

## Aplicação de Rede Neural Artificial na Classificação de Distância de Ocorrência de Raios Nuvem-Solo Negativos

Wendler Luis Nogueira Matos<sup>1</sup>

Laboratório de Pesquisa em Descargas Atmosféricas, UFPA, Belém, PA

Adônis Ferreira Raiol Leal<sup>2</sup>

Laboratório de Pesquisa em Descargas Atmosféricas, UFPA, Belém, PA

Ewerton Cristhian Lima de Oliveira<sup>3</sup>

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PPGEE-UFPA, Belém, PA

Evair de Jesus Silva Cunha<sup>4</sup>

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PPGEE-UFPA, Belém, PA

Um raio é uma descarga elétrica transitória de corrente intensa e curta duração que atravessa a atmosfera. Quando esse fenômeno natural atinge o solo, pode causar grandes estragos, como mortes de pessoas e animais e danos ao sistema elétrico [5]. A partir dos campos elétricos irradiados pelos raios, é possível geolocalizar as descargas atmosféricas em tempo real, podendo-se prever tempestades e prevenir danos elevados [2].

Redes Neurais Artificiais (RNA's) podem ser aplicadas na resolução de problemas de classificação de padrões, a partir do processo de aprendizagem [3]. O algoritmo inicia com a propagação (*forward*), na qual um padrão de atividade é aplicado aos nós das camadas ocultas; então obtém-se um sinal de erro entre a saída adquirida pela RNA e a saída desejada. Inicia-se a retropropagação (*backpropagation*), na qual os pesos sinápticos são ajustados de acordo com a Regra Delta, que é a regra de correção de erro, Equação 1 [3]. O termo ' $W_k$ ' representa o peso sináptico da camada  $k$ , ' $n$ ' a época em questão, ' $y_k$ ' a saída da camada  $k$ , ' $\eta$ ' a taxa de aprendizagem e ' $\delta$ ' o gradiente da camada  $k$ . A partir disso, a saída obtida tenderá para a desejada no decorrer das iterações das épocas. Nesse trabalho foi utilizada a mesma base de dados de [4], com mais de 1500 eventos, todos raios nuvem-solo negativos, como mostra a Tabela 1.

$$W_k(n+1) = W_k(n) + \eta \delta_k(n) y_k(n) \quad (1)$$

Os dados foram subdivididos em diurnos e noturnos, pois a ionosfera causa reflexões no sinal irradiado pelos raios, e a estrutura dessa camada se altera no decorrer do dia, gerando formas de onda distintas [5]. O objetivo do trabalho é aplicar uma RNA Multi Layer Perceptron (MLP) com algoritmo supervisionado, para classificar as distâncias dos canais das descargas atmosféricas. Para construção do algoritmo utilizou-se a *Toolbox nprtool (Neural Pattern Recognition)* do software MatLab [1]. Dividiu-se a base de dados: 70% treino, 15% validação e 15% teste. Para ambos os dados utilizou-se a função de aprendizagem *trainscg (conjugate gradient backpropagation)*, performance *crossentropy*, função de ativação *radbas* (base radial) e 1 camada de saída com função *softmax*. Para diurnos foi necessário 45 neurônios na camada oculta, já para noturnos 30.

<sup>1</sup>wendler.matos@itec.ufpa.br

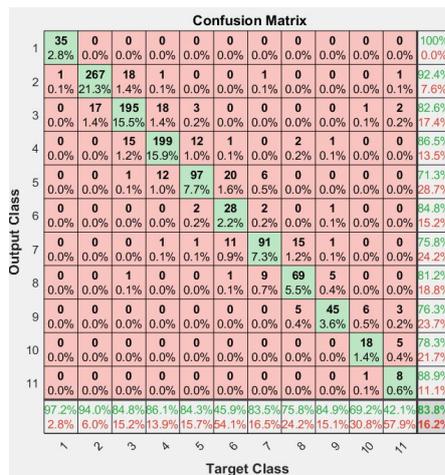
<sup>2</sup>adonisleal1@gmail.com

<sup>3</sup>ewerton.o43@gmail.com

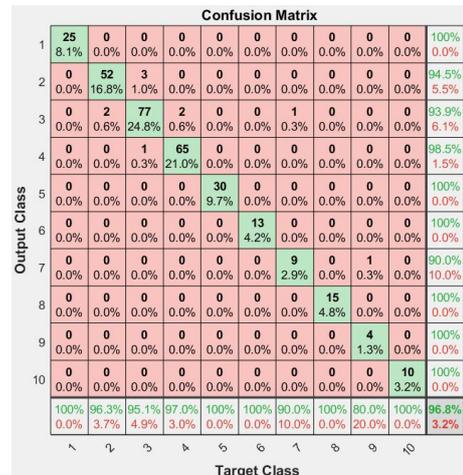
<sup>4</sup>evair.silva007@gmail.com

Tabela 1. Número de eventos para diferentes intervalos de distância [4].

Registros Diurnos												
Distância, km	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	490	20 - 490
Tamanho da amostra	36	284	230	231	115	61	109	91	53	26	19	1255
Registros Noturnos												
Distância, km	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	490	20 - 490
Tamanho da amostra	25	54	81	67	30	13	10	-	15	5	10	310



(a)



(b)

Figura 1: Matriz de confusão - dados diurnos (a). Matriz de Confusão - dados noturnos (b).

Observa-se acurácia de 83,8% e 96,8%, para dados diurnos e noturnos, respectivamente. Portanto, pode-se aplicar RNA's na classificação da distância de ocorrência de raios nuvem-solo negativos. Objetiva-se aplicar novas topologias e técnicas para melhorar a classificação.

## Referências

- [1] *Software* MATLAB. Disponível em: <https://www.mathworks.com/>. Acesso: 14, Março. 2021
- [2] Alves, E. R. Previsão de Raios Utilizando Técnicas de Inteligência Computacional e Dados de Sondagem Atmosférica por Satélite. Dissertação de Doutorado, Universidade Federal do Pará, 2017.
- [3] Haykins, S. *Redes Neurais, 2ª Edição*. LTC, 2003.
- [4] Leal, A. F. R, Rakov, V. A, Alves, E. R, and Lopes, M. N. G. Estimation of -CG lightning distances using simple station E-field measurements and machine learning techniques. *International Symposium on Lightning Protection (XV SIPDA)*. São Paulo, Brasil, 2019.
- [5] Rakov, V. A and Uman, M. A. *Lightning Physics and Effects*. New York: Cambridge University Press, 2003.