

# Information Systems and Technology Management

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



Marcos William Kaspchak Machado

(Organizador)

# Information Systems and Technology Management

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

143 Information systems and technology management [recurso eletrônico] / Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Information Systems and Technology Management; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-201-2

DOI 10.22533/at.ed.012191903

1. Gerenciamento de recursos de informação. 2. Sistemas de informação gerencial. 3. Tecnologia da informação. I. Machado, William Kaspchak. II. Série.

CDD 658.4

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra denominada “*Information Systems and Technology Management*” contempla dois volumes de publicação da Atena Editora. O volume I apresenta, em seus 25 capítulos, um conjunto de estudos direcionados para a gestão da inovação e informações aplicadas no gerenciamento de processos e operações.

As áreas temáticas de gestão da informação e do conhecimento mostram a mais recentes aplicações científicas de ferramentas tecnológicas nas etapas de coleta, processamento e avaliação de dados nos diversos ambientes gerenciais. A crescente aplicação tecnológica e inovação nos sistemas produtivos evidenciam a necessidade de processos de gestão integrada de informações que agilizem, tanto o fluxo, como a aplicação estratégica das informações. A diversidade de aplicações apresentada nos capítulos, desde aplicações militares à gestão agropecuária, ressalta a interdisciplinaridade da gestão do conhecimento e informação.

Este volume dedicado à gestão da inovação, gestão de informação e suas aplicações em processos e operações tratam de temas emergentes sobre ferramentas interativas de gestão de dados, aplicações da informação em ambientes virtuais, educacionais e industriais.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos, e valiosos conhecimentos, e que auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de gestão estratégica da informação e conhecimento.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GESTÃO DA INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO NA ERA DIGITALCOMPETÊNCIA INFORMACIONAL E MAPAS CONCEITUAIS	
Francisco Carlos Paletta	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
THE CONVERGENCE OF INTERNET OF THINGS AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AND BUSINESSES	
Anna Beatriz de Sena de Arruda José Carlos Cavalcanti	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>33</b>
THE CREATIVE USE OF SEARCH ENGINES WEB 2.0 TO RESEARCH INVENTIONS AND CREATE FRUGAL INNOVATIONS	
Carlos Mamori Kono Leonel Cezar Rodrigues Luc Quoniam	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>49</b>
QUALIDADE, AGILIDADE E INOVAÇÃO DE SOFTWARE, UM TRIPÉ PARA APOIAR PEQUENAS EMPRESAS A ALCANÇAR SEU TOTAL POTENCIAL	
Edcley José da Silva Suzana Cândido de Barros Sampaio	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>65</b>
THE EVALUATION OF EXPOSURE RISKS TO NON-IONIZING ELECTROMAGNETIC RADIATIONS: PREDICTION, MEASUREMENT AND MAPPING MODELING FOR THE CITY OF NATAL	
Fred Sizenando Rossiter Pinheiro Silva Gutembergue Soares da Silva André Pedro Fernandes Neto	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>85</b>
LABORATÓRIO DE QUÍMICA: EXPERIÊNCIAS SIMPLES E DE BAIXO CUSTO NAS ESCOLAS E NOS PARQUES	
Ana Beatriz de Souza Prado Andressa de Cássia Faria Alvarenga Anna Beatriz Martins Batista Esther Teodoro da Silva Juliana Soares Mariane Borim Lima Nathalie Paixão de Oliveira Veronica Alves Costa Victória Maria Xavier de Lima	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919036</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>91</b>
ANÁLISE DAS TAXONOMIAS DE TELESSAÚDE E TELEMEDICINA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	
Diego Armando de Oliveira Meneses Adicinéia Aparecida de Oliveira	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919037</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>108</b>
VALOR FINANCEIRO COMO INDICADOR DA ACURACIDADE DA BASE DE DADOS - SIA/SUS	
Denise Mathias Chennifer Dobbins Abi Rached	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919038</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>117</b>
A GESTÃO DO CONHECIMENTO E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM UM AMBULATÓRIO DE SAÚDE DE UMA INSTITUIÇÃO JUDICIÁRIA FEDERAL	
Elisabete Felix Farias Antônio Pires Barbosa	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.0121919039</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>134</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE MERCADO DE CAPITAIS DE UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA BRASILEIRA	
Eric David Cohen	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190310</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>149</b>
A MARKET PREDICTION MODEL STOCK BASED ON FUZZY LOGIC	
Sofiane Labidi Allisson Jorge Silva Almeida	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190311</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>171</b>
JUROS SOBRE CAPITAL PRÓPRIO: UM ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO NO RESULTADO TRIBUTÁRIO NAS EMPRESAS GOL E LATAM	
Caio Bonacina Nedel Fagundes Sérgio Murilo Petri	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190312</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>200</b>
INVESTMENTS IN INFORMATION TECHNOLOGY AND THE ACCESS OF BRAZILIAN POPULATION TO BANKING SERVICES AND FACILITIES	
Oscar Bombonatti Filho Marcos Antonio Gaspar Ivanir Costa Marcos Vinicius Cardoso	
<b>DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190313</b>	
<b>CAPÍTULO 14 .....</b>	<b>216</b>
DIMENSÕES INTERVENIENTES NO ATO DO COMPARTILHAMENTO DA INFORMAÇÃO A PARTIR DO MODELO DE GESTÃO EM UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA	
Rita de Cássia Martins de Oliveira Ventura Mônica Erichsen Nassif	

**CAPÍTULO 15 ..... 244**

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA PREDIÇÃO DA TENDÊNCIA DE VALORIZAÇÃO DA BITCOIN

Antonio Ricardo Alexandre Brasil  
Luiz Alberto Pinto  
Karin Satie Komati

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190315**

**CAPÍTULO 16 ..... 255**

IMPLANTAÇÃO DO XBRL NO BRASIL: TERRA À VISTA?

Vladimir Pereira Lemes  
Carlos Elder Maciel de Aquino  
Napoleão Verardi Galeale

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190316**

**CAPÍTULO 17 ..... 274**

MODELAGEM DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO AGROPECUÁRIO DO MARANHÃO (SGAMA) UTILIZANDO A UML

Lucélia Lima Souza  
Yonara Costa Magalhães  
Will Ribamar Mendes Almeida  
Glynara Kylma Carvalhedo Feitosa Almeida

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190317**

**CAPÍTULO 18 ..... 291**

FATORES DE SUCESSO NA TERCEIRIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Fernando Ayabe  
Edmir Parada Vasques Prado

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190318**

**CAPÍTULO 19 ..... 309**

A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA (FMEA) NA PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR

Brunna Guedes da Silva  
Juliano Machado Zoch  
Victor Paulo Kloeckner Pires  
Andressa Rocha Lhamby

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190319**

**CAPÍTULO 20 ..... 325**

GESTÃO DA INFORMAÇÃO VIA SISTEMA DIGITAL PARA A EDUCAÇÃO ESPECIAL DO CENTRO DE REFERÊNCIA E APOIO A EDUCAÇÃO INCLUSIVA – CRAEI -

Paulo Sérgio Araújo  
Luis Borges Gouveia

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190320**

**CAPÍTULO 21 ..... 345**

LITERACIAS DE MÍDIA E INFORMAÇÃO: DAS ARESTAS DA COMPLEXIDADE, DA INFORMAÇÃO E DO HIBRIDISMO AO VÉRTICE DA EDUCAÇÃO

Beatrice Bonami

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190321**

**CAPÍTULO 22 ..... 369**

SISTEMA PARA GESTÃO DE EGRESSOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Ana Flávia de Carlos Teodoro

Leandro Duarte Pereira

André Luis Duarte

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190322**

**CAPÍTULO 23 ..... 376**

THE LISBON MUNICIPAL ARCHIVES: CONTRIBUTION FOR THE STUDY OF ITS INFORMATION SERVICE

Paulo Jorge dos Mártires Batista

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190323**

**CAPÍTULO 24 ..... 391**

DO ESTUDO DE USUÁRIOS À ARQUITETURA DE INFORMAÇÃO DE UM PORTAL ESPECIALIZADO EM TEATRO

Adriane Maria Arantes de Carvalho

Luciene Borges Ramos

Evanicleide Rodrigues de Souza

Juliana Cristina Leal Fernandes

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190324**

**CAPÍTULO 25 ..... 410**

COGNITIVE COMPUTING IN THE ANALYSIS OF COMPLEX SYSTEMS

Carlos de Amorim Levita

João Mattar

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190325**

**CAPÍTULO 26 ..... 414**

PROCESSO PARA DESCRIÇÃO DE UMA ARQUITETURA DE REFERÊNCIA APLICADA NUMA LINHA DE PRODUTO CRM

Luana Peres Silva

**DOI DOI 10.22533/at.ed.01219190326**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 431**

## A MARKET PREDICTION MODEL STOCK BASED ON FUZZY LOGIC

**Allisson Jorge Silva Almeida**

(Universidade Federal do Maranhão – UFMA,  
Maranhão, Brasil) – allissonjorge@gmail.com

**Sofiane Labidi**

(Universidade Federal do Maranhão – UFMA,  
Maranhão, Brasil) – sofialabidi@gmail.com

**ABSTRACT:** This paper proposes a prediction model for the stock market based on Fuzzy Logic. This study aims to provide negotiators the opportunity to simulate trading in the stock market before its effectiveness. Therefore, historical data were used in Brazil's stock exchange, collected from specialized website as the source for the calculations relating to technical indicators used (RSI, MACD and the Beta Index). Next, the results were applied to Fuzzy Control System for simulation. Two real assets of companies, PETR4 VALE5 were used. The simulations showed that the model provides results consistent with the movement of the real market.

**KEYWORDS:** Stock Market, Actions, Negotiation, Fuzzy Logic.

**RESUMO:** O presente artigo propõe um modelo de predição para o mercado acionário baseado na Lógica *Fuzzy*. O objetivo do estudo visa proporcionar aos negociadores a oportunidade de simular uma negociação no mercado

acionário antes de sua efetividade. Para tanto, foram utilizados dados históricos da bolsa de valores do Brasil coletados a partir de site especializado como fonte para realização dos cálculos referentes aos indicadores técnicos utilizados (RSI, MACD e o Índice Beta). A seguir, estes resultados foram aplicados ao Sistema de Controle Fuzzy para simulação. Foram utilizados dois ativos reais de empresas, PETR4 e VALE5. As simulações demonstraram que o modelo fornece resultados coerentes com a movimentação do mercado real.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercado de ações, Ações, Negociação, Lógica Fuzzy.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ.

### 1 | INTRODUÇÃO

Com a abertura de mercado e com a aproximação dos negócios entre os países, o Mercado de Capitais aumentou sua importância no desenvolvimento dos países, pois estimula a poupança interna e em longo prazo, pois fornece capital para que as empresas possam aumentar suas produções, disponibiliza informações e demonstrações financeiras para estimular

investidores e a cultura empresarial, bem como na possibilidade da entrada de capital estrangeiro para novos investimentos, tornando-se fundamental para o crescimento de qualquer economia moderna BM&FBOVESPA (2010).

Bertolo (2002) descreve o Mercado de Capitais como um sistema de distribuição de valores mobiliários, que tem por objetivo proporcionar liquidez aos títulos de empresas e viabilidade do seu processo de capitalização. Lima, Lima e Pimentel (2006) corrobora que os principais títulos negociados são as ações, debêntures conversíveis em ações e *commercial papers*. Segundo Ross, Westerfield e Jordan (2000) o Mercado de Ações consiste em um mercado primário e secundário. No mercado primário as ações são chamadas pela primeira vez ao mercado e vendidos rigorosamente aos investidores pela empresa. Já no mercado secundário, as ações são negociadas entre os investidores.

Para adquirir tais títulos no mercado de capitais, se faz necessário ter um intermediário que faça essa negociação. Neste caso, é na bolsa de valores que se facilita o encontro entre compradores e vendedores de ativos, é uma oportunidade atrativa para um investidor obter recursos para fornecer o crescimento de sua empresa com transparência nos preços das ofertas e segurança no processo de liquidação que são feitas. No Brasil, a BM&FBOVESPA é a responsável por este tipo de negociação. Além disso, para estar apto a comprar ou vender neste mercado, o interessado deverá estar representado por uma corretora, que são autorizadas a funcionar pelo Banco Central e pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM, sendo as únicas instituições autorizadas a negociar em uma bolsa.

Ações são títulos nominativos negociáveis que representam para quem as possui uma fração do capital social de uma empresa, com um ou mais parcelas, você se torna sócio dela. Os tipos de ações existentes podem ser: ordinárias, que concedem àqueles que as possuem o poder de voto nas assembleias deliberativas da companhia; ou preferenciais, que oferecem preferência na distribuição de resultados ou no reembolso do capital em caso de liquidação da companhia, não concedendo o direito de voto, ou restringindo-o BM&FBOVESPA (2010).

Por ser uma parcela do capital social das companhias ou sociedades por ações. É, portanto, um título patrimonial e, como tal, concede aos seus titulares, os acionistas, todos os direitos e deveres de um sócio, no limite das ações possuídas. Uma ação é um valor mobiliário, expressamente previsto em lei, como já conceituado. No entanto, apesar de todas as companhias ou sociedades por ações terem o seu capital dividido em ações, somente as ações emitidas por companhias registradas na CVM, chamadas companhias abertas, podem ser negociadas publicamente no mercado de valores mobiliárias. CVM (2014).

Este tipo de negociação evidentemente tem por objetivo alcançar o máximo de retorno sobre os investimentos. Entretanto, comprar ou vender ações não é uma tarefa nada fácil, pois envolve uma variedade de dados necessários, tais como: liquidez da ação escolhida, ou seja, a capacidade de venda no instante da quitação

do investimento, a expectativa de ganho no retorno dessa negociação, o risco das possíveis perdas, os indicadores técnicos, as tendências de mercado, etc. Essa combinação de fatores é que determina o sucesso da negociação. Neste contexto, se faz necessário a elaboração de técnicas de predição que possam apoiar os *traders*, gestores e interessados na tomada de decisão para o melhor momento para compra, manutenção ou venda de ações em uma negociação.

Rocha e Macedo (2011) descrevem que técnicas de predição colocam-se como uma boa opção na tentativa de antecipar o cenário futuro do mercado. A predição no mercado acionário pode tornar investimentos em ações imensamente rentáveis. Existem cálculos matemáticos e algoritmos que permitem antecipar a existência de alterações futuras em ações, indicando, por conseguinte uma tendência a um tipo de aplicação financeira. Há tempos métodos de inteligência computacional têm sido empregados na tentativa de prever este mercado, técnicas de Inteligência Artificial – (IA) já são uma realidade neste contexto. Assim, neste trabalho, será apresentado um modelo de previsão do mercado acionário baseado na lógica *fuzzy*. Para atingir esse objetivo, foram utilizados dados históricos da bolsa de valores para calcular os indicadores técnicos (*Relative Strength Index* (RSI), *Moving Average Convergence Divergence* (MACD) e o Índice Beta). Dessa forma, foi possível criar as variáveis linguísticas para mapear o conjunto nebuloso e por fim gerar os resultados para análise.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Antes da chegada dos computadores, as operações praticadas no mercado de ações eram desempenhadas de uma forma muito intuitiva. Com o crescimento dos investimentos, o aumento do volume das negociações, a alta expectativa de lucro e as negociações se tornando cada vez arriscadas, ficou inevitável a necessidade do desenvolvimento de mecanismos e sistemas que apoiassem o aumento de rentabilidade dos retornos e que minimiza os riscos nas negociações.

A predição do mercado de ações tem tido um grande avanço nos seus estudos por conta do esforço de pesquisadores e profissionais de mercado. Esse esforço é fomentado pela busca de técnicas, fórmulas matemáticas e algoritmos que elaborem modelos de predição que tragam resultados mais próximos da realidade. Estudos como os de Vanstone e Finnie (2009), Rocha e Macedo (2011), Ramon (1997) e Boushehri (2000) apresentam aplicação de técnicas de predição que tem encontrado relevantes resultados em suas previsões. Estas podem ajudar significativamente a encontrar o movimento futuro dos valores que as cotações sofrem no mercado, além disso, podem adiantar o aumento ou baixa dos preços. Segundo Bachelier (1964), a determinação das flutuações dos preços depende de um número infinito de fatores. Esses fatores agem influenciando os preços para mais ou para menos. Assim, a probabilidade de aumento dos preços dos títulos a qualquer momento seria idêntica à probabilidade de

sua diminuição.

A idéia básica de que os mercados não são intimamente eficientes é o principal pilar para os tipos de análise para avaliação de investimentos. Entre os métodos de estudo utilizados por analistas de mercado para prever movimentos futuros, estão o estudo da análise fundamentalista que baseia-se em fundamentos da empresa e da economia na qual esta inserida. Utilizam resultados dos relatórios financeiros das empresas para determinar seu valor. Para isso, os analistas levam em consideração lucros e dividendos esperados, expectativas econômicas e a avaliação de risco da empresa.

Um outro método é a análise técnica que estuda o comportamento histórico do mercado para determinar o estado atual ou as condições futuras. O analista técnico observa tendências de comportamento e avalia como o mercado reage a estas. Segundo Elder (2004), a análise técnica estuda os movimentos do mercado, tentando identificar os padrões de preço recorrentes, o objetivo está nos lucros nas operações quando os padrões se repetem. Murphy (1986) define a análise técnica como sendo o estudo do movimento do mercado através de gráficos, com o propósito de prever as tendências futuras dos preços. O termo “movimento do mercado” inclui as três principais fontes de informações disponíveis para os analistas técnicos – preço, volume e *open interest*. Como a maioria das teorias existentes, a análise técnica também está baseada em algumas premissas básicas como: (a) o movimento do mercado desconta tudo; (b) os preços movimentam-se em tendências; (c) a história se repete.

Outra técnica muito utilizada pelo mercado acionário são os indicadores técnicos, cujo objetivo é desenvolver a previsão baseado em séries temporais informando as possíveis tendências de mercado gerando sinais de compra ou venda. Pressupõe que os títulos movimentam-se de acordo com as tendências e padrões que são preservados ao longo do tempo até que outra alteração de mercado impulse outra tendência.

Entretanto, o seu sucesso está intimamente ligado com a análise ou interpretação feita dos sinais pelo especialista, a experiência humana é um importante aliado neste contexto para detectar pequenas mudanças nas tendências de mercado que possam surgir. Um diferencial deste método para os anteriores é que estes são programados em computador.

Matsura (2006) descreve que os indicadores técnicos são formulados a partir de diversas combinações de preço e volume. Buscam alcançar padrões resultantes do valor médio de um período de preços e são classificados em dois grupos: os rastreadores de tendência e osciladores.

Para Elder (2004) os rastreadores de tendência funcionam melhor quando os mercados estão em alta ou em baixa, entretanto são ineficazes quando o mercado oscila horizontalmente. Já os osciladores apresentam melhores resultados quando o mercado defronta-se sem tendências determinadas, os osciladores emitem seus sinais de compra e venda quando a desencontro de preços. Os desencontros de alta ocorrem quando os preços formam fundos freqüentemente baixos e o oscilador forma fundos

altos indicando uma compra. No entanto, o desencontro de baixa ocorre quando os preços forma fundos mais altos e os osciladores formam fundos mais baixos indicando venda.

Sistemas de apoio a tomada de decisão baseado em indicadores técnicos utilizam constantemente seus resultados em conjunto com outros indicadores para confrontar com os especialistas na tentativa de encontrar a melhor solução para a negociação. Entre os principais indicadores técnicos utilizados em destaque temos o *Relative Strenght Index (RSI)*, o *Average Directional Index (ADX)*, *Bollinger Bands (BBs)*, *Moving Average Convergence Divergence (MACD)* e o índice Beta.

O RSI mostra a inércia com que as altas ou baixas estão ocorrendo, ou seja, informa a força que a tendência atual possui, através da variação dos preços e da comparação entre seus crescimentos e quedas. O ADX e o MACD indicam a direção do mercado, se esta subindo ou esta descendo. O BBs mostra se os preços estão muito voláteis, em outras palavras, se o preço estão subindo ou descendo sem tendência definida. Por fim o índice Beta é um indicador que mensura a sensibilidade de um ativo em relação ao comportamento de uma carteira que represente o mercado. No caso do Brasil, o índice que representa este mercado é o IBOVESPA.

### 3 | TRABALHOS RELACIONADOS

Estudos e pesquisas têm sido realizadas baseada na utilização de técnicas de Inteligência Artificial (IA) para predição do comportamento do mercado acionário. O uso dessas técnicas tem origem no final da década de 1980, quando inicialmente White (1998) utilizou as redes neurais na tentativa de retirar regularidades não-lineares de séries temporais econômicas para descobrir a existência de movimentos nos preços de ações. Posteriormente, outras técnicas de IA foram aplicadas com boas conquistas na investida de encontrar tendências do mercado acionário.

Wuerges e Borba (2010) desenvolveram um estudo que analisa as pesquisas empíricas publicadas em periódicos internacionais no período de ano de 2000 a 2007 sobre a aplicação de técnicas de IA aplicada a área de finanças e contabilidade. Foram analisados 240 artigos, veja a seguir na tabela 1.

Método	Finanças	Contabilidade	Total
Redes Neurais	129	64	193
Lógica <i>Fuzzy</i>	37	19	56
Algoritmos Genéticos	44	13	57
Híbridos	30	12	42

**Tabela 1:** técnicas utilizadas em finanças e contabilidade

Analisando-se a tabela 1, verifica-se que o desenvolvimento de estudos baseado na lógica *fuzzy* é bem menor em relação as outras técnicas. Ainda nesse estudo,

foram classificados os tipos de aplicações específicas mais comuns. O resultado é apresentado na tabela 2.

Aplicação	Freqüência
Ações	79
Câmbio	37
Análise de Crédito	35
Falências	30
Gestão de Carteira	18
Derivativos e Futuros	16
Juros	14
Fraude	6
Outros	28

**Tabela 2:** aplicações específicas mais comuns

Percebe-se que as aplicações referentes à categoria ações obtiveram destaque nos artigos relacionados. Cruzando aplicações e técnicas de IA, dos 79 trabalhos da categoria ações, 45 são referente a Redes Neurais, 11 a algoritmos genéticos e 7 a lógica *fuzzy*. Verifica-se pelos resultados encontrados que a aplicação da lógica *fuzzy* com foco nas ações para predição do mercado acionário especificamente ainda é muito incipiente e pouco explorada. Então surge em contraposição um dos motivos da motivação para realização deste trabalho.

Quando relacionado com outros trabalhos, o modelo aqui apresentado difere pela quantidade de indicadores técnicos empregados, pela forma de aplicação da técnica de IA e pelo controlador da técnica utilizado para aplicação nos processos *fuzzy*, assim como seu foco que é de apresentar tendências para o mercado e não de valores das ações. Nesse contexto, comparando-se o modelo proposto com o trabalho de Gamil *et al* (2007) os resultados alcançados foram bem melhores, pois foram utilizados 3 indicadores ao invés de 1.

Contrapondo-se com a pesquisa desenvolvida por Cheung e Kaymak (2007) o modelo proposto obteve resultado satisfatório, mesmo com 1 indicador a menos sendo utilizado. A combinação de 4 indicadores técnicos não obteve resultados melhores que do proposto. Já no trabalho de Shahjalal *et al* (2012) em vez de utilizar indicadores técnicos o estudo desenvolveu um indicador técnico com base nas regras *fuzzy*. Seus resultados foram concordaram bem com os indicadores técnicos mais utilizados.

Em outros nichos de pesquisa como o de Tang e Chi (2005) que desenvolveram um modelo *fuzzy* que foi aplicando a 3344 empresas asiáticas, onde tentou-se identificar as empresas que teriam problemas no pagamento de suas importações. O resultado surpreendeu, pois ao se comparar o modelo baseado em lógica *fuzzy* com o modelo *logit* teve-se um desempenho superior na detecção das empresas inadimplentes. Por outro lado, o modelo *logit* obteve melhor resultado quando classificou as empresas que não ofereciam risco de perdas ao não pagamento da dívida. Demonstrando que a

seleção do modelo depende muito dos aspectos da dificuldade do problema.

No que tange a gestão de empresas, Silva, Lino, Castro e Favero (2006) desenvolveram um sistema de lógica *fuzzy* que permite a gestores a fazer uma previsão da sua produção de vendas com mais precisão. O método tem como vantagens o baixo custo e a simplicidade de utilização quando comparado com outros métodos, exigindo nenhum conhecimento avançado por parte do usuário final. Foi projetado para auxiliar no gerenciamento de empresas.

No ambiente de avaliação de Riscos na Auditoria, Antunes (2005) concebeu um modelo de avaliação de risco de controle interno de uma entidade utilizando lógica *fuzzy* para encontrar os elementos que compõem os fatores desse tipo de risco analisando na auditoria das demonstrações contábeis. A comprovação do modelo foi realizada através de debates com especialistas em auditoria das demonstrações contábeis. Como resultado, ficou comprovado que o uso do modelo elimina a restrição binária da lógica clássica e aplica os conceitos de uma escala psicométrica, refletindo predicados como: “muito bom”, “bom”, “razoável”, “de grande importância”. Resultando potencialmente em abstrações mais próximo da realidade.

Quanto à estratégia de investimento, Souto-Maior, Murcia, Borba e Junior (2006) apresentaram uma aplicação da lógica *fuzzy* para previsão de direcionamento nas variações do índice da Bolsa de Valores de São Paulo, o IBOVESPA. O modelo produz uma saída lingüística delineando uma estratégia de investimento que supera em rentabilidade a estratégia da *buy-and-old*.

Constata-se que após a demonstração dos exemplos de estudos que apresentam evidências experimentais de que os métodos da IA podem ser úteis no mercado acionário, embora sua utilização ainda ser incipiente. Sugere a necessidade da atualização do profissional da área de Negócios em relação aos avanços teóricos da IA. A flexibilidade dos modelos aqui apresentados possibilita que sejam aproximadamente infinitas as possibilidades de aplicações que ainda não foram exploradas.

Neste sentido, sistemas que utilizam a técnica de IA lógica *fuzzy*, têm demonstrado um grande potencial para encontrar resultados que possam apoiar os negociadores a encontrar tendências. Segundo Andrade (2005) aplicações da lógica *fuzzy* está relacionada aos Sistemas Financeiros. Para ele uma tomada de decisão em sistemas financeiros supõe o tratamento de conceitos vagos, subjetivos, baseados em aspectos qualitativos descritos e apresentados em linguagem natural.

#### 4 | METODOLOGIA

Para a construção do modelo de predição foram definidas as seguintes etapas: (1) – coleta dos dados para composição do *dataset*, (2) – processamento dos cálculos referentes aos indicadores técnicos escolhidos, na etapa (3) – a aplicação da técnica lógica *fuzzy* e por fim na etapa (4) – temos a análise dos resultados. O esquema a

seguir demonstra como foi modularizado o modelo para permitir um melhor controle do processo.

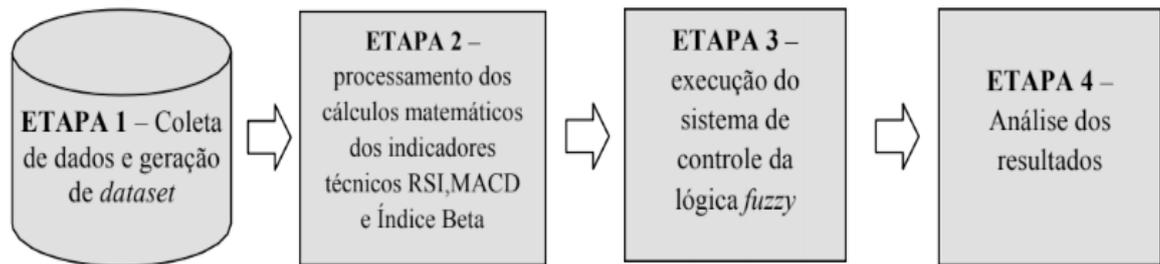


Figura 1 – Etapas do desenvolvimento do modelo

Na etapa 1, a coleta de dados foi feita a partir do site da UOL economia cotações. Várias pesquisas de cotações já comercializadas foram feitas para compor os períodos de simulação.

UOL Assine 0800 721 2009 SAC Bate-papo E-mail Notícias Esporte Entretenimento Mulher Shopping

UOL Economia Cotações

Busca por ações da Bovespa

BOVESPA > ITAUNIBANCO PN > COTAÇÕES HISTÓRICAS

PRINCIPAL TABELA INTRADAY HISTÓRICO DE COTAÇÕES Mais ações da Bovespa

10 Oct. 2014

Cód.: ITUB4.SA | Mercado: Bovespa | Tipo: Ação | Descrição: ITAUNIBANCO PN | Isin: BRITUBACNPR1

Horário	Var	Var (%)	Última	Máximo	Mínimo	Abertura	Volume
17:12	-1,44	-3,92	35,33	36,49	35,17	36,40	13.353.800

Defina o período a ser consultado:

De 1 Abril 2010 Até 30 Setembro 2010

Quantidade de linhas na tabela: 100 Linhas Ver Cotação: Período

Histórico de Cotações: De 1 de Abril de 2010 a 30 de September de 2010

Esta ação possui dados históricos disponíveis apenas a partir de 01/04/2010

Data/Hora	Cotação	Mínima	Máxima	Variação	Variação (%)	Volume
30/09/2010	40,47	39,70	40,47	0,71	1,79	9.405.136
29/09/2010	39,76	38,82	39,76	0,71	1,82	8.009.896
28/09/2010	39,05	38,55	39,32	0,35	0,90	4.747.061
27/09/2010	38,70	38,20	38,90	0,05	0,13	3.322.906
24/09/2010	38,65	38,15	38,19	-0,30	-0,77	6.243.053
23/09/2010	38,95	38,30	39,60	0,30	0,78	9.725.713
22/09/2010	38,65	38,12	39,01	0,26	0,68	5.732.923
21/09/2010	38,39	38,18	39,05	-0,61	-1,56	4.468.754

Figura 2 – Imagem ilustrativa do site da UOL Economia

Fonte: <http://cotacoes.economia.uol.com.br/acao/cotacoes-historicas.html>.

Percebe-se na figura 2 que a pesquisa solicitada retorna dados referentes à data e hora, fechamento, mínima, máxima, variação, variação (%) e volume das ações. Por este motivo, estes dados foram submetidos a ajustes para que fossem compostas somente das informações necessárias, que neste caso foi feito a seleção dos valores referente a data e o valor de fechamento do ativo. O objetivo foi gerar o dataset para eliminar a possibilidade de problemas relacionados à conectividade advinda de dados externos. Veja a seguir na figura 3 a modelagem dos processos referentes a essa etapa.



**Figura 3** – Etapas das Atividades da coleta de dados para o dataset

Fonte: Autor

Na etapa (2) o processamento da solução proposta é baseada na utilização de 3 indicadores técnicos, *Relative Strength Index* (RSI), *Moving Average Convergence Divergence* (MACD) e o Índice Beta. Nesse sentido, foi feita uma pesquisa bibliográfica para conceber a forma com que os indicadores são calculados. A linguagem de programação utilizada para calcular os indicadores técnicos foi a linguagem JAVA, essa escolha deve-se por conta de não ser somente uma linguagem, mas também uma plataforma de desenvolvimento que possibilita desenvolver aplicações para desktop, sistemas web, celular, televisão e por possibilitar o desenvolvimento em qualquer sistema operacional para qualquer sistema operacional.

Além de ser reconhecido como um padrão internacional para desenvolvimento de sistemas para software corporativo e praticamente é base de todos os tipos de aplicativos de rede. Os processos modelados nesta etapa podem ser analisados na figura 4.



**Figura 4** – Etapas do processamento dos indicadores técnicos

Fonte: Autor

Para a etapa (3), foi utilizada um pacote em *Java Open Source* para os processos pertinentes ao sistema de inferência *fuzzy* denominada *jFuzzyLogic*. Este controlador é ideal para o desenvolvimento de aplicações aos quais estratégias de controle clássico não conseguem alcançar bons resultados. Seu autor é o desenvolvedor Pablo Cingolani do McGill Centre for Bioinformatics da Universidade McGill. *jFuzzyLogic* segue um padrão o Controle de Lógica *Fuzzy* – FLC que é composto por uma base do conhecimento, interface de fuzzificação, um sistema de inferência para realizar o processo de raciocínio e a interface de defuzzificação, que traduz os valores. FLC é padronizado pela *International Electrotechnical Commission*, padrão (IEC 61131-7), na categoria de *Programmable Controller Language*. O código desenvolvido para aplicação do modelo pode ser analisado a seguir.

```

1. public class Dados {
2. public static void main(String[] args) throws IOException {
3. public static double Fuzzy(double MACD, double BETA, double RSI){

4. Engine engine = new Engine();
5. Engine.setName("acao");
  
```

```
6. InputVariable inputVariable1 = new InputVariable();
7. InputVariable1.setEnabled(true);
8. InputVariable1.setName("MACD");
9. InputVariable1.setRange(-2.000, 2.000);
10. InputVariable1.addTerm(new Triangle("baixo", -2.000, -0.780, 0.340));
11. InputVariable1.addTerm(new Triangle("alto", -0.380, 0.720, 2.000));
12. engine.addInputVariable(inputVariable1);

13. InputVariable inputVariable2 = new InputVariable();
14. InputVariable2.setEnabled(true);
15. InputVariable2.setName("BETA");
16. InputVariable2.setRange(-2.000, 2.000);
17. InputVariable2.addTerm(new Triangle("baixo", -2.000, -1.260, -0.500));
18. InputVariable2.addTerm(new Triangle("neutro", -1.000, 0.000, 1.000));
19. InputVariable2.addTerm(new Triangle("alto", 0.520, 1.260, 2.000));
20. engine.addInputVariable(inputVariable2);

21. InputVariable inputVariable3 = new InputVariable();
22. InputVariable3.setEnabled(true);
23. inputVariable3.setName("RSI");
24. inputVariable3.setRange(0.000, 100.000);
25. InputVariable3.addTerm(new Triangle("sobrevendido", 0.000, 25.000, 60.000));
26. inputVariable3.addTerm(new Triangle("sobrecomprado", 40.000, 65.000, 100.000));
27. engine.addInputVariable(inputVariable3);

28. OutputVariable outputVariable = new OutputVariable();
29. outputVariable.setEnabled(true);
30. outputVariable.setName("DECISAO");
```

```

31. outputVariable.setRange(-3.000, 3.000);
32. outputVariable.fuzzyOutput().setAccumulation(new AlgebraicSum());
33. outputVariable.setDefuzzifier(new Centroid(200));
34. outputVariable.setDefaultValue(Double.NaN);
35. outputVariable.setLockValidOutput(false);
36. outputVariable.setLockOutputRange(false);
37. outputVariable.addTerm(new Triangle("venda", -2.980, -1.750, -0.620));
38. outputVariable.addTerm(new Triangle("manter", -1.140, -0.050, 1.220));
39. outputVariable.addTerm(new Triangle("compra", 0.650, 1.590, 3.040));
40. engine.addOutputVariable(outputVariable);

41. RuleBlock ruleBlock = new RuleBlock();
42. ruleBlock.setEnabled(true);
43. ruleBlock.setName("");
44. ruleBlock.setConjunction(new Minimum());
45. ruleBlock.setDisjunction(new Maximum());
46. ruleBlock.setActivation(new Minimum());
47. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is baixo and RSI is sobrevendido then DECISAO is venda", engine));
48. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is baixo and RSI is sobrecomprado then DECISAO is venda", engine));
49. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is neutro and RSI is sobrevendido then DECISAO is manter", engine));
50. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is neutro and RSI is sobrecomprado then DECISAO is manter", engine));
51. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is alto and RSI is sobrevendido then DECISAO is manter", engine));
52. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is baixo and BETA is alto and RSI is sobrecomprado then DECISAO is manter", engine));
53. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is baixo and RSI is sobrevendido then DECISAO is manter", engine));
54. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is baixo and RSI is sobrecomprado then DECISAO is manter", engine));
55. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is neutro and RSI is sobrevendido then DECISAO is manter", engine));

```

```

56. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is neutro and RSI
is sobrecomprado then DECISAO is manter", engine));
57. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is alto and RSI is
sobrevendido then DECISAO is compra", engine));
58. ruleBlock.addRule(Rule.parse("if MACD is alto and BETA is alto and RSI is
sobrecomprado then DECISAO is compra", engine));
59. engine.addRuleBlock(ruleBlock);

60. engine.setInputValue("MACD", MACD);
61. engine.setInputValue("BETA", BETA);
62. engine.setInputValue("RSI", RSI);
63. engine.process();

64. double decisao = engine.getOutputValue("DECISAO");

65. return decisao;
66. }

```

Observando-se o código acima, as linhas 6 a 27 são responsáveis pela definição da função de pertinência das variáveis de entrada, dos termos existentes de cada pertinência e dos pontos ou curva para cada um dos termos das variáveis linguísticas criadas, o indicador técnico MACD, do indicador RSI e do Indicador técnico BETA. Das linhas 28 a 40 é definido a função de pertinência da variável de saída, dos termos de cada pertinência e dos pontos ou curva para cada um dos termos, vale ressaltar que nesta variável, são utilizados os métodos de acumulação, o valor mínimo e valor máximo neste intervalo é definido sintaticamente. Da linha 41 a 59, é onde estão definidas as regras “se” e “então”. As regras das funções de pertinência estabelecem o conhecimento do controle do processo do modelo, é onde são definidas as regras através da palavra chave “ruleBlock.addRule”, utilizando-se de variáveis e dos termos linguísticos. O resultado de todo esse processamento é armazenado na variável “decisão”



**Figura 5** – Etapas do processo de aplicação do Controle da Lógica *Fuzzy*

Fonte: Autor

Por fim, na etapa (4), foram organizados os resultados obtidos para posterior análise e apresentação.

## 5 | SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta por este trabalho é baseada na modelagem do sistema de controle da lógica *fuzzy*. Segundo Mandani (1977) as etapas de desenvolvimento de um sistema de controle *fuzzy* dependem basicamente de 3 etapas:

- a) Processo de Fuzzificação: é o processo onde ocorrem as transformações de entradas discretas, ou crisp, em entradas nebulosas;
- b) Inferência da Regras: aplicação das regras *fuzzy* para gerar saídas dos conjuntos *fuzzy*.
- c) Defuzzificação: consiste na transformação dos valores *fuzzy* calculados em valores discretos.

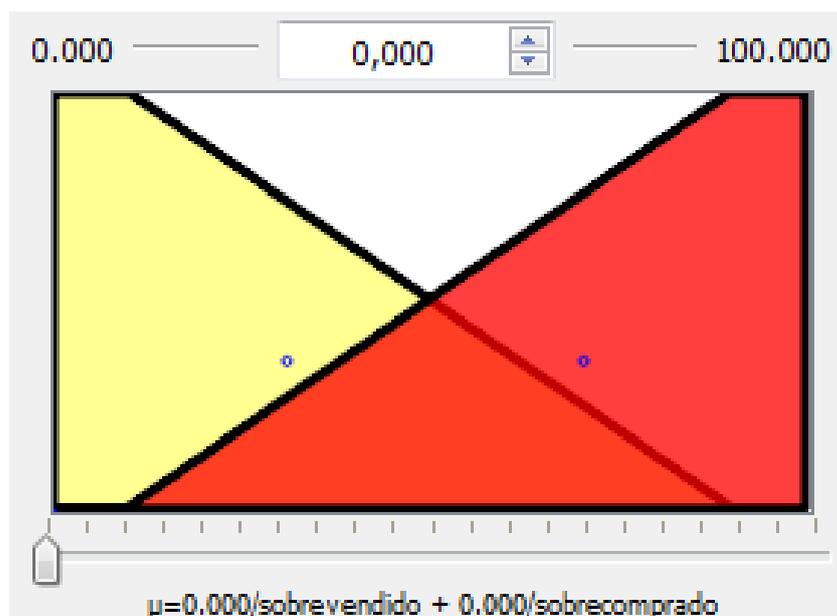
Para o processo de fuzzificação foi necessário a identificação das variáveis lingüísticas a qual determina para cada variável o seu universo. As variações dos conjuntos *fuzzy* utilizadas foram as funções do tipo triangulares e trapezoidais. Como

fora escolhido 3 indicadores técnicos para o estudo, ficou definido suas configurações da seguinte forma.

*i. RSI:* Essa variável representa as potenciais inversões de tendência, de acordo com as condições de mercado (sobrecomprado ou sobrevenda). Essa variável segue uma escala que vai de 0 a 100. Segundo o seu autor J. Welles Wilder valores inferiores a 30 indicam sobrevenda, ao mesmo tempo em que valores acima de 70 indicam sobrecompra. Dessa forma, foi definido qual seria a melhor partição do universo e melhor definição dos conjuntos fuzzy para o sistema.

- Variável Linguística: RSI
- Universo de discurso: 0 à 100
- Valores Linguísticos: sobrevendido, sobrecomprado.

A seguir no gráfico 3, a representação definido para a variável linguística RSI.



**Figura 6** – Representação da variável linguística RSI

Fonte: Autor

*ii. MACD:* Essa variável fornece identificação de tendências de curto prazo. Segundo seu criador Gerald Appel o indicador deve ser calculado entre dois sinais, um rápido e outro lento, respectivamente, uma média móvel exponencial de 26 períodos e outra média exponencial de 12 períodos. Uma terceira media exponencial de 9 dias chamada de linha trigger é lançada sobre o MACD para indicar oportunidades de compra e venda. A forma básica de utilização desse indicador é observando-se a diferença entre a linha de MACD e a linha de *trigger*. Usualmente, o seu valor é obtido pela diferença entre a media de

12 dias pela de 26 dias. Quanto maior seu valor, mais alta será a tendência de alta do ativo, por outro lado, quanto menor for seu valor, mais baixa será a tendência do ativo. As definições para o universo e para os conjuntos *fuzzy* ficaram definidas da seguinte forma.

- Variável Lingüística: MACD
- Universo de discurso: -4 à 4
- Valores Lingüísticos: baixo, alto.

A seguir no gráfico 4, a representação definido para a variável lingüística MACD.



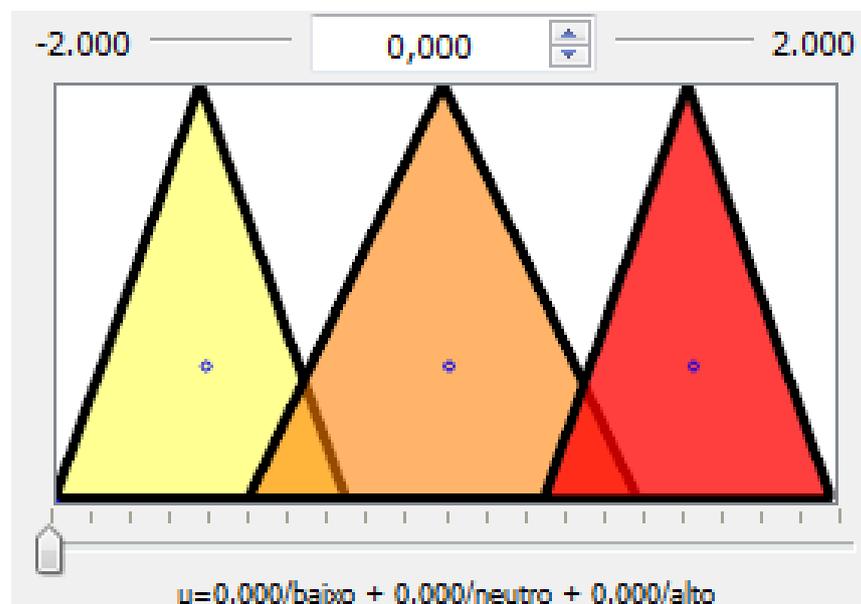
**Figura 7** – Representação da variável lingüística MACD

Fonte: Autor

iii. Índice Beta: Esta variável demonstra o comportamento do preço das ações em relação a um determinado mercado. Possibilita a avaliação do impacto do risco sobre o ativo. Para essa variável utilizou-se os seguintes parâmetros.

- Variável Linguística: BETA
- Universo de discurso: -2 à 2
- Valores Linguísticos: baixo, neutro, alto.

A seguir no gráfico 5, a representação definido para a variável lingüística do Índice Beta.



**Figura 8** – Representação da variável lingüística do Índice Beta

Fonte: Autor

De posse das entradas *fuzzy*, foi iniciado o processo de inferências para produzir as saídas dos conjuntos *fuzzy*. Para este fim se fez a aplicação de regras que simulem a inteligência do especialista, etapa primordial, pois aqui foi utilizado o conhecimento do analista financeiro, o especialista Antonio Soberano Júnior, gestor financeiro a mais de 5 anos, com experiência de 15 anos em análise técnica, agente autônomo de investimentos certificado pela CVM, representante da corretora COINVALORES e assessor de investimentos de ativo futuros de várias empresas contribuindo com o trabalho através da sua capacidade de recomendar a tendência de análise.

Regras	RSI	MACD	BETA	Decisão
1	Sobrevendido	Baixo	Baixo	Venda
2	Sobrecomprado	Baixo	Baixo	Venda
3	Sobrevendido	Baixo	Neutro	Manter
4	Sobrecomprado	Baixo	Neutro	Manter
5	Sobrevendido	Baixo	Alto	Manter
6	Sobrecomprado	Baixo	Alto	Manter
7	Sobrevendido	Alto	Baixo	Manter
8	Sobrecomprado	Alto	Baixo	Manter
9	Sobrevendido	Alto	Neutro	Manter
10	Sobrecomprado	Alto	Neutro	Manter
11	Sobrevendido	Alto	Alto	Compra
12	Sobrecomprado	Alto	Alto	Compra

**Tabela 3:** Regras utilizadas para simular o conhecimento do especialista.

Por fim, na etapa de defuzzificação, foi feita a transformação dos valores *fuzzy* calculados para os valores discretos (crisp). A seguir, foram desenvolvidos os parâmetros referentes aos valores pertinentes a variável de saída. Tais informações

são ilustradas na figura 6.

- Variável Linguística: DECISAO
- Universo de discurso: -3 à 3
- Valores Linguísticos: baixo, neutro,alto.

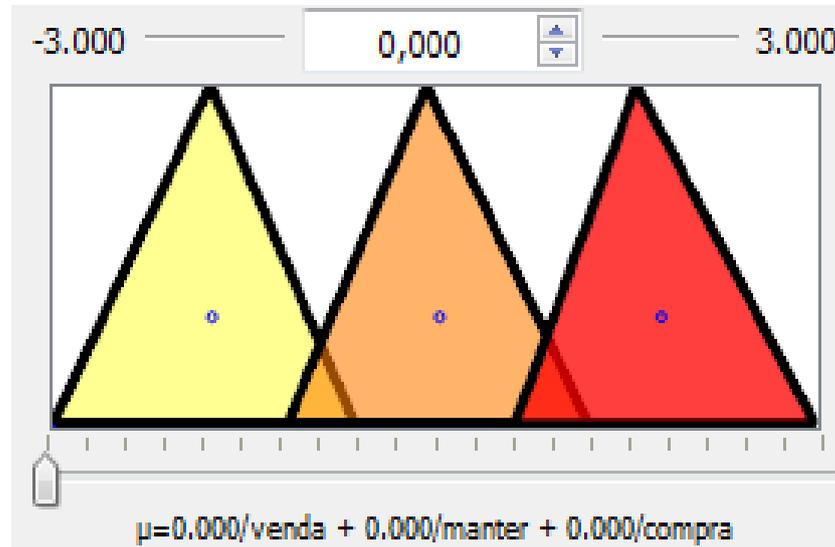


Figura 9 – Representação da variável lingüística de saída DECISÃO.

Fonte: Autor

Por conseguinte, os resultados informaram as tendências para os próximos dias por conta da relação existente entre as variáveis utilizadas. Com base nestas informações, é possível elaborar melhores estratégias de negociação para investimentos, baseado em análises e combinações para otimizar a tomada de decisão.

## 6 | RESULTADOS

Foram utilizados 2 (dois) ativos reais da bolsa de valores de São Paulo para simulação do modelo. Os ativos selecionados foram os seguintes: PETR4.SA e VALE5.SA. A seguir nas tabelas 4 e 5 estão os resultados provenientes do processo de controle *fuzzy* das respectivas empresas.

#	Data	Indicadores Técnicos			Grau de Pertinência ( $\mu$ )	Resultado	Valor de fechamento da Ação	3 dias consecutivos pós data para análise		
		RSI (0-100)	MACD	BETA(%)				1º dia	2º dia	3º dia
1	30/11/2007	30,73	1,097	0,901	0,676	Comprar	35,73	36,37	37,02	39,01
2	30/07/2008	38,03	-3,358	0,907	0,523	Manter	36,50	35,90	34,51	32,89
3	28/08/2009	45,53	0,500	1,042	0,413	Comprar	32,40	31,30	31,60	32,15
4	30/09/2010	45,53	-0,401	1,178	0,413	Manter	27,29	27,50	27,38	26,98

5	28/10/2011	69,51	0,426	0,953	0,047	Manter	21,58	21,32	21,13	21,13
6	30/11/2012	37,54	-1,095	1,086	0,642	Manter	18,66	18,94	18,82	18,94
7	10/06/2013	45,70	-0,145	1,038	0,156	Manter	18,88	18,53	18,12	18,80
8	09/05/2014	53,11	0,656	1,788	0,286	Comprar	17,67	18,03	17,96	18,29
9	08/08/2014	53,30	0,598	0,420	0,316	Vender	19,31	20,14	19,67	18,69
10	10/09/2014	45,98	1,467	0,121	0,239	Manter	20,95	21,21	20,14	20,55

**Tabela 4:** Resultado da aplicação do modelo ao ativo PETR4.SA.

#	Datas	Indicadores Técnicos			Grau de Pertinência ( $\mu$ )	Resultado	Valor de fechamento da Ação	3 dias consecutivos pós data para análise		
		RSI (0-100)	MACD	BETA(%)				1° dia	2° dia	3° dia
1	03/07/2008	53,55	-1,927	1,114	0,542	Manter	41,95	42,10	42,27	41,84
2	01/10/2009	60,96	1,425	1,272	0,650	Comprar	35,67	36,58	37,14	37,21
3	06/09/2010	22,34	-0,903	1,311	0,398	Manter	42,51	42,51	41,71	41,77
4	22/10/2010	53,47	1,595	1,113	0,539	Comprar	42,21	42,10	41,95	42,50
5	27/06/2011	46,02	-0,462	0,699	0,257	Manter	44,04	44,50	44,41	44,64
6	18/05/2012	15,03	-1,884	1,068	0,602	Manter	35,70	36,85	36,43	36,80
7	06/11/2012	45,92	0,182	1,217	0,181	Manter	37,20	36,81	36,06	36,33
8	16/08/2013	69,65	0,989	1,077	0,441	Vender	32,17	32,35	31,44	31,11
9	08/11/2013	53,50	0,705	0,600	0,186	Manter	32,86	33,25	32,43	32,06
10	01/09/2014	30,87	-0,632	0,205	0,312	Manter	25,75	25,50	25,73	25,45

**Tabela 5:** Resultado da aplicação do modelo ao ativo VALE5.SA.

Na coluna datas, encontra-se as datas utilizadas com base de corte para aplicação do modelo. Em seguida nas colunas referentes aos indicadores técnicos, tem-se os resultados provenientes dos cálculos matemáticos para encontrar o valor de cada indicador. É importante ressaltar que, os resultados pertinentes ao indicador Índice BETA estão expressos em porcentagem. A partir daí foram aplicadas as inferências(regras) do processo de controle *fuzzy* do modelo para assim gerar o grau de pertinência e por ventura encontrar a decisão do modelo. Para análise e verificação desse resultado foram adicionados três colunas com valores relativo a 3(três) dias após a análise para confirmação por conta do curto prazo na qual se propõe a prever a movimentação dos ativos. O que se percebeu foi que as decisões propostas pelo modelo vão se confirmando nesse sentido. Tomando como exemplo o ativo da PETR4.SA, na simulação do dia (1) o grau de pertinência de decisão de comprar chegou a  $\mu = 0,676$  e no dia (9) chegou a decisão de venda de  $\mu = 0,316$ . Assim, como no ativo VALE5.SA no dia (2) obteve-se um grau de pertinência  $\mu = 0,542$  de compra na negociação, enquanto que no dia (8) percebeu-se uma tendência de venda com pertinência  $\mu = 0,447$ .

Em outros registros de datas simuladas, verificou-se que a decisão de manter a negociação do ativo teve sua proposta bem superior, isso se deve pela mínima oscilação do valor de fechamento dos ativos encontrados. De fato, os resultados nos dias posteriores autenticam a relevância da decisão confirmando sua aplicabilidade.

## 7 | CONCLUSÃO

Neste artigo, buscou-se o desenvolvimento de um modelo de predição do mercado acionário baseado na lógica fuzzy para encontrar tendências que possam apoiar os acionistas no curto prazo o processo de compra e venda de ativos. A análise dos resultados foi baseado no período do ano de 2007 a 2014. Os experimentos foram aplicados utilizando um sistema de inferência fuzzy denominado jFuzzyLogic. Um controlador para desenvolvimento de aplicações cujo o objetivo é aplicar estratégias de controle baseada na lógica difusa. Este é padronizado pela International Electrotechnical Commission, padrão (IEC 61131-7), essa característica permite desenvolver de uma forma mais simplificada e simples a construção de controladores da lógica fuzzy, isso é possível por estar na categoria de Programmable Controller Language, ou seja, uma linguagem declarativa. A base de regras foi gerada por recomendações e habilidades proporcionadas por um investidor especialista. Os resultados das simulações apresentadas, demonstraram que a técnica utilizada neste trabalho conseguiu propor decisões coerentes com o mercado real, onde foram obtido previsões significantes que puderam simular o comportamento do negociador. De acordo com os resultados da aplicação do modelo de predição foi possível propor sugestões e encontrar tendências reais de mercado e superar a individualidade de cada indicador técnico. O que demonstra que a relação dos indicadores utilizados e a técnica de IA Logica Fuzzy foram bem sucedidas, constata-se grande potencialidade para apoiar o negociador na tomada de decisão no mercado acionário. Desta forma, espera-se que o presente trabalho possa contribuir junto aos negociadores, como uma ferramenta que possibilite definir cenários apontando tendências nas operações e assim prover informações para que estratégias de negociação possam ser simuladas antes mesmo de sua efetividade. Esse processo trará um controle maior das operações e fará com que o investidor se sinta mais seguro sobre o que esta fazendo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. T. **Computação “Fuzzy”** – Departamento de Engenharia Elétrica e Sistemas Digitais – EPUSP. São Paulo, 2005.

ANTUNES, Jerônimo. **Lógica Nebulosa para avaliar riscos na Auditoria**. 5º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, 2005.

BACHELIER, L.. **Theory of Speculation**, (1900).In: COOTNER P. H. (ed). *The Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge: MIT Press, p. 17-78, 1964.

BERTOLO, L.A. **Curso de Matemática Financeira**. FAFICA – Catanduva-SP, 2002.

BOUSHEHRI, Ali Ghodsi. **Applying Fuzzy Logic to Stock Price Prediction**. A Thesis in Department of Computer Science for the Degree of Master of Computer Science.2000 BM&FBOVESPA.

**Introdução ao mercado de capitais**. 2010. Acesso em 27 do 06 de 2014, disponível em <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/a-bmfbovespa/download/merccap.pdf>

Comissão de Valores Mobiliários - CVM. **Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro**. 3ed, Rio de Janeiro, 2014.

CHEUNG, M. W.; KAYMAK, U. **A Fuzzy Logic Based Trading System**. Irlanda, v. 1, n. 2, marc. 2012. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.5035&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 12 agosto. 2014.

ELDER, Alexander. **Como se transformar em um investidor de sucesso**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2004.

GAMIL, A. A.; EL-FOULY, R. S.; DARWISH, N. D.; **A Predictive Stock Market Technical Analysis Using Fuzzy Logic**. Proceeding of the World Congresso in engineering, Cairo Univesrity, Egypt, v. 1, n. 3, July 2 - 4. 2007. Disponível em [http://www.iaeng.org/publication/WCE2007/WCE2007\\_pp142-147.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2007/WCE2007_pp142-147.pdf). Acesso em: 12 agosto. 2014.

jFUZZYLOGIC. **Open Source Fuzzy Logic library and FCL language implementation**. Disponível em: <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/index.html>. Acesso em 20/04/2014.

LIMA, I. S.; LIMA, G. A.; PIMENTEL, R.C. **Curso de Mercado Financeiro**, FIPECAP, Ed. Atlas, 2006.

MANDANI, E. H. **Applications of Fuzzy Set Theory to Control Systems: A survey**, In Fuzzy Automata and Decision Processes, M. M. Gupta, G. N. Saridis and B. R. Gaines, eds., North Holland, New York, pp. 1-13. 1977.

MATSURA, Eduardo, **Comprar ou Vender?** Como investir na bolsa utilizando análise gráfica. Rio de Janeiro: Saraiva, 2006.

MURPHY, J. J. **Technical Analysis of the Futures Markets**. New York Institute of Finance: New York, 1986.

ROCHA, H. R.; MACEDO, M. A. **Previsão do Preço de Ações Usando Redes Neurais**. 8º Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade, 17f, São Paulo, 2011.

ROSS, Stephen A., WESTERFIELD, Randolph W., JORDAN, Bradford D. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 2000.

RAMON., L. **Using Neural Networks to Forecast Stock Market Prices**. Department of Computer Science, University of Manitoba, 1997.

SILVA, W. R. C. ; LINO, A. D. P. ; FAVERO, E. L. ; CASTRO A. R. G. . **Previsão de demanda de vendas baseada em regras linguísticas e logica fuzzy**. INFOCOMP (UFLA), v. 5, p. 52-58, 2006.

SHAHJALAL, M.; SULTANA, A.; MITRA, N. K.; KHAN, K. ; **Implementation of Fuzzy Rule Based Technical Indicator in Share Market**. The International Journal of Applied Economics and Finance. Irlanda, v. 1, n. 2, January. 2012. Disponível em <http://scialert.net/abstract/?doi=ijaef.2012.53.63>. Acesso em: 12 agosto. 2014.

SOUTO-MAIOR, C. D., MURCIA, F. D., BORBA, J. A., JUNIOR., N. C. da C. **O índice IBOVESPA e a Lógica Fuzzy: uma nova estratégia de investimento**. III CONVIBRA. São Paulo, 2006

TANG, T. C., & CHI, L. C. (2005). **Predicting multilateral trade credit risk: comparisons of logit and fuzzy logic models using ROC curve analysis**. Expert Systems with Applications, 28 (3): 547-556.

VANSTONE, Bruce, FINNIE, Gavin. **Financial Trading Systems Using Artificial Neural Networks**. School of IT, Bond University

WILSON, R. C.S., LINO, A. D. P., CASTRO, A. R. G., FAVERO, E. L. **Previsão na demanda de vendas baseado em regras linguísticas e Lógica Fuzzy**. Departamentto de Ciência da Computação. INFOCOMP Journal of Computer Science, vol. 5, no. 3, pp.52- 58, 2006.

WHITE, H. **Economic Predction Using Neural Networks**: The Case of IBM Daily Stock Returns, in Proceeding of the Second Annual IEEE Conference on Neural Networks. II, pp. 451-458. 1998.

WUERGES, A. E. F., BORBA, J. A. **Redes Neurais, Lógica Nebulosa e Algortimos Genéticos**: aplicações e possibilidade em Finanças e Contabilidade. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. Vol. 7, nº 1, 2010. P. 163-182. ISSN: 1807-1775

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Marcos William Kaspchak Machado** - Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-201-2

