

## **REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS: fundamentos e aplicações em Engenharia Elétrica**

Wendler Luis Nogueira Matos; Carlos Henrique Gurjão Lopes; Lucas Manoel Moraes Portal<sup>1</sup>  
Orlando Fonseca Silva<sup>2</sup>

Ciências Exatas e da Terra

### **Resumo**

Redes Neurais Artificiais (RNA's) representam um modelo de aprendizado de máquina que consiste em aplicar técnicas matemáticas cuja inspiração advém da estrutura neural de organismos inteligentes. Uma RNA adquire conhecimento através da experiência obtida pelo algoritmo, a partir de dados de entrada. Quanto à estrutura, pode ser dividida em três: camada de entrada, oculta e de saída. Em se tratando dos paradigmas de aprendizado, têm-se: supervisionado, não supervisionado e por reforço. Redes são utilizadas principalmente para resolução de problemas de classificação de padrões ou previsão de eventos. O presente trabalho realizou uma pesquisa sobre a quantidade de trabalhos que publicados no IEEE Xplore, aplicando RNA's a engenharia elétrica, entre 2010-2020. Por fim, selecionou-se alguns trabalhos para se avaliar as características do modelo computacional utilizado.

**Palavras-chave:** Redes Neurais Artificiais. Aplicações. Engenharia Elétrica.

### **1 Introdução**

Redes Neurais Artificiais (RNA's) correspondem a uma subárea da inteligência artificial, denominada aprendizado de máquina. Uma RNA é um sistema projetado para replicar o processo de aprendizagem de organismos vivos, baseada em redes neurais biológicas (FLECK et al., 2016). Para aprender a respeito de uma dada distribuição de dados a rede aplica uma interligação de células computacionais – neurônios (HAYKIN, 2001). Para o treinamento de uma RNA pode-se utilizar diferentes tipos de aprendizado, como: supervisionado, não supervisionado e por reforço (BARCA; SILVEIRA; MAGINI, 2005). Os dois primeiros fazem referência à existência ou ausência de um supervisor, ou seja, se os dados de treinamento são ou não previamente agrupados em classes. Por fim, quanto ao reforço, o algoritmo ganha pontos quando atinge resultados coerentes com a realidade, e perde pontos quando erra. A estrutura fundamental de uma RNA consiste em: camada de entrada, intermediária e saída. Os parâmetros básicos para estabelecer o algoritmo computacional são a quantidade de neurônios em cada camada. É necessário definir também a quantidade de camadas ocultas, estando diretamente relacionada à quantidade de interligações da rede e potencial de aprendizado do algoritmo (SANTOS et al., 2005). A utilização do modelo divide-se em três partes: treino, validação e teste. A partir de um banco de dados organizado,

---

1 Discente PETiano Bolsista do Grupo PET Engenharia Elétrica do Curso Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará – wendleerluis@gmail.com; carloslopes801@gmail.com; lucasmano230@gmail.com

2 Tutor do Grupo PET Engenharia Elétrica, Docente do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará – orfosi@ufpa.br

apresenta-se parte dos dados para a RNA a fim de treiná-la, então o modelo é validado com outra parcela dos dados e por fim testa-se com os dados restantes, observando-se a qualidade do processo de aprendizagem. Dentro das pesquisas nas subáreas da engenharia elétrica, técnicas de RNA's são usualmente aplicadas na resolução de problemas de sistemas elétricos tais como: ajuste de controladores, identificação paramétrica de modelos dinâmicos, automação residencial e industrial, robótica, microeletrônica, sistemas elétricos de potência (classificação de falhas), descargas atmosféricas dentre outros (MOCKTAR, 2016).

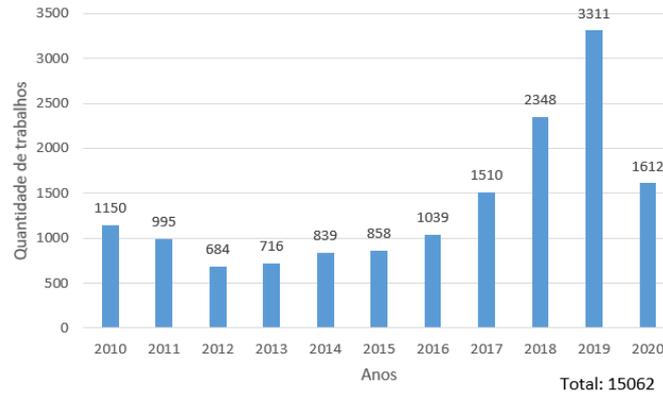
## **2 Objetivo**

Os modelos de RNA's podem ser aplicados a inúmeras áreas, nas quais abordagens quantitativas podem ser aplicadas para auxiliar nas tomadas de decisão por parte do responsável técnico pelo problema em questão. Neste trabalho faz-se uma revisão bibliográfica dos fundamentos e conceitos das RNA's, se analisa a quantidade de trabalhos publicados sobre a aplicação em engenharia elétrica no IEEE Xplore entre 2010-2020, e escolheu-se alguns trabalhos para se avaliar com mais detalhes.

## **3 Metodologia**

Para desenvolvimento da dinâmica do presente trabalho adotou-se pesquisar, na internet, artigos referentes a RNA's que abordassem seus fundamentos e aplicações. Então uma análise sistemática foi feita, ponderando-se as principais ideias sobre RNA's. Escolheu-se utilizar a plataforma IEEE Xplore de publicação de trabalhos acadêmicos para avaliar, no período de 2010-2020 (até 17/08/20), a quantidade de trabalhos publicados aplicando a técnica computacional na área de engenharia elétrica, de acordo com as palavras chave (usadas em inglês): Redes Neurais Artificiais, Engenharia, Elétrica; como pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** - Quantidade de trabalhos, por ano, na plataforma IEEE Xplore. As palavras-chave para busca foram (em inglês): Redes Neurais Artificiais, Engenharia, Elétrica.



Observa-se um aumento considerável da quantidade de trabalhos publicados de 2010 e 2019, com um aumento de 2.161. As possibilidades de aplicação de RNA's em engenharia elétrica vem crescendo no decorrer dos anos. O total de trabalhos durante 2010-2020 foi 15.062. O próximo passo foi recair sobre as aplicações reais do modelo de inteligência artificial em engenharia elétrica, avaliando-se como as técnicas expostas podem colaborar para o desenvolvimento de subáreas específicas da mesma. A Tabela I demonstra quais estudos foram selecionados para avaliar a influência de RNA's nas áreas relacionadas à engenharia elétrica.

**Tabela I** - Seleção de artigos para se analisar a aplicabilidade de Redes Neurais Artificiais em Engenharia Elétrica

Artigos	Área de estudo dentro da Engenharia Elétrica	Objetivo ao aplicar RNA's
Yan; Abbes e Francois, 2017	Energia Renovável	Incerteza de previsão de carga e energia em sistemas fotovoltaicos;
Segatto e Coury, 2008	Sistemas de Potência	Proteção diferencial para transformadores de potência;
Matos et al., 2019	Sistemas de Potência	Classificação de faltas em transformadores de potência;
Reyes; Vellasco e Tanscheit, 2008	Sensores Industriais	Monitoramento e correção para múltiplos sensores industriais;
Pessin; Osório e Musse, 2008	Robótica; Controle	Sistema multi-agente de simulação realística;

#### 4 Resultado e Discussão

Sobre a aplicabilidade de inteligência artificial, mais especificamente RNA's, em áreas de estudo da Engenharia Elétrica, muitos resultados promissores puderam ser encontrados. Yan; Abbes e Francois, 2017 discutiram sobre um método para analisar a incerteza de reserva de energia de uma rede elétrica urbana com grande penetração fotovoltaica, usando RNA para estimar o erro de previsão de produção fotovoltaica e

demanda de carga; a topologia contava com uma camada oculta com 170 neurônios, quando se obteve a normalização do erro médio quadrático abaixo de 5%. Segatto e Coury, 2008 utilizaram a técnica computacional em relés diferenciais, objetivando proteger transformadores de potência; o melhor modelo foi uma RNA Multi Layer Perceptron (MLP) com duas camadas ocultas, obtendo 99,18% de acerto em classificar problemas do equipamento. Matos et al., 2019 apresentou um método de classificação de faltas em transformadores de potência; construiu-se uma RNA MLP com aprendizado supervisionado e algoritmo *backpropagation*; seus resultados demonstram que a rede classificou as falhas nos equipamentos com acurácia de 93,75 %. Reyes; Vellasco e Tanscheit, 2008 aplicaram RNA's auto-associativas para monitoramento e correção *online* dos sinais enviados de múltiplos sensores de uma planta industrial; seus resultados evidenciam que o modelo foi capaz de mapear e corrigir os padrões de falhas dos sensores, obtendo valor médio do erro percentual abaixo de 2%. Pessin; Osório e Musse, 2008 tinham como objetivo que uma equipe heterogênea de agentes autônomos identificassem e combatessem incêndios florestais sem intervenção humana; a aplicação de RNA consistia em controlar os atuadores do veículo, para chegar até o incêndio; a topologia que alcançou menor erro médio absoluto usou 24 neurônios da camada oculta e 2000 ciclos de treino.

## **5 Considerações Finais**

A partir da leitura e análise crítica sobre as pesquisas selecionadas durante a revisão bibliográfica, RNA's podem ser aplicadas na resolução de problemas reais de classificação de padrões e previsão de eventos. Existem muitas possibilidades de aplicação dos fundamentos e princípios de RNA's nas subáreas de engenharia elétrica, demonstrando alta capacidade do algoritmo quanto ao processo de aprendizagem de dados e modelagem de problemas complexos, dinâmicos e muitas vezes não-lineares. Por fim, a quantidade de trabalhos publicados na área vem crescendo nos últimos anos, demonstrando a validade das técnicas em múltiplos aspectos.

## **6 Referências**

BARCA, M. C. S.; SILVEIRA, T. R. S.; MAGINI, M. Treinamento de Redes Neurais Artificiais: O Algoritmo Backpropagation. **IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**. 2005.

FLECK, L.; TAVARES, M. H. F.; EYNG, E.; HELMANN, A. C.; ANDRADE, M. A. M. Redes Neurais Artificiais: Princípios Básicos. **Revista Científica Eletrônica Inovação e Tecnologia**. v. 1, n. 13, p. 47-57, jan./jun. 2016 ISSN 2175-1846

HAYKIN, S. **Redes Neurais - Princípios e Práticas**. BOOKMAN, São Paulo, 2ª ed. 2001. 900 p.

MATOS, W. L. N.; ALMEIDA, G. S.; DA SILVA, V. P.; LOPES, C. H. G.; SILVA, O. F. (2019). Classificação de Falhas em Transformadores Utilizando Redes Neurais Artificiais. **XV JICPET**.

MOKHTAR, B. Active and reactive power neurocontroller for grid-connected photovoltaic generation system. **Journal of electrical Systems**, v. 1, n. August 1955, p. 146–157, 2016

PESSIN, G.; OSÓRIO, F. S.; MUSSE, S. Utilizando Redes Neurais Artificiais no Controle Robusto de Navegação de Robôs Móveis. In: 12º Congresso Regional de Informática e Telecomunicações (MT Digital), 2008, Cuiabá-MT. **12º Congresso Regional de Informática e Telecomunicações (MT Digital)**, 2008. p. 1-15.

REYES, J.; VELLASCO, M.; TANSCHKEIT, R. (2012). Monitoramento e Diagnóstico de Múltiplos sensores por Redes Neurais Auto-associativas. **Sba Controle e Automação**. v. 23.

SANTOS, A. M.; SEIXAS, J. M.; PEREIRA, B. B.; MEDRONHO, R. A. Usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na predição da Hepatite A. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.8, n.2, p. 117-126, 2005.

SEGATTO, C.; COURRY, D. V. (2008). Redes Neurais Aplicadas a Relés Diferenciais para Transformadores de Potência. **Sba: Controle e Automação**. Vol. 19.

YAN, X.; ABBES, D.; FRANCOIS, B. Uncertainty analysis for day ahead power reserve quantification in an urban microgrid including PV generators. **Renewable Energy**, v. 106, p. 288–297, 2017.