

INFLUÊNCIA DA OCORRÊNCIA DE ECLIPSE SOLAR PARCIAL NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DO ECLIPSE DE 21 DE AGOSTO DE 2017, ESTADOS UNIDOS.

Juliane Silva de Almeida – juliane.almeida@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Expressão Gráfica, Fotovoltaica UFSC

Ricardo Ruther – Ricardo.ruther@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Fotovoltaica UFSC

I

Resumo. A disseminação da geração solar fotovoltaica tem ocorrido de forma cada vez mais expressiva. Durante os últimos anos, tal expansão foi significativa nos Estados Unidos, especialmente no sistema integrado do estado da Califórnia. O sistema da Califórnia está entre os que apresenta maior penetração da geração solar fotovoltaica no mundo. Diante deste cenário, o operador independente da Califórnia (CAISO) anunciou medidas operativas especiais para o planejamento da operação energética para o dia 21 de agosto de 2017, dia em que o sistema de energia elétrica se deparou com a ocorrência de um eclipse solar parcial nos Estados Unidos. O presente artigo consiste em avaliar os dados de monitoramento de tempo real, disponibilizados por meio do aplicativo do CAISO durante a ocorrência do eclipse, a fim de avaliar o desempenho da geração solar fotovoltaica para atendimento da demanda de energia elétrica do sistema e da influência da redução de participação desta matriz energética no custo marginal de operação e preço no mercado diário. As análises de dados foram realizadas por meio de análise comparativa das imagens gráficas obtidas em tempo real, com dados de tempo real de um dia típico, coletado posteriormente, e dados do relatório oficial do CAISO, pós-eclipse. O presente artigo conclui que o aplicativo disponibilizado pelo CAISO se apresenta como um recurso interessante para proprietários de geração distribuída solar fotovoltaica para fins de avaliação de desempenho e monitoramento de seus sistemas, além de apresentar lições para planejamento da operação energética diante do eclipse de 2020, que ocorrerá no Brasil.

Palavras-chave: Eclipse, Geração Distribuída Solar Fotovoltaica, Operação Energética.

1. INTRODUÇÃO

Os Estados Unidos estão entre os países que mais incentivaram a diversificação da matriz energética nos últimos anos. Neste processo, expandiram a participação de geração de energia por meio de fontes renováveis, dentre as quais, energia eólica e solar fotovoltaica. Políticas de incentivo em âmbito nacional e estadual, consequentes do Plano de Ação contra o Aquecimento Global, do governo Barack Obama, promoveram a disseminação de tais fontes de energia, especialmente a da geração solar fotovoltaica (JACOB SANDRY, 2015). Diante de tais incentivos, a indústria da geração solar fotovoltaica apresentou crescimento expressivo, de modo a contribuir para a criação de muitos empregos.

Dentre os estados americanos que mais incentivaram e desenvolveram a expansão da geração solar fotovoltaica está a Califórnia. Segundo dados do *Califórnia Independent System Operator* (CAISO)¹, o estado da Califórnia está próximo de cumprir a meta de implantação de 33% da geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis. Atualmente, conta com 29% (CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, CALIFORNIA ISO). A participação das matrizes energéticas renováveis no sistema de geração de energia elétrica da área de cobertura do CAISO encontra-se ilustrada na Figura 1. Neste contexto, a geração solar fotovoltaica apresenta participação mais relevante, em virtude da aplicação de políticas de compensação de créditos de energia aos produtores, conhecida como *net metering*, e redução dos preços de mão de obra e instalação dos insumos necessários à implantação (CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, CALIFORNIA PUBLIC UTILITIES COMMISSION).

¹Cabe destacar que o CAISO, possui atribuições semelhantes ao ONS no Brasil, porém aplicado a um sistema de tamanho menor.

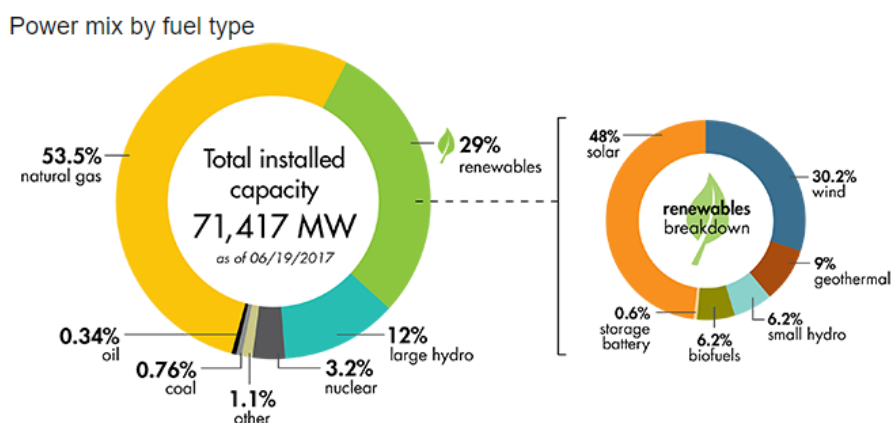


Figura 1: Participação das matrizes energéticas na geração de energia elétrica da Califórnia. Fonte: CAISO.

O presente artigo tem a finalidade de apresentar os dados de monitoramento da geração solar fotovoltaica coletado durante a ocorrência de o eclipse solar parcial de 21 de agosto de 2017, a fim de avaliar o desempenho da geração, impacto no preço da energia elétrica, e das medidas operativas adotadas durante a ocorrência (CALIFORNIA ISO, 2017a; NANCY TRAWEEK, 2017; SOLAR EDGE, 2017).

Tais registros apresentam-se relevantes para os estudos, pois há poucos relatos presentes na literatura acerca de impactos da redução da geração solar fotovoltaica durante ocorrências de eclipse. (FRITS, 2016; GREENTECH MEDIA, 2017). Consequentemente, há poucos registros de medidas operativas a serem adotadas, e poucas informações a respeito da influência de eclipses em sistemas de alta penetração de geração solar fotovoltaica.

Este artigo encontra-se estruturado nas seguintes seções. A segunda seção apresenta possíveis implicações do eclipse sobre um sistema de geração de energia elétrica que apresenta alta penetração da geração solar fotovoltaica. Em seguida, será apresentada a metodologia do estudo. A quarta seção apresentará os resultados da coleta de informações durante o dia do eclipse e a análise das imagens, além de comparar os resultados obtidos na análise do monitoramento do dia do evento com os dados presentes no relatório oficial do CAISO.

Por fim, serão listadas as conclusões do trabalho e as implicações que o registro das informações do eclipse pode trazer de experiência para o eclipse que irá ocorrer na América do Sul em 2020 (TIME AND DATE). Parte do fenômeno será visto no Brasil.

2. POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES DO ECLIPSE NO SISTEMA DA CALIFÓRNIA

A preocupação do CAISO com o fenômeno do eclipse parcial do sol no tocante à produção de energia elétrica por meio da geração solar fotovoltaica deve-se ao pouco conhecimento e registros de informações quanto ao desempenho da operação energética de sistemas de alta penetração dessa matriz energética.

Dentre os fatores que dificultam a aplicação de medidas operativas rápidas para atendimento da demanda momentânea de energia elétrica está a duração da ocorrência do eclipse na área de cobertura do CAISO. O fenômeno do dia 21 de agosto de 2017 teve a duração de três horas. Tal período de duração requer planejamento adequado para a alocação de geração de energia elétrica proveniente de usinas térmicas de contingência, por exemplo, uma vez que as mesmas possuem um tempo de resposta significativo antes da entrada em operação (WOOD; WOLLENBERG, 2012).

Uma alternativa à entrada de usinas térmicas para suprimento da demanda de energia seria a realização de intercâmbios de energia. Tal proposta apresenta atuação mais rápida, comparada a medida sugerida anteriormente. No entanto, havia uma preocupação significativa referente ao tempo de resposta das usinas durante o início e o final da ocorrência do eclipse, além dos tempos de entrada da geração no sistema de atuação do CAISO. Durante os estudos de planejamento da operação para o dia do eclipse, estimou-se que a geração solar fotovoltaica no CAISO iria apresentar um decréscimo de 70 MW/min durante o começo do eclipse e uma ascensão de 98 MW/min (PHEMESTER, 2017).

Outra barreira para aplicação de medidas operativas por parte do CAISO era a descentralização da geração de energia elétrica. Para realizar a operação local, o sistema da Califórnia contou com as empresas de operação local, equivalentes às distribuidoras de energia no Brasil. Para evitar excesso de geração na rede de energia elétrica, o CAISO, em conjunto com as distribuidoras locais, priorizou o desligamento das usinas fotovoltaicas centralizadas de maior porte, e como ação secundária adotou medidas operativas sobre os geradores individuais.

Por fim, cabe destacar as implicações no preço da energia elétrica no custo marginal de operação e mercado diário. Em consequência da entrada de usinas térmicas no sistema, havia uma expectativa de aumento de preços da energia elétrica. Atualmente, a geração de energia solar fotovoltaica tem se apresentado mais barata que a geração por meio de fontes térmicas (BACKROAD CONNECTIONS PTY LTD, 2017; FORBES, 2017a).

3. METODOLOGIA

A metodologia de estudo adotada para o presente artigo foi composta das seguintes etapas. Em primeiro lugar realizou-se a etapa de coleta de dados do monitoramento de tempo real do eclipse, durante o dia 21 de agosto de 2017. Os dados coletados correspondem a informações sobre a curva de carga do sistema, a curva de demanda líquida, a geração de energias renováveis, e o custo marginal de operação para o sistema CAISO, durante o período avaliado.

Os dados foram obtidos por meio da instalação do aplicativo de celular do CAISO (*ISO Today*), disponível gratuitamente no Google Play para Android e na App Store. Tal aplicativo apresenta informações de monitoramento do sistema de energia elétrica da área de cobertura do CAISO. Segundo informações do CAISO, os dados de monitoramento do aplicativo são enviados em tempo real (CALIFORNIA ISO).

Após a coleta de dados, realizou-se a análise das imagens coletadas e foram documentadas tais informações em um relatório. Para a análise das imagens de monitoramento, foram utilizadas referências do próprio CAISO que tratavam a respeito dos estudos de planejamento da operação para o eclipse. Além dos dados de planejamento da operação, utilizou-se de informações do relatório de monitoramento do dia 22 de agosto, dia seguinte ao eclipse, disponível no aplicativo do CAISO, e no site do operador. O objetivo do monitoramento do dia posterior teve a finalidade de se comparar as informações do dia do eclipse com um dia para condições típicas de geração na mesma época do ano em que o eclipse ocorreu. De posse das informações resultantes das análises comparativas, elaborou-se o relatório de dados, que posteriormente, foi comparado com os dados do relatório oficial pós-operação do CAISO.

Por fim, foram apontadas eventuais medidas operativas e lições aprendidas quanto à operação energética para aplicações futuras em ocorrências de eclipse em sistemas com alta penetração de geração solar fotovoltaica.

4. RESULTADOS

4.1 Coleta e Análise de Dados de Monitoramento de Tempo Real

Os dados coletados durante os dias 21 e 22 de agosto de 2017 para análise foram de geração de energias renováveis, curva de carga, curva de carga líquida e preços de mercado. Conforme mencionado anteriormente, as informações referentes ao dia 21 de agosto consistiam nos dados de monitoramento e operação durante a ocorrência do eclipse, enquanto que os dados do dia 22, obtidos a partir do relatório diário disponível no aplicativo, tinham a finalidade de servir de referência de comparação das ocorrências do dia 21 com um dia de perfil típico de geração solar fotovoltaica.

A fim de assegurar um perfil de geração e consumo de energia, típicos para a época do ano, verão nos Estados Unidos, tomou-se o cuidado de observar a ausência de ocorrências atípicas durante a coleta de dados do dia 22 de agosto. Outro motivo que justificou a escolha do dia 22 de agosto para determinação do perfil típico de geração e consumo de energia foi o fato de o dia 22, assim como o dia 21 de agosto, ser um dia útil (terça-feira). Portanto, com perfil de curva de carga semelhante. A Figura 2 apresenta algumas das imagens capturadas referentes aos dados das curvas de carga bruta e líquida, bem como da geração de energia renovável, durante o período de monitoramento do dia 21 de agosto.

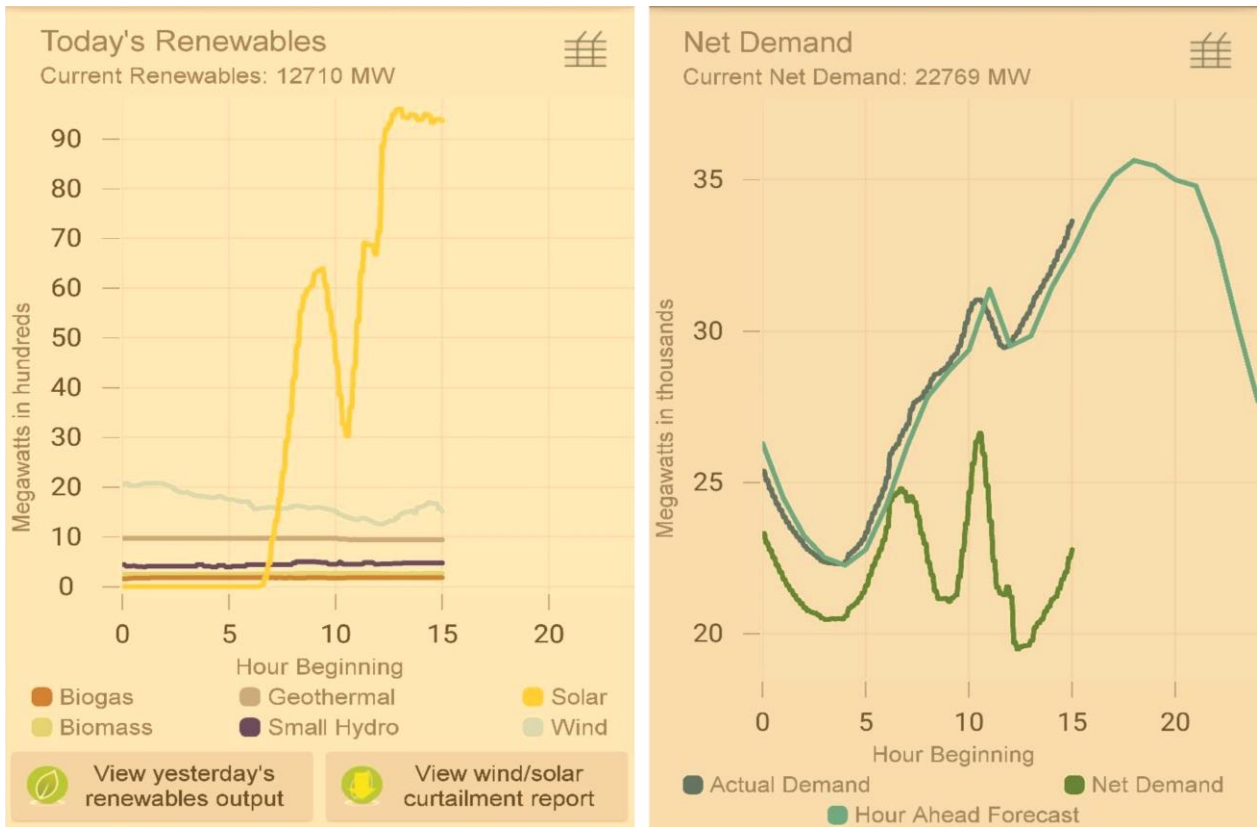


Figura 2: Geração de energia elétrica por matrizes renováveis e curvas de carga bruta e líquida do dia 21 de agosto de 2017, até 15h local. Fonte ISO Today, CAISO.

Ao realizar as comparações de dados da curva de carga, e curva de carga líquida entre os dias 21 e 22 de agosto, observou-se diferenças significativas durante a ocorrência do eclipse, conforme indicado na Figura 3.

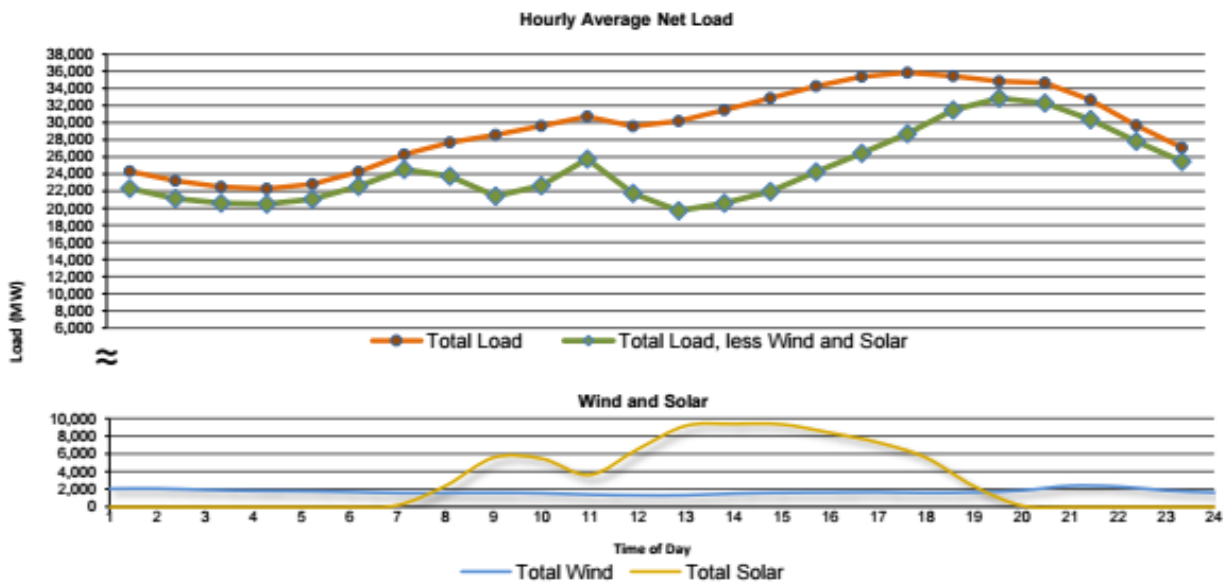


Figura 3: Curva de demanda bruta, demanda líquida, e geração de renováveis do dia 21 de agosto de 2017. Fonte: ISO Today, CAISO.

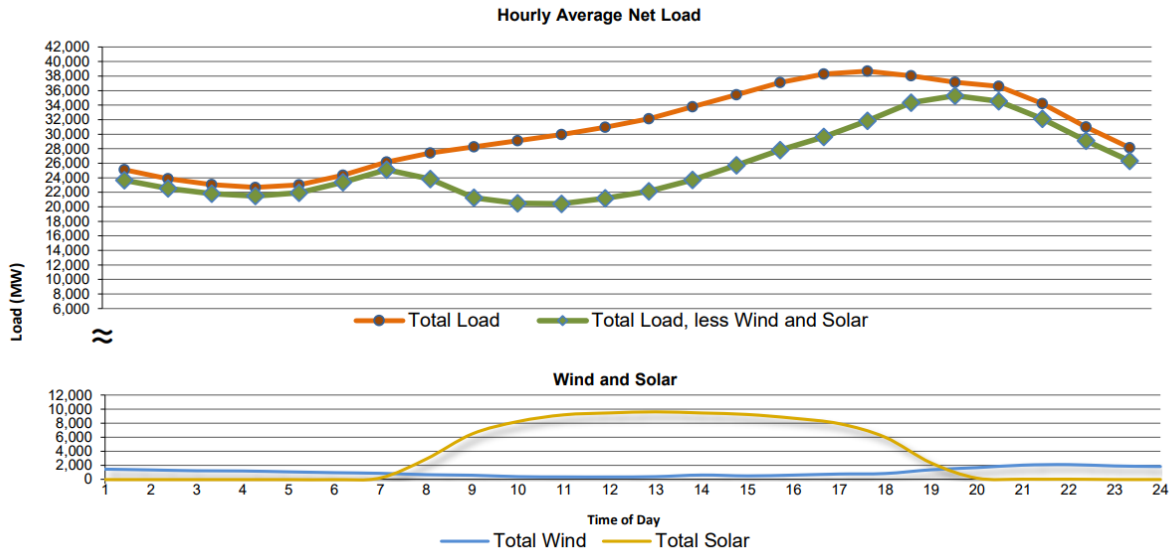


Figura 4: Curva de demanda bruta, demanda líquida, e geração de renováveis durante o dia 22 de agosto de 2017. Fonte: ISO Today, CAISO.

A Figura 3 mostra no primeiro gráfico a distorção da chamada *Duck curve*², ilustrada nos dados do dia 21 de agosto, comparado ao seu perfil típico descrito nos dados do dia 22 (Figura 4). Durante a ocorrência do eclipse, a curva de demanda líquida apresentou um pico, consequente da queda da geração de energia proveniente da geração fotovoltaica. Cabe destacar que a demanda líquida é formada pelo consumo de energia elétrica subtraído da geração eólica e fotovoltaica.

Observam-se também através das informações da curva de demanda líquida que a geração solar fotovoltaica não cessou completamente, uma vez que o eclipse foi parcial e não total. É importante destacar, ainda, pelas Figuras 2 e 3 a relevância da participação da geração solar fotovoltaica no sistema de atuação do CAISO, em comparação com as demais fontes renováveis de energia.

4.2 Geração de Contingência

Dias de verão no sistema da Califórnia costumam ser acompanhados de alta demanda de energia durante o dia, consequentes de carga de climatização de ambientes. Para evitar problemas de abastecimento o CAISO preparou um plano de geração de contingência para suprimento da demanda de energia. A Figura 5 apresenta a contribuição energética de cada fonte de geração durante o dia do eclipse.

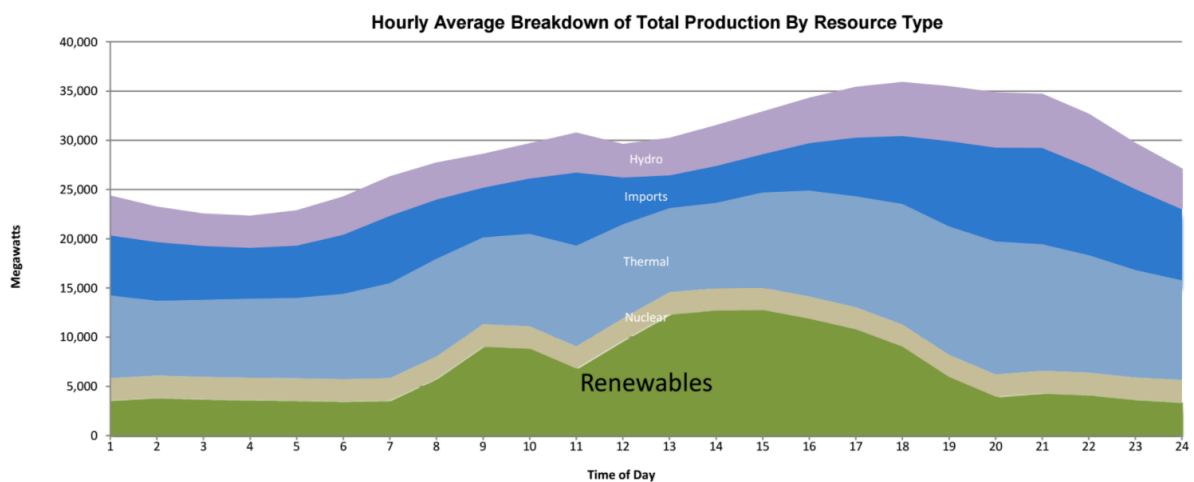


Figura 5: Geração de energia elétrica por fonte no dia 21 de agosto de 2017. Fonte: ISO Today, CAISO.

² *Duck curve*: termo em inglês utilizado para descrever a curva de demanda líquida característica de sistemas com alta penetração de geração solar fotovoltaica. Tais sistemas apresentam a curva de demanda líquida que se assemelham ao contorno da imagem de um pato.

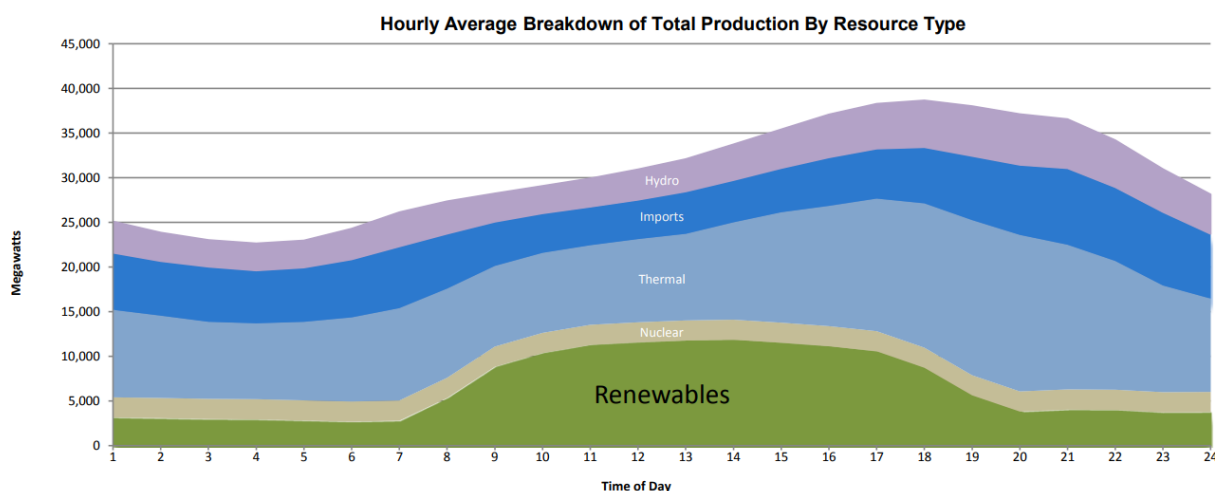


Figura 6: Geração de energia elétrica por fonte no dia 22 de agosto de 2017. Fonte: *ISO Today*, *CAISO*.

As informações relacionadas ao acionamento dos recursos energéticos para o atendimento da demanda foram acessadas somente após o eclipse, uma vez que o aplicativo *ISO Today* não apresenta esta informação em tempo real, somente no relatório do dia seguinte. Observa-se que a solicitação de energia via intercâmbios foi a medida operativa mais utilizada durante as horas de ocorrência do eclipse. Ao comparar a Figura 5 com a Figura 6 nota-se o aumento do requisito por intercâmbios nesse período.

Ao considerar os tempos de acionamento de térmicas para suprimento da demanda energética, e o incentivo pela geração renovável, levanta-se a hipótese de que o acionamento de intercâmbios foi a medida operativa mais adequada a se tomar em detrimento da expressiva queda de geração de energia solar fotovoltaica durante o começo do eclipse, bem como durante o retorno. Tal medida operativa apresenta resposta mais rápida, compatível com as variações abruptas na geração de energia solar fotovoltaica no começo e fim do eclipse e, com o tempo de duração do fenômeno. A hipótese é reforçada ao se analisar as medidas operativas adotadas no estado do Texas, que ao contrário do estado da Califórnia tomou a decisão operativa de desligar as usinas fotovoltaicas e acionar as térmicas durante o dia 21 (DALLAS NEWS, 2017).

4.3 Custo Marginal da Energia

O acionamento de intercâmbios de energia e usinas térmicas no sistema influenciou no custo marginal da energia do dia 21 de agosto, durante as horas do eclipse. Conforme pode ser observado na imagem da Figura 7, neste período o custo marginal da energia dobrou, em comparação com o período de início da entrada da geração solar fotovoltaica no mesmo dia, entre 7h e 8h da manhã na Califórnia.

A baixa disponibilidade de geração solar fotovoltaica influenciou diretamente na oferta de energia durante as horas do eclipse. O requisito pelos intercâmbios e térmicas influenciou no custo marginal de operação, pressionando-o para cima, uma vez que tais recursos são mais caros para o sistema (BACKROAD CONNECTIONS PTY LTD, 2017; FORBES, 2017b).

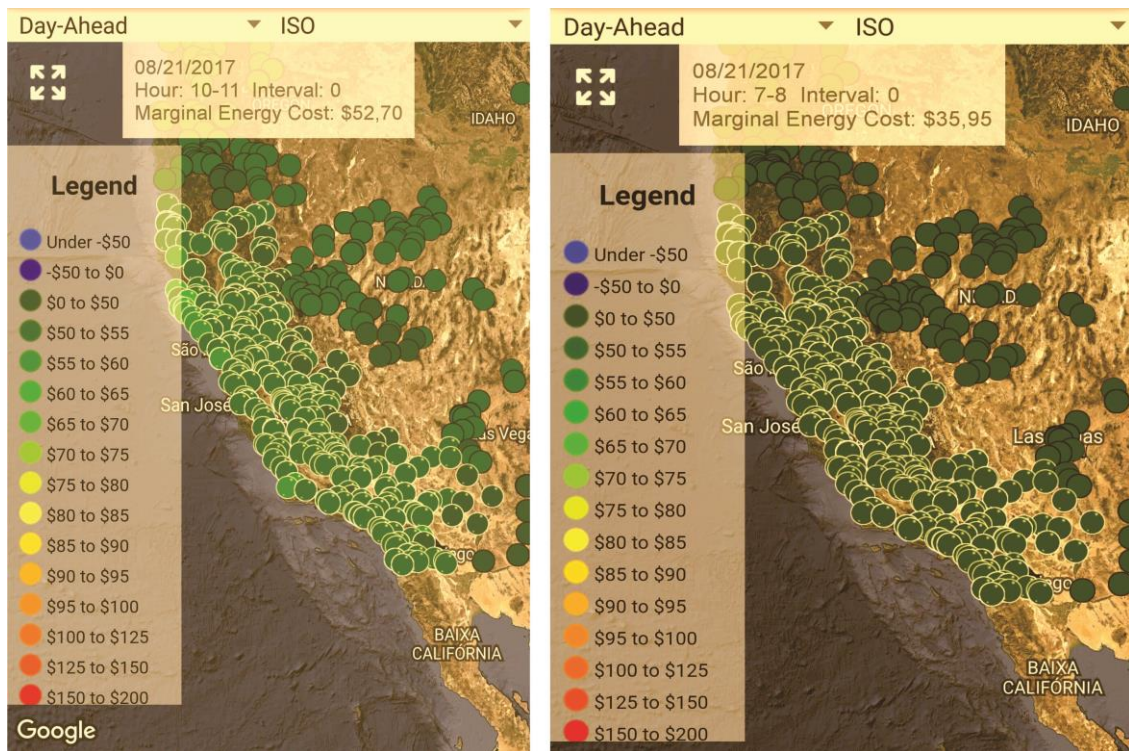


Figura 7: Custo marginal da energia no sistema ISO. Fonte: *ISO Today*, *CAISO*.

4.4 Comparação com Dados do Relatório Oficial Pós-operação do CAISO

O relatório oficial das medidas operativas adotadas durante o eclipse de 21 de agosto de 2017, elaborado pelo CAISO foi apresentado no dia 4 de outubro de 2017. (CALIFORNIA ISO, 2017b). O relatório oficial destacou que as medidas operativas para o eclipse foram planejadas ao longo de um período de um ano, anterior à ocorrência. Cabe ressaltar, que o dia típico de referência, adotado pelo relatório oficial do CAISO, para análise comparativa das ocorrências durante o eclipse foi o mesmo utilizado no relatório desenvolvido no Fotovoltaica UFSC, dia 22 de agosto de 2017.

Dentre as informações apresentadas que contribuíram para o sucesso da operação estão a diminuição das temperaturas durante o eclipse, em consequência diminuição da irradiação solar. A diminuição das temperaturas gerou alívio na curva de demanda por redução da carga de climatização.

Segundo o CAISO, as medidas operativas de aplicação durante o período do eclipse do dia 21 de agosto foram bem-sucedidas. Tal conclusão é evidenciada pelos dados de oscilação de frequência da rede elétrica apresentados no relatório oficial. Os valores de frequência tanto no intervalo do eclipse, quanto no início e no final, apresentaram oscilações da ordem de $\pm 0,05$ Hz. O sistema se manteve na faixa dos 60 Hz praticamente durante todo o fenômeno, inclusive nos períodos de queda e ascensão abrupta devido à saída e retorno da geração solar fotovoltaica. Tal resultado mostra aplicação dos recursos de controle primário e secundário de geração eficiente por parte do operador do sistema.

Ao se comparar as informações do relatório elaborado com dados de monitoramento via aplicativo, com o relatório oficial observou-se que o período do eclipse ocasionou alívio de carga, se comparado com o dia típico. Destacou-se a maior participação da geração eólica no dia 21, o que indicou que maior intensidade dos ventos possa ter auxiliado na redução da demanda projetada, tanto na participação da geração de energia, quanto no alívio das temperaturas, conforme ilustrado nas Figura 2 e Figura 3.

Quanto aos preços da energia o relatório oficial apresentou informações referentes aos mercados spot (*real-time*) e mercado de alocação de energia diária (*day-ahead*). Tais informações não se encontram disponíveis no aplicativo *ISO Today*. Porém, o aumento dos preços dos mercados de energia pôde ser estimado por meio do acompanhamento dos valores de custo marginal do sistema ISO ao longo do monitoramento via aplicativo. O relatório oficial do CAISO não apresentou informações mais detalhadas quanto aos valores do custo marginal do sistema no dia 21 de agosto.

Por fim, cabe destacar que as informações referentes à frequência da rede elétrica e atuação do controle de geração não se encontram disponíveis no *ISO Today*, portanto não puderam ser registradas no relatório elaborado pelo Fotovoltaica-UFSC.

5. CONCLUSÕES

O presente artigo teve o objetivo de comparar os dados de monitoramento do eclipse ocorrido no dia 21 de agosto de 2017, obtidos via aplicativo *ISO Today*, com as informações do relatório de pós-operação elaborado pelo CAISO.

Verificou-se que algumas informações presentes no relatório oficial não são de simples acesso aos usuários, por se tratarem de questões técnicas muito específicas, tais como o controle de frequência.

No entanto, concluiu-se que o aplicativo *ISO Today* se apresenta como um recurso interessante para transmissão de informações de monitoramento do sistema para proprietários de micro e minigeração distribuída. Embora não tenha sido realizada análise estatística das informações provenientes do aplicativo e do relatório oficial para avaliar a confiabilidade dos dados do *ISO Today*, pode-se afirmar que tais informações têm potencial uso para decisões operativas de pequenos produtores de energia por apresentarem resultados gráficos semelhantes aos dados oficiais.

Além da avaliação dos dados do aplicativo *ISO Today*, cabe destacar algumas peculiaridades do eclipse da Califórnia. A opção pela medida de acionamento de intercâmbios de energia para suprimento da demanda de energia elétrica, foi uma escolha que veio ao encontro da necessidade de resposta rápida de atendimento à demanda do sistema. Quanto ao suprimento da demanda, a preocupação foi tanta quanto a do eclipse ocorrido na Alemanha, em virtude da alta demanda de energia requisitada para o verão, e da possibilidade de se haver dificuldades de suprimento da demanda. Cabe destacar que a climatização de ambientes no verão costuma depender de energia elétrica, enquanto a climatização de ambientes no inverno depende de fontes de energia que providenciem produção de calor eficaz. Neste contexto, é possível utilizar gás ou carvão para aquecimento. Por não haver tantas possibilidades de substituição da matriz energética, a climatização de ambientes no verão torna-se mais dependente da energia elétrica (UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION).

Por fim, cabe destacar a importância deste trabalho como uma referência para aplicação de medidas operativas de planejamento da operação energética para distribuidoras de energia da América do Sul, uma vez que está previsto um eclipse solar parcial, em boa parte do Chile, Argentina, e Brasil, para o dia 14 de dezembro 2020. Estima-se que no ano de 2020 haverá um aumento significativo da presença da geração solar fotovoltaica nessa região, especialmente após as recentes aprovações de políticas de incentivo à geração solar fotovoltaica do governo da Argentina e Chile (BIANCA DÍAZ LÓPEZ, 2017; EMILIANO BELLINI, 2017; REPÚBLICA ARGENTINA, 2017).

Agradecimentos

Agradecemos ao CAISO por disponibilizar o acesso de dados de monitoramento do sistema de forma pública a todos os seus usuários e pessoas externas ao sistema. O serviço de monitoramento da geração de renováveis e curva de carga foi de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BACKROAD CONNECTIONS PTY LTD. **Determining a fair value for distributed generation Research Report and Bibliography**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://backroad.com.au/?page_id=97>. Acesso em: 30 out. 2017.
- BIANCA DÍAZ LÓPEZ. **Chile registers increase in PV installations for self-consumption – pv magazine International**. Disponível em: <<https://www.pv-magazine.com/2017/03/10/chile-registers-increase-in-pv-installations-for-self-consumption/>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. **California Renewable Energy Overview and Programs**. Disponível em: <<http://www.energy.ca.gov/renewables/index.html>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- CALIFORNIA ISO. **CAISO**. Disponível em: <www.caiso.com>. Acesso em: 30 out. 2017.
- CALIFORNIA ISO. **Daily Renewables Watch Monday, August 21, 2017**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.caiso.com>. Acesso em: 24 ago. 2017a.
- CALIFORNIA ISO. **Performance of ISO'S System during August 21, 2017 Eclipse**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.caiso.com/Documents/Performance-ISOSystemsDuringSolarEclipse.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017b.
- CALIFORNIA PUBLIC UTILITIES COMMISSION. **California Public Utilities Commission**. Disponível em: <<http://www.cpuc.ca.gov/>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- DALLAS NEWS. **Why Texas isn't worried about solar eclipse wiping out enough energy to power 120,000 homes**. Disponível em: <<https://www.dallasnews.com/business/energy/2017/08/16/texas-worried-solar-eclipse-wiping-enough-energy-power-120000-homes>>. Acesso em: 25 ago. 2017.
- EMILIANO BELLINI. **Argentina: New distributed generation provisions come into force – pv magazine International**. Disponível em: <<https://www.pv-magazine.com/2018/01/02/argentina-new-distributed-generation-provisions-come-into-force/>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- FORBES. **How A Smart Grid Relies On Customer Demand Response To Manage Wind And Solar**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2017/03/13/how-a-smart-grid-relies-on-customer-demand-response-to-manage-wind-and-solar/#590d0f8b1461>>. Acesso em: 24 ago. 2017a.
- FORBES. **6 Things That Have To Happen For A Clean-Energy Future, According To Utility Execs**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/jeffmcmahon/2017/07/19/6-things-utility-executives-say-they-need-for-the-clean-energy-future/#11fbc581145b>>. Acesso em: 24 ago. 2017b.
- FRITS, R. **How an energy supply system with a high PV share handled a solar eclipse: A retrospective view on early evaluations of the effects of the solar eclipse on March 20th, 2015 on the German energy supply system**.

- Kassel: [s.n.]. Disponível em: <http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/PVPS_T14-06_2016_EuropeanSolarEclipse2015inGermany.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.
- GREENTECH MEDIA. **The Solar Eclipse Could Become a Massive Test Case for Grid Storage**. Disponível em: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/the-solar-eclipse-could-become-a-massive-test-case-for-grid-storage?utm_source=Solar&utm_medium=Newsletter&utm_campaign=GTMSolar>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- JACOB SANDRY. **We Need a Clean Power (for Everyone) Plan | Huffington Post**. Disponível em: <http://www.huffingtonpost.com/jacob-sandry/we-need-a-clean-power-for_b_7948718.html>.
- NANCY TRAWEEK. **Solar Eclipse Readiness** California ISO, , 2017. Disponível em: <<http://www.aiso.com/Documents/SolarEclipseImpacts-Readiness.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2017
- PHEMESTER, J. **2017 Solar Eclipse Report**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://ia.cpuc.ca.gov/caleclipse/pdf/Briefing_SolarEclipse-ISOReport-May_2017.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- REPÚBLICA ARGENTINA. **RÉGIMEN DE FOMENTO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA RENOVABLE INTEGRADA A LA RED ELÉCTRICA PÚBLICA Ley 27424** Presidencia de La Nación, , 2017. Disponível em: <<http://portalweb.cammesa.com/Documentos compartidos/Noticias/Ley 27424-2017.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2018
- SOLAR EDGE. **PV Eclipse Tracking | SolarEdge**. Disponível em: <<https://www.solaredge.com/us/pveclipsetracking>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- TIME AND DATE. **Map of Total Solar Eclipse on 14 de Dezembro de 2020**. Disponível em: <<https://www.timeanddate.com/eclipse/map/2020-december-14>>. Acesso em: 8 jan. 2018.
- UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Energy Use in Homes**. Disponível em: <https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm/data/index.cfm?page=us_energy_homes#tab2>. Acesso em: 31 out. 2017.
- WOOD, A. J.; WOLLENBERG, B. F. **Power Generation, Operation, and Control**. [s.l.] Wiley, 2012.

PARTIAL SOLAR ECLIPSE INFLUENCE AT DISTRIBUTED GENERATION PV SYSTEMS: A CASE STUDY OF PARTIAL SOLAR ECLIPSE OF AUGUST, 21st, 2017, UNITED STATES.

Abstract. *During the last years, PV distributed generation scattering presents expressive raise, especially in United States. Beyond, this process is conducted mainly by California State. California electrical energy systems display one of the biggest PV high-penetration levels in the world. Thus, California Independent system Operator (CAISO) have taken special operative procedures to avoid electrical energy system collapse during the solar partial eclipse of August 21st, 2017. This article aims to analyze the real-time monitoring grid data, provided by ISO Today App. ISO Today is an App developed by CAISO, which provides real-time grid monitoring data for anyone who download the App in their mobile devices. We compared real-time grid data collected during the August 21st, Solar Eclipse, among information of grid data from conventional day and official data provided by CAISO Official Report of Eclipse's day. We conclude ISO Today is an interesting tool to electrical energy grid monitoring applied for prosumers. Additionally, the eclipse phenomenon have brought some lessons regarding to energy planning operation for utilities in order to take operational issues of the partial solar eclipse that will happen at 2020 in South America. This phenomenon will be occur in some parts of Brazil.*

Key words: *Eclipse, Distributed generation PV, Electrical Energy Operation*