

# **Monitoramento real e análise de indicadores de desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em unidades prossumidoras residenciais**

**Bruna Neves Prudencio** (UFSC) - nevesbrunap@hotmail.com

**GIULIANO ARNS RAMPINELLI** (UFSC) - giulianorampinelli@gmail.com

**Letícia Toreti Scarabelot** (UFSC) - leticia.scarabelot@posgrad.ufsc.br

## **Resumo:**

*Desde de 2012 a geração distribuída está regulamentada no Brasil, tornando possível gerar e consumir energia elétrica localmente, a partir de fontes renováveis de energia. A análise de indicadores de desempenho de sistemas fotovoltaicos promove a tecnologia e também auxilia a operação e o monitoramento destes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise temporal e espacial do desempenho energético de sete sistemas fotovoltaicos instalados em unidades prossumidoras residenciais, localizadas no extremo sul de Santa Catarina. Os indicadores de desempenho calculados foram o fator de capacidade, em porcentagem e a produtividade, em kWh/kWp, esses possibilitam a comparação entre os sistemas fotovoltaicos independente de sua localização ou potência instalada. Os sistemas encontram-se nas cidades de Araranguá, Arroio do Silva, Criciúma\*, Criciúma\*\*, Jacinto Machado, Meleiro e Turvo possuem potências de 3,25 kWp, 5,28 kWp, 4,32 kWp, 5,25 kWp, 3,96 kWp, 1,33 kWp e 21,12 kWp respectivamente. O período de análise está compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019 para os sistemas de Araranguá e Meleiro e entre março de 2018 e dezembro de 2019 para os sistemas de Criciúma\* e Criciúma\*\* e para os demais sistemas o período de análise está entre janeiro e dezembro de 2019. Ao final do trabalho é possível observar a variação mensal do fator de capacidade e da produtividade de cada sistema fotovoltaico, possibilitando a comparação dos mesmos. Por fim, verificou-se que o sistema de Araranguá é o mais eficiente, apresentando as maiores médias de fator de capacidade e produtividade.*

**Palavras-chave:** *Geração Distribuída, Sistemas Fotovoltaicos, Indicadores de Desempenho.*

**Área temática:** *Conversão Fotovoltaica*

**Subárea temática:** *Controle e monitoramento de sistemas fotovoltaicos*

# MONITORAMENTO REAL E ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE EM UNIDADES PROSSUMIDORAS RESIDENCIAIS

**Bruna Neves Prudencio** – nevesbrunap@hotmail.com

**Giuliano Arns Rampinelli** – giuliano.rampinelli@ufsc.br

**Letícia Toreti Scarabelot** – leticiascarabelot@yahoo.com.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde.

**Resumo.** Desde 2012 a geração distribuída está regulamentada no Brasil, tornando possível gerar e consumir energia elétrica localmente, a partir de fontes renováveis de energia. A análise de indicadores de desempenho de sistemas fotovoltaicos promove a tecnologia e também auxilia a operação e o monitoramento destes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise temporal e espacial do desempenho energético de sete sistemas fotovoltaicos instalados em unidades prossumidoras residenciais, localizadas no extremo sul de Santa Catarina. Os indicadores de desempenho calculados foram o fator de capacidade, em porcentagem e a produtividade, em kWh/kWp, esses possibilitam a comparação entre os sistemas fotovoltaicos independente de sua localização ou potência instalada. Os sistemas encontram-se nas cidades de Araranguá, Arroio do Silva, Criciúma\*, Criciúma\*\*, Jacinto Machado, Meleiro e Turvo e possuem potências de 3,25 kWp, 5,28 kWp, 4,32 kWp, 5,25 kWp, 3,96 kWp, 1,33 kWp e 21,12 kWp respectivamente. O período de análise está compreendido entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019 para os sistemas de Araranguá e Meleiro e entre março de 2018 e dezembro de 2019 para os sistemas de Criciúma\* e Criciúma\*\* e para os demais sistemas o período de análise está entre janeiro e dezembro de 2019. Ao final do trabalho é possível observar a variação mensal do fator de capacidade e da produtividade de cada sistema fotovoltaico, possibilitando a comparação dos mesmos. Por fim, verificou-se que o sistema de Araranguá é o mais eficiente, apresentando as maiores médias de fator de capacidade e produtividade.

**Palavras-chave:** Geração Distribuída, Sistemas Fotovoltaicos, Indicadores de Desempenho.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um bom recurso natural para a utilização de energia solar e o mercado recentemente esteve em forte crescimento o que incentiva a realização de um maior número de estudos nessa área (Mello, 2016). O sistema fotovoltaico destaca-se por sua característica de modularidade, apresentando capacidade de ser aplicado tanto em pequena escala, na ordem de kWp (quilowatts-pico) ou em grande escala, múltiplos de MWp (megawatts-pico).

Por meio da Resolução Normativa (REN) nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de 2012 a geração distribuída (GD) passou a ser regulamentada no Brasil e desde então, a energia elétrica pode ser gerada e consumida localmente, através de fontes renováveis de energia ou cogeração qualificada, além de tornar possível a compensação de energia elétrica (Beliski, Scarabelot e Rampinelli, 2018). Em 2015, a normativa foi atualizada pela REN 687 caracterizando sistemas de até 75 kW como de microgeração e sistemas de 75 kW a 5 MW como de minigeração distribuída (ANEEL, 2012, 2015). A REN 482/2012 encontra-se novamente em processo de revisão, principalmente em relação ao sistema de compensação de energia elétrica (ABSOLAR, 2019c).

Em 2019, a potência instalada de geração distribuída no Brasil atingiu 1 GW, impulsionada pelos sistemas fotovoltaicos que representam 89 % da potência instalada de GD no país (ABSOLAR, 2019b). Os sistemas fotovoltaicos de geração distribuída apresentam crescimento exponencial e de acordo com a ABSOLAR (2019a), o Brasil apresentava 176.969 sistemas fotovoltaicos conectados à rede de micro e minigeração distribuída no início de fevereiro de 2020.

O estudo sobre o desempenho do sistema fotovoltaico é importante pois contribui para agregar confiabilidade e promover a tecnologia. Os índices de mérito técnico de um sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR) caracterizam índices que estão relacionados à energia elétrica, eficiência, produtividade, desempenho e as perdas do sistema fotovoltaico (Rampinelli, 2010). De acordo com Mello (2016), os SFCRs podem ser avaliados através de índices de mérito técnico que expressam a produtividade e o desempenho dos mesmos.

Dessa forma o objetivo deste trabalho é fazer uma análise temporal e espacial de sistemas fotovoltaico conectados à rede, situados no extremo sul catarinense, por meio da determinação de índices de desempenho que podem ser empregados a quaisquer configurações de sistemas fotovoltaicos (Mello, 2016).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção serão apresentados os SFCRs estudados e a metodologia utilizada para a realização deste trabalho.

### 2.1 Sistemas Fotovoltaicos

Neste trabalho são realizadas análise temporal e espacial de sete sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica localizados no extremo sul de Santa Catarina por meio da determinação de indicadores de desempenho. Essa análise é importante para realizar o dimensionamento, assim como a compensação e estimativa de energia elétrica de sistema de geração distribuída (Machado, Scarabelot e Rampinelli, 2018).

As informações de localização, potência instalada e período analisado dos sistemas são apresentadas na Tab. 1.

Tabela 1 – Características dos SFCRs.

Cidade	Potência [kWp]	Período analisado
Araranguá	3,25	jan/2018 - dez/2019
Arroio do Silva	5,28	jan/2019 - dez/2019
Criciúma*	4,32	mar/2018 - dez/2019
Criciúma**	5,25	mar/2018 - dez/2019
Jacinto Machado	3,96	jan/2019 - dez/2019
Meleiro	1,33	jan/2018 - dez/2019
Turvo	21,12	jan/2019 - dez/2019

Os dados foram obtidos por meio de plataforma de monitoramento *wi-fi*, onde ficou registrado a energia elétrica produzida diariamente, desta forma, foi realizada uma soma da energia elétrica produzida por dia para obter o total mensal. Como alguns dias não foram registrados em certos sistemas, realizou-se a média dos valores de energia nos dias onde havia registro e depois multiplicou-se pelo número de dias no respectivo mês a fim de obter uma média mensal.

No presente trabalho por conter dois sistemas localizados na cidade de Criciúma, esses serão chamados de Criciúma\* para o sistema com 4,32 kWp e Criciúma\*\* para o sistema com 5,25 kWp. Os sistemas fotovoltaicos de Arroio do Silva, Meleiro e Criciúma\*\* apresentaram falhas ao longo do período analisado. Com o objetivo de preencher as falhas para cálculo das médias mensais anuais dos indicadores, elas foram completadas com a média aritmética simples do mês faltante dos sistemas fotovoltaicos restantes. Isso pode ser feito por se tratar de sistemas localizados em cidades próximas, no extremo sul de Santa Catarina, ou seja, apresentam médias diárias anual de radiação solar com valores próximos, tendo uma variação de até 5 % (Roversi e Rampinelli, 2018)

O sistema de Arroio do Silva apresentou falhas nos meses de janeiro e fevereiro de 2019, sendo preenchido com a média simples dos demais sistemas nos respectivos meses. O sistema de Meleiro apresentou falha no mês de junho de 2018 que foi preenchido com o valor da média aritmética simples dos sistemas das cidades de Araranguá, Criciúma\* e Criciúma\*\* para o respectivo mês. O sistema de Criciúma\*\* apresentou falha no mês de março de 2018 e foi calculado com a média aritmética simples desse mesmo mês com valores dos sistemas de Araranguá, Meleiro e Criciúma\*.

### 2.2 Fator de capacidade (FC)

O Fator de Capacidade (FC) de um sistema fotovoltaico é um indicador de desempenho e é determinado pela razão entre a energia elétrica convertida pelo sistema fotovoltaico (kWh) e a energia elétrica convertida caso o sistema operasse em potência nominal durante todo o período analisado, na condição padrão de 1.000 W/m<sup>2</sup>, 25° C e AM 1,5 (Lima, Ferreira e Moraes, 2017).

O FC pode ser calculado a partir da Eq 1, onde  $E_{CA}$  é a energia elétrica entregue à rede,  $E_{STD}$  é a energia elétrica que seria entregue à rede se o sistema operasse todo o período analisado na potência do sistema em condição padrão,  $P_{CA}$  é a potência elétrica ativa entregue à rede,  $P_{STD}$  é a potência do sistema na condição padrão.

$$FC = \frac{E_{CA}}{E_{STD}} = \int_0^T \frac{P_{CA}(t)dt}{P_{STD}(t)dt} \quad (1)$$

### 2.3 Produtividade (YIELD)

O índice de produtividade do sistema fotovoltaico é determinado pela razão entre a energia elétrica convertida (kWh) e a potência nominal do mesmo (kWp). Esse índice pode ser determinado em diferentes bases temporais como horária, diária, mensal e anual (Machado, 2019).

A partir da Eq. 2 pode-se calcular a produtividade.

$$Y = \frac{1}{P_{STD}} \int_0^{\Gamma} P_{CA} (t) dt \quad (2)$$

### 2.4 Dados

Os dados foram extraídos da plataforma de monitoramento de cada sistema e para este trabalho realizou-se o tratamento e análise somente os dados de potência c.a. por meio do *software* Microsoft Excel, onde também se elaborou os gráficos aqui apresentados.

Os resultados apresentados de fator de capacidade são em porcentagem, em base mensal e são calculados pela Eq. (1). A produtividade do sistema em kWh/kWp é calculada a partir da Eq. (2) e em base mensal.

Para análise do fator de capacidade e da produtividade considerou-se o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019 nas cidades de Araranguá e Meleiro, enquanto, nas cidades de Criciúma\* e Criciúma\*\* considerou-se o período de março de 2018 a dezembro de 2019 e para os demais sistemas o período de janeiro a dezembro de 2019 foi considerado. A fim de comparar os mesmos sistemas em distintos períodos, realizou-se a comparação entre os índices dos sistemas de Araranguá, Criciúma\*, Criciúma\*\* e Meleiro nos anos de 2018 e 2019.

## 3. RESULTADOS

Os SFCRs foram comparados e analisados com base nos indicadores de desempenho apresentados na seção anterior. Os resultados obtidos para o fator de capacidade mensal, assim como, para a produtividade mensal são apresentados por meio de *box plot* para a análise espacial e para análise temporal em histogramas.

A Fig. 1 e a Fig. 2 apresentam os dados para o fator de capacidade e produtividade respectivamente, para os sistemas de Araranguá, Criciúma\*, Criciúma\*\* e Meleiro para o ano de 2018. A Fig. 3 mostra o fator de capacidade enquanto a Fig. 4 apresenta a produtividade para os SFCRs de Araranguá, Arroio do Silva, Criciúma\*, Criciúma\*\*, Jacinto Machado, Meleiro e Turvo para o ano 2019.

Para o ano de 2018 o SFCR de Criciúma\* apresentou a menor variação diária anual dos indicadores de desempenho, sendo uma diferença de 8,7 % para o FC e 66,3 kWh/kWp para a produtividade. Enquanto que o SFCR de Meleiro apresentou a maior variação diária anual, tanto para o fator de capacidade com diferença de 13,2 %, quanto para a produtividade com diferença de 100,4 kWh/kWp entre o maior e menor valor.

No ano de 2019, tem-se as menores variações de FC e de Y, em base diária anual, no sistema fotovoltaico de Araranguá sendo a diferença entre o maior e menor valor de FC de 11,4 % e 80 kWh/kWp para a produtividade. Enquanto que a maior variação desses mesmo índices é verificada no sistema fotovoltaico de Arroio do Silva, sendo 20,2% a diferença para o fator de capacidade e 151,7 kWh/kWp para a produtividade.

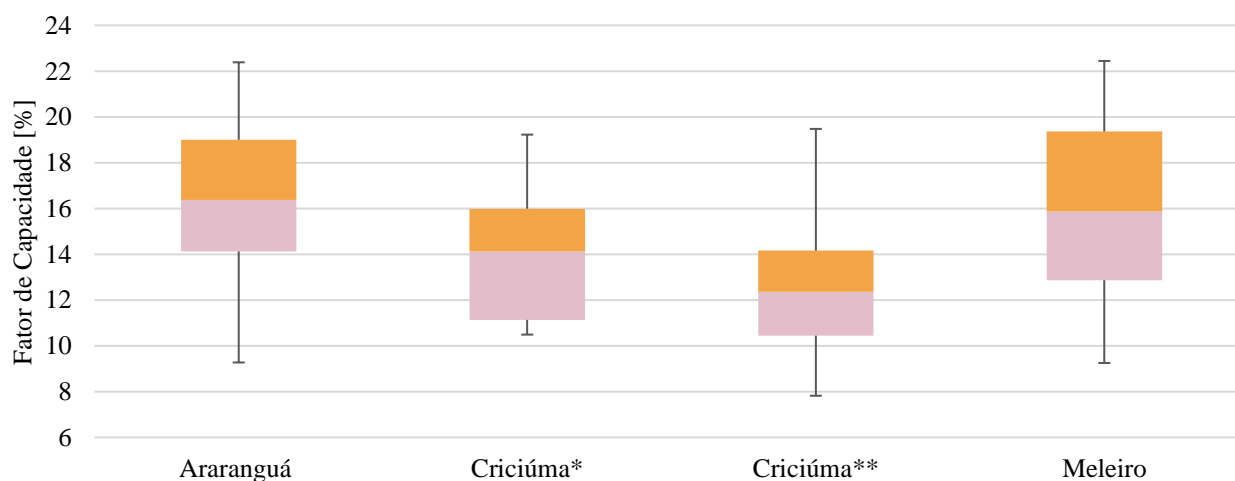


Figura 1 – Fator de capacidade para os SFCRs Araranguá, Criciúma\*, Criciúma\*\*, Meleiro para o ano de 2018.

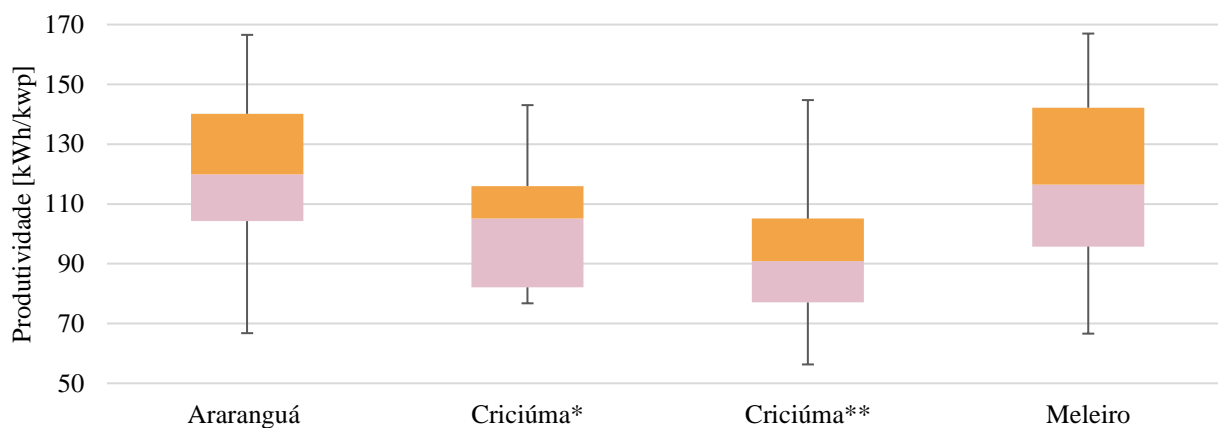


Figura 2 – Produtividade em base mensal para os SFCRs Araranguá, Criciúma\*, Criciúma\*\*, Meleiro para o ano de 2018.

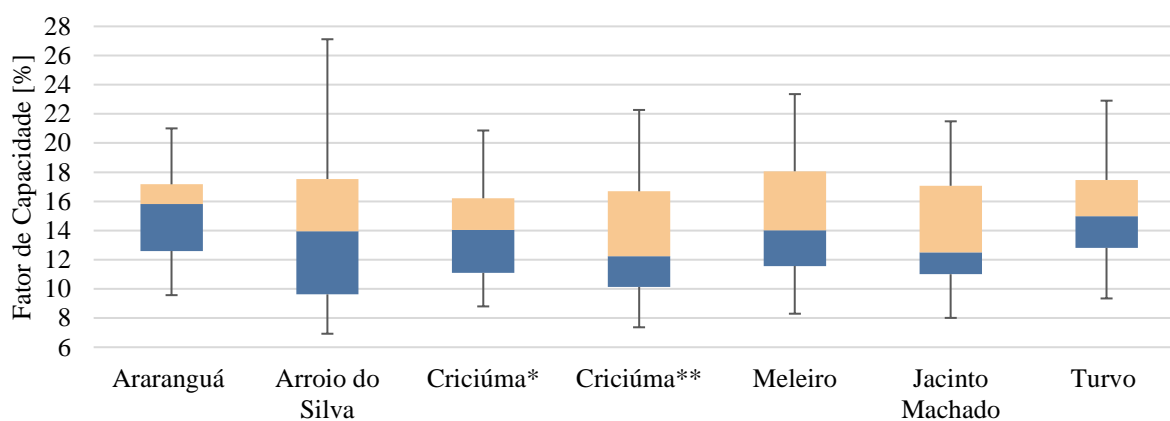


Figura 3 – Fator de capacidade para os SFCRs analisados para o ano de 2019.

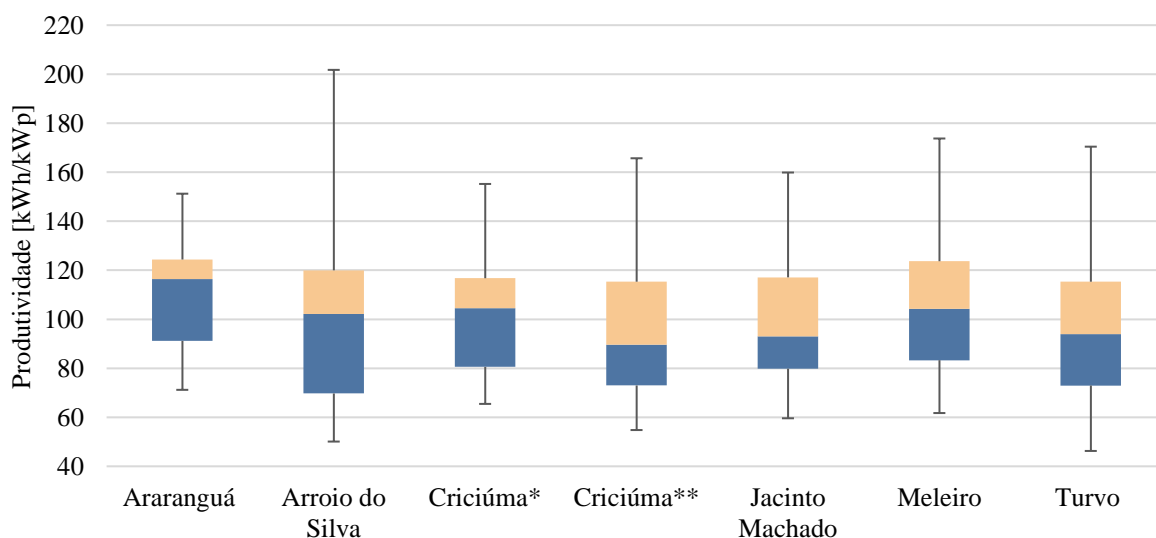


Figura 4 – Produtividade em base mensal para os SFCRs analisados para o ano de 2019.

Nota-se que apesar de se tratarem de sistemas fotovoltaicos localizados espacialmente na mesma região, os sistemas fotovoltaicos, no geral, apresentam algumas variações entre si., essas variações ocorrem devido as diferentes posições dos sistemas e suas inclinações. No ano de 2018, o SFCR de Meleiro apresentou os maiores valores de fator de capacidade

e produtividade, sendo 22,4 % e 167,0 kWh/kWp respectivamente, enquanto que o SFCR de Criciúma\*\* registrou os menores valores de ambos os índices, sendo 7,8 % para o fator de capacidade e 56,3 kWh/kWp para produtividade. Já para o ano de 2019, o fator de capacidade apresentou o maior (27,1 %) e menor (6,9 %) valor no sistema de Arroio do Silva. Analisando a produtividade no ano de 2019 o maior valor foi de 201,8 kWh/kWp para o SFCR em Arroio do Silva e menor valor apresentado foi de 46,3 kWh/kWp para o sistema fotovoltaico de Turvo.

Segundo Kormann et al. (2014), os SFCRs instalados no Brasil apresentam FC entre 13 % e 18 %, assim, os sistemas mesmo apresentando valores fora dessa faixa em alguns meses, no geral, as médias ficam dentro desses valores.

As Fig. 5, 6, 7 e 8 apresentam uma comparação entre a produtividade e o fator de capacidade mensais para os anos de 2018 e 2019 dos sistemas fotovoltaicos de Araranguá, Criciúma\*, Criciúma\*\* e Meleiro.

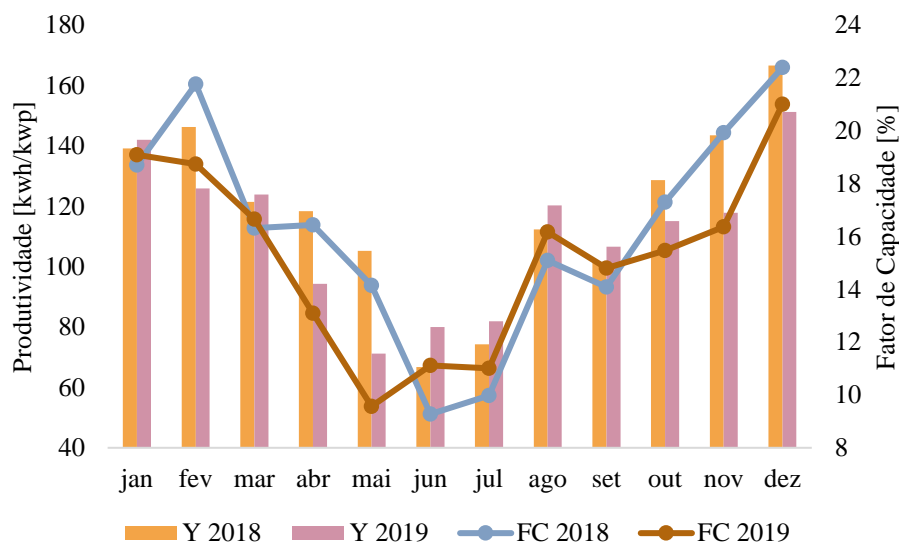


Figura 5 – Comparação da produtividade e do fator de capacidade para o SFCR de Araranguá.

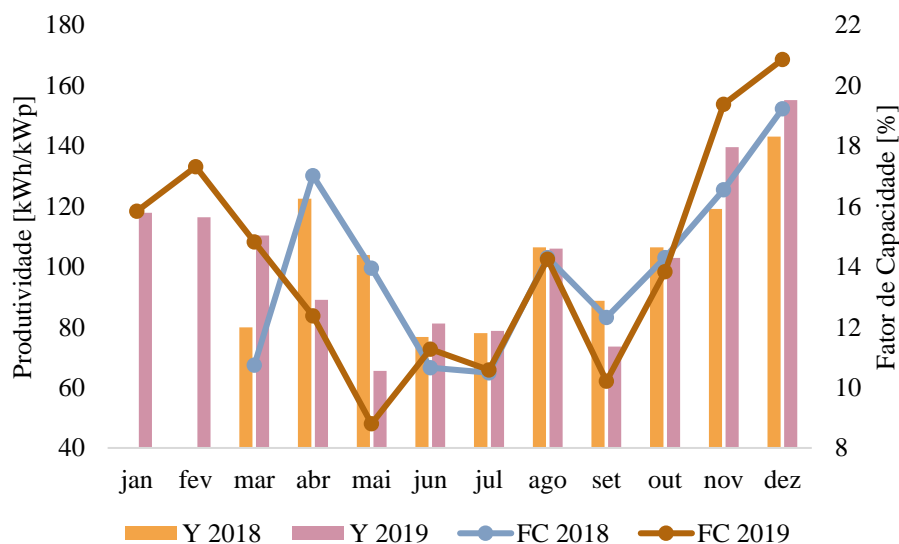


Figura 6 – Comparação da produtividade e fator de capacidade para o SFCR de Criciúma\*.

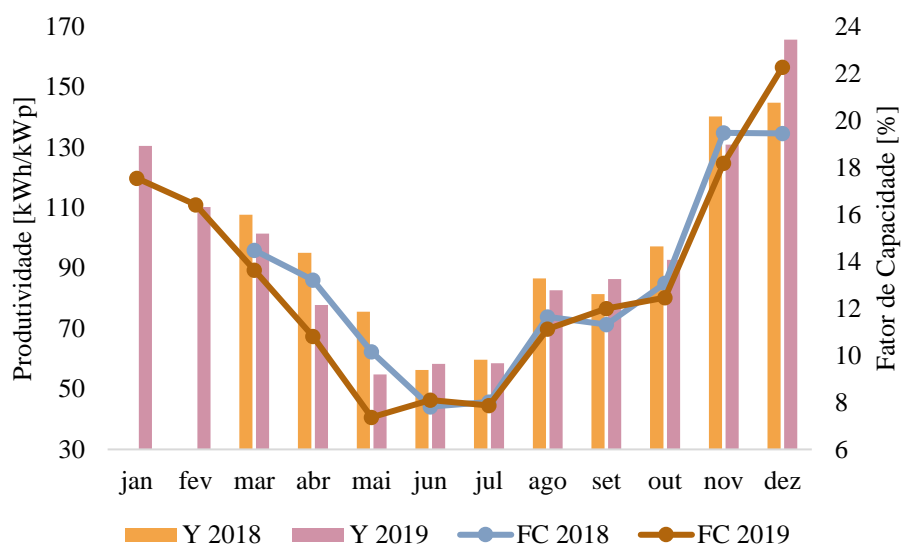


Figura 7 – Comparação da produtividade para o SFCR de Cricúma\*\*.

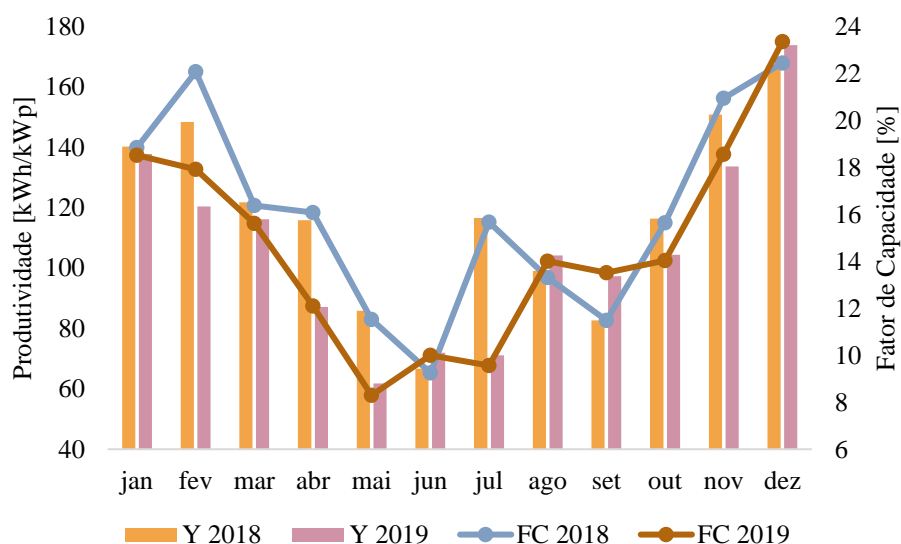


Figura 8 – Comparação da produtividade para o SFCR de Meleiro.

Percebe-se comportamento semelhante entre os indicadores apresentados visto que ambos dependem da irradiação solar variável ao longo do ano (Gasparin e Krenzinger, 2017).

Nota-se que os SFCRs de Araranguá e Meleiro são mais eficientes que os sistemas fotovoltaicos de Cricúma\* e Cricúma\*\*. O sistema fotovoltaico de Araranguá apresenta os maiores valores de ambos os índices na maior parte dos meses, e apresenta média de 16,3 % e 15,3 % para fator de capacidade nos anos de 2018 e 2019 respectivamente e média de 118,6 kWh/kWp para produtividade em 2018 e 110,8 kWh/kWp em 2019. O sistema fotovoltaico de Meleiro registrou valores próximos aos valores do SFCR de Araranguá, com médias de produtividade de 117,6 kWh/kWp em 2018 e 106,6 kWh/kWp em 2019, já para o FC obteve-se o valor de 16,1 % e 14,6 % em 2018 e 2019 respectivamente.

O SFCR de Cricúma\* apresentou valores médios mensais de 102,5 kWh/kWp e 103,0 kWh/kWp para a produtividade em 2018 e 2019 respectivamente, enquanto que para o fator de capacidade os valores médios mensais verificados foram de 14,0 % em 2018 e 14,1 % em 2019. O sistema fotovoltaico de Cricúma\*\* apresentou os menores valores médios mensais para ambos os índices analisados, sendo 94,5 kWh/kWp em 2018 e 95,9 kWh/kWp em 2019 para a produtividade, enquanto o fator de capacidade obteve valores médios de 12,9 % e 13,1 % para 2018 e 2019 respectivamente.

Apesar dos sistemas estarem próximos em relação a sua localização é possível perceber algumas diferenças comparando-os. Analisando um mesmo mês para o mesmo SFCR em anos diferentes percebe-se que no geral os valores são relativamente próximos. Ainda que desconsiderando os meses com falha de dados o SFCR de Cricúma\*\* apresentou

as piores médias de fator de capacidade e produtividade, demonstrando que o sistema provavelmente foi mal dimensionado ou não está em uma localização ideal. O sistema localizado em Araranguá apresenta as melhores médias, fato que provavelmente ocorre devido ao seu bom dimensionamento e a posição dos módulos, que provavelmente estão direcionados para o norte, que é a melhor orientação para sistemas instalados no hemisfério sul.

#### 4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a análise de sete sistemas fotovoltaicos em operação no sul de Santa Catarina. A análise ocorreu por meio de indicadores de desempenho. Esses índices permitem auxiliar no monitoramento dos sistemas, além de compará-los independentemente da potência instalada.

O sistema localizado em Criciúma\* apresentou a menor variação de dados tanto para o fator de capacidade e produtividade em 2018, sendo o maior valor de FC 19,2% e o menor 10,5%, para a produtividade o maior valor foi de 143,1 kWh/kWp e o menor de 76,8 kWh/kWp. A maior variação de fator de capacidade e produtividade em 2018 foram registrados na cidade de Meleiro, com o menor valor de FC 9,3 % e o maior 22,4 %, para a produtividade os valores registrados foram de 66,6 kWh/kWp e 167,0 kWh/kWp para o menor e maior valor, respectivamente. Isso demonstra que o sistema opera bem no verão, atingindo valores altos em relação aos demais sistemas analisados, entretanto, no inverno os valores ficam abaixo do sistema de Araranguá, por exemplo, o que provavelmente é consequência do posicionamento do sistema.

Analisando o ano de 2019 a menor variação para o fator de capacidade e produtividade foi registrada no SFCR de Araranguá sendo 21,0 % e 9,6 % o maior e menor valor, respectivamente de FC, enquanto o maior valor da produtividade foi de 151,2 kWh/kWp e o menor de 71,2 kWh/kWp. A maior variação ocorreu no sistema de Arroio do Silva para ambos os índices, com o maior valor de 27,1 % e o menor de 6,9 % para o fator de capacidade e 201,8 kWh/kWp e 50,1 kWh/kWp para a maior e menor produtividade, respectivamente.

Comparando os mesmos sistemas em anos distintos percebe-se que apresentam valores próximos para os mesmos meses. Os sistemas apresentam valores médios dentro do esperado, sendo que o sistema de Araranguá se mostra o mais eficiente, visto que apresentou as maiores médias de ambos os índices nos dois anos analisados,

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

#### REFERÊNCIAS

- ABSOLAR. Brasil alcança 1 GW em microgeração solar fotovoltaica, 2019a. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-alcanca-1-gw-em-microgeracao-solar-fotovoltaica.html>>.
- ABSOLAR. Energia solar fotovoltaica no Brasil, 2019b. Disponível em: <<http://absolar.org.br/infografico-absolar.html>>.
- ABSOLAR. Mudança regulatória traz desequilíbrio ao consumidor de energia solar da geração distribuída, 2019c. Disponível em: <<http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/mudanca-regulatoria-traz-desequilibrio-ao-consumidor-de-energia-solar-da-geracao-distribuida.html>>.
- ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. v. 3 o Edição, 2008.
- ANEEL. Resolução Normativa n o 482. ANEEL, 2012.
- ANEEL. Resolução Normativa n o 687. ANEEL, p. 24, 2015.
- ANEEL. Geração Distribuída - Regulamentação Atual e Processo de Revisão, p. 27, 2019.
- BELISKI, L. M.; SCARABELOT, L. T.; RAMPINELLI, G. A. Análise da Qualidade de Energia Elétrica de Sistemas Fotovoltaicos de Geração Distribuída em Unidades Prossumidoras Residenciais. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS 2018, 2018.
- GASPARIN, F. P.; KRENZINGER, A. Desempenho de um Sistema Fotovoltaico em Dez Cidades Brasileiras com Diferentes Orientações do Painel. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 8, n. 1, p. 10-17, 2017.
- LIMA, L. C. DE; FERREIRA, L. DE A.; MORAIS, F. H. B. DE L. Performance Analysis of a Grid Connected Photovoltaic System in Northeastern Brazil. Energy for Sustainable Development - Elsevier, v. 37, p. 79-85, abr. 2017.
- KORMANN, L. et al. Desenvolvimento de Mapas de Avaliação do Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos em Diferentes Ângulos de Inclinação e de Azimute. ASADES, v. 18, p. 04.01-04.08, 2014.
- MACHADO, A. B.; SCARABELOT, L. T.; RAMPINELLI, G. A. Análise de Indicadores de Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos de Geração Distribuída em Operação do Sul de Santa Catarina. 7º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT Sul, p. 265-271, 2018.
- MACHADO, A. B. Análise Temporal e Espacial de Indicadores de Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos de Geração



Distribuída em Operação no Sul de Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, 15 jun. 2016.

MELLO, A. D. Análise de Desempenho de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede a partir da Determinação de Índices de Mérito. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, 01 jul. 2019.

RAMPINELLI, Giuliano Arns. Estudo De Características Elétricas E Térmicas De Inversores Para Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Rede. 2010. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ROVERSI, K.; RAMPINELLI, G. A. Análise da Variabilidade Espacial da Radiação Solar no Sul de Santa Catarina. 7º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT Sul, p. 76-82, 2018.

## **REAL MONITORING AND ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS CONNECTED TO THE GRID IN RESIDENTIAL PROSUMER UNITS**

**Abstract.** *Since 2012 distributed generation has been regulated in Brazil, making it possible to generate and consume electricity locally from renewable energy sources. Performance indicator analysis of photovoltaic systems promotes the technology and aids its operation and monitoring. Thus, the objective of this work is to present a temporal and spatial analysis of the energy performance of seven photovoltaic systems installed in residential prosumer units, located in the extreme south of Santa Catarina. The performance indicators calculated were the capacity factor, in percentage and the productivity, in kWh / kWp. These allow the comparison between the photovoltaic systems regardless of their location or installed power. The systems are located in the cities of Araranguá, Arroio do Silva, Criciúma \*, Criciúma \*\*, Jacinto Machado, Meleiro and Turvo, and have powers of 3.25 kWp, 5.28 kWp, 4.32 kWp, 5.25 kWp, 3.96 kWp, 1.33 kWp and 21.12 kWp respectively. The analysis period is from January 2018 to December 2019 for the Araranguá and Meleiro systems and from March 2018 to December 2019 for the Criciúma \* and Criciúma \*\* systems and for the other systems between January to December 2019. At the end of the work it is possible to observe the monthly variation of the capacity factor and the productivity of each photovoltaic system, allowing their comparison. Finally, it was found that the Araranguá system is the most efficient, presenting the highest averages of capacity and productivity factor.*

**Key words:** *Distributed Generation, Photovoltaic Systems, Performance Indicators.*