica são muitos, sobretudo, nos períodos de estiagem, no segundo semestre, onde os recursos hídricos são reduzidos, mas a velocidade dos ventos é mais intensa, garantindo maior constância e segurança na produção de energia.

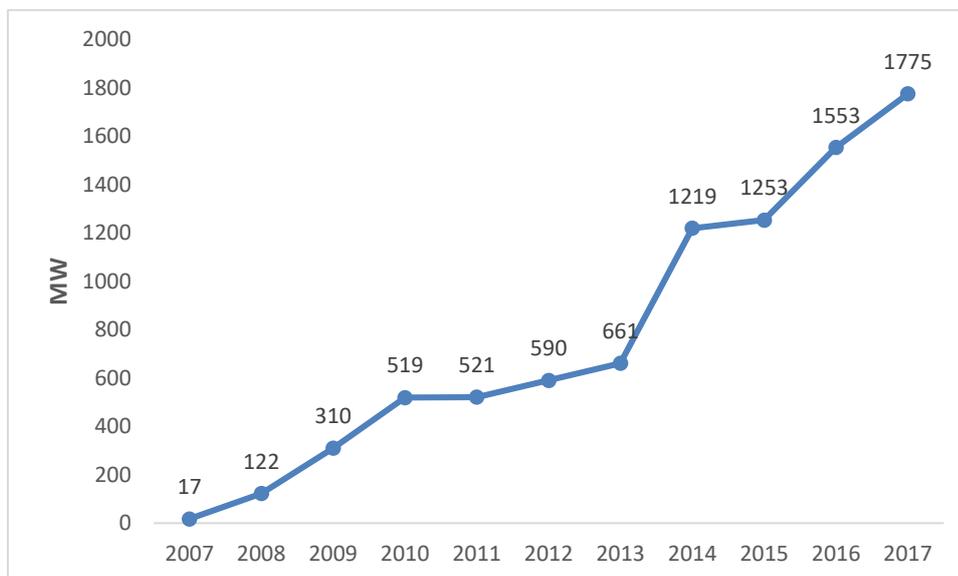
Destaca-se que o aproveitamento eólico no Estado teve início ainda no final da década de 1990, com as usinas eólicas da Taíba no município de São Gonçalo do Amarante, sendo a primeira a atuar como produtor independente desta matriz do país e a usina eólica da Prainha, no município de Aquiraz. A evolução da capacidade instalada de geração eólica no Brasil e no Estado do Ceará está ilustrada nos Gráficos 4 e 5, abaixo.

Gráfico 4: Evolução da capacidade instalada de geração eólica no Brasil
2007 - 2017



Fonte: Balanço Energético Nacional, 2007 – 2017. Elaboração: IPECE.

Gráfico 5: Evolução da capacidade instalada de geração eólica no Ceará
2007 - 2017



Fonte: Balanço Energético Nacional, 2007 – 2017. Elaboração: IPECE.

Analisando os referidos gráficos, verifica-se que a taxa de crescimento da geração eólica no Ceará superou a média do Brasil entre os anos de 2007 a 2017, onde o crescimento nacional foi de 3.998,78% enquanto o do Estado atingiu o valor de 9.035,29%.

O setor vem apresentando grande expansão em todo o país, valendo lembrar que os últimos leilões realizados pela ANEEL e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) no ano de 2017 foram, em sua maioria, direcionados à produção de energia de fontes renováveis, sobretudo, para as matrizes eólicas e solares.

Esse crescimento proporcionou uma redução significativa do valor da produção eólica. Como exemplo dessa redução, no ano de 2008 o valor da geração eólica no país custava em média R\$ 230,00/MWh (ANEEL, 2008), enquanto nos últimos leilões realizados no ano de 2017, esse valor chegou a R\$ 108,00/MWh (EPE, 2017).

Alguns fatores podem explicar a redução desses valores, tais como políticas governamentais de estímulos e benefícios fiscais, como o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA (Resolução nº 24 de 2001), que tem por objetivo promover e expandir o aproveitamento eólico em todo o país, e o Programa de Atração de Empreendimentos Estratégicos – PROADE (Decreto nº 30.012 de 2009), política de âmbito estadual de isenções fiscais e oferta de insumos e estrutura para setores industriais estratégicos para o Estado.

A presença de considerável número de empresas produtoras de insumos e equipamentos eólicos também é responsável pelo movimento decrescente dos valores da energia eólica no Ceará nos últimos anos.

Tradicionalmente, a produção eólica do Estado esteve concentrada no litoral, entretanto, com o início da operação das usinas eólicas nos municípios de Tianguá e Ubajara, na Serra do Ibiapaba, no ano de 2016, iniciou-se um movimento de desconcentração espacial da produção, estimulando o aproveitamento eólico em áreas serranas.

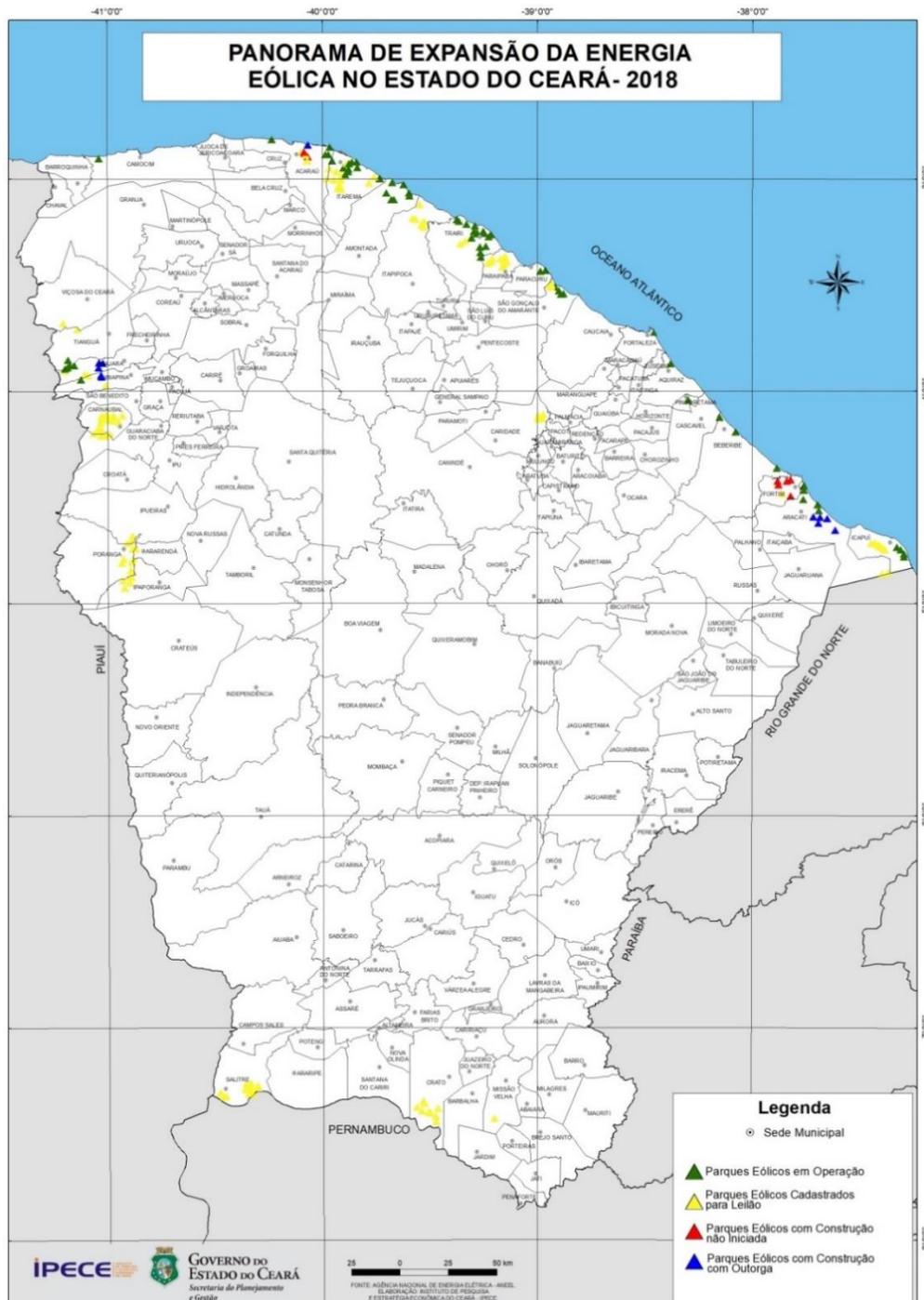
Sob a perspectiva de expansão e desconcentração espacial do setor, o município de Carnaubal, também na Serra da Ibiapaba, conta com o projeto de diversas Centrais Geradoras Eolielétricas.

Menciona-se que a chapada do Araripe, no sul do Estado, também está prevista para se tornar área de aproveitamento eólico, com a projeção da construção de parques eólicos em municípios como Crato, Missão Velha e Salitre. Os municípios de Ipueiras, Poranga e Ipaporanga, nos Sertões dos Crateús, também configuram as áreas de expansão do setor eólico. Destaca-se que todas essas áreas citadas possuem relevos rugosos com altitudes superiores a 600 metros.

De acordo com o Atlas do Potencial Eólico do Ceará (2001), o relevo do interior do Estado apresenta possibilidade de existência de áreas de aceleração de ventos devido à presença de formas de relevo concentradoras de massas de ar e platôs elevados (CEARÁ, 2001).

Esse fator é responsável pela possibilidade de aproveitamento eólico nessas áreas, onde as políticas de tentativa de interiorização dos investimentos privados e governamentais vem resultando em um aumento do desenvolvimento dessas áreas. Sob a perspectiva de crescimento do setor no Estado, o Mapa 4, a seguir, ilustra os empreendimentos e as áreas de expansão da energia eólica no Estado.

Mapa 4: Panorama de expansão da energia eólica no Ceará



Fonte: BIG ANEEL, novembro – 2018. Elaboração: IPECE.

São consideradas usinas em construção aquelas que, depois de obtida a licença ambiental de instalação, deram início às obras locais. Por sua vez, as usinas outorgadas são aquelas que recebem Ato de Outorga (Concessão, Permissão, Autorização ou Registro) mas ainda não iniciaram suas obras (ANEEL, 2018).

De acordo com a classificação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2011), os empreendimentos eólicos estão classificados em: Central Geradora Eolielétrica, que são usinas que produzem energia elétrica com geradores acoplados a rotores, por meio de um sistema mecânico de transmissão, que são acionados pela energia cinética do vento. No conjunto são chamados de aerogeradores (EPE, 2011); e Parque Eólico, que são conjuntos de aerogeradores interligados eletricamente, situados nas áreas circulares com raio de até dez quilômetros em torno das torres de medição anemométrica, no caso de terrenos de superfície plana com rugosidade homogênea, e com raio de até seis quilômetros, no caso de terrenos complexos (ANEEL, 2018).

As perspectivas de expansão do setor eólico contam com um total de cinco empreendimentos em construção, sendo todos no município de Aracati, no Litoral Leste, totalizando um potencial de 98.700 KW. Já os empreendimentos com construção não iniciada são treze e irão distribuir-se da seguinte forma: cinco usinas no município de Fortim, no Litoral Leste, somando 115.200 KW de potência total; quatro usinas em Acaraú, no Litoral Norte, que somará 99.000 KW de capacidade; e quatro usinas para Tianguá, na Serra da Ibiapaba, que serão responsáveis por um acréscimo de 120.000 KW de potência. O Quadro 1, abaixo, lista os futuros empreendimentos de geração eólica do Estado.

Quadro 1: Infraestrutura eólica planejada para o Estado do Ceará

Usinas Eólicas em construção		
Municípios	Usinas	Potência outorgada total (KW)
Aracati	Ubatuba Goiabeira Santa Catarina Ventos de Horizonte Pitombeira	98.700
Usinas Eólicas com construção não iniciada		
Acaraú	Araras Garças Lagoa Seca Vento do Oeste	334.200
Tianguá	Ventos de Santa Rosa Ventos de São Geraldo Ventos de Santo Inácio Ventos de São Sebastião	
Fortim	Jandaia I São Januário São Clemente Jandaia Nossa Sra. De Fátima	
Total	76	432.900

Fonte: BIG ANEEL. Novembro – 2018. Elaboração: IPECE.

Os impactos econômicos resultantes do desenvolvimento de empreendimentos eólicos são muitos e costumam ser positivos para a economia da região na qual é instalado. Entre esses efeitos econômicos, pode-se citar o aumento da renda dos proprietários da terra onde as usinas são instaladas, aumento da arrecadação de impostos territoriais, geração de empregos, aquecimento do setor de serviços, desenvolvimento de infraestrutura, entre outros.

Soma-se a isso a implementação industrial no Estado decorrente da produção e exportações do setor de energias renováveis, tais como motores, geradores, pás, gerador elétrico de corrente contínua, etc. O fluxo de comércio exterior do setor de energias renováveis vem se mostrando positivo para o estado do Ceará, sobretudo depois na instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, no município de São Gonçalo do Amarante.

No ano de 2018, o Ceará foi o segundo Estado brasileiro que exportou o maior valor de produtos desse ramo, alcançando o valor de US\$ 52.828.162, sendo os Estados Unidos e a Alemanha seus principais parceiros comerciais. A Tabela 7 resume os valores referentes a esse fluxo para os anos de 2017 e 2018.

Tabela 7: Importações cearenses do setor de energia renováveis

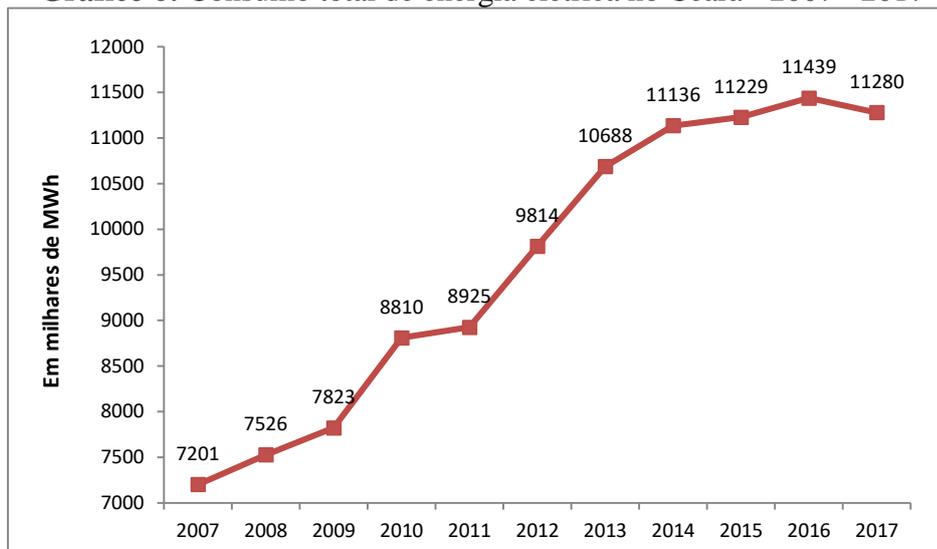
Produto	2018 US\$ (FOB)	2017 US\$ (FOB)	Variação
Células solares em módulos ou painéis	59.008.632	524.250	11155,8%
Partes de outros motores/geradores/grupos eletrogeradores, etc.	12.062.370	11.262.457	4,1%
Gerador elétrico de corrente contínua, de potência superior a 750 W, mas não superior a 75 kW	1.871.587	528.497	254,1%
Total	72.942.589	13.285.443	449,0%

Fonte: CIN, 2018. Adaptado.

As vantagens da geração elétrica por meio de matriz eólica são amplamente conhecidas, assim como as condições naturais e ambientais de implantação desta fonte no Ceará, já consolidado como referência nacional no setor. Entretanto, é necessário observar as fragilidades e vulnerabilidades que o Estado apresenta e estruturar políticas capazes de suplantarem os gargalos no desenvolvimento da produção.

5. Perspectivas de crescimento

O estado do Ceará vem apresentando crescimento econômico e expansão de suas áreas urbanas nos últimos anos. Esses fatores contribuíram para o aumento da demanda por energia elétrica, exigindo uma maior produtividade do setor. Pode-se observar que no ano de 2007 o consumo total de energia elétrica no Estado chegou a 7.200.711 MWh, passando para 11.279.744 MWh em 2017, significando um crescimento relativo de 56,64%. A exceção está no ano de 2017, onde houve uma pequena redução do consumo quando comparado ao ano de 2016. O Gráfico 6 exibe a evolução do consumo elétrico no intervalo de 10 anos para o Ceará.

Gráfico 6: Consumo total de energia elétrica no Ceará - 2007 - 2017

Fonte: ENEL, 2018. Elaboração: IPECE.

Entre os setores de atividades, o residencial foi o setor que apresentou maior aumento no consumo de energia elétrica, que passou de 2.316.757 MW/h em 2007 para 4.074.964 em 2017, aumento equivalente a 75,89%. Em seguida, tem-se o consumo comercial, indo de 1.330.270 MW/h em 2007 para 2.257.703 MW/h em 2017, com aumento de 69,71%, acompanhado do setor industrial que saiu de 1.943.699 MW/h em 2007 para 2.249.291 MW/h em 2017, representando um aumento de 22,74%. O setor rural também teve crescimento de 87,63%, uma vez que passou de 642.797 MW/h em 2007 para 1.206.079 MW/h em 2017. Na Tabela 8 exibe-se o resumo de todo o consumo energético no Ceará para os anos indicados.

Tabela 8: Consumo de energia elétrica por setor no Ceará 2007 - 2017

Consumo de Energia Elétrica (MW/h)			
Setor	2007	2017	Variação (%)
Residencial	2.316.757	4.074.964	75,89
Comercial	1.330.270	2.257.703	69,71
Industrial	1.943.699	2.249.291	22,74
Rural	642.797	1.206.079	87,63
Total	6.233.523	9.788.037	-

Fonte: ENEL, 2018. Elaboração: IPECE.

Destaca-se que o aumento do consumo de energia nos anos citados evidencia melhoria na economia do Estado, sobretudo com o significativo aumento do consumo residencial, já que o acesso à energia elétrica é um serviço básico.

O cenário de produção de energias renováveis no Ceará apresenta-se em estágio satisfatório quando comparado às demais unidades federativas do país, sendo o 3º Estado em produção de energia elétrica por fontes renováveis alternativas, como a eólica e a solar, não contabilizando neste cálculo as fontes hidrelétricas e a biomassa.

Entretanto, mesmo apresentando esses valores, é necessário que haja uma expansão da utilização de fontes alternativas, política que vem sendo implementada pelo Governo do Estado nos últimos anos. Sob essa perspectiva, o Ceará vem incentivando a expansão de empreendimentos energéticos com uso de energias alternativas, com a previsão de uma adição de 882.900 KW na capacidade de geração do Estado, proveniente de 35 empreendimentos previstos para os próximos anos (BIG ANEEL, 2018). A Tabela 9 resume o panorama de expansão do setor no Ceará.

Tabela 9: Panorama de expansão de energias renováveis no Ceará - 2018

Empreendimentos em construção		
Tipo	Quantidade	Potência (KW)
Eólica	05	98.700
Solar Fotovoltaica	03	81.000
Empreendimentos com construção não iniciada		
Eólica	13	334.200
Pequena Central Hidrelétrica – PCH	01	9.000
Solar Fotovoltaica	13	360.000
Total	35	882.900

Fonte: BIG ANEEL. Novembro - 2018

No contexto de incentivo à produção de energias renováveis, a energia solar fotovoltaica possui grandes perspectivas de crescimento para os próximos anos com a construção das quatro usinas Apodi (I, II, III e IV) no município de Quixeré, no Vale do Jaguaribe. Essas usinas, de propriedade da empresa Apodi Energia SPE S/A, quando concluídas somarão 129.000 KW de potência para o Estado.

O Ceará conta ainda com três usinas em construção no município de Aquiraz, na Região Metropolitana de Fortaleza, todas de propriedade da empresa Central Fotovoltaica Sol do Futuro I S.A, que adicionarão mais 84.096 KW de potência à capacidade do Estado.

A perspectiva de crescimento da energia solar no Ceará insere-se num panorama de desenvolvimento sustentável, acompanhando uma tendência global de aproveitamento de energias que utilizam matrizes com o menor impacto possível ao meio ambiente. Partindo deste pressuposto, espera-se que os custos diminuam ao passo em que a tecnologia é disseminada no país.

O Plano de Operação Energética 2017-2021, elaborado pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) destaca o significativo incremento da capacidade instalada das usinas eólicas no país, que passará de 6,8% da matriz de energia elétrica (9.611MW em dezembro de 2016) para 9,7%, equivalente a 16.205 MW instalados ao final de 2021, sem considerar os próximos leilões de energia nova que possam ocorrer em 2018.

Sob a perspectiva da “economia de baixo carbono” a Petrobras conta com projeto de ampliação de geração eólica com a instalação de uma planta eólica em alto-mar, no polo de Guamaré, no Rio Grande do Norte. Segundo a Petrobras, os estados do Ceará e Rio Grande do Norte possuem vantagem para instalação *offshore* por possuírem em seu litoral vastas áreas com profundidades inferiores a 50 m, facilitando assim a instalação de estruturas, reduzindo os custos de operação e manutenção e tornando a região altamente competitiva. Essas condições propícias revelam um potencial eólico de aproximadamente 140 GW, o que equivale a 90% da potência instalada atualmente em todo o país. Outro aspecto a ser considerado nessa forma de geração é a maior concentração populacional do país estar localizada no litoral, proporcionando a geração de energia mais próxima às áreas de maior demanda.

Mais uma forma de estímulo à geração de energia de fontes renováveis é a produção de microgeração e minigeração distribuídas que utilizam cogeração qualificada conectadas à rede de distribuição por meio de unidades consumidoras, estabelecidas por meio das Resoluções Normativas nº 482/2012 e 687/2015 da ENEEL.

A geração distribuída é uma forma de produção de energia elétrica que se encaixa no contexto de desenvolvimento de matrizes sustentáveis, além de compor redes inteligentes por otimizar custos financeiros e ambientais desde a produção ao consumo final de energia.

A microgeração corresponde a centrais geradoras cuja potência instalada seja menor ou igual a 75 kW, já a minigeração é constituída por centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW, com exceção da hidráulica, que precisa ser menor ou igual a 3MW (BNB, 2018).

Uma das vantagens dessa categoria consiste no sistema de compensação, no qual permite que o excedente de energia gerada pelas unidades seja injetado na rede de distribuição, gerando créditos na conta de energia do consumidor, estimulando assim a produção por fontes renováveis.

No estado do Ceará, essa modalidade vem crescendo e já conta com 1.308 unidades consumidoras com geração distribuída, totalizando uma potência instalada de 30.893,56 kW. A fonte solar fotovoltaica é a que possui maior representatividade (Tabela 10) nesta categoria possuindo 1.284 unidades consumidoras, com uma potência de 20.828,56 KW, contra apenas 24 unidades provenientes da eólica, que possui 10.065 KW de potência (BIG ANEEL, 2018).

Tabela 10: Geração distribuída Ceará - novembro - 2018.

Geração Distribuída Ceará		
Fonte	Unidades	Potência
Cinética do vento	24	10.065
Radiação solar	1.284	20.828,56
Total	1.308	30.893,56

Fonte: BIG ANEEL - novembro - 2018. Elaboração: IPECE.

Entre as classes de consumo com maior número de usinas com produção solar fotovoltaica estão a residencial (69,90%), comercial (22,55%), rural (2,42%), industrial (2,42%) e poder público (1,79%). Do total da produção deste tipo no Estado, aproximadamente 63% está localizada na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

A geração eólica por meio de unidades consumidoras ainda é relativamente baixa no Estado. Do total das 1308 unidades produtoras, apenas 24 são de geração eólica, contabilizando uma potência de 10.065 KW. Quase todas as unidades produtoras eólicas com geração distribuída no Ceará estão localizadas na RMF, nos municípios de Fortaleza (8), Aquiraz (7), Eusébio (5), Caucaia (2), Maracanaú (1), Trairi (1), e apenas uma unidade está situada no município de Quixeré, no Vale do Jaguaribe.

Como forma de estimular o uso de fontes de energia renováveis, o Banco do Nordeste do Brasil – BNB criou uma linha de crédito chamada FNE Sol, que abrange também a micro e minigeração distribuída. Essa linha de crédito visa conceder financiamentos com juros reduzidos e prazos ampliados a pessoas jurídicas e, recentemente, a pessoas físicas que desejam instalar empreendimentos energéticos que contam com a utilização de fontes renováveis como a fotovoltaica, eólica ou biomassa.

6. Considerações Finais

Este Informe teve por objetivo traçar o panorama da produção de energia elétrica no Ceará, avaliando diversas matrizes de energia, tais como a hidroelétrica, eólica, solar e termoelétrica. Observou-se que o Estado possui plenas condições de expansão do mercado de energias renováveis, sobretudo da energia solar e eólica.

O Ceará possui relativa participação de fontes renováveis em sua capacidade instalada, ainda com predomínio da fonte térmica (52,32%), mas com grande produtividade eólica (47,53%), e ainda com grandes perspectivas de aumento desta capacidade, dadas as infraestruturas em processo de construção.

No que diz respeito à produção nacional, o Estado se destaca como o terceiro maior produtor de energia eólica do país, atrás somente do Rio Grande do Norte e Bahia. Na geração distribuída o Ceará também se destaca, estando na sexta colocação entre os Estados e possuindo um total de 1.308 unidades geradoras e uma potência instalada de 30.879.50 KW.

Entretanto, mesmo com cenários positivos, é importante destacar a necessidade de políticas públicas de estímulo ao uso de energias proveniente de fontes renováveis, como benefícios fiscais, além da disponibilização de insumos para a implantação de parques eólicos e fotovoltaicos.

Alguns fatores ainda persistem na produção e precisam ser analisados e superados, a exemplo da deficiência de mão-de-obra especializada no Estado. A maior parte dos serviços e estudos realizados no setor eólico, assim como no solar, é proveniente de mão-de-obra externa, sobretudo estrangeira. Neste contexto, indica-se para a importância da criação de cursos em nível superior e técnico para qualificação de mão de obra da população local.

Ressalta-se que o fato de o Ceará estar situado na ponta do sistema interligado dificulta alguns aspectos, sobretudo os relacionados à transmissão. A distância da área geradora para a área receptora contribui para o aumento dos custos, além de aumentar também as perdas na transmissão.

A distância, ou mesmo a falta de linhas de transmissão são responsáveis por grandes prejuízos no setor, já que alguns parques eólicos produzem, mas não conseguem distribuir a energia produzida. Nesse sentido, a instalação de linhas de transmissão é fundamental para o pleno funcionamento da estrutura já existente assim como para a ampliação do setor.

Assim, vale ressaltar a necessidade de estruturar a cadeia produtiva do setor elétrico de forma que seja possível suplantar os entraves que prejudicam a rentabilidade do setor. Entretanto, mesmo com os problemas estruturais e operacionais existentes, observa-se grande capacidade de expansão da produção do Estado, sobretudo no que se refere à produção de energia solar e eólica, haja vista as condições naturais favoráveis para expansão dos referidos setores.

Por fim, menciona-se que frente ao cenário de mudanças nos padrões produtivos globais que caminham em direção à produção elétrica limpa e moderna, torna-se emergente assegurar o acesso a fontes de energias renováveis, e com o mínimo de impacto socioambiental no processo de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: Aneel, 2002.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília: Aneel, 2008.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Banco de Informação de Geração. BIG.** / Disponível em: <www.aneel.gov.br/15.htm>. Acesso em: 01 novembro 2018.

Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos /coordenador Chigueru Tiba... et al.- Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

Ceará. Secretaria da Infraestrutura. **Estado do Ceará: atlas do potencial eólico.** 2001.

CIN - Centro Internacional de Negócios. **Especial Setorial Energias Renováveis.** Sistema FIEC. Outubro, 2018.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017. Ano base 2016.** Ministério de Minas e Energia, 2017.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2017: Ano base 2016.** Rio de Janeiro: EPE, 2017.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017.** Rio de Janeiro: EPE, 2018.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **Energias renováveis complementares.** Caderno FGV Energia. Ano 02, nº 04, Dezembro 2015.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Atlas Solarimétrico do Ceará: 1963 – 2008**. Fortaleza, 2010.

Kageyma , Angela. Hoffmann, Rodolfo. **Pobreza no Brasil: uma perspectiva multidimensional**. In. Economia e Sociedade, Campinas, v. 15, n. 1 (26), p. 79-112, jan./jun. 2006.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Importação de energia elétrica da Argentina e do Uruguai ganha novas regras**. Matéria de 22 agosto 2018. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/importacao-de-energia-eletrica-da-argentina-e-do-uruguai-ganham-novas-regras. Acesso em: 28 de novembro de 2018.

O Estado. **Energias renováveis são o futuro no Ceará**. Matéria de 10 julho 2015. Disponível em: <http://www.oestadoce.com.br/economia/energias-renovaveis-sao-o-futuro-no-ceara>. Acesso em: 23 de Outubro 2018.

Olic, Nelson Bacic. **Uma radiografia das fontes energéticas renováveis no Brasil**. Jornal Mundo, 2016.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Sistemas Isolados**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/sistemas-isolados>. Acesso em: 01 de Novembro 2018.

Rangel, M. S. Borges, P. B. Santos, I. F. **Análise comparativa de custos e tarifas de energias renováveis no Brasil**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.5, n.3, p.267-277, 2016.

REN21. 2017. **Renewables 2017 Global Status Report**.

SEEG. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris**. Observatório do Clima. Setembro, 2016.

Tolmasquim, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016, 452p.