

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Aspectos Computacionais das Redes Neurais de Base Radial na Previsão de Séries Temporais

Vinícius O. Romano da Silva<sup>1</sup>

Acadêmico de licenciatura em Matemática, UNESPAR, Campo Mourão, PR

Juliano Fabiano da Mota<sup>2</sup>

Colegiado de Matemática, UNESPAR, Campo Mourão, PR

## 1 Introdução

As RNAs - Redes Neurais Artificiais são um grupo de modelos matemáticos que simulam o funcionamento do sistema neurológico humano [1], [2], [3]. Esses modelos vêm sendo utilizados por cientistas em diversas áreas do conhecimento devido a sua adaptabilidade a vários tipos de problemas.

Um dos problemas no qual é possível aplicar as RNAs é o problema da previsão de séries temporais. Esse problema consiste em, dada uma série de valores observados de uma determinada variável, prever os valores futuros dessa série. O objetivo deste trabalho é o de construir um modelo baseado em RNA para a previsão da cotação do dólar. Um dos grupos de modelos de RNAs são as RNBR - Redes Neurais de Base Radial, que têm esse nome por conta de sua função de ativação, que são funções de base radial.

## 2 Redes Neurais de Base Radial

Uma RNBR (Figura 1) é do tipo alimentada adiante e é composta por nós de entrada, uma camada intermediária (com funções de ativação de base radial) e uma camada de saída, com ativação linear. A RNBR não precisa de várias camadas ocultas para resolver problemas não-lineares. Isto se deve a alta dimensionalidade com que a rede trabalha. A RNBR estrutura o vetor de entrada para que forme coordenadas de pontos no espaço  $\mathbb{R}^n$ , para que o problema tenha maior probabilidade de ser linearmente separável [2].

A Figura 1 mostra uma representação esquemática de uma RNBR, onde os vetores  $X^i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , são os padrões de entrada, informações recebidas para realizar o processamento. Os vetores  $c_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , são os centros (ou centróides) das funções de base radial, as quais são as funções de ativação da camada intermediária, dadas por  $\varphi = e^{-\|x - c\|^2}$ , ou seja, uma função gaussiana.  $W_{jk}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, p$ , é a matriz de pesos entre a camada intermediária e a camada de saída da RNBR.

---

<sup>1</sup>mdcdxcvi@gmail.com

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

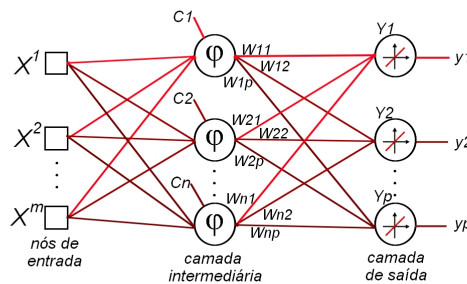


Figura 1: Representação esquemática de uma Rede Neural de Base Radial.

O treinamento de uma RNBR é composto por três etapas: cálculo das posições dos centróides dos neurônios [2], [3], da abertura dos raios das funções de base radial [3] e dos pesos entre as camadas intermediária e de saída.

O modelo de RNBR utilizado nesta pesquisa foi aquele conhecido como “Rede Neural Alimentada Adiante Focada Atrasada no Tempo” [2] que consiste em, dada uma série temporal com  $n$  observações, introduzir uma memória de tamanho  $q$ , de maneira que, para realizar a previsão  $x_{n+1}$ , envia-se o sinal  $(x_{n-q}, \dots, x_n)$  à rede.

### 3 Aplicação no Mercado Cambial

Realizamos um experimento com a série temporal da cotação do dólar em reais com valores de 01-11-2007 até 29-04-2016, totalizando 2110. No referido experimento, variamos de 2 até 40 neurônios na camada intermediária e tamanho de janela de 2 até 40 também. A medida de desempenho da rede foi o erro médio absoluto (EMA). Para selecionar os centros, utilizamos a “seleção auto-organizada de centros” [2], com taxa de aprendizagem 0,1, decrescendo 1% a cada iteração e máximo de 40 iterações. Para definir os raios de abertura utilizamos o algoritmo descrito em Silva, Spatti & Flauzino [3]. Para calcular a matriz de pesos, utilizamos a abordagem clássica de pseudoinverter a matriz com os valores de ativação dos neurônios da camada intermediária [2], [3]. A melhor configuração encontrada foi com 28 neurônios, tamanho de janela 18, resultando num EMA de 0,04003.

### Referências

- [1] L. Fausett. *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications*. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- [2] S. Haykin. *Redes neurais: princípios e práticas*. Porto Alegre: Bookman, 2º Ed, 2001.
- [3] I. N. da Silva, D. H. Spatti e R. A. Flauzino. *Redes neurais artificiais: para engenharia e ciências aplicadas*. São Paulo: Artliber, 2010.