

Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v13n12019p168-184


Submetido em: 2 jan. 2019

Aceito em: 26 fev. 2019


Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito  <https://orcid.org/0000-0002-9549-5506>


Técnico de Projetos, Construção e Montagem do Petróleo Brasileiro. Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense - Macaé/RJ - Brasil. E-mail: fabianobcbrito@gmail.com.

Jairo Lúcio Gomes Siqueira  <https://orcid.org/0000-0001-5860-5529>


Arquiteto na Schwartz Arquitetura. Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense - Macaé/RJ - Brasil. E-mail: jairoschwartz@gmail.com.

Mariana Bacelar Turra  <https://orcid.org/0000-0003-1896-1101>

Assistente Administrativo da Baker Hughes - Filial. Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense - Macaé/RJ - Brasil. E-mail: mary_bacelar@hotmail.com.

Marcos Antônio Cruz Moreira  <https://orcid.org/0000-0001-9928-7846>

Doutor em Engenharia Elétrica (UFRJ). Professor Titular do Instituto Federal Fluminense Campus Macaé/RJ - Brasil. E-mail: macruz@ifff.edu.br.

Flavia Ribeiro Villela  <https://orcid.org/0000-0001-7299-7901>

Doutoranda em Engenharia de Reservatório e de Exploração pela Universidade Estadual do Norte Fluminense. Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Macaé/RJ - Brasil. E-mail: flaviavillela@macae.ufrj.br.

A diversificação de fontes de energia, notadamente daquelas classificadas como renováveis, é uma tendência mundial, sendo o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU nº 7, na chamada Agenda 2030 (ONU, 2015). O Brasil tem neste quesito grande destaque no cenário mundial, pois nos últimos anos tem utilizado em média mais de 40% do seu consumo oriundo de fontes renováveis de energia elétrica, muito superior à média mundial e dos países da OCDE (EPE, 2018). Atualmente, as energias eólica e fotovoltaica têm se destacado com forte crescimento em participação na matriz energética brasileira. Considerando que o subsídio para as energias renováveis é rateado entre todos os consumidores, entender os reflexos dos subsídios no desenvolvimento da utilização dessas fontes de energia é necessário para a avaliação dos resultados obtidos. Estudar as fontes eólica e fotovoltaica, que vêm se destacando no cenário mundial, é importante para a compreensão desse fenômeno. O objetivo do presente trabalho foi analisar a evolução da participação das fontes de energia eólica e fotovoltaica (EFV) na matriz energética brasileira de geração de energia elétrica no período de 2013 a 2017. Os dados utilizados foram extraídos da Agência Nacional de Energia Elétrica e tratados utilizando as aplicações computacionais Microsoft® Excel® 365 e R ver. 3.5.1. Para isso, foram utilizados métodos de Estatística Descritiva tanto gráficos quanto de resumos numéricos, assim como métodos de normalização e de correlação de Pearson. Constatou-se que o aumento da participação dessas fontes de energia na matriz energética brasileira é consistente, mesmo com as limitações climáticas ocorridas em determinadas partes do ano, indicando que os subsídios governamentais têm surtido efeito.

Palavras-chave: Energia Elétrica. Renováveis. Estatísticas Energéticas.

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.



Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

.....
Participation of wind and photovoltaic generation in the Brazilian energy matrix - 2013 to 2017

Diversification of energy sources, notably those classified as renewable, is a worldwide trend, with the UN Sustainable Development Goal No. 7, called Agenda 2030 (UN, 2015). In the last few years, Brazil has used more than 40% of its consumption from renewable sources of electricity, which is much higher than the world average and OECD countries (EPE, 2018). Currently, wind and photovoltaic energy have stood out with strong growth in participation in the Brazilian energy matrix. Considering that the subsidy for renewable energy is shared among all consumers, understanding the impact of subsidies on the development of the use of these energy sources is necessary for the evaluation of the results obtained. Studying the wind and photovoltaic sources, which have been highlighting in the world scenario, is important for the understanding of this phenomenon. The objective of this work was to analyze the evolution of the participation of wind and photovoltaic energy sources (EFV) in the Brazilian energy matrix of electricity generation in the period from 2013 to 2017. The data used were extracted from the National Electric Energy Agency using the Microsoft® Excel® 365 and R ver. 3.5.1. For this, both descriptive and numerical summary methods, as well as methods of normalization and Pearson's correlation, were used. It was found that the increase in the participation of these energy sources in the Brazilian energy matrix is consistent, even with the climatic limitations occurring in certain parts of the year, indicating that government subsidies have taken effect.

Keywords: Electricity. Renewables. Energy Statistics.

Participación de la generación eólica y fotovoltaica en la matriz energética brasileña - 2013 a 2017

La diversificación de fuentes de energía, especialmente de aquellas clasificadas como renovables, es una tendencia mundial, siendo el Séptimo Objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU, en la llamada Agenda 2030 (ONU, 2015). Brasil tiene en este aspecto gran destaque en el escenario mundial, pues en los últimos años ha utilizado en promedio más del 40% de su consumo proveniente de fuentes renovables de energía eléctrica, muy superior a la media mundial y de los países de la OCDE (EPE, 2018). Actualmente, las energías eólica y fotovoltaica se han destacado con fuerte crecimiento en participación en la matriz energética brasileña. Considerando que la subvención para las energías renovables es prorrateada entre todos los consumidores, entender los reflejos de las subvenciones en el desarrollo del uso de esas fuentes de energía es necesario para la evaluación de los resultados obtenidos. Estudiar las fuentes eólica y fotovoltaica, que vienen destacándose en el escenario mundial, es importante para la comprensión de ese fenómeno. El objetivo del presente trabajo fue analizar la evolución de la participación de las fuentes de energía eólica y fotovoltaica (EFV) en la matriz energética brasileña de generación de energía eléctrica en el período de 2013 a 2017. Los datos utilizados fueron extraídos de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica y tratados utilizando las aplicaciones informáticas Microsoft® Excel® 365 y R ver. 3.5.1. Para ello, se utilizaron métodos de estadística descriptiva tanto gráficos como de resúmenes numéricos, así como métodos de normalización y de correlación de Pearson. Se constató que el aumento de la participación de esas fuentes de energía en la matriz energética brasileña es consistente, incluso con las limitaciones climáticas ocurridas en determinadas partes del año, indicando que los subsidios gubernamentales han surtido efecto.

Palabras clave: Energía Eléctrica. Renovables. Estadísticas Energéticas.

1 Introdução

Para atendimento à crescente demanda por energia no planeta, a diversificação de fontes de energia se tornou um imperativo. O desenvolvimento de tecnologias referentes àquelas classificadas como renováveis é uma tendência mundial, sendo o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU nº 7, na chamada Agenda 2030 (ONU, 2015), na qual o Brasil é um dos países signatários. Neste quesito, o Brasil destaca-se positivamente, pois, nos últimos anos, tem utilizado em média mais de 40% do seu consumo oriundo de fontes renováveis de energia elétrica, muito superior à média mundial e dos países da OCDE (EPE, 2018).

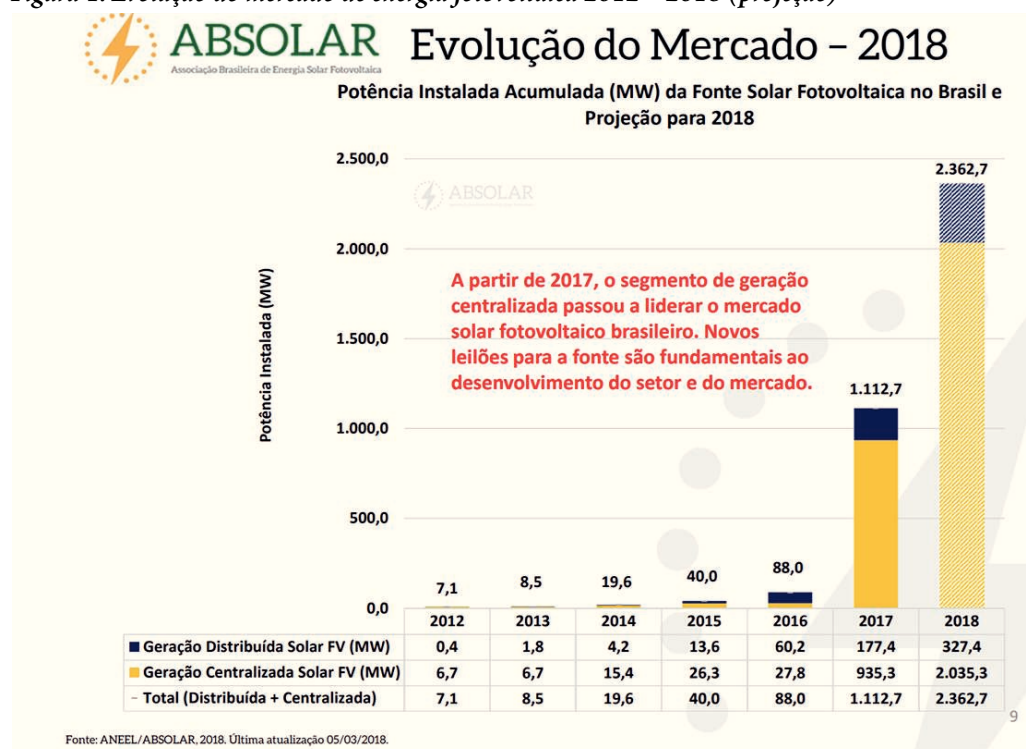
Para produção de energia elétrica, o potencial de transformação das energias hidráulica, solar, dos ventos, dos oceanos e da biomassa as tornaram as mais utilizadas e/ ou pesquisadas dentre aquelas fontes chamadas de renováveis (TOLMASQUIM, 2016). Buscando maior equilíbrio entre fontes renováveis e não renováveis frente à demanda por energia, o governo brasileiro vem buscando aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética através da promoção de leilões de energia.

As energias eólica e fotovoltaica (EFV) se configuram como fontes de crescente importância na matriz energética brasileira. No decênio 2017-2026, a previsão dos estudos governamentais é de investimentos da ordem de R\$ 1,4 trilhão, com os quais se pretende alcançar 48% da matriz energética brasileira com fontes renováveis de energia, chegando a 87% na produção de energia elétrica (EPE, 2017). Somente em dezembro de 2017, foram contratados pelo governo projetos eólicos da ordem de 1,4 GW de capacidade instalada, representando investimentos de US\$ 2,5 bilhões (GWEC, 2018). Os avanços tecnológicos e de produção em escala permitiram que atualmente no Brasil o custo da energia eólica seja inferior ao das grandes hidrelétricas, com valor médio de R\$ 98,62/MWh (GWEC, 2018). Também apresentando tendência de crescimento, de acordo com relatório emitido no primeiro trimestre de 2018, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (BARROS, 2018), previu um aumento superior a 100% na potência instalada acumulada baseada em fonte fotovoltaica para o corrente ano (Figura 1).

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Figura 1. Evolução do mercado de energia fotovoltaica 2012 – 2018 (projeção)



Fonte: ANEEL/ ABSOLAR (2018)

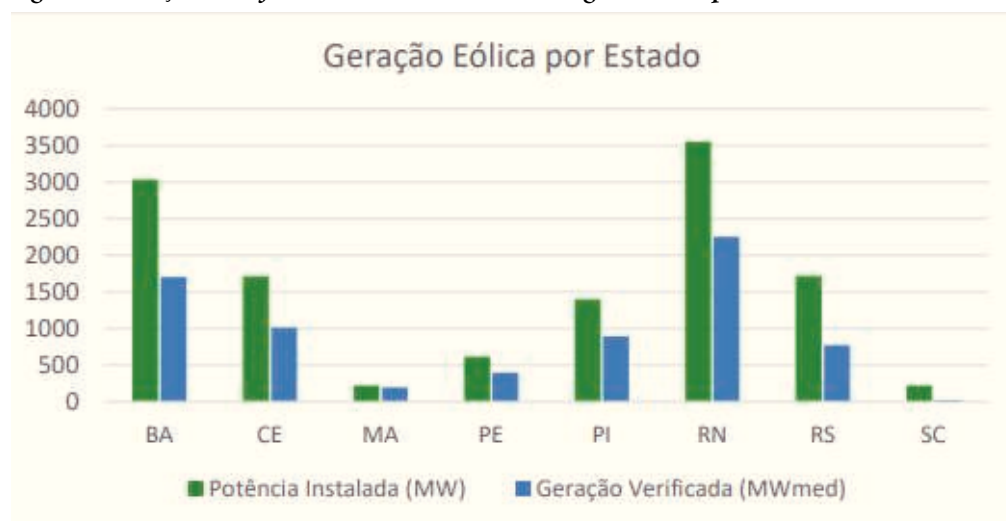
Convém realizar este estudo tomando o Brasil por base, e não uma região específica, devido às suas dimensões continentais e grande diversidade de fontes em sua matriz energética. Estas características se somam ao fato de que o sistema de transmissão de energia elétrica do país é interligado através do Sistema Interligado Nacional - SIN, à exceção de alguns sistemas isolados de grande porte na região norte do país (ANEEL, 2008). O Estado do Rio Grande do Norte lidera o ranking em quantidade de parques eólicos instalados no Brasil, seguido da Bahia, do Ceará, do Rio Grande do Sul, entre outros, totalizando 13,3 GW de capacidade instalada total, sendo 12,4 GW interligados ao SIN em agosto de 2018 (ONS, 2018).

Em 2017, o Brasil contou com potência instalada acumulada da fonte solar fotovoltaica de 1.112,7 MW (ANEEL/ABSOLAR, 2018). Na Figura 2, identifica-se que o Estado da Bahia possui maior potência instalada, seguido de Minas Gerais, Piauí, São Paulo e Rio Grande do Norte.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Figura 2. Geração solar fotovoltaica média no mês de agosto/2018 por Estado



Fonte: NOS (2018)

A utilização de ferramentas estatísticas para análise de dados e de séries temporais é de suma importância para a compreensão de fenômenos e apoio à tomada de decisão nas diversas esferas do tecido social, havendo correspondência direta na Engenharia Ambiental (GASPARIN; KESTRING, 2017). A maior disponibilidade de dados produzidos por universidades e instituições de pesquisa, organizações não governamentais e empresas públicas e privadas, assim como o desenvolvimento de novas ferramentas para tratamento de conjuntos *Big Data* fornecem um ambiente propício para otimização de recursos ambientais e reconhecimento da interação de variáveis com o meio ambiente e suas consequências.

Considerando que os subsídios com os quais as energias eólica e solar, dentre outras fontes renováveis, são custeados pela Conta de Desenvolvimento Energético (BRASIL, 1996) e rateados entre todos os consumidores, analisar o desenvolvimento temporal da geração de energia elétrica oriunda dessas fontes fornece subsídios importantes para o entendimento e determinação de políticas públicas que permitam o retorno do crescimento econômico priorizando suas dimensões social e ambiental.

O objetivo do presente estudo foi analisar a evolução da participação das fontes de energia EFV na matriz energética brasileira de geração de energia elétrica no período de 2013 a 2017.

2 Material e Métodos

2.1 Material

Os dados utilizados neste trabalho foram extraídos do *site* da Agência Nacional de Energia Elétrica, em sua seção **Informações Gerenciais**, na qual são disponibilizados trimestralmente os Boletins de Informações Gerenciais. Para o presente trabalho, foram considerados os boletins

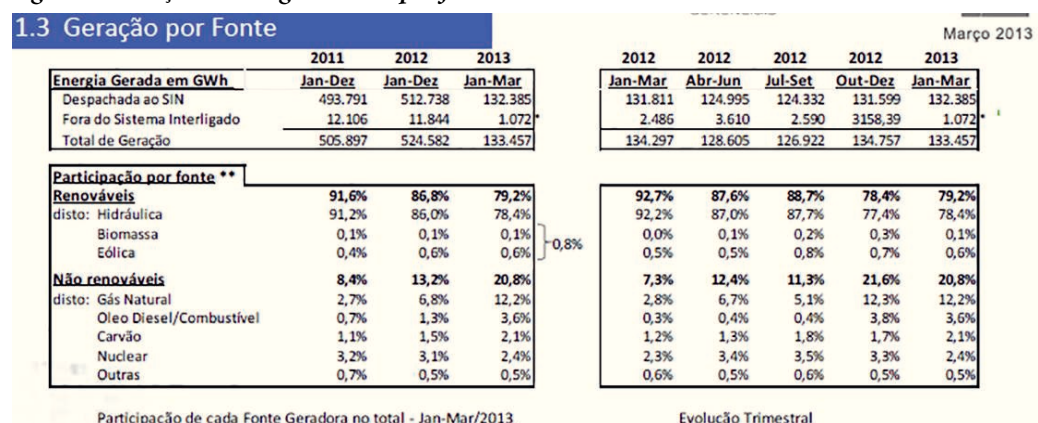
Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

referentes aos anos de 2013 a 2017, exceto para análises referentes aos comparativos dos primeiros trimestres anuais, que incluem os dados de 2018.

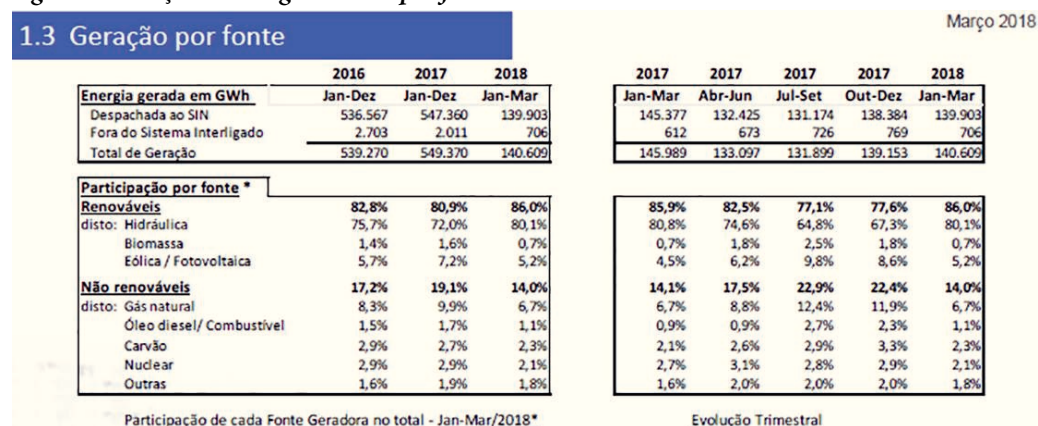
A base de dados utilizada foi compilada a partir da Seção 1.3 (Geração por fonte) de cada um dos documentos supracitados. Nas Figuras 3 e 4 a seguir são apresentados os dados de geração de energia elétrica por fonte para os primeiros trimestres de 2013 e 2018, respectivamente o primeiro e último trimestres considerados nesta série histórica.

Figura 3. Geração de energia elétrica por fonte - 1º trimestre de 2013



Fonte: ANEEL, 2013a

Figura 4. Geração de energia elétrica por fonte - 1º trimestre de 2018



Fonte: ANEEL, 2018c

A base de dados compilada a partir dos dados acima descritos utilizada para a elaboração deste estudo é apresentada na Tabela 1. Cabe notar que somente a partir do 1º trimestre de 2018 a geração fotovoltaica torna-se representativa o suficiente para ser apresentada junto à eólica.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Tabela 1. Índice de participação por fontes - Eólica/ Fotovoltaica

Período	Participação (%)	Geração Total (GWh)	Geração Eólica/ Fotovoltaica (GWh)
1º trim 2013	0,6	133457	800,742
2º trim 2013	0,5	127677	638,385
3º trim 2013	0,9	130889	1178,001
4º trim 2013	1,1	137572	1513,292
1º trim 2014	0,9	144751	1302,759
2º trim 2014	0,9	132236	1190,124
3º trim 2014	1,6	128765	2060,24
4º trim 2014	1,6	136485	2183,76
1º trim 2015	2,4	145074	3481,776
2º trim 2015	3	130404	3912,12
3º trim 2015	4,8	131757	6324,336
4º trim 2015	4,6	137293	6315,478
1º trim 2016	3,5	139635	4887,225
2º trim 2016	5,2	133392	6936,384
3º trim 2016	7,3	131056	9567,088
4º trim 2016	6,8	135218	9194,824
1º trim 2017	4,5	145998	6569,91
2º trim 2017	6,2	133025	8247,55
3º trim 2017	9,8	131786	12915,028
4º trim 2017	8,6	138954	11950,044
1º trim 2018	5,2	140609	7311,668

Fonte: Autores (2018)

Na Tabela 2, é apresentado um novo arranjo dos dados: a distribuição por semestre. Essa abordagem permitirá melhor estudo em relação à sazonalidade criada pelas condições meteorológicas características de cada estação do ano, assim como das condições econômicas (férias escolares e coletivas da indústria, feriados, períodos de picos de exportação de certos tipos de produto etc.), entre outros.

Tabela 2. Índice de participação por fontes - Eólica/ Fotovoltaica – Distribuição por semestre
 (continua)

Período	Participação (%)	Geração Total (GWh)	Geração Eólica/ Fotovoltaica (GWh)
1º trim 2013	0,6	133457	800,742
1º trim 2014	0,9	144751	1.302,759
1º trim 2015	2,4	145074	3.481,776
1º trim 2016	3,5	139635	4.887,225
1º trim 2017	4,5	145998	6569,91
1º trim 2018	5,2	140609	7.311,668
2º trim 2013	0,5	127677	638,385
2º trim 2014	0,9	132236	1.190,124
2º trim 2015	3	130404	3912,12

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Tabela 2. Índice de participação por fontes - Eólica/ Fotovoltaica – Distribuição por semestre
(conclusão)

Período	Participação (%)	Geração Total (GWh)	Geração Eólica/ Fotovoltaica (GWh)
2º trim 2016	5,2	133392	6.936,384
2º trim 2017	6,2	133025	8247,55
3º trim 2013	0,9	130889	1.178,001
3º trim 2014	1,6	128765	2060,24
3º trim 2015	4,8	131757	6.324,336
3º trim 2016	7,3	131056	9.567,088
3º trim 2017	9,8	131786	12.915,028
4º trim 2013	1,1	137572	1.513,292
4º trim 2014	1,6	136485	2183,76
4º trim 2015	4,6	137293	6.315,478
4º trim 2016	6,8	135218	9.194,824
4º trim 2017	8,6	138954	11.950,044

Fonte: Autores (2018)

Para a realização da análise estatística, foram utilizadas as aplicações computacionais Microsoft® Excel 365® e R vers. 3.5.1.

2.2 Métodos

Foi utilizada a metodologia descritiva exploratória. As análises quantitativas foram realizadas através da Estatística Descritiva, utilizando métodos gráficos (de barras, de linhas, boxplot) e resumos numéricos (média, mediana, modas, quantis etc.).

Para o cálculo da produção de energia elétrica a partir das fontes fotovoltaica e eólica, foi considerada a participação percentual por trimestre aplicada à geração total em GWh.

Para a normalização dos dados, foi utilizada a seguinte equação:

$$y = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

Devido à restrição na quantidade de dados disponíveis, a relação entre variáveis foi estudada através da análise de correlação pelo método de Pearson.

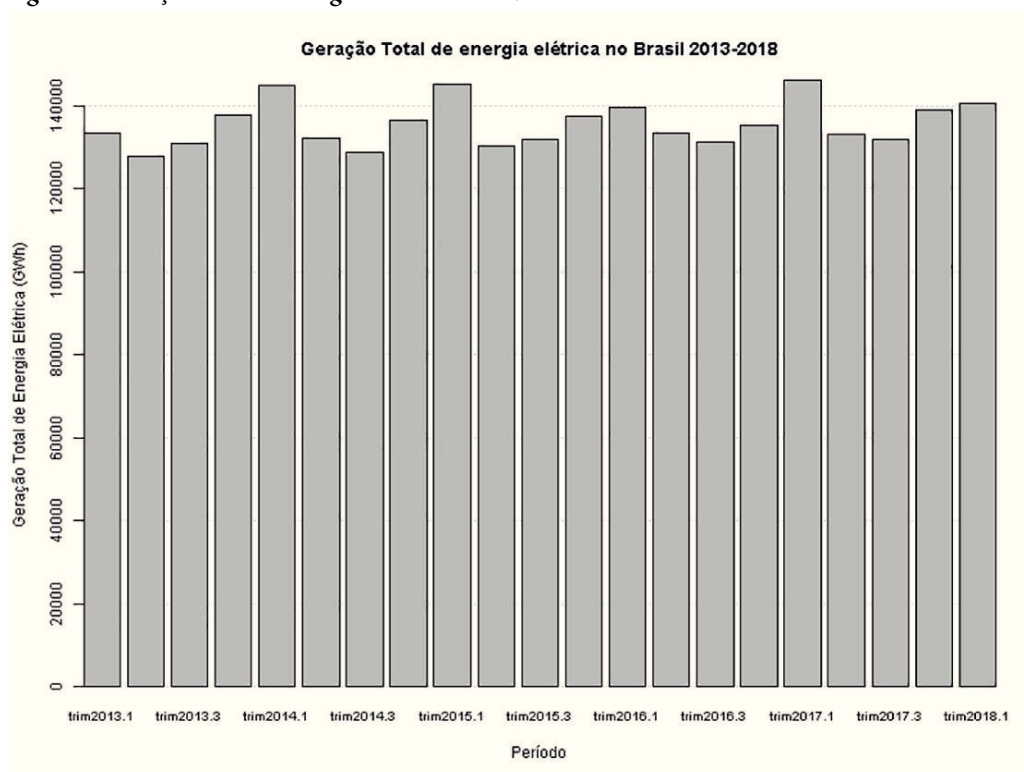
3 Resultados e Discussão

A Figura 6 apresenta o gráfico de barras com a geração total de energia elétrica no Brasil, por trimestres, de 2013 ao 1º trimestre de 2018. Nele, podemos notar um padrão na variação da geração de energia elétrica ao longo dos trimestres, que será melhor detalhado adiante. O resumo numérico para essa série é apresentado na Tabela 3.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Figura 6. Geração total de energia no Brasil 2013-2018



Fonte: Autores (2018)

Tabela 3. Resumo Numérico da Geração Total de Energia Elétrica no Brasil - 2013-2018 (GWh)

Mínimo	1º quartil	Mediana	Desvio padrão	Média	3º quartil	Máximo
127677	131757	133457	5375,244	135525	138954	145998

Fonte: Autores (2018)

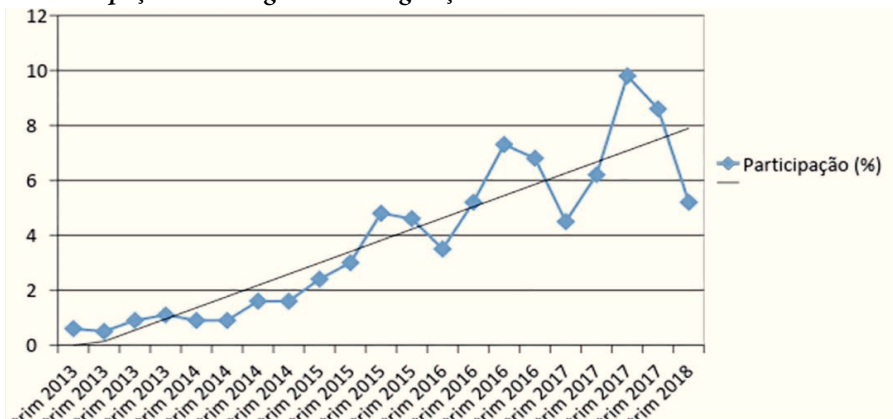
Da Tabela 3, podemos extrair o Coeficiente de Variação (CV), que é a razão entre o desvio padrão e a média, dos valores de geração total para análise da homogeneidade do conjunto de dados. No caso em tela, temos que $CV_{geração} = 0,0397$, ou 3,97%, valor baixo o suficiente para o conjunto de dados ser considerado homogêneo.

Na Figura 7, é apresentado o gráfico da evolução da participação das fontes EFV na geração total de energia no Brasil de 2013 ao 1º trimestre de 2018.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Figura 7. Participação das energias EFV na geração total do Brasil 2013-2018

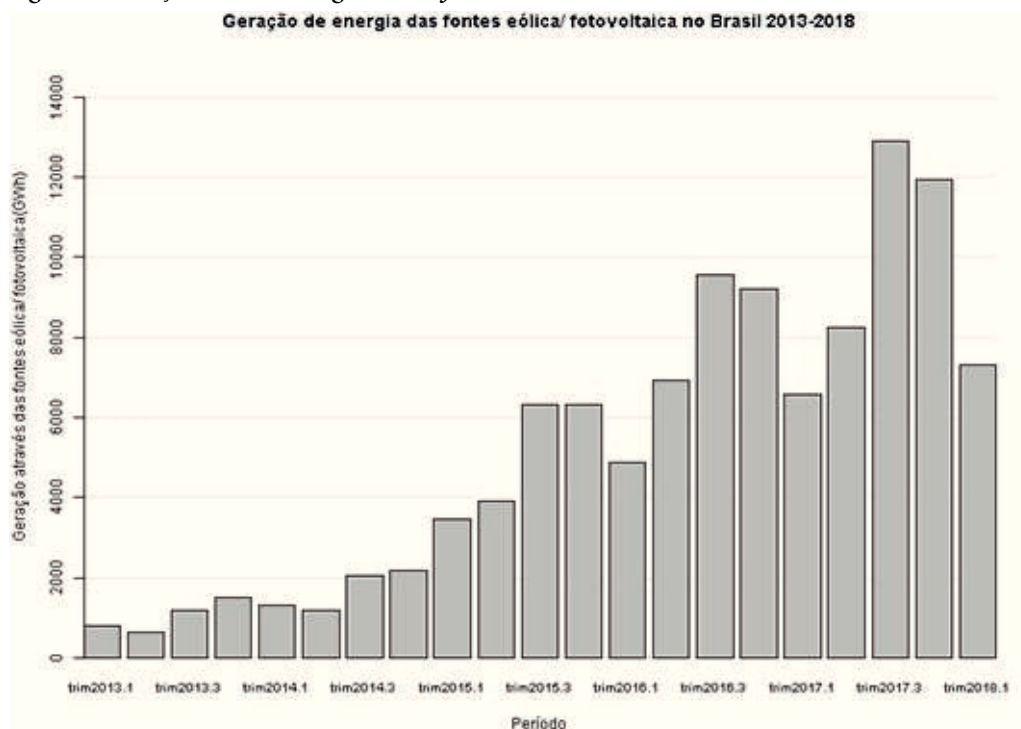


Fonte: Autores (2018)

Constata-se uma forte tendência de crescimento da geração dessas modalidades de energia, refletindo o avanço tecnológico e os incentivos governamentais para o desenvolvimento de energias renováveis na matriz energética brasileira. Na reta de regressão linear obtida pode-se verificar um coeficiente de determinação próximo a 1. Novamente, pode-se notar que o comportamento sazonal também se apresenta no percentual de participação.

Na Figura 8, é apresentada a contribuição em GWh das energias elétrica oriundas das fontes eólica e fotovoltaica no período de 2013 ao 1º trimestre de 2018.

Figura 8. Geração total de energia eólica/fotovoltaica no Brasil 2013-2018



Fonte: Autores (2018)



Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

O sumário estatístico para os dados de geração baseada nas fontes EFV é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo Numérico da Geração Total de Energia Elétrica no Brasil - 2013-2018 (GWh)

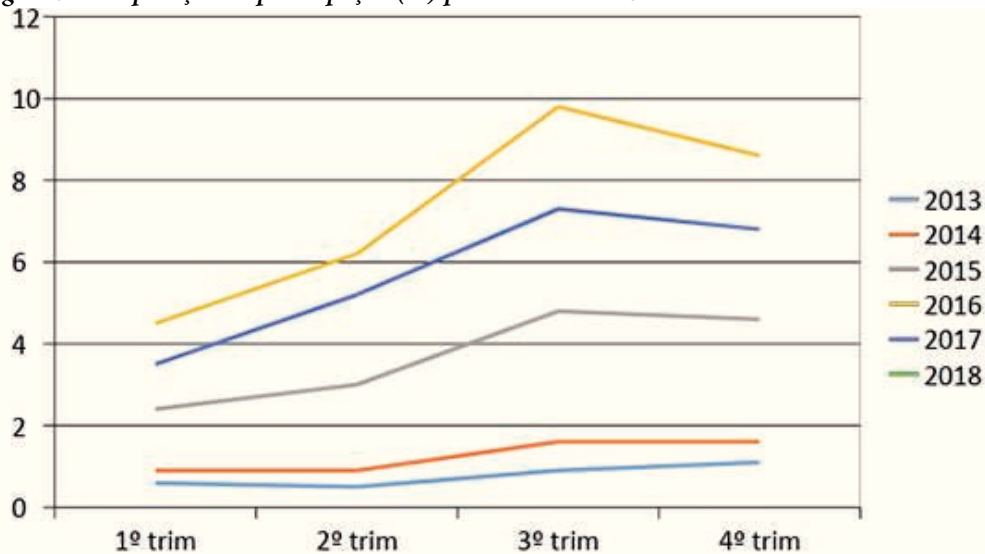
Mínimo	1º quartil	Mediana	Desvio padrão	Média	3º quartil	Máximo
638,4	1513,3	4887,2	3782,214	5165,7	7311,7	12915,0

Fonte: Autores (2018)

Dos dados da Tabela 4, pode-se extrair que o coeficiente de variação $CV_{EFV}=0,732$, ou 73,2%, está muito acima do limite de 25% para considerar um conjunto de dados homogêneo, o que demonstra que de fato houve forte incremento na produção de energia EFV no Brasil nos últimos anos.

Para analisar a sazonalidade na produção de energia EFV, foi construído o gráfico apresentado na Figura 9. Nele, é feita a comparação entre a participação da energia EFV por trimestre ao longo dos anos de 2013 a 2018. No entanto, como 2018 só possui dados referentes ao 1º trimestre, não foi representativo no gráfico.

Figura 9. Comparação da participação (%) por trimestre 2013-2018



Fonte: Autores (2018)

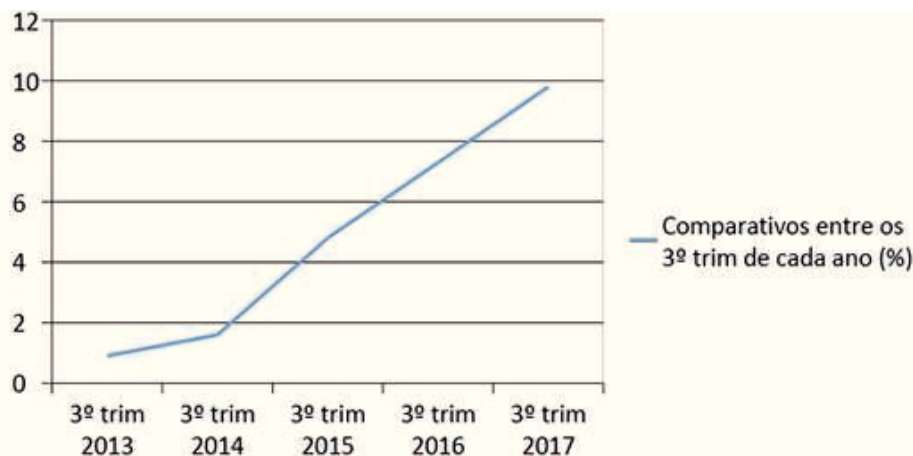
Pode-se notar que o aumento da participação dessas fontes por trimestre é consistente ano a ano. Há padrão de comportamento entre os trimestres a partir de 2014 para a participação percentual dessas fontes de energia, com crescimento nos 1º - 2º e 2º - 3º trimestres e declínio nos 3º - 4º e 4º - 1º, podendo haver razões climáticas e/ ou ligadas à economia, cabendo um aprofundamento neste aspecto em pesquisas posteriores.

Na Figura 10, é apresentada a evolução da geração por fontes EFV dos terceiros trimestres de 2013 a 2017, pois este é o trimestre que historicamente apresenta o pico de geração de energia. Mais uma vez, o forte padrão de crescimento na geração se mostra verdadeiro.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

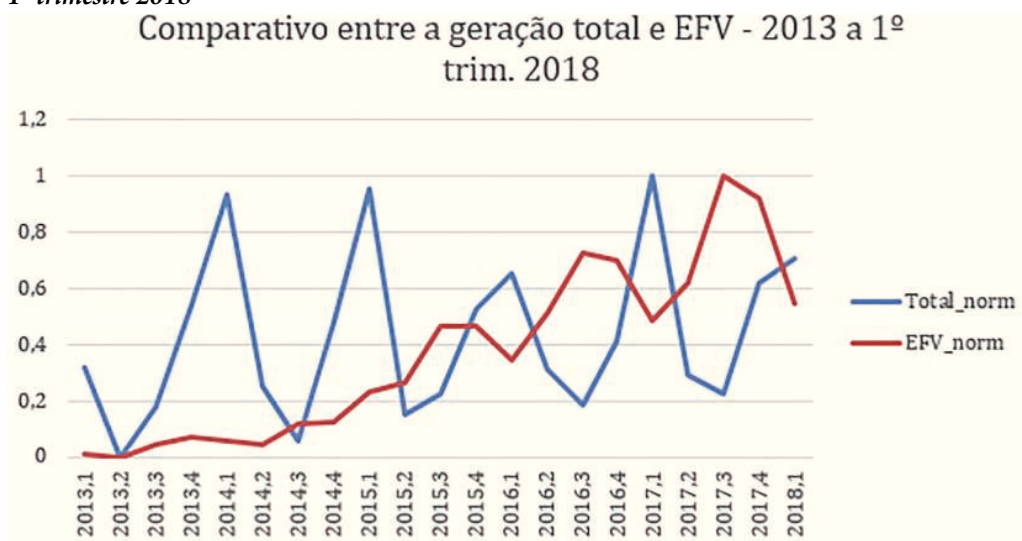
Figura 10. Comparativos geração de energia eólica/fotovoltaica entre os 3º trim. de cada ano (%) 2013-2017



Fonte: Autores (2018)

Para avaliar de forma preliminar a influência das condições climáticas sobre as econômico-sociais, cabe fazer um comparativo entre a geração total de energia elétrica e aquela oriunda das fontes EFV. Dada a grande diferença de amplitude entre esses valores em todos os trimestres, foi utilizado o recurso da normalização para compatibilizar os dados e permitir uma comparação mais eficiente. O Gráfico comparativo é apresentado na Figura 11.

Figura 11. Comparativo entre os valores normalizados de Geração Total e Geração EFV- 2013 ao 1º trimestre 2018



Fonte: Autores (2018)

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Tomando por premissa que a geração total de energia elétrica atende integralmente a demanda socioeconômica e, dada a complementaridade e diversificação da matriz brasileira, que é capaz de fazê-lo independentemente das condições climáticas, é possível estudar se as variações na geração EFV são dependentes somente das condições climáticas ou se são afetadas também pelas condições socioeconômicas.

A Tabela 5 apresenta os valores normalizados calculados para os valores de geração total e EFV normalizados.

Tabela 5. Valores normalizados de Geração Total e Geração EFV

Ano	Geração Total (normalizado)	Geração EFV (normalizado)
2013.1	0.315484963	0.013224869
2013.2	0	0
2013.3	0.175317941	0.043954687
2013.4	0.540090606	0.07126598
2014.1	0.93193603	0.054078872
2014.2	0.248840129	0.044942172
2014.3	0.059385405	0.115817899
2014.4	0.480759784	0.125879281
2015.1	0.949566072	0.231609814
2015.2	0.148845587	0.266663696
2015.3	0.222695268	0.463151938
2015.4	0.52486218	0.462430405
2016.1	0.65269363	0.346091354
2016.2	0.311937121	0.513006609
2016.3	0.184433164	0.727291899
2016.4	0.41160417	0.696968952
2017.1	1	0.483147144
2017.2	0.291905464	0.619808281
2017.3	0.224278151	1
2017.4	0.61552317	0.921396753
2018.1	0.705856667	0.543575552

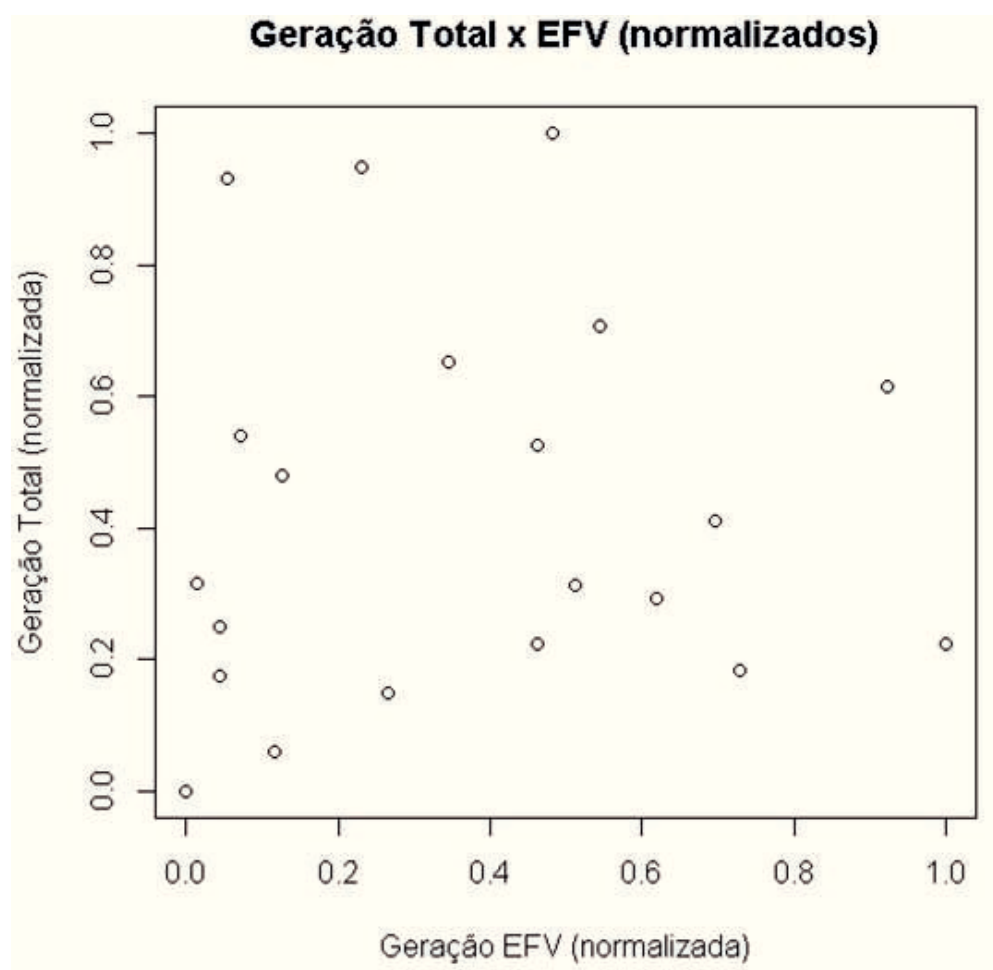
Fonte: Autores (2018)

Na Figura 12, é mostrado o gráfico de dispersão EFV normalizada x Total normalizado. Cabe ressaltar que visualmente não há padrão no arranjo que sugira uma tendência de relação entre as variáveis.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

Figura 12. Gráfico de dispersão Geração total (normalizado) x Geração EFV (normalizado)



O coeficiente de correlação encontrado foi $r = 0.06273372$; assim, para o teste de significância, temos o valor de $t = 0.273989623$. Considerando que o t crítico considerando $n-2 = 19$ graus de liberdade e um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$) é 2,093, podemos dizer que o valor de r não é significativo, sendo a produção de energia EFV majoritariamente influenciada pelas condições climáticas, tendo pouca relação com as condições de demanda socioeconômicas do país.

4 Conclusão

Ao quantificar a produção total de energia elétrica no Brasil, podemos notar que há variação ao longo dos trimestres no período estudado (2013 a 2017), acompanhando as demandas socioeconômicas de energia. Mesmo considerando a evidente dependência da luz do dia para a energia fotovoltaica, dado que ainda há grande diferença de capacidade instalada entre



Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

.....
as energias eólica e fotovoltaica, vemos que a diferença entre a capacidade instalada e a efetiva geração baseada nas energias EFV sofre baixa influência da demanda, operando conforme a disponibilidade operacional e disponibilidade da fonte primária de energia.

Em estudos posteriores, a evolução do custo das energias EFV poderá ser estudado, assim como o detalhamento da influência das condições climáticas no aproveitamento da capacidade instalada das usinas de geração do país.

Por fim, apesar do forte crescimento em utilização e importância que as energias eólica e fotovoltaica vêm tendo na matriz energética brasileira, ainda há espaço para ampliação. Neste aspecto, os leilões de energia com estas fontes devem ser mantidos e ampliados, assim como a manutenção dos subsídios governamentais, de forma a reduzir a utilização de fontes emissoras de gases de efeito estufa ou maior demanda de construção de hidrelétricas.

Referências

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2013. Brasília, 2013a. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Mar_2013.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: junho de 2013. Brasília, 2013b. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Jun_2013.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: setembro de 2013. Brasília, 2014a. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Set_2013_v5.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: dezembro de 2013. Brasília, 2014b. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/Z_IG_dez13.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2014. Brasília, 2014c. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/IG_Mar_14.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: junho de 2014. Brasília, 2014d. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Jun14.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: setembro de 2014. Brasília, 2015a. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Set_14v4.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: dezembro de 2014. Brasília, 2015b. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Dez_2014_v3.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2015. Brasília, 2015c. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Mar_2015-170615.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: junho de 2015. Brasília, 2015d. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Jun2015.pdf. Acesso em: 11 de set. de 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: setembro de 2015. Brasília, 2016a. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Z_IG_Set2015_v3.pdf. Acesso em: 11 set. 2018.



Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: dezembro de 2015. Brasília, 2016b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+Dezembro+2015/74ec6b73-0a7d-459b-b9ca-bb47ddb14e88>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2016. Brasília, 2016c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+de+2016/b25a0697-2f30-4946-b8d5-9bac5931ce10>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: junho de 2016. Brasília, 2016d. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+2%C2%BA+trimestre+de+2016/fab4a185-c546-42e7-ba0c-a1fdc23aafde>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: setembro de 2016. Brasília, 2017a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+3%C2%B0+trimestre+de+2016/a4192798-adf3-4902-b2ae-098033e69f5c>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: dezembro de 2016. Brasília, 2017b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+4%C2%BA+trimestre+de+2016/2cc14375-3e1c-9dfe-f6a6-a5a1fd69f021>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2017. Brasília, 2017c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+de+2017/798691d2-990b-3b36-1833-c3e8c9861c21>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: junho de 2017. Brasília, 2017d. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+2%C2%BA+trimestre+de+2017/6f1fac17-8146-4a17-508a-567419d35fae>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: setembro de 2017. Brasília, 2018a. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+3%C2%BA+trimestre+2017/b609461f-e490-79e8-89bb-ba0f02d0fba9>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: dezembro de 2017. Brasília, 2018b. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+4%C2%BA+trimestre+2017/44ee3035-27e5-0398-e7e3-c612ec4dc994>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Boletim de Informações Gerenciais*: março de 2018. Brasília, 2018c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+2018/01298785-3069-c0e7-d9c8-a2cca07cddd9>. Acesso em: 11 set. 2018.

ANEEL. *Atlas da Energia Elétrica no Brasil*. 3. ed. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2018.

Participação da geração eólica e fotovoltaica na matriz energética brasileira – 2013 a 2017

Fabiano Baldez da Costa Brito et al.

BARROS, R. Geração Centralizada Solar Fotovoltaica no Brasil. In: SEMINÁRIO IMPLANTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS DE TRANSMISSÃO E GERAÇÃO DE ENERGIA, 2018, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, Brasília. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138781/66357670/2018.03.15+ABSOLAR++Energia+Solar+Fotovoltaica++Ricardo+Barros++Vers%C3%A3o+Final.pdf/77b569b6-1941-4af0-867e-38d9ddf12e01?version=1.0>. Acesso em: 14 set. 2018

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Brasília, dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9427cons.htm. Acesso em: 12 dez. 2018.

EPE. *Balanco Energético Nacional 2018: Relatório Síntese Ano Base 2017*. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018

EPE. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2026*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/PDE2026.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2018

GASPARIN, P.; KESTRING, F. Aplicação da estatística no curso de engenharia ambiental: análise de dados de situações problemas. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2017, Uniãoeste, Cascavel. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/paper/viewFile/300/39. Acesso em: 11 dez. 2018.

GWEC. Global Wind Report: Annual Market Update 2017. In: GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2018, Bruxelas. Disponível em: <http://files.gwec.net/files/GWR2017.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018

ONS. *Boletim Mensal de Geração Eólica*: Setembro de 2018. Disponível em: <http://ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Boletim%20Mensal%20de%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20E%C3%B3lica%202018-09.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.

ONU. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018

QUANTO Custa A Energia Solar Fotovoltaica. *Portal Solar*, 2015. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>. Acesso em: 6 dez. 2018.

TOLMASQUIM, M. *Energia Renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2018.