

Utilização de mapas de Kohonen para agrupamento e visualização de dados de distúrbios de energia elétrica do campus Medianeira da UTFPR

Use of Kohonen maps for grouping and visualization of electricity disturbances data from the UTFPR Medianeira campus

RESUMO

Devido a sua capacidade de organizar dados multivariados em grupos (*clusters*) e sua propriedade de visualização através da técnica de aprendizado competitivo e não supervisionado, os Mapas Auto Organizáveis de Kohonen (SOM), vêm sendo utilizados em diversas aplicações nas mais variadas áreas. Nesta perspectiva este trabalho utilizou a rede neural de Kohonen, por meio do *software* Matlab, para agrupar e visualizar dados de distúrbios de energia elétrica. Assim, a partir de testes foi possível realizar uma análise dos mapas formados com os dados coletados, para identificar os distúrbios, principalmente os de subtensão e sobretensão, presentes na rede elétrica do campus Medianeira da UTFPR.

PALAVRAS-CHAVE: Redes neurais. Distúrbios elétricos. Redes elétricas.

ABSTRACT

Kohonen's Self-Organizing Maps (SOM) have been used in several applications in the most varied areas due to its ability to organize multivariate data in groups (clusters) and its property of visualization through the competitive and unsupervised learning technique. In this perspective, this work used the Kohonen neural network, through the Matlab software, to group and visualize data of electrical energy disturbances. Thus, from tests it was possible to carry out an analysis of maps formed with the collected data, to identify disturbances, mainly of undervoltage and overvoltage, present in the electric network of the UTFPR Medianeira campus.

KEYWORDS: Neural networks. Electrical disturbances. Electrical networks.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Rede neural artificial é uma máquina designada a processar dados, inspirado na estrutura neural biológica afim de executar uma tarefa específica ou função de interesse. Seu uso oferece importantes capacidades e propriedades, como mapeamento entre entrada e saída, a não linearidade, a adaptabilidade, resposta a evidências, tolerância a falhas e uniformidade de análises (HAYKIN, 1999).

Por volta de 1981, ao tentar simular os processos de aprendizagem que ocorrem no cérebro, Tuevo Kohonen criou o Mapa Auto Organizável de Kohonen (SOM), que é um método de análise de dados com aprendizado não supervisionado e competitivo, capaz de mapear um conjunto de dados em uma rede de neurônios bidimensional (KOHONEN, 2014).

COSTA e col. (2011) afirmam que o uso do SOM (Mapas Auto Organizáveis), vem crescendo cada vez mais atualmente por ser uma grande ferramenta nos estudos de agrupamentos e por sua importante propriedade de visualização de dados multivariados. Devido a isso possui diversas áreas de aplicações como a bioinformática, redes de sensores e análise de dados geoespaciais.

Arelado a isso, o objetivo deste trabalho é agrupar e visualizar dados dos distúrbios de energia elétrica que ocorrem na rede da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), campus Medianeira-PR, por meio da utilização da rede SOM (Mapas Auto Organizáveis), propiciando uma nova maneira de analisar esses fenômenos. Para isso foram utilizados os dados presentes no trabalho de Cruz (2018), coletados da estação meteorológica do campus Medianeira.

MATERIAIS E MÉTODOS

COLETA DE DADOS

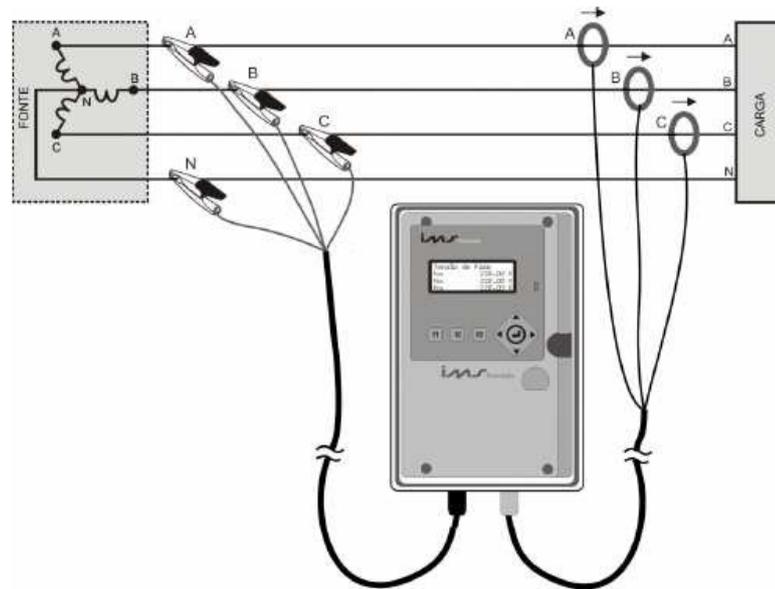
Para obtenção dos dados foi necessário um analisador de energia, esse aparelho além de ser muito confiável para detectar a situação das redes elétricas, possui a capacidade de medir inúmeras grandezas do sistema elétrico, como tensão, corrente e potência (CRUZ, 2018).

Sobre a local da coleta de dados:

As medições foram realizadas em uma das subestações da UTFPR, localizada ao lado da caixa d'água junto ao bloco dos servidores, responsável por alimentar a maior parte da rede da UTFPR, compreendendo os blocos da biblioteca, servidores, secretarias, além dos blocos de salas de aulas J,H e I, ressaltando que nestes blocos estão presentes os motores utilizados em aulas práticas (CRUZ, 2018, p.34).

Foi utilizado um analisador portátil de qualidade de energia da IMS *Power Quality*, do modelo *PowerNET P-600 G4*, que possibilitou a criação de um banco de dados. O sistema da UTFPR trabalha com uma alimentação trifásica em estrela aterrado, logo a instalação do analisador de energia foi feita de acordo com a figura 1 (CRUZ, 2018).

Figura 1- Conexão com a rede



Fonte: IMS (2016).

O registro dos dados ocorreu das 15:44 do dia 10/09/2018 até as 00:42 do dia 18/09/2018, com intervalo de dois minutos entre cada medição. Dentre as inúmeras características foram escolhidas apenas nove que se mostraram suficientes para identificar os distúrbios, sendo elas: três tensões de neutro, três tensões de fase e as três correntes de cada fase. Esses dados foram divididos em dois grupos, o primeiro abrangendo os valores mínimos, e o segundo, valores máximos para as já citadas características. Assim foi possível detectar sub e sobre tensões (CRUZ, 2018).

SELEÇÃO DE DADOS

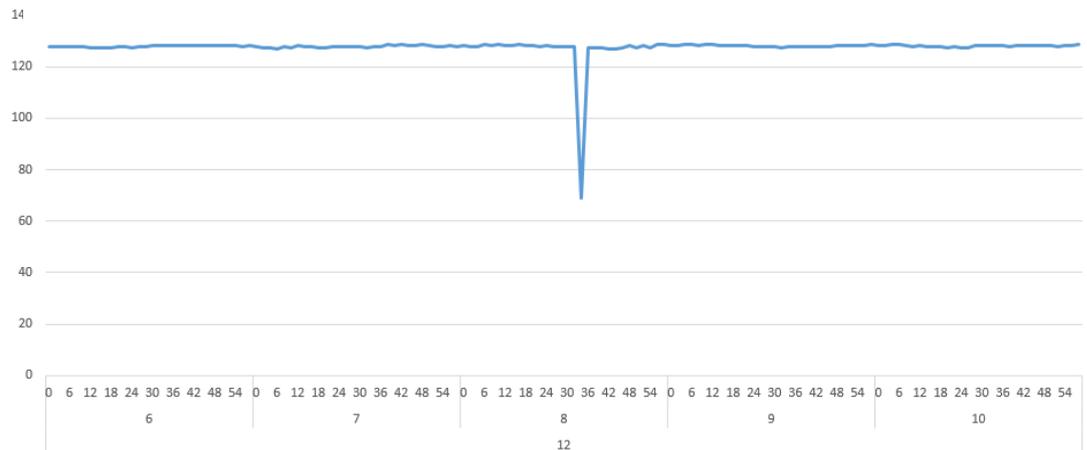
Primeiramente para averiguar a veracidade dos dados medidos foi realizado uma análise intrínseca do próprio analisador de energia, onde o aparelho atribui a característica de válido ou inválido para cada dado, após de analisar se o mesmo condiz com o esperado (CRUZ, 2018).

A segunda análise foi feita com o auxílio do *software* Excel, no qual foram montados gráficos referentes a todas características analisadas, e assim, através de uma análise visual dos resultados obtidos, pode-se afirmar que os mesmos não apresentaram valores discrepantes ou incoerentes (CRUZ,2018).

Na Figura 2 É possível visualizar um dos gráficos construídos para esta verificação, sendo este referente a apenas um intervalo do dia 12 dos valores de tensão da fase A em relação ao neutro, ou seja no eixo vertical é apresentado valores de tensão, enquanto que no eixo horizontal tem valores de tempo divididos em minutos, horas e dia (CRUZ, 2018).

Nota-se que o dado que representa uma depressão nos valores de tensão é apontado como inválido pelo analisador de energia, sendo retirado para o treinamento da rede, excluído esta ocasião os demais dados se mostraram válidos para a utilização (CRUZ, 2018, p.37).

Figura 2 - Tensão na fase A para valores mínimos



Fonte: Cruz (2018).

SOM TOOLBOX

Após a coleta de dados foi utilizado o Som Toolbox, uma ferramenta computacional que funciona como uma das várias bibliotecas do Matlab. Essa ferramenta foi desenvolvida na Universidade Tecnológica de Helsínquia na Finlândia pela equipe de pesquisas em Mapas Auto-Organizáveis (VESANTO et al., 2000).

Essa plataforma foi escolhida por oferecer funções de visualização poderosas, por pré-processar dados, inicializar e treinar o SOMs, visualizar SOMs de várias maneiras e analisar suas propriedades. Por tanto, o uso dessa ferramenta teve como objetivo treinar e validar a rede, e assim, possibilitar a análise dos mapas e dos dados gerados.

MATRIZ DE DISTÂNCIAS UNIFICADAS – U-MATRIZ

A U-matriz é um dos métodos de visualização mais utilizados de um SOM treinado, que foi criado por Ultsch com o objetivo de permitir a detecção visual das relações topológicas dos neurônios da rede SOM. Esse método consiste em usar o mesmo cálculo de distância utilizado no treinamento (distância euclidiana) para calcular as distâncias entre pesos sinápticos de neurônios adjacentes (COSTA, 1999).

O resultado da aplicação da U-matriz sobre um mapa de duas dimensões $M \times N$ é uma imagem $f(x,y)$, de tamanho $(2M - 1) \times (2N - 1)$, onde a intensidade de cada pixel corresponde a uma distância calculada (GONÇALVES, 2009).

SIMULAÇÕES

O primeiro passo foi selecionar os dados das características escolhidas e criar dois *datasets*, um com valores mínimos e outro com valores máximos.

As simulações foram feitas com a normalização do tipo alcance, com inicialização linear, a função de vizinhança utilizada foi a Gaussiana e o número de épocas igual a 1000. Para definir o tamanho do mapa é utilizada uma heurística, representada na equação 1, sendo o N o número de amostras usadas durante treinamento, assim nesse caso foram 5310 amostras resultando aproximadamente em 365 neurônios. O tamanho do mapa utilizado foi 20x20, sendo 400 neurônios.

$$T=5\sqrt{N} \quad (1)$$

Para validar os agrupamentos identificados foi utilizado o índice de validação de Davies-Bouldin, que é o Índice de Validação de Agrupamento (IVA) utilizado pelo SOM Toolbox para indicar a quantidade de clusters presente no dataset.

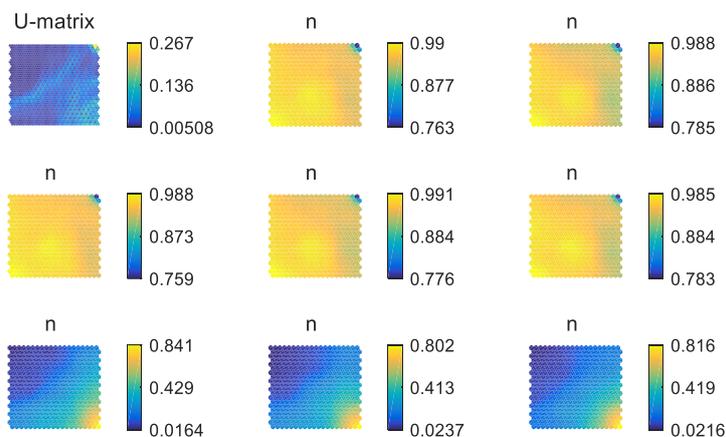
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente foi preciso fazer algumas alterações pois a versão do Matlab usada não tinha o suporte para algumas funções do Som Toolbox, sendo assim foram alteradas a função som-show, responsável pela visualização do mapa, e a função som-recolorbar que determina as cores do mapa.

U-MATRIZ E MATRIZ DOS COMPONENTES

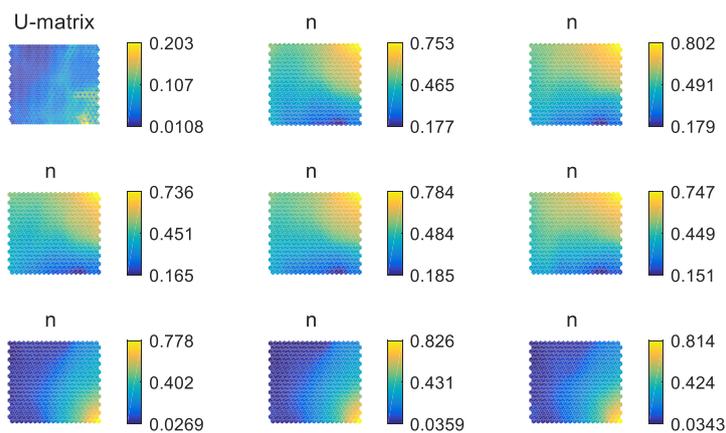
Após feita a simulação um dos gráficos obtido foi o da representação da U-Matriz e da matriz dos componentes. Na figura 3, observa-se de cima para baixo e da esquerda para direita a U-matriz e as matrizes de componentes dos valores de tensão fase-neutro A,B e C, tensão fase-fase AB, BC e CA e as correntes de fase A e B do grupo de dados dos valores mínimos e na figura 4, para os grupo de dados dos valores máximos.

Figura 3 - U-Matriz e matriz do grupo dos valores mínimos, obtidos pela rede SOM.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - U-Matriz e matriz do grupo dos valores máximos, obtidos pela rede SOM



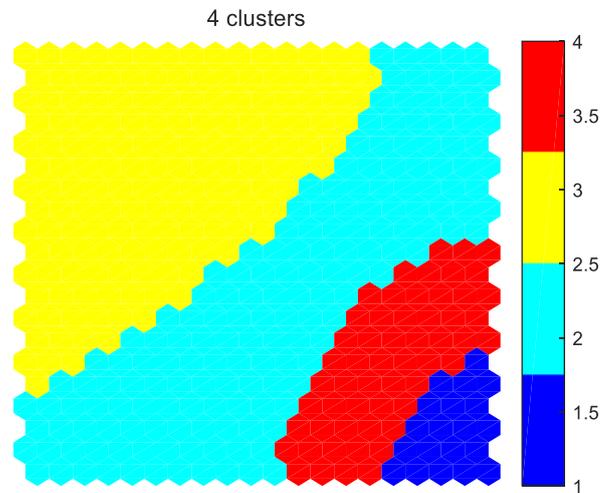
Fonte: Autoria própria.

Em ambos os grupos foi possível perceber que os valores de tensão fase-neutro e fase-fase se mantiveram muito constantes devido a pequena variação dos dados. Já os valores de corrente foram que mais influenciaram a U-matriz final, em consequência de seus valores terem uma grande diferença entre eles.

AGRUPAMENTOS

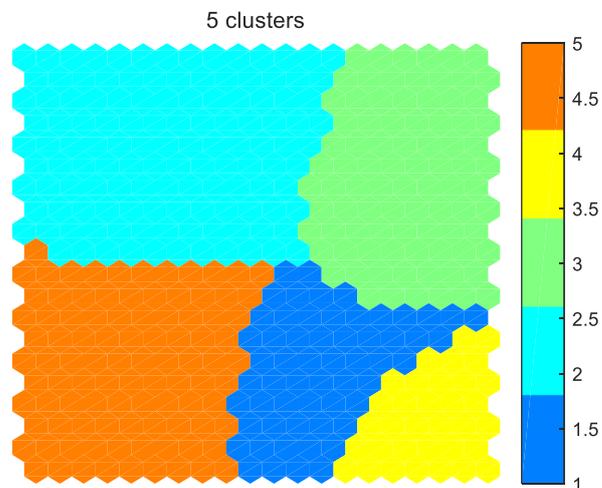
Após aplicar o índice de validação de Davies-Bouldin, pode-se visualizar o resultado para os valores mínimos na figura 5 e para os máximos na figura 6.

Figura 5 - Número de clusters indicado pelo índice Davies-Bouldin para os valores mínimos



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Número de clusters indicado pelo índice Davies-Bouldin para os valores máximos



Fonte: Autoria própria.

CLASSIFICAÇÃO

Para identificar os distúrbios nos agrupamentos obtidos, foi necessário realizar vários testes para examinar os dados presentes em cada grupo e como novos dados se comportariam a serem inseridos na rede treinada.

Portanto, para os dados de valores mínimos concluiu-se que a classificação do SOM se deu por faixa de corrente, entretanto a tensão influencia quando seus valores divergem do valor nominal, permitindo identificar os distúrbios no mapa.

No qual o grupo amarelo contém dados de correntes até 100 A, o grupo azul claro as correntes de 100 a 200 A, o grupo vermelho as correntes de 200 a 300 A e o grupo azul escuro contém as correntes superiores a 400 A.

Já para os dados de valores máximos a classificação do SOM se deu tanto por faixa de corrente quanto por faixa de tensão, porém a influência da tensão é maior quando seus valores divergem do valor nominal viabilizando a identificação dos distúrbios no mapa. Desse modo o grupo azul claro é definido por tensões entre 128 e 129 V com correntes de até 200 A, o grupo laranja é definido por tensões entre 126 e 128 V com correntes de até 200 A, o grupo azul escuro por tensões entre 126 e 128 V com correntes entre 200 a 400 A, o grupo verde por tensões superiores a 129 V e o grupo amarelo por tensões inferiores a 126 V ou com correntes muito elevadas.

Dessa maneira foi possível identificar distúrbios presentes na rede elétrica são de subtensões e sobretensões.

CONCLUSÕES

O Mapas Auto Organizáveis de Kohonen (SOM), têm sido muito utilizados devido aos seus recursos quando se trata de agrupamento de dados. Nesse aspecto, este trabalho desenvolveu uma forma de agrupar e visualizar os dados de distúrbios coletados da rede de energia elétrica da UTFPR.

Como resultado percebeu-se que os valores de corrente são os que sofrem mais variação e que conseqüentemente os que mais interferiram na U-matriz final, tanto para os valores mínimos quanto para os máximos. Também foi possível identificar que os distúrbios que ocorrem na rede elétrica da UTFPR são de subtensão e sobretensão.

REFERÊNCIAS

COSTA, J. A.; GOLÇALVES, M.; NETTO, M. Visualização e Análise de Agrupamentos Usando Redes Auto-Organizáveis, Segmentação de Imagens e Índices de Validação. **Learning and Nonlinear Models**, v.9, 2011, p 91-103. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307748918_Visualizacao_e_Analise_d_e_Agrupamentos_Usando_Redess_Auto-Organizaveis_Segmentacao_de_Imagens_e_Indices_de_Validacao. Acesso em: 21 agosto 2020.

COSTA, J. A. F. **Classificação Automática e Análise de Dados por Redes Neurais Auto-organizáveis**. 345 p. São Paulo. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, UNICAMP, 1999.

CRUZ, F. G. **Identificação dos Distúrbios de Energia Elétrica Utilizando Mapas Auto Organizáveis de Kohonen**. 2018. 53 p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

GONÇALVES, M. L. **Métodos de classificação Não-supervisionada de Imagens de Sensoriamento Remoto usando Mapas Auto-organizáveis de Kohonen**. 689p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, 2009.

HAYKIN, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. 2. ed. Canadá: Prentice Hall, 1999, 842 p.

IMS. **Catálogo Técnico PowerNET P-600 G4**. Porto Alegre: IMS, 2016, 4 p.

KOHONEN, T. **MATLAB Implementations and Applications of the Self-Organizing Map**. Finlândia: Unigrafia Oy, 2014, 193 p.

Vesanto, J.; Himberg, J.; Alhoniemi, E.; Parhankangas, J. **SOM Toolbox for Matlab 5**: report A57, April 2000. Libella Oy: Finland: SOM Toolbox Team, Helsinki University of Technology, 2000b. 59 p. Disponível em: <http://www.cis.hut.fi/projects/somtoolbox/download/>. Acesso: 06 de Outubro de 2020.