

## INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

**Título do Trabalho:** Avaliação e Aplicação de Técnicas de Inteligência Artificial no Desenvolvimento de um Sistema Identificador de Oportunidades de Investimento para o Mercado de Ações

**Autores:** Anderson Augusto Rezende Costa, Ciniro Aparecido Leite Nametala, Júlio César Coutinho de Oliveira, Marco Antonio Gomes.

**Palavras-chave:** Computação Aplicada, Inteligência Artificial, Estatística Aplicada, Mercado de Ações.

**Campus:** Bambuí

Áreas de conhecimento do CNPq	Subárea do CNPq*
Estatística (1.02.02.00-5)	Análise de Dados (1.02.02.08-0)
Métodos Quantitativos em Economia (6.03.03.00-0)	Probabilidade e Estatística Aplicadas (1.02.03.00-1)
Matemática da Computação (1.03.02.00-0)	Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos (6.03.02.01-1)
Metodologia e Técnicas de Computação (1.03.03.00-6)	Modelos Analíticos e de Simulação (1.03.02.02-6)

**Tipo de bolsa:** PIBITI

### RESUMO

Investir no mercado de ações é uma tarefa que pode englobar o uso de diversas estratégias que visam maximizar as chances de lucro ao se realizar operações para um dado volume em ativos financeiros. Entre estas estratégias pode-se dar destaque ao uso das médias móveis, que são indicadores econométricos comumente utilizados em análises nos setores administrativos de diversas empresas e, também, por pessoas físicas. Estratégias que se utilizam deste tipo de indicador assumem a premissa de que os pontos de cruzamento em médias com períodos longos e curtos são momentos de oportunidade de investimento. Nesse sentido, considera-se que o cruzamento de médias móveis seja um dos mecanismos que podem prover suporte para a tomada de decisão, especialmente quando tendências são identificadas. Isso ocorre, pois, as médias móveis criam uma previsão baseada no histórico de uma janela de preços passada. Apesar do exposto, o uso de médias móveis não é consenso entre pesquisadores, visto que, sob determinadas condições na série, como momentos de lateralização, essas podem divergir. Nesse contexto, este trabalho visa avaliar o uso de outros preditores que, apesar de compostos de mecanismos diferentes, podem ser

utilizados no mesmo contexto que as médias móveis, como feito no trabalho de (Saffi 2002) e (Vidotto, Migliato e Zambom 2009). Pretende-se adotar, neste caso, as Redes Neurais Artificiais (RNA), utilizadas também em diversos trabalhos como o de Santos et al. (2016) que tem mostrado resultados no âmbito de mercado financeiro e fundamentada em (Braga 2007), com diversas topologias diferentes. RNA's têm sido aplicadas em sistemas de previsão com grande destaque nos últimos anos, de modo que, muitas pesquisas nesta área têm sido divulgadas, garantindo assim, acesso a vasta literatura. O objetivo principal é avaliar a qualidade do uso das RNA's frente as médias móveis e, para confirmação das hipóteses, desenvolver uma ferramenta computacional automatizada que sirva de auxílio aos investidores porventura interessados. A ferramenta, será, ao fim deste trabalho, disponibiliza para uso por qualquer pessoa, levando assim, acesso à educação financeira de forma gratuita a população e gerando um produto de inovação tecnológica.

## **INTRODUÇÃO:**

O investimento no mercado de ações com o objetivo de obtenção de lucro ao comprar ou vender um ativo financeiro é realizado através do uso de estratégias de investimento. Elas auxiliam o investidor na tomada de decisões por meio de inferências e interpretações sobre a situação de um ativo a ser negociado. A determinação de momentos oportunos pelo investidor para entrada e saída no mercado, em geral, é baseada na análise das séries temporais relacionadas ao preço, em função do tempo, em ativos negociados em bolsas, logo, quando se fala em ativo, pode-se estar fazendo referência a ações de empresas, *commodities*, títulos do governo ou outros mais.

Séries temporais de preços estão sujeitas a diversas influências, além do que muitas informações de mercado podem estar disponíveis para análise ao mesmo tempo, por este motivo, nos últimos anos tem ganhado destaque o uso de robôs investidores em substituição aos operadores humanos, como feito no trabalho de Nametala et al. (2016). Esta área de estudo é interdisciplinar e envolve conceitos em computação, economia, estatística e engenharia. É chamada de Finanças Quantitativas.

Como operadores humanos, robôs investidores partem do pressuposto que comportamentos passados podem dar evidências de como as séries podem se comportar no futuro, em alguns casos, principalmente, repetindo comportamentos. Este problema é definido pela necessidade de modelagem das séries por meio de preditores que tenham capacidade de generalização de dados, quase sempre, com características não lineares. A principal vantagem no uso de robôs frente a humanos é que os mesmos não estão sujeitos a situações que envolvam emoção, além do que, computacionalmente, os mesmos se sobressaem na avaliação de cenários complexos com quantidade massiva de dados.

Este trabalho tem por objetivo realizar uma investigação sob a capacidade preditiva das chamadas Redes Neurais Artificiais (RNA) como métodos de previsão temporal frente às Médias Móveis Simples (MMS). RNA's são métodos de aprendizado de máquina já bastante difundidos, já as MMS's são ferramentas estatísticas comumente utilizadas por analistas de mercado sendo, também, amplamente

empregadas em problemas de previsão de demanda, além de outros contextos. A investigação aqui proposta foi empreendida com a finalidade de amparar o desenvolvimento de um *software* de recomendação que, após os estudos realizados, será construído com base na melhor combinação detectada entre os preditores avaliados.

## METODOLOGIA:

Os experimentos que tiveram por objetivo averiguar os melhores preditores foram conduzidos avaliando-se sempre a combinação dos preditores sendo um com janela curta de 21 dias e outro com janela longa de 120 dias. As combinações testadas foram de duas MMS's, duas RNA's e uma RNA e uma MMS. Nos testes o uso de duas RNA's trouxe melhores resultados, por isso, tomou-se como base esta resposta para construção do *software*.

O *software* opera segundo o fluxograma da Figura 1. Inicialmente as séries de preço de interesse são extraídas do sistema *HomeBroker* Meta Trader 5. Após a exportação do arquivo contendo as séries, as mesmas são utilizadas para geração das previsões. O *software* usa duas RNA's diferentes (21 dias e 120 dias) em janelas de treinamento móveis gerando-se assim, dia a dia, uma previsão de preço para aquele intervalo de tempo específico. Com as previsões geradas pode-se categorizar, a partir da análise do cruzamento dos valores, se uma oportunidade de compra e venda existe. Caso isso ocorra, o *software* então emite um sinal no preço de mercado. Nesse momento são também posicionadas ordens prévias para dar segurança a operação, os chamados *stops*.

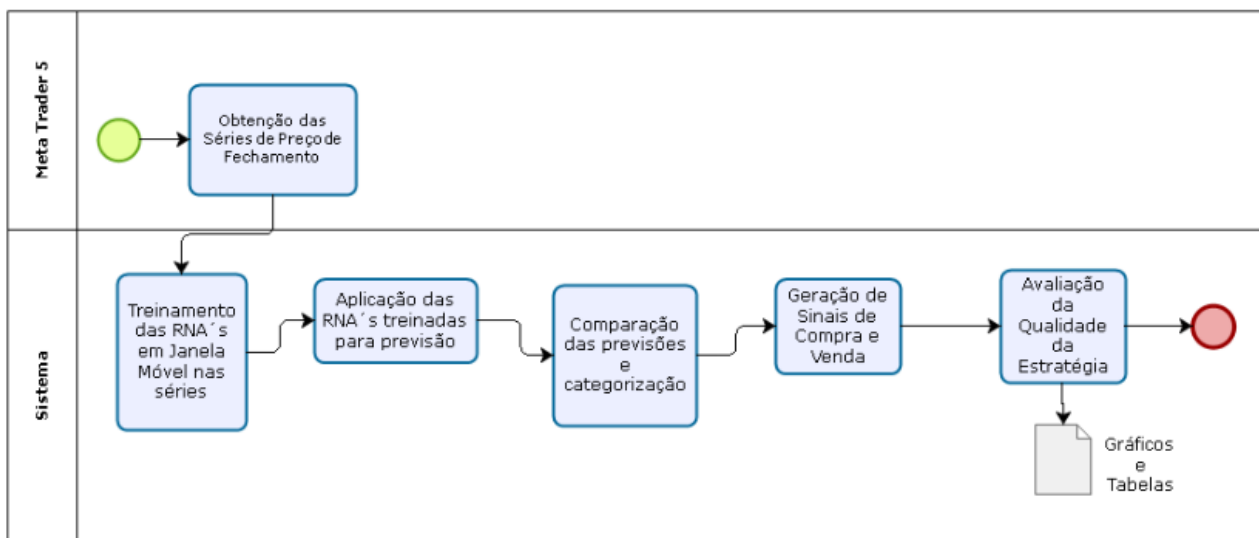


Figura 1: Modelo de operação do *software*

Fonte: Os Autores (2018)

Após todo processo ser simulado, o *software* avalia se a estratégia empreendida foi lucrativa ou se deu prejuízos. Isso é feito por meio da geração de gráficos e tabelas que podem ser utilizados pelo usuário

do sistema. O *software* não está integrado a bolsa de valores no momento e, por esse motivo, só pode ser utilizado como ferramenta de auxílio na tomada de decisão sobre investir ou não em um ativo de interesse.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Para demonstrar a utilização do *software*, foram utilizadas para testes ações da Companhia Siderúrgica Nacional (CSNA3), Itaú Unibanco (ITUB4) e Banco do Brasil (BBAS3). O período da simulação compreendeu 251 dias correspondentes a pregões diários ocorridos entre 01/06/2016 e 31/05/2017. O número de lotes negociados foi de 10 e o saldo inicial simulado foi de R\$ 50.000,00. Os *stops* foram mantidos fixos em R\$ 0,12 para gain e R\$ 0,04 para loss. Os resultados obtidos para ITUB4, CSNA3 e BBAS3 estão sumarizados no Quadro 1. Como pode-se perceber a combinação de RNA's, na maioria dos casos, gera melhores resultados. O gráfico da Figura 2 mostra os pontos onde os gatilhos foram acionados para ITUB4 (melhor caso). Como pode-se perceber a taxa percentual de rendimento ao ano, em nenhum caso é expressiva, sendo menor inclusive que muitas ofertas em renda fixa encontradas no mercado. Entretanto, quando observa-se o gráfico de evolução de ganhos da Figura 3 (para o mesmo melhor caso), pode-se perceber que a estratégia, apesar de não ser rentável a curto prazo, possui por característica positiva a inexistência de quedas, o que em mercado de ações é chamado de *drawdown*. Isto ocorre, pois são posicionadas ordens de venda e compra no mesmo gatilho junto aos *stops*. Esta característica não gera lucros expressivos, no entanto, também não expõe o investidor ao risco e, caso este investidor tenha capacidade de alto investimento, poderia ter ganhos expressivos quando considerados grandes volumes.

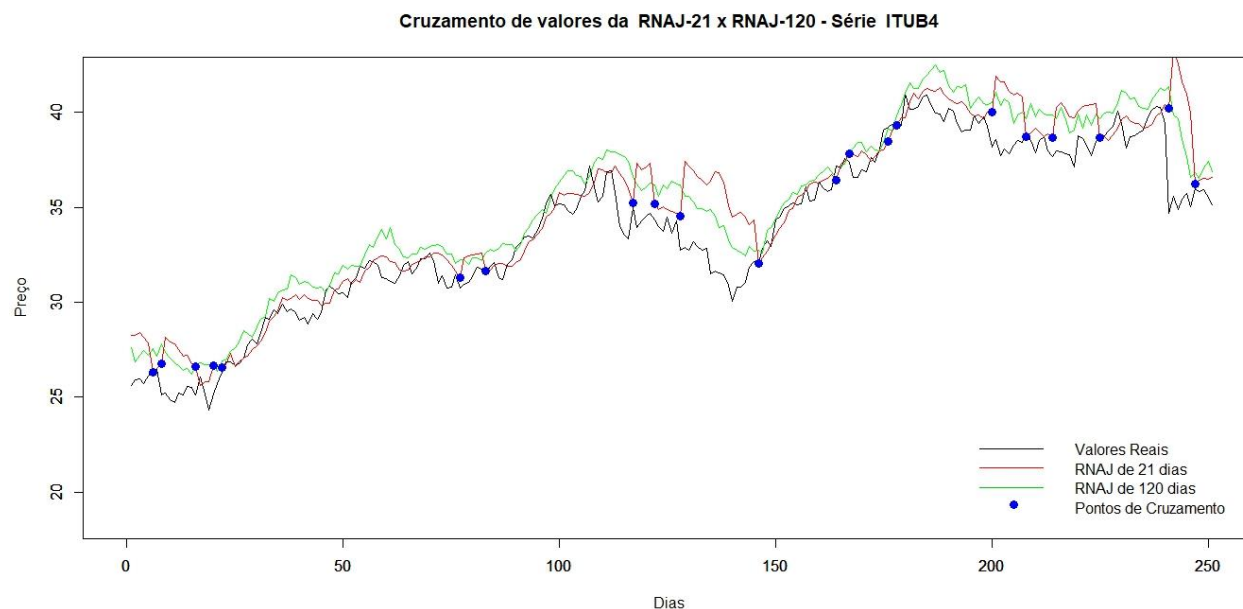


Figura 2: Pontos de gatilho

Fonte: Os Autores (2018)

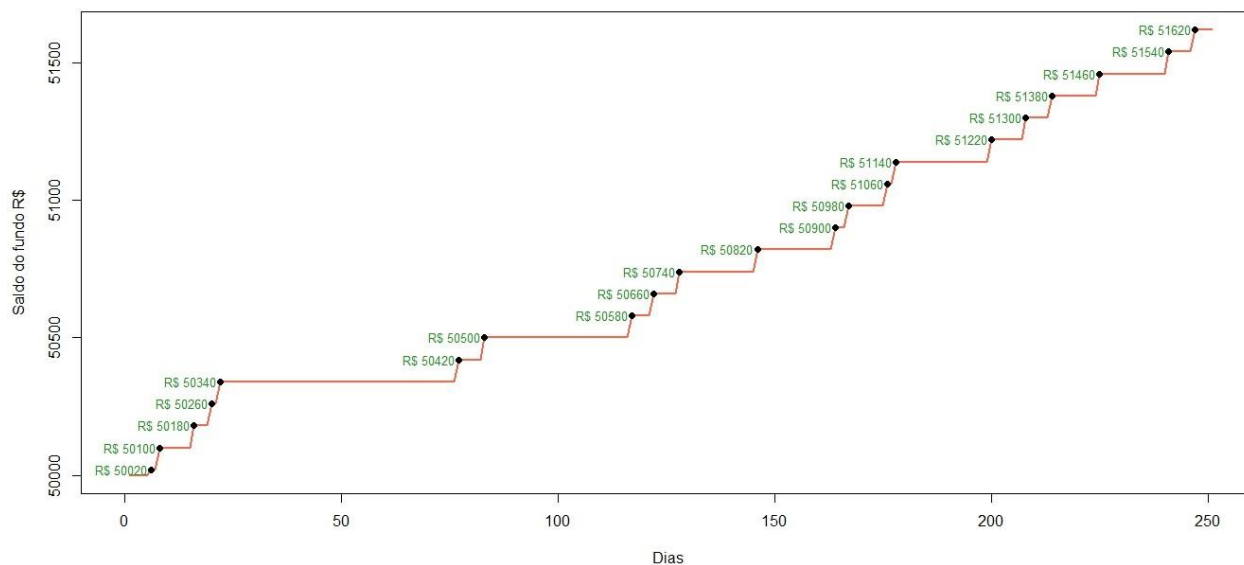


Figura 3: Evolução dos rendimentos

Fonte: Os Autores (2018)

## CONCLUSÕES:

A utilização das RNA's frente ao uso das MMS's mostra que técnicas de modelagem em aprendizado de máquina, neste contexto, podem gerar melhores resultados, especialmente, quando associada ao uso dos *stops*. As RNA's além de preverem com maior confiança, identificam mais oportunidades de operação, pois cruzam mais vezes. Este fato é notório principalmente, pois, MMS's de 120 dias são lentas e demoram responder a novos movimentos nas séries. O *software* na forma como está hoje disponibilizado já poderia ser utilizado por investidores, no entanto, a ferramenta pode receber ainda melhorias como o desenvolvimento de uma interface para usuários leigos, habilitar o uso em outras séries temporais e, principal, integrar o mesmo ao mercado. Esta última etapa já está em andamento.

	Combinação	Rendimentos	Percentual
ITUB4	MMS(21) e MMS(120)	R\$ 160,00	0,32%
	RNA(21) e MMS(120)	R\$ 240,00	0,48%
	MMS(21) e RNA(120)	R\$ 240,00	0,48%
	RNA(21) e RNA(120)	<b>R\$ 1.620,00</b>	<b>3,24%</b>
CSNA3	MMS(21) e MMS(120)	R\$ 240,00	0,48%
	RNA(21) e MMS(120)	R\$ 400,00	0,80%
	MMS(21) e RNA(120)	<b>R\$ 990,00</b>	<b>1,98%</b>
	RNA(21) e RNA(120)	R\$ 720,00	1,44%
BBAS3	MMS(21) e MMS(120)	<b>-R\$ 90,00</b>	0,00%
	RNA(21) e MMS(120)	R\$ 560,00	1,12%
	MMS(21) e RNA(120)	R\$ 320,00	0,64%
	RNA(21) e RNA(120)	<b>R\$ 1.280,00</b>	<b>2,56%</b>

Quadro 1: Comparativo de preditores por ativo

Fonte: Os Autores (2018)

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Vidotto, R. e Migliato, A. e Zambon, A. (2009) “O Moving Average Convergence-Divergence como Ferramenta para a Decisão de Investimento no Mercado de Ações”, <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/35937/1/S1415-65552009000200008.pdf>, Junho.

Saffi, A. C. Pedro (2002) “Análise Técnica: Sorte ou Realidade?”, <http://www.scielo.br/pdf/rbe/v57n4/a13v57n4.pdf>, Dezembro.

Nametala, C. A., Pimenta, A., Pereira, A. C. M. & Carrano, E. G. (2016). “Uma estratégia automatizada de investimento por meio de redes neurais artificiais e preditores econométricos”, Maio.

Braga, A. P., Ludemir, T. B. and Carvalho, A. P. L. (2007) “Redes Neurais Artificiais – Teoria e Aplicações”, LTC, Livros Técnicos e Científicos., Rio de Janeiro.

Santos, M., A., Souza, D. H. S. de., Penedo, A. S. T., Martins, E. S. (2007), “Aplicações de redes neurais no brasil: Um estudo bibliométrico”, Biblionline, João Pessao, v. 12, n. 2, p. 101-116. Disponível em: <<http://www.biblionline.ufpb.br/ojs/index.php/biblio/article/view/27738/15511>>. Acesso em: 25/06/2017