

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

ANÁLISE DE TRANSITÓRIO DE SOMBREAMENTO EM GERAÇÃO FOTOVOLTAICA UTILIZANDO REDE SOM¹

ANALYSIS OF SHADOWING TRANSITORY IN PHOTOVOLTAIC GENERATION USING SOM NETWORK

Douglas de Souza Lasch², Moises Machado Santos³, Maurício de Campos⁴, Luís Fernando Sauthier⁵, Paulo Sérgio Sausen⁶

¹ Pesquisa desenvolvida durante estágio supervisionado do curso de Engenharia Elétrica/Unijuí

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UNIJUÍ, douglaslasch@gmail.com

³ Professor Dr. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ, Orientador.

⁴ Professor Dr. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ, Orientador.

⁵ Professor Me. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ, Orientador.

⁶ Professor Dr. no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ, Orientador.

INTRODUÇÃO

O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, resulta no surgimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida a partir da absorção da luz.(CAMPOS et al., 2010). Pós crise do petróleo em 1970, o mundo buscou novas formas de geração que não agredissem o meio ambiente e também pudessem atender as demandas energéticas de cada nação.(DA SILVA; SOUZA, 2017). No Brasil a geração de energia elétrica através da energia solar tem crescido exponencialmente nos últimos anos.

O acréscimo de unidades de micro e minigerações às redes de distribuição das concessionárias tem alterado o comportamento do fluxo de potência das mesmas. Em função da irradiação solar não ser constante ao longo do dia, e também por sofrer grandes variações em curtos espaços de tempo em dias onde há sombreamento sobre os painéis, a potência injetada à rede de distribuição varia na mesma proporção que a variação da irradiação solar. Este comportamento produz variações nos níveis de tensão da rede de distribuição.

O propósito deste trabalho é o desenvolvimento de um algoritmo para estimativa de geração de energia fotovoltaica das unidades de micro e minigeração conectadas à rede de distribuição urbana da cidade de Ijuí/RS, e a partir dos dados de geração utilizando o Mapa Auto Organizável ou SOM (*Self Organizing Map*), mapear o comportamento da curva de geração e determinar qual o nível de sombreamento e conseqüentemente qual o nível de variação da potência injetada à rede de distribuição.

Palavras-chave: Energia Solar. Mapa Auto-Organizável, Sombreamento.

Keywords: Solar Energy, Self-Organizing Map, Shading.

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

METODOLOGIA

1. ESTIMATIVA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Para o desenvolvimento do algoritmo de estimativa de geração de energia fotovoltaica em tempo real, foi utilizado o software Matlab. O algoritmo consiste na modelagem matemática dos painéis fotovoltaicos a partir da entrada dos dados técnicos de cada uma das unidades de micro e minigeração conectadas à rede de distribuição, e também das informações de irradiação solar e temperatura ambiente adquiridas em uma estação meteorológica.

A figura 1 apresenta o fluxograma do processo para estimar a geração. O modelo matemático é baseado no circuito equivalente de uma célula de um único diodo. A partir do circuito equivalente e utilizando a equação de Kirchhoff são obtidas as relações de corrente. A corrente é corrigida no modelo matemático em função da irradiação solar incidente no módulo e também em função da temperatura ambiente. A temperatura de operação da célula influencia inversamente na máxima potência gerada. Mais detalhes sobre o modelo matemático são encontrados na bibliografia.(WALKER, 2001).

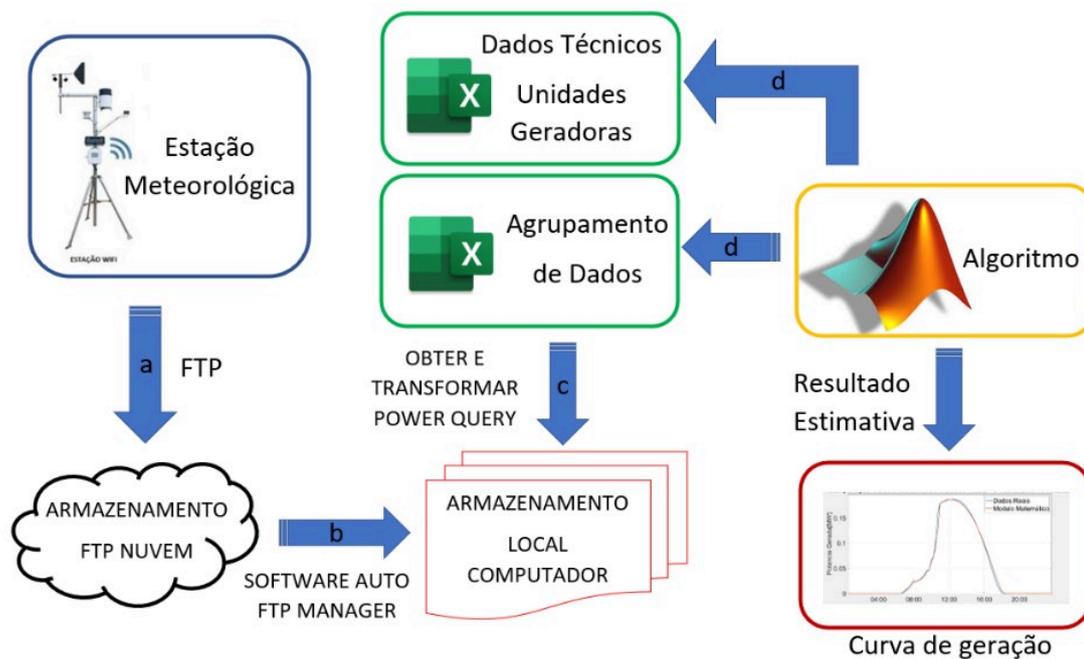


Figura 1 – Fluxograma

Os processos identificados no fluxograma são:

a) Estação meteorológica faz a leitura da irradiação solar e temperatura ambiente, através de protocolo de comunicação FTP, é enviado um arquivo com os dados obtidos na estação nos últimos dez minutos;

b) Software Auto FTP Manager transfere os arquivos da nuvem para a pasta local do computador;

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

- c) Excel automaticamente realiza a leitura da pasta especificada no computador a cada minuto, unindo em um único arquivo as informações de irradiação e temperatura ambiente;
- d) Algoritmo no Matlab a cada minuto realiza a leitura do arquivo que contém os dados da estação meteorológica e também o arquivo que contém as características técnicas das unidades de micro e minigeração cadastradas.

Para a validação do modelo foi realizada a coleta de dados reais de geração de uma unidade de minigeração conectada a rede de distribuição do Departamento Municipal de Energia de Ijuí. A figura 2 apresenta a comparação entre os dados reais e o modelo matemático de estimação de geração fotovoltaica, onde apresentou uma precisão de 97,81% na integralização da área.

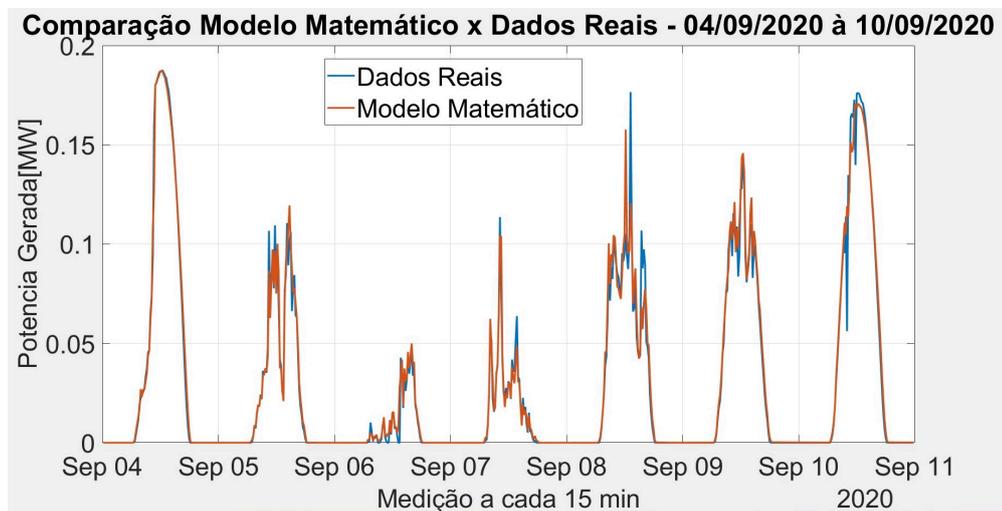


Figura 2 – Validação do modelo matemático de estimativa de geração fotovoltaica.

2. REDE NEURAL – SOM (SELF ORGANIZING MAPS)

O algoritmo de estimação de geração além de apresentar na forma gráfica a curva de potência gerada, realiza também o salvamento de um arquivo com os dados de geração para que seja armazenado em um banco de dados. Os dados de geração distribuída estimados alimentam um arquivo que é utilizado para o mapeamento da característica da curva de potência, utilizando o algoritmo de Mapa Auto-Organizável (SOM). Mapas Auto-Organizáveis são uma classe especial de redes neurais baseadas na aprendizagem competitiva. (PINHO, 2008). O algoritmo SOM é utilizado para reconhecimento de padrões. O principal objetivo do Mapa Auto-organizável é transformar um padrão de sinal incidente de dimensão arbitrária em um mapa discreto unidimensional, ou bidimensional. O algoritmo SOM é definido como uma transformação não-linear, que mapeia um espaço de entrada E contínuo, cuja topologia é definida pela relação métrica dos vetores de dados D , que pertence a E , para um espaço de saída S discreto, cuja topologia é definida por um conjunto de modelos M dispostos em uma grade bidimensional, como mostra a Figura 3. Normalmente essa rede de neurônios é interligada por conexões sinápticas (pesos) hexagonais.

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

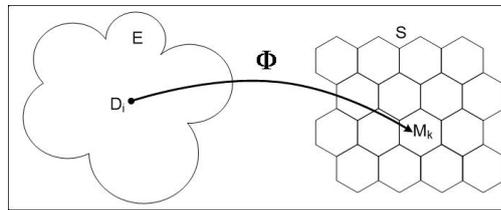


Figura 3 - Uma transformação em um mapa 4x4 com conexões hexagonais.

O padrão de sinal incidente é um dado de entrada, composto por um vetor de dimensão arbitrária “n” (variáveis). O mapa é formado por neurônios, contendo modelos que também são vetores de dimensão “n” (pesos sinápticos), conectados entre si como uma rede. O processo de ordenação acontece em três etapas e consiste em encontrar o modelo que melhor represente um dado de entrada na rede (vencedor). As ligações servem para ajustar modelos de neurônios próximos ao vencedor (vizinhos) ao padrão de entrada. Assim, ao final de várias iterações o mapa apresenta os dados associados aos seus neurônios, de forma que padrões similares encontram-se em neurônios contíguos. Mais detalhes sobre a rede SOM são encontrados em (Kohonen, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 apresenta o fluxo do processo de análise de sombreamento utilizando os mapas auto-organizáveis. Foram inseridas as curvas de geração de 60 dias, para que o algoritmo classifique em 3 padrões de sombreamento distintos ocorridos no período. O algoritmo SOM realiza o agrupamento (*clustering*) das curvas que apresentam características mais semelhantes, desta forma é possível determinar um padrão de sombreamento ocorrido no dia.

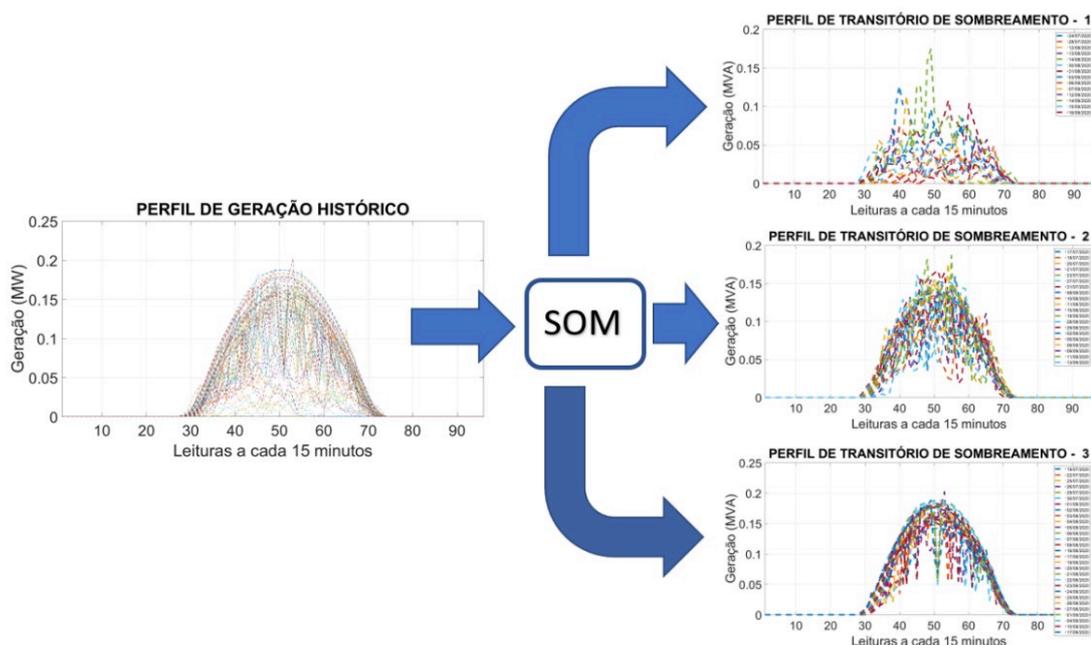


Figura 4 – Fluxo da Rede Neural – SOM



Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da separação das curvas de geração por características de transitórios de sombreamento, podem ser levantadas informações junto ao sistema elétrico de potência local, e verificar se em dias onde ocorreram os maiores perfis de sombreamento, houve uma alteração no comportamento de controle dos níveis de tensão nas redes de distribuição. Um excesso de operações em comutadores de transformadores que realizam a regulação dos níveis de tensão pode ocasionar em uma menor vida útil de seus componentes. Essas informações podem ser importantes para o desenvolvimento de tecnologias futuras levando em conta o crescimento exponencial das unidades de geração distribuídas que estão sendo conectadas ao sistema elétrico de potência.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) a partir do Edital 04/2019 – ARD (19/2551-0001329-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, A. L. P. S. et al. Investigação Experimental Da Geração De Energia Elétrica Solar Fotovoltáica. **Holos**, v. 3, p. 82, 2010.

DA SILVA, G. D. P.; SOUZA, M. J. R. Estimativa De Geração De Energia através De Um Sistema Fotovoltaico: Implicações Para Um Sistema Flutuante No Lago Bolonha, Belém-Pará. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, n. 2, 2017.

KOHONEN, T. Self-Organizing Maps. 3 ed. Berlim: Springer-Verlag. 2001.

PINHO, A. G. DE. MINERAÇÃO DE DADOS COM MAPAS DE KOHONEN: UMA ABORDAGEM NO SETOR FINANCEIRO DATA MINING WITH KOHONEN MAPS: AN APPROACH IN FINANCIAL SECTOR Anderson Guimarães De Pinho. **Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 2, p. 39–49, 2008.

WALKER, G. Evaluating MPPT converter topologies using a matlab PV model. **Journal of Electrical and Electronics Engineering, Australia**, v. 21, n. 1, p. 49–55, 2001.