

## Redes neurais artificiais para classificação de dados

### Artificial neural networks for data classification

#### RESUMO

**Matheus Henrique do Amaral Prates**  
[matheusprates@alunso.utfpr.edu.br](mailto:matheusprates@alunso.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Hugo Valadares Siqueira**  
[hugosiqueira@utfpr.edu.br](mailto:hugosiqueira@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Sérgio Luiz Stevan Jr**  
[sstevanjr@utfpr.edu.br](mailto:sstevanjr@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Pela importância que o café tem na economia brasileira, este trabalho buscou investigar o comportamento de algumas ferramentas para a previsão de preço de café. A metodologia fundamentou-se em realizar uma comparação entre diversas arquiteturas de Redes Neurais Artificiais: Perceptron de Múltiplas Camadas (MLP), Redes Neurais com Funções de Base Radial (RBF) e Máquina de Aprendizagem Extremo (ELM). Os dados empregues nesta pesquisa foram obtidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada no Brasil (CEPEA) sobre duas qualidades de café. Após o tratamento dos dados, foram identificados os atrasos mais relevantes para então realizar a previsão sobre os últimos 24 meses de cada série de dados. Para a série de café Arábica, a rede ELM obteve desempenho melhor, enquanto que a MLP foi superior para a série do café Robusta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Café Arábica. Café Robusta. Previsão de preços. Redes Neurais Artificiais.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

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



#### ABSTRACT

Due to the importance of coffee in the Brazilian economy, this paper sought to investigate the behavior of some tools to predict coffee price. The methodology was based on the realization of a comparison between Artificial Neural Networks architectures: Multilayer Perceptron (MLP), Radial Base Functions Network (RBF), and Extreme Learning Machine (ELM). The data used in this research were obtained by the Center for Advanced Studies in Applied Economics in Brazil (CEPEA) on two coffee qualities. After data processing, the most relevant delays were identified, and then carry out the forecasting of the last 24 months of each data series. For the Arabica coffee series, the ELM network had better performance, while the MLP was superior for the Robusta coffee series.

**KEYWORDS:** Arabica Coffee. Robusta Coffee. Price Forecasting. Artificial Neural Network.

## INTRODUÇÃO

O café é uma iguaria apreciada em todo mundo. Na Alemanha, por exemplo, ele algumas vezes é mais consumido do que a mais tradicional bebida do país, a cerveja. Devido a importância da comercialização desse grão, a representação do café é expressiva para a economia mundial, não somente na produção e exportação, mas também em relação ao consumo. No Brasil, no ano de 2018, foram comercializadas internamente cerca de 20,5 milhões de sacas de 60 kg, o que fez do país o segundo maior consumidor dessa bebida no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ICO, 2019).

Devido ao grande volume de exportação, produção e consumo no Brasil, este produto apresenta extrema importância para a economia brasileira (ICO, 2019). Assim, torna-se relevante, e cada vez mais comum, estudar estratégias e ferramentais que possam auxiliar na previsão desses preços. Quando os resultados gerados pelas previsões são consistentes, não auxiliam apenas no processo de tomada de decisão, mas também em toda a cadeia produtiva (Cuaresma et al., 2018).

Os modelos de Redes Neurais Artificiais (RNA) se apresentam como uma potencial ferramenta eficaz para o problema, mas ainda com pouca utilização nesse contexto. Frequentemente esses modelos são utilizados para realizar previsão de preços em outros cenários, como em Ayyanathan et al. (2014), Oshodi et al. (2017) e Fauziah et al. (2017), que buscaram prever os custos de construções, preços do açúcar e do petróleo. Para esses casos foram comparados os desempenhos dos modelos lineares de previsão com RNAs, deixando evidências de que as últimas podem melhorar o resultado final.

Procurando preencher uma lacuna no tema relacionada à utilização de modelos de RNAs para a “previsão do preço do café” esse trabalho tem como objetivo comparar o desempenho de modelos de redes neurais *Perceptron* de Múltiplas Camadas (MLP), Redes Neurais com Funções de Base Radial (RBF) e Máquina de Aprendizagem Extremo (ELM), as quais serão abordadas na próxima seção.

## REDES NEURAS ARTIFICIAS

Nesta seção será abordada sobre os principais conceitos e parâmetros referentes as Redes Neurais Artificiais (RNAs): perceptron de múltiplas camadas (multilayer perceptron - MLP), redes neurais com funções de base radial (radial basis function - RBF) e máquinas de aprendizado extremo (extreme learning machine - ELM).

As redes neurais são aproximadores universais de qualquer função contínua, não linear, diferenciável e limitada (Huang et al., 2004). Suas principais aplicações são para reconhecimento de padrões e para previsão de séries temporais (Braga et al., 2007).

A classificação das RNAs pode ser feita de acordo com sua arquitetura (*feedforward*, recorrente ou reticulada) ou pela forma de treinamento (supervisionada, não supervisionada e aprendizagem por reforço) (Da Silva et al., 2010).

As redes perceptron de múltiplas camadas (*multilayer perceptron* – MLP) e as redes máquinas de aprendizado extremo (*Extreme Learning Machines* – ELM) são treinadas de forma supervisionada (Siqueira et al., 2014), enquanto que o treinamento das redes neurais com funções de base radial (Radial Basis Function – RBF) é dividido em duas partes, a primeira não supervisionada e a segunda supervisionada. As três redes apresentam arquitetura *feedforward* (Huang et al., 2004).

Um fator importante nas RNAs é a divisão do conjunto de dados, normalmente sendo em 3 partes: treinamento, validação e teste. Os dados de treinamento são usados para ajustar a rede; a validação impede o sobreajuste (*overfitting*) destes pesos; o conjunto de testes é o que irá constatar o desempenho da mesma (Siqueira et al., 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para atingir os objetivos deste trabalho, uma aplicação numérica foi realizada através da coleta de dados brutos sobre os preços praticados para dois tipos específicos de café: Arábica e Robusta. Estes foram coletados no site do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ) – Universidade de São Paulo (USP) (ESALQ, 2019).

Após a coleta dos dados, foi realizado o tratamento dos mesmos, sendo aplicada a diferenciação e a normalização com o intuito de torná-los estacionários, e de forma que as redes consigam processá-los de forma mais acurada.

Para o conjunto de teste foram separados os dados de 2017 e 2018 e o restante dos dados utilizou-se para o treinamento. Para as redes MLP e RBF, para a etapa de validação foi utilizado os dados de 2015 e 2016.

O desempenho de cada rede neural é calculado através do erro quadrático médio (EQM), sendo quanto menor, melhor. O Quadro 1 apresenta a comparação entre os resultados, desempenho, das redes:

Quadro 1 – Erro Quadrático Média (EQM) das previsões

Café	MLP	RBF	ELM
Arábica	159,7189	156,8944	125,3072
Robusta	213,3639	281,4740	246,0755

Considerando o desempenho geral, a rede neural ELM obteve melhores resultados pela previsão da série café Arábica, enquanto o resultado da rede MLP obteve resultados mais precisos em relação a Robusta.

## CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou a previsão do preço de café Arábica e Robusta, utilizando as redes neurais artificiais perceptron de múltiplas camadas (MLP), redes neurais com função de base radial (RBF) e máquinas de aprendizado extremo (ELM).

Para este estudo de caso, as simulações constataram que para a série do café Arábica a ELM obteve melhor desempenho (menor erro quadrático médio), enquanto para a série Robusta, a melhor foi a rede MLP.

Trabalhos futuros serão desenvolvidos com esta mesma série de dados realizando a previsão para os passos à frente: 1, 3, 6 e 12 passos.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação Araucária pela ajuda financeira, com a bolsa de estudos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro, processo número 405580/2018-5.

### REFERÊNCIAS

A. P. Braga and F. J. Von Zuben, **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**, vol. 2. LTC, 2007.

C. de Estudos Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP), “**Séries de preços.**” <http://cepea.esalq.usp.br>, 2019. 04 fev. 2019.

C.-K. S. G.-B. Huang, Q.-Y. Zhu, “**Extreme learning machine: A new learning scheme of feedforward neural networks,**” in 2004 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE Cat. No.04CH37541), vol. 2, pp. 985–990, Jul 2004.

C. Organization, “**What’s new.**” <http://www.ico.org/>, 2019. 04 abr. 2019.

F. N. Fauziah and A. Gunaryati, “**Comparison forecasting with double exponential smoothing and artificial neural network to predict the price of sugar,**” 2017.

H. V. Siqueira et al., “**Previsão de series de vazões com redes neurais artificiais e modelos lineares ajustados por algoritmos bio-inspirados,**” 2009.

I. N. Da Silva, **Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas: curso prático**, vol. 1. Artliber Editora, 2010.

I. O. F. O. S. Oshodi, O. A. Ejohwomu and P. Cortez, “**Comparing univariate techniques for tender price index forecasting: Box-jenkins and neural network model,**” 2017.

J. Crespo Cuaresma, J. Hlouskova, and M. Obersteiner, “**Fundamentals, speculation or macroeconomic conditions? Modelling and forecasting Arabica**

**coffee prices,**” European Review of Agricultural Economics, vol. 45, pp. 583–615, abr. 2018

N. Ayyanathan and A. Kannammal, “**Share price time series forecasting for effective supply chain information exchange,**” 2014.

S. O. S. L. S. N. Silva, I. Tay and H. Siqueira, “**Neural networks for predicting prices of sugarcane derivatives,**” Sugar Tech, 2018.