

LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Collection:

**APPLIED COMPUTER
ENGINEERING
2**


Ano 2022

LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Collection:

**APPLIED COMPUTER
ENGINEERING
2**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied computer engineering 2 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0044-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.448221603>

1. Computer engineering. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A série de *e-books* intitulada “*Collection: Applied computer engineering 2*” está organizada em 10 capítulos e apresenta diversas aplicações da engenharia de computação, com foco especial à aplicação de inteligência computacional em várias áreas do conhecimento, como mercado financeiro, transporte, saúde, jogos digitais, entre outros.

Dessa forma, esta coleção permitirá aos leitores uma ampla visão das potencialidades da engenharia da computação e dos avanços da pesquisa nesta área.

Os organizadores da Atena Editora agradecem aos autores, por viabilizaram a construção deste trabalho, e desejam a todos, uma leitura proveitosa.

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA APLICADAS À ANÁLISE DE RISCO DE CRÉDITO

Jane Thais Soares de Oliveira

Rogério Alves Santana

Honovan Paz Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216031>

CAPÍTULO 2..... 21

FLUXO DE CARGA LINEARIZADO – UM ESTUDO COMPARATIVO USANDO A LINGUAGEM AMPL

Hugo Andrés Ruiz Flórez

Gloria Patricia Lopez Sepulveda

Jose Airton Azevedo dos Santos

Cristiane Lionço de Oliveira

Leandro Antonio Pasa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216032>

CAPÍTULO 3..... 33

IMPLEMENTAÇÃO DE REDE NEURAL CONVOLUCIONAL PARA PREDIÇÃO DE COVID-19 ATRAVÉS DE IMAGENS DE RAIOS X

Erik Gabriel Cruz Sena

Honovan Paz Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216033>

CAPÍTULO 4..... 51

JOGOS DIGITAIS DE ENTRETENIMENTO E O ESTÍMULO DA INTELIGÊNCIA LÓGICO-MATEMÁTICA DE GARDNER

Carlos Alberto Paiva

Regina Melo Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216034>

CAPÍTULO 5..... 74

RASTREAMENTO DE MOUSE PARA AVALIAÇÃO DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM PORTAIS DE NOTÍCIAS: UM ESTUDO DE CASO

Danilo Teixeira Lima

Flavio Rafael Trindade Moura

Kennedy Edson Silva de Souza

Rita de Cássia Romeiro Paulino

Marcos Cesar da Rocha Seruffo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216035>

CAPÍTULO 6..... 87

ROTEAMENTO DE VEÍCULO GUIADO AUTONOMAMENTE PARA ARMAZÉNS

INTELIGENTES

Wesley Marques Lima

Honovan Paz Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216036>

CAPÍTULO 7..... 105

UTILIZANDO GAN E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS MLP PARA SUPORTE AO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA DE ALZHEIMER: UM ESTUDO ACERCA DO POTENCIAL DA EXPANSÃO ARTIFICIAL DOS DADOS

Jonathan da Silva Bandeira

Renan Costa Alencar

Mêuser Jorge Silva Valença

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216037>

CAPÍTULO 8..... 121

UTILIZAÇÃO DE UM PERCEPTRON MÚLTIPLAS CAMADAS NA APROXIMAÇÃO DE FUNÇÕES CONTÍNUAS

Dhiego Loiola de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216038>

CAPÍTULO 9..... 133

COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA APLICADA AO MERCADO FINANCEIRO: UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO ESTRATÉGICO PARA OS USUÁRIOS INICIANTE

Benjamin Luiz Franklin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4482216039>

CAPÍTULO 10..... 147

ESTUDO DA REPROVAÇÃO NO CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DA UNIMONTES NO PERÍODO DE 2014-1 A 2019-2

Marilée Patta

Reginaldo Moraes de Macedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.44822160310>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 161

ÍNDICE REMISSIVO..... 162

COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA APLICADA AO MERCADO FINANCEIRO: UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO ESTRATÉGICO PARA OS USUÁRIOS INICIANTES

Data de aceite: 01/03/2022

Benjamin Luiz Franklin

Universidade Estadual de Londrina – UEL.

RESUMO: Este trabalho aplica técnicas de computação evolutiva objetivando extrair uma estratégia de atuação para o mercado financeiro, ao abordar o fluxo de informações de ativos como um problema sistêmico. Para isso, coletou-se dados ativos financeiros para extrair-lhes os pontos favoráveis de compra e venda, para confrontá-los com o lucro gerado em suas transações, generalizando o resultado ótimo, de forma a encontrar uma solução abrangente, uma estratégia de ação. Os alertas de compra e venda, do melhor agente encontrado, são enviados às mídias sociais digitais para oferecer um sistema de recomendação a investidores iniciantes da bolsa de valores. Os resultados evidenciam a possibilidade de utilizar a computação evolutiva como um sistema de recomendações estratégicas para o mercado financeiro, disponibilizado massivamente a investidores iniciantes. As implicações dessa possibilidade, no entanto, convidam um conjunto de novos trabalhos, que possam aumentar a compreensão sobre o distanciamento entre o conhecimento estratégico, abstraído algoritmicamente de um conjunto de dados, distante da abordagem semântica, e o uso humano, cotidiano, da informação.

PALAVRAS-CHAVE: Mercado financeiro; Computação evolutiva; Extração de

conhecimento; Sistemas de recomendação.

EVOLUTIONARY COMPUTING APPLIED TO THE FINANCIAL MARKET: A STRATEGIC RECOMMENDATION SYSTEM FOR NEW USERS

ABSTRACT: This work applies evolutionary computational techniques to extract a strategy of action in the financial market data, when approaching the flow of asset information as a systemic rather than a financial problem. For this purpose, we collected data on financial assets and sought to extract favorable purchase and sale timing, based on their continuous movement. We then compared it with the profit generated in their transactions, generalizing the optimal result through an evolutionary algorithm, in order to find an optimized solution – an action strategy. Buying and selling notifications, from the best agent found, are sent to digital social media offering a recommendation system to stock market investors. The results highlight the possibility of using evolutionary computation as a system of strategic recommendations for the financial market, which is widely available to beginner investors. We conclude that the application of non-symbolic systems to extract knowledge from the database, highlighting the financial system, presents a new range of challenges and opportunities, in which knowledge itself, as a competitive differential, gains new contours outside the semantic universe and ever more distant from ordinary human understanding.

KEYWORDS: Financial market; Evolutionary computing; Extraction of knowledge; Systems of recommendation.

1 | INTRODUÇÃO

No início do século XXI e, principalmente, após a crise de 2008, o mercado financeiro ampliou o uso da tecnologia e tem atuado sob o signo da imensa quantidade de dados minerados instantaneamente, viabilizando transações em alta frequência, inimagináveis há algumas décadas. O acesso a essa tecnologia fica restrito aos grandes atores do mercado, bancos e fundos de investimento, tornando o mercado financeiro um ambiente hostil ao pequeno investidor, pois os novos sistemas necessitam de grande estrutura técnica (BigData) e pessoal extremamente qualificado (cientistas de dados – *quants*) para viabilizar suas operações (software, modelização e manutenção de sistemas).

A participação das pessoas físicas é, no entanto, fundamental para o pleno desenvolvimento do mercado financeiro, descentralizando o poder de ação dos grandes conglomerados, tornando o mercado mais resiliente, com melhor governança e transparência (ALMEIDA, 2008). O mercado financeiro se popularizou entre as pessoas físicas, no Brasil, nos anos antes da crise de 2008, crescendo 545% em seis anos, despontando como uma alternativa de investimento à classe média. Até 2009, 600.000, ou 24,63% dos investidores eram pessoas físicas na BM&FBovespa¹. As expectativas apontavam para o crescimento exponencial, que alcançaria 5 milhões de investidores até 2015.

Após as sucessivas crises políticas e econômicas, ocorridas após 2008, no entanto, os números demonstraram decréscimo, chegando a 13%, em 2013², ensaiando uma pequena recuperação, em 2016, chegando a 17%³. Na economia norte-americana, a título de comparação, a classe média começou a participar do mercado financeiro na década de 1950. Antes da crise de 2008, 80% da população norte-americana investia no mercado de ações. Em 2016, esse número caiu para 52%⁴. A crise mundial afetou a credibilidade do mercado financeiro, em geral, e frustrou, em particular, as expectativas de crescimento da participação de pessoas físicas na bolsa de valores brasileira.

Esse cenário de crise somou-se ao incremento tecnológico como um diferencial competitivo na adoção de estratégias de operação no mercado, abrindo espaço para o uso de modelos preditivos dos comportamentos dos ativos financeiros e sistemas de negociação em alta frequência, que compram e vendem ações, tão rapidamente e em tão grande volume, que excedem a capacidade humana de operação no mercado (PATTERSON, 2011).

Como consequência, as formas tradicionais de investimento de longo prazo (*buy*

1 Detalhes em BM&FBovespa. Histórico de pessoas físicas. Recuperado em 8 de abril de 2017, de http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/market-data/consultas/historico-pessoas-fisicas/.

2 Detalhes em: Bolsa: participação de investidor pessoa física cai em dezembro - 03/01/2013 - InfoMoney. Recuperado em 8 de abril de 2017, de <https://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/infomoney/2013/01/03/bolsa-participacao-de-investidor-pessoa-fisica-cai-em-dezembro.jhtm>.

3 Detalhes em: Cresce número de pessoas físicas como profissionais na Bolsa | EXAME.com - Negócios, economia, tecnologia e carreira. Exame. Recuperado em 8 de abril de 2017, de <http://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/cresce-numero-de-pessoas-fisicas-como-profissionais-na-bolsa/>, 31 de outubro de 2016.

4 Detalhes em: GALLUP. *Just Over Half of Americans Own Stocks, Matching Record Low*. Recuperado em 8 de abril de 2017, de <http://www.gallup.com/poll/190883/half-americans-own-stocks-matching-record-low.aspx>.

and hold), pelas quais o investidor compra ações e não se preocupa com as variações de curto prazo, encontram-se questionadas, indicando participação de investidores focada em transações de curto (*day trade* – para operações no mesmo dia) e médio prazos (*swing trade* – para operações de até quatro semanas). Essas transações exigem dos investidores mais experiência e tempo empregado no acompanhamento e na análise das tendências do mercado, principalmente as de curto prazo, sendo estas, usualmente, atividades exercidas por profissionais das grandes corretoras e bancos⁵.

Os investidores não profissionais, em sua maioria, ficaram mais vulneráveis às oscilações de curto e médio prazo e não conseguem ainda estabelecer estratégias para se proteger de crises graves, em que podem perder grande volume de recursos e desistir de investir no mercado financeiro. Falta-lhes experiência, conhecimento e tempo para dedicar à análise do mercado, além de sistemas de informação – já usados amplamente pelos grandes atores⁶. Este trabalho justifica-se por viabilizar um sistema orientado à recomendação estratégica de operações, gratuito e focado no pequeno investidor, que poderia colaborar para a reintegração das pessoas físicas na arena do mercado financeiro, ao oferecer uma estratégia consistente de investimento e alertas, para momentos de atenção no comportamento dos ativos. O problema de pesquisa enfrentado consiste em verificar a possibilidade de extração de uma estratégia de ação para o mercado financeiro derivada do histórico de dados disponíveis, publicamente, na internet, sem a interferência de um especialista na área e que esta possa, ainda, ser amplamente difundida nas mídias sociais, de forma a beneficiar os entrantes inexperientes no mercado financeiro, como um sistema de recomendação. Nas próximas seções serão descritas a metodologia usada, destacando o caráter experimental do trabalho, além de seus conceitos fundamentais: a abordagem sistêmica do mercado financeiro e a computação evolutiva como instrumento de extração de estratégia para sua operação. Nas últimas seções do trabalho, abre-se uma constelação de sugestões para futuras pesquisas, dada as conclusões emergentes, em que o conhecimento extraído de bases de dados, por algoritmos evolutivos e conexionistas, apresentariam um desafio, ao distanciarem-se do modo semântico de representação linguística “tradicional”.

2 | MÉTODO

Esta pesquisa tem caráter aplicado e qualitativo, uma vez que pretende, por meio da análise quantitativa de dados, extrair deles as relações qualitativas e os pontos de compra e venda de ativos financeiros, como resultado da aplicação de algoritmos evolutivos

5 Detalhes em: “Bolsa não é para pessoas físicas”, diz especialista | EXAME.com - Negócios, economia, tecnologia e carreira. Exame. Recuperado em 9 de abril de 2017, de <http://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/bolsa-nao-e-para-pessoas-fisicas-diz-especialista/>, 30 de dezembro de 2013.

6 Detalhes em: Acionista pessoa física, o maior abandonado. Valor Econômico. Recuperado em 9 de abril de 2017, de <http://www.valor.com.br/valor-investe/o-estrategista/2628796/acionista-pessoa-fisica-o-maior-abandonado>, 23 de abril de 2012.

em um corpus documental (a base de dados dos preços das ações, recolhidos de sites especializados), daí seu tipo exploratório, bibliográfico e documental.

O conceito de conhecimento que pretende-se extrair da série histórica de dados será resumido na relação entre os objetos em uma estrutura (GIL, 2008 p. 24), ou seja, dado o conceito de um ativo financeiro, quanto e quando serão a eles imputadas ações verbais (compra e venda) em dado momento, de forma a promover uma ação possível a um objeto.

Para isso, após a coleta de documentos que possam fornecer uma base de dados contendo o preço histórico dos ativos financeiros, diversos agentes de software serão criados, para que testem os pontos de compra e venda desses ativos, a partir de um modelo de indicadores que qualificariam os momentos de compra e venda, conforme sua relação com toda a série temporal. Cada agente, dessa forma, terá uma configuração diferente (aleatória) para produzir pontos de compra e venda de ativos, no decorrer da série histórica. Esse procedimento resultará em um número, indicando lucro ou prejuízo, como função de ajuste. O algoritmo evolutivo em questão tratará de reproduzir, promover mutação (nas configurações dos agentes) e selecionar os agentes mais bem-sucedidos, durante determinado número de gerações, fazendo emergir, possivelmente, uma estratégia global de investimento, como anuncia a computação evolutiva (MITCHELL, 2001). Diversas técnicas de inteligência computacional têm sido aplicadas, nos últimos vinte anos, no mercado financeiro, destacando Redes Neurais Artificiais, Sistemas Especialistas e Técnicas Estatísticas (TKÁČ; VERNER, 2016). As abordagens vindas da Inteligência artificial têm, no entanto, oferecido resultados mais consistentes que os métodos puramente estatísticos (HSU et al., 2016). Este trabalho aplicará, então, a computação evolutiva e sua característica de otimização global de estratégia, como método para emergir comportamentos locais de agentes, em situações específicas.

3 | O MERCADO FINANCEIRO VISTO COMO UM PROBLEMA SISTÊMICO

O mercado financeiro tem sido analisado, tradicionalmente, por duas correntes distintas e antagônicas: a análise fundamentalista e a técnica, ou gráfica (BULKOWSKI, 2005). A análise fundamentalista busca entender os atributos financeiros reais das empresas, como balanços financeiros, previsões de investimento, passivos e ativos; enquanto a análise gráfica procura encontrar padrões nas séries históricas dos preços das ações, para encontrar momentos adequados de compra e venda. A fundamentalista necessita de conhecimento técnico específico, para que as análises ganhem consistência e sejam baseadas em argumentos explícitos, enquanto a análise gráfica exige experiência em encontrar alguns padrões “chave”, dispensando o conhecimento formal imprescindível na análise fundamentalista. Dessa forma, a análise gráfica é utilizada por investidores não iniciados e sem informações privilegiadas, contemplando uma ampla camada de usuários

leigos entrantes no mercado.

A análise técnica procura, então, encontrar padrões nas séries históricas de dados. A objeção feita a ela, neste trabalho, no entanto, é a de que esses padrões não emergem da experiência real da coleta de dados, de forma empírica, tratando de um consenso histórico que, não necessariamente, se repetirá no fluxo dos ativos financeiros.

A objeção dese trabalho à análise técnica consiste, basicamente, em duvidar que existam padrões fora da experiência sensível – local – de cada ativo financeiro. Não obstante, espera-se que padrões possam ser retirados das séries históricas e, nesse sentido, concorda-se com a análise gráfica, mas sem a presunção de que esses existam na tradição, mas na experiência cotidiana do mercado financeiro. Os padrões procurados, em suma, emergiriam de dados reais coletados do mercado, em vez de padrões esperados intrinsecamente, que dispensariam a experiência empírica localizada em um mercado específico.

Se, para a análise gráfica, o preço de um ativo já reflete toda a informação possível a seu respeito, é porque nela já existe uma visão sistêmica do fluxo informacional. A visão sistêmica, surgida na modernidade, procura abordar seus problemas utilizando uma metalinguagem, ou seja, transformando todas as questões abordadas sob um olhar unificado: uma questão de relacionamento e fluxo de informações entre o todo e suas partes. Essa abordagem prosperou, no século XX, com o advento da cibernética e, mais, tarde, com a teoria da complexidade (BAR-YAM, 1997). O ponto fundamental dessas abordagens é que fazem convergir diferentes disciplinas em uma forma unificada de representação computacional, em que diferentes domínios epistemológicos ganhariam um modelo de comunicação e relação ao participarem, nessa operação, de um contexto comum, capaz de operar e produzir transformações em uma estrutura unificada. O advento do sistemismo permitiu incluir uma série de disciplinas em seu paradigma unificador, dentre elas, a biologia, as ciências cognitivas e a própria economia (NEUMANN ; MORGENSTERN, 2007).

Sabe-se, com as investigações do pós-estruturalismo (POSTER, 1990), que não existe uma linguagem universal capaz de unificar a experiência humana, mas que, no entanto, para que os sistemas convirjam para o mesmo modelo de operação, estes devem ser integrados a um mesmo regime de informação, termo cunhado por Frohmann (GÓMEZ, 2012), para designar o contexto sociotécnico e jurídico: um mercado global, com os mesmos modelos de transformação, operação e comunicação, para todos os agentes envolvidos. A transformação digital, sendo um modelo de convergência sociotécnica, proveria esse novo contexto global unificador, associando ao fluxo dos ativos financeiros, toda a cadeia de relações e causalidades inscritas no mesmo “alfabeto que pensa”, usando o termo de Lanham (2007).

A partir do contexto unificado de causalidade, transformação e comunicação, possibilitado pelo regime global de informações, os atores sociais ganhariam novas ferramentas de perscrutação de seus horizontes, de produção de um sistema de inferências

e conclusões. O novo modo epistêmico unificador das operações é baseado em dados – a ciência de dados – em um modo transdisciplinar, porque é transobjetivo, unificador, mas indiferente às operações de sentido, quando, tudo o que interessa é apenas a correlação entre conceitos, objetos e eventos.

4 | MINERAÇÃO DE DADOS

A convergência tecnológica, ao prover um aparato comum de transformação de atributos para as entidades representadas, responde ao relacionamento mútuo entre classes e propriedades, convergindo diferentes problemas a uma estrutura comum (BRATTON, 2015). A resposta epistemológica equivalente, vinda da deriva do pensamento sistêmico, linguístico, cibernético e complexo, que agora unifica e converge as operações do mundo contemporâneo, aparece nas formas de análise, seleção, promoção e herança, dos pontos de um modelo comum, nas operações sistêmicas de agregação, categorização e consolidação: operações básicas e universais, aderentes a qualquer arranjo particular de um estruturalismo, garantido, materialmente, pelo aparato computacional globalizado.

Uma vez que grande parte da aparição social seja automaticamente convertida em rastros de dados, o sistemismo passa a oferecer um arsenal de possibilidades de investigação empírica que, antes, não poderiam sequer serem imaginadas. A mineração de dados oferece um desses conjuntos instrumentais, como as operações fundamentais de agregação, seleção e categorização, necessárias para a análise de um amplo conjunto de objetos passíveis da abordagem sistêmica, em busca de padrões e descobrimento de conhecimento (HAN; KAMBER, 2011).

Se, neste trabalho, aborda-se o fluxo do mercado financeiro como um problema sistêmico, é porque entende-se que o problema pode ser enfrentado a partir da gramática de tratamento de sistemas e suas operações genéricas de extração de padrões, correlações e categorias, ou seja, aproximando-se de uma visão cibernética interdisciplinar, em que as questões envolvidas são abstraídas da sua raiz informacional.

[...] seu caráter interdisciplinar (da Cibernética) emerge quando considera a economia não como um economista, a biologia não como um biólogo, e a máquina não como um engenheiro. Em cada caso seu tema permanece o mesmo, isto é, como os sistemas se regulam, se reproduzem, evoluem e aprendem. Seu ponto alto é de como os sistemas se organizam. (Gordon Pask apud EPSTEIN, 1973, p. 9).

Essa gramática genérica de tratamento sistêmico se traduz nas operações de mineração de dados e sua miríade de técnicas de extração, manipulação e categorização de padrões. De forma geral, as abordagens de extração de conhecimento são reduzidas às mesmas categorias das abordagens da inteligência artificial, ou seja: a simbólica, a conexãoista e a evolutiva (BARRETO, 2001).

A simbólica parte de um tratamento semântico do conhecimento, em que os

modelos do mundo são representados de forma silogística, de modo a permitir inferências e conclusões lógicas a cerca dos modelos. Esses modelos usam ontologias, bases de conhecimento e mecanismos de raciocínio como base de sua abordagem e são utilizados quando existe farto material documentado sobre o domínio escolhido e especialistas disponíveis para a estruturação desse conhecimento. A vantagem dessa abordagem está no domínio semântico dos modelos gerados, que podem oferecer explicações lógicas sobre seus procedimentos e conclusões.

As abordagens conexionistas e evolutivas, por outro lado, não dependem tanto da disponibilidade de especialistas para a formalização semântica do domínio específico. Por outro lado, dependem da ampla disponibilidade de dados qualificados para treinamento e extração de padrões. A abordagem conexionista procura imitar o funcionamento do aprendizado humano, a partir de suas conexões neurais, em que o aprendizado ocorre pela adaptação de uma rede de neurônios artificiais, representante de uma função que liga dados de entrada com dados de saída. O aprendizado consiste em encontrar a topologia correta da rede, por meio dos pesos das relações entre os neurônios, capazes de relacionar os dados de entrada e saída. Dessa forma, com uma grande base de dados, o sistema encontraria uma série de exemplos de entrada e saída e procuraria balancear a rede de forma a extrair um padrão que possa generalizar as relações. O conhecimento, então, seria o resultado dessa relação estrutural, entre os neurônios artificiais (ZUBEN, 2003).

Destaca-se que existe uma diferença fundamental nessas duas abordagens. Se a abordagem simbólica estrutura o conhecimento como um cômputo semântico de relações lógicas e, para isso, precisa de especialistas humanos capazes de formular essas relações, a abordagem conexionista, por outro lado, precisa de vasta quantidade de dados para abstrair suas relações entre os neurônios, resultando em “conhecimento” fora do sistema semântico de representação, ou seja, ela não favorece a explicação lógico-formal dos modelos gerados (IDEM).

A computação evolutiva, por sua vez, procura aplicar metáforas do modelo evolutivo a problemas computacionais, transformando sua solução em adequação evolutiva resultante do processo de seleção, promoção e herança de indivíduos de uma mesma espécie, no decorrer de várias gerações. Cada indivíduo – agente de software – é representante de um tipo de solução possível (genes), que é contrastado com a solução desejada, gerando um valor para a função de ajuste. Os indivíduos bem-adaptados – com alto valor na função de ajuste – serão selecionados para futuras gerações, em que se reproduzirão (trocarão genes entre si, formando outras soluções possíveis), podendo, inclusive, sofrerem mutações (alterações em seu código genético, originando novas soluções inesperadas), repopulando a espécie e reiniciando o ciclo evolutivo.

A computação evolutiva depende, de forma geral, da possibilidade de contrastar um indivíduo, representante de um código genético – uma solução possível para um problema computacional – a uma função de ajuste, para que sua configuração genética

possa ser avaliada e generalizada como solução de um problema. A evolução da espécie, como um todo, dependerá de grande poder computacional, uma vez que o processo evolutivo (a configuração genética adequada) poderá demandar grande quantidade de processamento computacional. O ponto a ser destacado é que essa abordagem também favorece o poder computacional e a grande quantidade de dados empíricos, como elementos centrais na extração de conhecimento, em detrimento do modelo semântico lógico-formal, dependente de um sistema silogístico de inferências, compatível com as capacidades linguísticas humanas.

Se, no modelo simbolista, fica em destaque a forma humana “tradicional” de conhecimento semântico, implicando a flexão verbal de entidades, criando-lhes acidentes e eventos, mas preservando-lhes a identidade em uma narrativa e, conseqüentemente, um “estilo” humano de comunicação, nas abordagens conexionista e evolutiva, o conhecimento emergente das grandes bases de dados dispensa o formato humano consagrado pelos cômputos semânticos, levando o próprio conhecimento a um estatuto desconhecido e alienado ao humano.

O grande poder de operação dos nossos dias, seja na convergência epistemológica dos modelos sistêmicos, na unificação sintética computacional, ou na grande capacidade de extração de conhecimento de bases de dados com diversas estruturas, amplia poderes de síntese, correlação e inferência nunca antes imaginados, mas oferece, também, desafios à própria ordem epistemológica, ao separar, ainda mais, a operação do mundo dos afazeres humanos cotidianos.

5 | EXTRAÇÃO DE ESTRATÉGIA

A ênfase deste trabalho é na possibilidade que existam pontos de compra e venda ideais no histórico dos preços dos ativos financeiros na bolsa de valores, e que encontrar esses pontos – o sonho dos investidores: “comprar na baixa e vender na alta” – possa ser possível, minerando-se os dados históricos dos ativos. Objetiva-se, em suma, encontrar um padrão derivado desses pontos de compra e venda e, assim, extrair uma estratégia lucrativa de investimentos, em que a diferença entre os pontos seja positiva, ou seja, que haja lucro, conforme a figura 1.

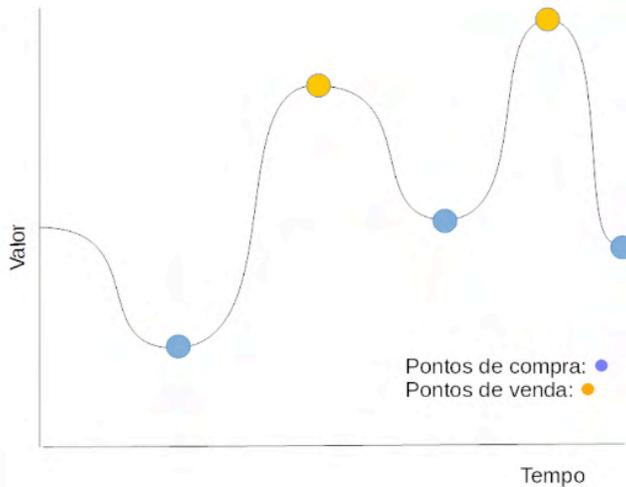


Figura 1: Pontos de compra e venda.

O padrão dessa série histórica tem a premissa de que se repetirá, enquanto a conjuntura sociotécnica permanecer e, enquanto isso ocorrer, seja possível inferir os momentos de compra e venda de ativos com o menor risco possível. Nossas premissas são de que esses padrões sejam voláteis, mas não caóticos, e indicam conjunturas que possam ser modeladas computacionalmente. O primeiro passo, então, para extrair os padrões de compra e venda, foi a construção de um banco de dados contendo os preços dos ativos financeiros a serem estudados, em que, a cada 15 minutos, diariamente, um agente de software busque nas agências de notícias financeiras (google finance e outros) seu valor atualizado e o armazene. Os ativos investigados nesse trabalho foram: PETR4 (Petróleo Brasileiro S.A.), VALE5 (VALE S.A), CSNA3 (Companhia Siderúrgica Nacional) e EMBR3 (Embraer S.A.). Esses não foram os únicos coletados, mas representam parte do acervo de vinte ativos, coletados desde 2009, perfazendo um conjunto de 1 GB de dados, que servirão como base para futuros trabalhos.

Uma vez coletados, esses ativos foram, programaticamente – utilizando a plataforma JAVA –, normalizados (valores entre 0 e 1) e agrupados em quartis móveis, contados a partir da data atual, para cada instante t e data menos quatro meses, normalizando os pontos de baixa e alta na série de dados.

Dessa forma, para cada instante t , na série histórica, tem-se um valor entre 0 e 1 equivalente (IQM4), que indica a posição relativa no quartil dado pela janela dos quatro meses anteriores, conforme a figura 2. Dessa maneira, pretende-se indicar os momentos em que um ativo se aproxima de um ponto de compra (quartil inferior, q_1) ou de venda (quartil superior, q_4). Se o valor do ativo (VA), em um instante t , estiver em seu quadrante superior (q_4) em IQM4 (seu quartil móvel normalizado em quatro meses) estará em uma

situação de possível venda. Da mesma forma, se estiver em $IQM4-q1$, ou seja, seu quartil inferior, estará em situação de possível compra.

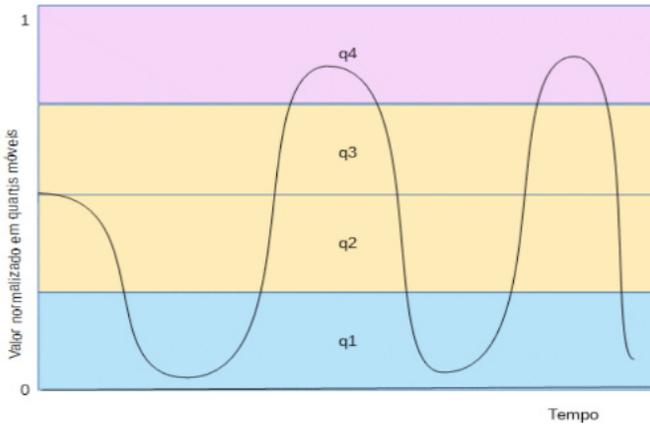


Figura 2: Valor normalizado para quartis móveis.

Estar em uma situação de compra ($IQM4-q1$) ou de venda ($IQM4-q4$), não é, no entanto, suficiente para detectar a realização de compra. É preciso que se confirme a situação de mudança de tendência, para uma tendência de alta, em $IQM4-q1$, ou queda, para $IQM4-q4$. Para isso, adotou-se mais um quartil de curto prazo $IQD2$, com um horizonte de apenas dois dias ($d-2$), para detectar a mudança no curto prazo, quando a média dos valores entre t e $t-d2$, estará no quartil superior $q1$, para venda, ou $q4$, para compra, indicando mudança de tendência, conforme a figura 3.

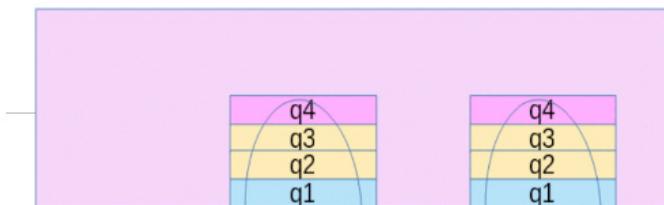


Figura 3: Mudança de tendência.

Dessa forma, tem-se dois índices: $IQM4$ e $IQD2$, indicando, conjuntamente, pontos de compra e venda. A combinação desses dois indicará a pontuação de compra e venda, por exemplo, quando $IQM4(0.20)$ e $IQD2(0.90)$ caracterizam um ponto de compra, e $IQM4(0.80)$ e $IQD2(0.20)$, um de venda. A experimentação dessas condições para a implementação de pontos de compra e venda, aplicados à série histórica do ativo, resultará em uma função de ajuste, necessária ao algoritmo evolutivo, para avaliar a configuração

genética do agente (IQM4 e IQD2). Dessa forma, a partir da população inicial de agentes, com configurações aleatórias de IQM4 e IQD2, converge-se uma solução ótima para os valores de IQM4 e IQD2, caracterizando uma solução global para determinado ativo, uma estratégia de investimento, como mostra o algoritmo da figura 4.

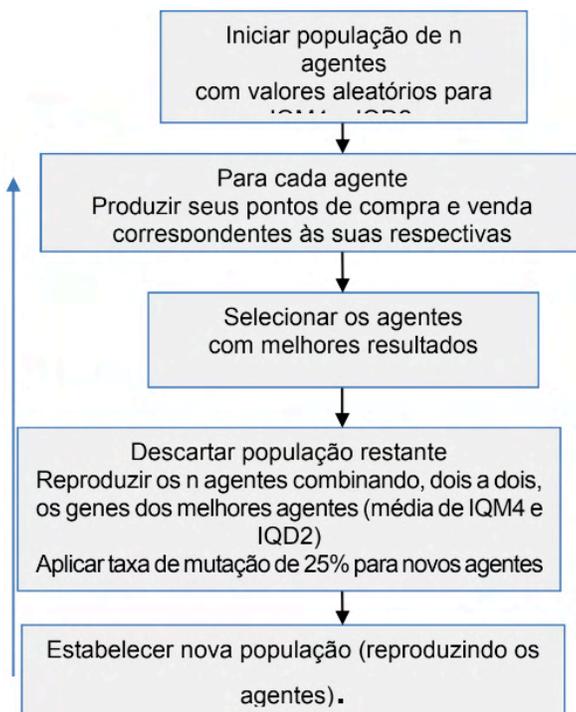


Figura 4: Algoritmo de evolução.

6 | RESULTADOS

O algoritmo foi aplicado a quatro ativos escolhidos, durante todo o ano de 2016, com população de 20 agentes, durante 20 gerações, obtendo os seguintes resultados, conforme a tabela 1.

Ativo	Compra (IQM4)	Compra (IQD2)	Venda (IQM4)	Venda (IQD2)	Lucro %
CSNA3	0,12	0,25	0,68	0,32	48
PETR4	0,17	0,81	0,57	0,84	74
VALE5	0,15	0,74	0,83	0,6	52
EMBR3	0,09	0,91	0,9	0,09	26,5

Tabela 1: Resultados do treinamento de algoritmo para o ano de 2016.

As configurações encontradas no treinamento foram testadas para um outro conjunto de dados, no primeiro semestre do ano de 2017, obtendo-se os seguintes resultados, conforme a tabela 2.

Ativo	Lucro %
CSNA3	47
PETR4	74
VALE5	51
EMBR3	27

Tabela 2: Resultados do teste de algoritmo para primeiro semestre do ano de 2017.

A semelhança nos resultados obtidos no treinamento e no teste do algoritmo aponta, conforme discutidos nas seções anteriores, que as mesmas tendências ainda atuam no mercado no ano de 2016 e no primeiro semestre de 2017, provavelmente indicando uma recuperação. Seria recomendável aplicar o algoritmo em um cenário diferente, com mais dados da atual tendência, para testar, com maior rigor, a capacidade de abstração e generalização do sistema, em um cenário livre da tendência negativa predominante nos anos anteriores, desde o início crise.

Para caracterizar o sistema de recomendação, integrou-se o conjunto resultante, contendo as configurações generalizadas para os ativos escolhidos, em um processo periódico de avaliação do estado atual do valor dos ativos financeiros, conforme a figura 6. Caso o valor do respectivo ativo, a cada 15 minutos, normalizado, conforme as seções anteriores, encontre-se nos valores críticos encontrados para IQM4 e IQD2, então um alerta é enviado para a rede social, no perfil do agente, para participar o usuário das condições de compra ou venda, recomendadas pelo sistema.

Para testar a integração do sistema, criou-se um perfil temporário, na mídia social Twitter®, para recomendar ações de compra e venda, em: <https://twitter.com/mymarx>.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, aplicou-se a computação evolutiva para extrair uma estratégia de ação para o mercado financeiro. Os resultados mostram a viabilidade dessa abordagem, apontando a lucratividade dessas operações. Dado o limitado poder computacional empregado no experimento, é recomendável, tentar alcançar resultados superiores, em futuros trabalhos, com uma estrutura tecnológica mais adequada.

É importante notar, também, que os padrões localizados são contextualizados à conjuntura social e política, devendo os modelos serem recalibrados, periodicamente, para manterem a coerência com os novos dados gerados, consistindo com as premissas iniciais do trabalho.

Ao tratar o movimento dos ativos financeiros como um problema sistêmico, conclui-se que a abordagem orientada a dados que desponta como paradigma unificador, na ciência do século XXI, apresenta um desafio epistemológico, uma vez que extrai conhecimentos cujo modelo de causalidade e relacionamentos se distancia do esquema semântico de representação, distanciando o conhecimento humano do produzido pelas máquinas. Esta e outras questões, no entanto, devem ser abordadas em futuros trabalhos, evidenciando a aptitude do tema.

REFERÊNCIAS

- Almeida, J. (2013). In: *Gazeta mercantil/caderno A*. 21/08/2008. P. 3. Disponível em: <<http://index.gazetamercantil.com.br/arquivo/2008/08/21/101>> . Acesso em: 21 de março de 2013.
- Bahrammirzaee, A. (2010). A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications*, v. 19, n. 8, p. 1165–1195. doi: 10.1007/s00521-010-0362-z, 2010.
- Bar-yam, Y. (1997). *Dynamics of complex systems*, Studies in nonlinearity. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1997.
- Barreto, J. M. (2001). *Inteligência Artificial no limiar do século XXI*. Florianópolis.
- Bratton, B. H. (2015). *The stack: on software and sovereignty*, Software studies. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Bulkowski, T. N. (2005). *Encyclopedia of chart patterns*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley.
- Epstein, I. (1973). *Cibernética e comunicação*. São Paulo: EDUSP.
- Feldman, R. (2007). *The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2007.
- Gartner (2012). *Technology Trends You Can't Afford to Ignore*. Disponível em: http://www.gartner.com/it/content/1503500/1503515/january_19_tech_trends_you_cant_afford_to_ignore_rpaquet.pdf>. Acesso em: 21 de março de 2013.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Gómez, M. N. G. de (2012). Regime de informação: construção de um conceito. *Informação & Sociedade: Estudos*, v. 22, n. 3. Recuperado em 19 de agosto de 2017, de <http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/14376>, 2012.
- Han, J.; Kamber, M. (2011). *Data mining: concepts and techniques*. 3rd ed. Burlington, MA: Elsevier.
- Hsu, M. W.; Lessmann, S.; Sung, M. C.; Ma, T.; Johnson, J. E. V. (2016). Bridging the divide in financial market forecasting: machine learners vs. financial economists. *Expert Systems with Applications*, v. 61, n. Supplement C, p. 215–234. doi: 10.1016/j.eswa.2016.05.033.
- Lanham, R. A. (2007). *The economics of attention: style and substance in the age of information*. Paperback ed. Chicago: Univ. of Chicago Press.

Mitchell, M. (2001). An introduction to genetic algorithms, Complex adaptive systems. 7. print ed. Cambridge, Mass.

Neumann, J. Von; Morgenstern, O. (2007). Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press.

Pang, B.; Lee, L. (2008). Subjectivity Detection and Opinion Identification. Opinion Mining and Sentiment Analysis. Now Publishers Inc.

Patterson, S. (2011). The quants: the maths geniuses who brought down Wall Street. London: Random House Business.

Poster, M. (1990). The mode of information: poststructuralism and social context. Chicago: University of Chicago Press.

Reynolds, R.; Liu, D. (2011). Multi-objective cultural algorithms. 2011 IEEE Congress of Evolutionary Computation (CEC) . p.1233–1241. doi: 10.1109/CEC.2011.5949757.

Tkáč, M.; Verner, R. (2016). Artificial neural networks in business: Two decades of research. Applied Soft Computing, v. 38, n. Supplement C, p. 788–804. doi: 10.1016/j.asoc.2015.09.040.

Witten, I. H.; Frank, E. (2005). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. [S.l.]: Morgan Kaufmann.

Zuben, F. (2003). Uma caricatura funcional de redes neurais artificiais. Rev. SBRN.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aprendizado de máquina 3, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 13, 18, 20, 33, 43, 44

Armazém inteligente 87, 88, 90, 94, 103, 104

B

Bloom 51, 52, 54, 63, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73

Busca de custo uniforme 87, 89, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103

C

Colônia de formigas 87, 91, 93

Computação evolutiva 4, 133, 135, 136, 139, 144

Covid-19 3, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 75, 82

D

Data augmentation 106

Doença de alzheimer 4, 105, 106, 119

E

Experiência do usuário 3, 74, 75, 76

Extração de conhecimento 133, 138, 140

F

Fluxo de carga linearizado 3, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31

Funções contínuas 4, 121, 124, 131

G

Generative adversarial networks 106, 110

I

Imagens de raio X 3, 33, 46

Índices de reprovação 147, 149, 152, 153, 158, 159

Inteligência lógico-matemática 3, 51, 52, 56, 57, 59, 72

J

Jogos digitais de entretenimento 3, 51, 52, 53, 63, 64, 71

M

Mercado financeiro 2, 4, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 144

Multilayer perceptron 8, 35, 38, 105, 106, 109, 110, 121

O

Otimização matemática 22, 23, 26, 28, 31

P

Perceptron 4, 8, 35, 38, 105, 106, 109, 110, 121

Portais de notícias 3, 74, 76, 77, 79, 80, 82, 84, 85

R

Rastreamento 3, 74, 75, 76, 77, 78

Reconhecimento de padrões 20, 33, 35, 40

redes neurais artificiais 20, 35, 49, 146

Redes neurais artificiais 4, 105, 106, 121, 132, 136

Redes neurais convolucionais 33, 34, 37, 46

Reprovação no curso de sistemas de informação 4, 147, 159

Roteirização 87, 89, 103, 104

S

Sistemas de recomendação 133

Sistemas elétricos de potência 21, 22, 32

Solver knitro 22

T

Teoria das Inteligências Múltiplas 51, 54, 71, 72

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED COMPUTER ENGINEERING 2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED COMPUTER ENGINEERING 2


Ano 2022