

MARISA RAMOS SERAFIM

**O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA DECISÃO DO INVESTIDOR:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Economia

2024

MARISA RAMOS SERAFIM

**O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA DECISÃO DO INVESTIDOR:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Mestrado em Finanças

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Cristina Maria Pereira Viegas de Oliveira
Professora Doutora Sílvia da Conceição Pinto de Brito Fernandes



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

Faculdade de Economia

2024

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DECISÃO DO INVESTIDOR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Declaração de Autoria do Trabalho

Declaro ser o(a) autor(a) deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Marisa Ramos Serafim

.....

(assinatura)

Direitos de cópia ou Copyright

© Copyright: Marisa Ramos Serafim

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim deste percurso tão desafiante quanto gratificante, não posso deixar de expressar a minha profunda gratidão às minhas orientadoras, professora Doutora Sílvia da Conceição Pinto de Brito Fernandes e Professora Doutora Cristina Maria Pereira Viegas de Oliveira. O vosso apoio foi essencial para a conclusão deste trabalho. Mostraram uma disponibilidade incansável, sempre prontas a responder com rapidez e clareza a todas as minhas dúvidas, oferecendo sugestões valiosas que realmente fizeram toda a diferença ao longo deste processo.

Acima de tudo, agradeço pela sabedoria que partilharam ao longo deste percurso académico. Sem o vosso contributo, dificilmente teria sido despertado em mim o mesmo interesse e paixão por esta área.

Um grande obrigada.

RESUMO

Este estudo investiga o impacto da inteligência artificial (IA) na tomada de decisão dos investidores financeiros, destacando o seu papel na transformação dos processos de avaliação de investimentos. A IA tem transformado o setor financeiro, com destaque para o processo de avaliação de investimentos. Este trabalho explora a aplicação da IA em diferentes aspectos do processo de tomada de decisão financeira, enfatiza como a análise preditiva, a personalização das estratégias e a gestão de risco são otimizadas através de sistemas inteligentes.

Realizou-se uma pesquisa de natureza exploratória e descritiva, com uma abordagem qualitativa sustentada por uma análise quantitativa de dados bibliométricos através de uma Revisão Sistemática da Literatura. Foi realizada uma análise bibliométrica utilizando as bases de dados Web of Science e Scopus, com o auxílio do software VOSviewer.

A pesquisa foca na verificação do papel da IA no processo de avaliação de investimentos, bem como na análise dos benefícios, desafios e oportunidades que a sua integração pode oferecer. Além de explorar a eficiência e precisão da IA, o estudo aborda como a tecnologia influencia comportamentos críticos na tomada de decisão, incluindo atitudes face ao risco e aversão à ambiguidade. Os resultados revelam que, apesar dos benefícios significativos na IA, existem desafios relacionados à complexidade tecnológica e à qualidade dos dados que precisam ser abordados para garantir a confiança dos investidores.

Por fim, conclui-se que a IA não só melhora a eficiência e precisão das avaliações, mas também amplia o acesso a ferramentas avançadas, ressaltando a importância da regulamentação e da transparência no processo de tomada de decisão financeira.

Palavras-chave: Inteligência artificial (IA), tomada de decisão financeira, Revisão sistemática da literatura, comportamento do investidor, *machine learning*, sistemas de apoio à decisão, eficiência do investimento.

Abstract

This study investigates the impact of artificial intelligence (AI) on financial investors' decision-making, highlighting its role in transforming investment evaluation processes. AI has been transforming the financial sector, especially in investment evaluation. This work explores the application of AI in different aspects of the financial decision-making process, emphasizing how predictive analysis, strategy personalization, and risk management are optimized through intelligent systems.

An exploratory and descriptive research was conducted, with a qualitative approach supported by a quantitative analysis of bibliometric data through a systematic literature review. To this end, a bibliometric analysis was performed using the Web of Science and Scopus databases, with the assistance of VOSviewer software.

The research focuses on verifying the role of AI in the investment evaluation process, as well as analysing the benefits, challenges, and opportunities that its integration can offer. In addition to exploring the efficiency and accuracy of AI, the study addresses how technology influences critical behaviours in decision-making, including attitudes towards risk and ambiguity aversion. The results reveal that, despite the significant benefits of AI, challenges related to technological complexity and data quality need to be addressed to ensure investor confidence.

Finally, it is concluded that AI not only improves the efficiency and accuracy of evaluations but also expands access to advanced tools, highlighting the importance of regulation and transparency in the financial decision-making process.

Keywords: *Artificial Intelligence, financial decision-making, systematic literature review, investor behaviour, machine learning, decision support systems, investment efficiency.*

Índice Geral

Índice de Tabelas	x
Lista de abreviaturas.....	xi
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Problemática de Investigação	2
Capítulo 2 - Enquadramento Teórico	2
2.1. Enquadramento Histórico	3
2.2. Teoria da Decisão	3
2.3. Mercados Eficientes	5
2.4. Teoria da Carteira Eficiente.....	7
2.5. Comportamento do Investidor.....	7
2.6. Inteligência Artificial – Evolução.....	8
2.7. Inteligência Artificial – Definição	9
Capítulo 3 - Metodologia	12
3.1. Revisão Sistemática de Literatura	12
3.2. Fases da Revisão sistemática da literatura.....	13
3.2.1. Estágio 1: Planificação da Revisão Sistemática de Literatura	14
Fase 1: Identificação do Problema	14
<i>Definição do Tema</i>	14
<i>Scoping Study</i>	14
<i>Formação do Painel de Consultores</i>	15
Fase 2: Preparação e desenvolvimento do protocolo de revisão	16
3.2.2. Estágio 2: Realização da Revisão Sistemática de Literatura.....	17
Fase 3: Recolha de artigos.....	17
<i>Base de dados</i>	17
<i>Palavras-chave</i>	19
<i>Análise Bibliométrica</i>	19
<i>Cadeias de pesquisa</i>	21
Fase 4: Seleção dos artigos.....	23
<i>Critério de Seleção</i>	23
Fase 5: Leitura e avaliação dos artigos.....	25
Capítulo 4 - Resultados e Discussão	26

4.1. Fase 6: Extração dos dados.....	27
4.1.1. Estatística descritiva dos artigos.....	27
4.2. Fase 7: Síntese dos dados	28
4.2.1. Análise de resultados.....	29
Comparação de artigos agrupados cronologicamente	29
Questão 1: <i>Pode a IA ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros?</i>	33
Questão 2: <i>Que benefícios, desafios e oportunidades a integração da IA pode trazer à tomada de decisão financeira?</i>	38
<i>Benefícios</i>	38
<i>Desafios</i>	41
<i>Oportunidades</i>	44
Capítulo 5 – Conclusão	48
5.1 Reflexões pessoais.....	48
5.2 Implicações.....	49
5.3 Limitações	51
5.4 Pesquisa futura.....	52
5.5 Considerações finais.....	52
Referências Bibliográficas	54
Anexo I.....	64
Anexo II.....	69

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Algumas definições de Inteligência Artificial, organizadas por categorias.	10
Figura 2.2 - Uma visão esquemática de IA, ML e Big Data	11
Figura 3.1 - Estágios da RSL	13
Figura 3.2 - Coocorrência de palavras-chave do autor.....	20
Figura 3.3 - Fluxograma adaptado do PRISMA 2020 para apresentação do processo de seleção dos estudos.....	26
Figura 4.1 - Número de artigos agrupados cronologicamente	27

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Composição do painel de consultores	15
Tabela 3.2 - Protocolo adaptado do PRISMA 2020	16
Tabela 3.3 - Cadeias de pesquisa para base de dados.....	22
Tabela 3.4 - Cadeias de pesquisa alinhadas com os objetivos, e resultados obtidos nas bases de dados	23
Tabela 3.5 - Critérios de exclusão aplicados	24
Tabela 4.1 - Desenvolvimento da IA no setor financeiro	29
Tabela 4.2 - Benefícios que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.....	38
Tabela 4.3 - Desafios que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.....	42
Tabela 4.4 - Oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer ..	45

Lista de abreviaturas

APT – Teoria da arbitragem de preços (*arbitragem pricing theory*)

BCI – *Brain-computer interface*

BSTS – Séries temporais estruturais Bayesianas (*bayesian Structural Time Series*)

CAPM – Modelo de precificação de ativos de capital (*capital asset pricing model*)

DIA – Análise de inteligência de decisão (*decision intelligence analytics*)

DL – *Deep learning*

DOI – Identificador digital

DSS – Sistema de apoio à decisão (*decision support system*)

EMH – Hipótese do mercado eficiente

FCM – Mapas cognitivos fuzzy (*fuzzy cognitive maps*)

FDSS – *Financial decision support systems*

GA – Algoritmos genéticos (*genetic algorithms*)

HME – Hipóteses de Mercado Eficiente

IA – Inteligência Artificial

LR – Regressão Logística (*logistic regression*)

MCDA – Análise de decisão Multi-critério (*multi-criteria decision analysis*)

ML – *Machine learning*

NLP – Processamento de linguagem natural (*natural language processing*)

ROSCA – (*rotating saving and credit association*)

RSL – Revisão sistemática da literatura

SAD – Sistemas de apoio à decisão

SVM – Máquinas de vetores de suporte (*support vector machines*)

TCE – Teoria da carteira eficiente

Capítulo 1 - Introdução

As ferramentas de Inteligência Artificial (IA) têm atraído a atenção da literatura e das organizações empresariais na última década, especialmente pelos avanços nas técnicas de *machine learning* (ML). No entanto, apesar do grande potencial das tecnologias de IA para a resolução de problemas, ainda existem questões envolvidas na utilização prática e falta de conhecimento no que diz respeito à utilização da IA de forma estratégica, a fim de criar valor empresarial (Borges et al., 2021).

Este trabalho tem como objetivo principal investigar o impacto da IA nas decisões de investimento financeiro. De forma mais específica, esta dissertação procura:

- Verificar se a IA pode ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros;
- Apresentar uma análise dos benefícios, desafios e oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.

Neste contexto, este estudo procura explorar como a IA pode influenciar aspetos comportamentais críticos na tomada de decisão dos investidores, como atitude face ao risco, aversão à ambiguidade, percepção de perda e excesso de confiança. Estes comportamentos, centrais nas finanças comportamentais, demonstram o papel significativo que a psicologia desempenha dentro da ciência financeira. Embora haja uma vasta literatura explorando estes comportamentos, a integração destes conceitos com tecnologias emergentes de IA ainda não é amplamente compreendida.

Assim, este trabalho visa não apenas elucidar os impactos da IA, mas também aumentar a consciência sobre como conceitos comportamentais são fundamentais para entender as decisões financeiras na era digital (Sadi et al., 2011; Sarin e Sharma, 2023). À medida que o setor financeiro enfrenta mudanças rápidas e uma crescente complexidade nas decisões e investimento, compreender o papel da IA torna-se cada vez mais relevante. A investigação aqui apresentada contribuirá para a discussão sobre as melhores práticas na aplicação da IA em contextos financeiros, promovendo uma abordagem mais informada e estratégica na tomada de decisão.

1.1. Problemática de Investigação

A crescente adoção de ferramentas de IA no setor financeiro representa uma transformação significativa na forma como as decisões de investimento são tomadas. Embora a IA ofereça potencial para otimizar a avaliação de investimentos e melhorar a precisão das decisões, a sua integração prática ainda enfrenta desafios substanciais. A literatura existente destaca a importância dos fatores comportamentais na tomada de decisões financeiras, como a atitude face ao risco e a aversão à ambiguidade, que podem influenciar a eficácia das soluções baseadas em IA (Fuchs et al., 2024). No entanto, a ligação entre estes conceitos comportamentais e as ferramentas emergentes de IA permanece pouco explorada, levantando questões sobre como a IA pode realmente criar valor para os investidores. Além disso, a falta de transparência e regulamentação nos sistemas de IA pode gerar desconfiança entre os investidores, dificultando a aceitação destas tecnologias. Este trabalho visa aprofundar a compreensão desse fenómeno, abordando tanto os benefícios como os desafios da integração da IA na dinâmica das decisões financeiras.

Capítulo 2 - Enquadramento Teórico

Na revisão de literatura, exploramos a evolução da IA e as suas aplicações na tomada de decisão financeira. Num mundo cada vez mais globalizado, onde os mercados financeiros têm conquistado cada vez mais adeptos, revelando um interesse da população pelos investimentos financeiros, a tecnologia tem tido um impacto significativo neste setor ao longo do tempo (Rosati et al., 2020).

A hipótese do mercado eficiente (EMH) sugere que os preços das ações refletem todas as informações disponíveis, tornando a previsão de movimentos do mercado uma tarefa complexa e desafiadora (Ghosh et al., 2014). No entanto, a IA tem evoluído a forma como abordamos esta complexidade oferecendo ferramentas avançadas, como sistemas de apoio à decisão (SAD), que ajudam a tomar decisões informadas e adaptar estratégias num ambiente financeiro dinâmico.

Este capítulo apresenta como essa tecnologia tem desenvolvido a gestão financeira e como a evolução das teorias relacionadas à eficiência do mercado e ao comportamento dos investidores tem moldado as práticas atuais.

2.1. Enquadramento Histórico

Com um breve olhar pela História, percebe-se que entre a década de 50 e o século XXI, observou-se um período de significativa inovação e desenvolvimento teórico. Durante este tempo, surgiram diversos modelos e ferramentas fundamentais para a resolução de problemas financeiros. Entre estes destacam-se a Teoria Moderna das Finanças, que inclui a Teoria de Mercados Eficientes desenvolvido por Fama, Teoria da Carteira Eficiente de Markowitz, a Teoria de Avaliação de Modigliani e Miller, o Modelo de Avaliação de Ativos Financeiros em Equilíbrio (CAPM) e a Arbitragem *Pricing Theory* (APT). Estes modelos estabelecem as bases teóricas para a gestão de risco e a diversificação de investimentos, influenciando profundamente as práticas e as estratégias de investimento ao longo das décadas (Bodie et al., 2014).

A publicação do artigo *Portfolio Selection* de Harry Markowitz em 1952, marcou o início do desenvolvimento de teorias que abordam a relação entre risco e retorno (Markowitz, 1959). Essas teorias foram fundamentadas na hipótese de os mercados serem eficientes, mesmo antes de Fama formalizar a ideia (Fama, 1992).

Neste contexto, o foco da pesquisa corrente não reside em encontrar modelos explicativos para determinar o valor fundamental dos ativos, mas sim em fornecer uma base teórica que oriente as decisões dos investidores. A IA está a transformar este panorama, introduzindo novas ferramentas que vão para além das abordagens tradicionais (Thaler, 2016). Esta nova era de metodologias oferece uma abordagem mais dinâmica e ajustada à realidade dos mercados financeiros, permitindo uma gestão de carteiras mais eficaz e a identificação de oportunidades de investimento com maior precisão. Neste sentido a IA não apenas desafia as teorias financeiras estabelecidas, como também redefine a forma como os investidores abordam a análise e a tomada de decisão no mercado (Raju et al., 2023). Por exemplo, algoritmos orientados por IA são capazes de analisar grandes quantidades de dados e identificar padrões desconhecidos. Além disso, fornecer novos insights sobre as preferências ou comportamentos dos clientes.

2.2. Teoria da Decisão

A tomada de decisão desempenha um papel fundamental na vida atual. A capacidade de escolher entre opções distintas tem sido objeto de estudo por meio de diversas abordagens

teóricas e por diversas disciplinas, refletindo a sua importância multifacetada e de complexidade.

A teoria da tomada de decisão tem as suas raízes na teoria económica clássica, mas evoluiu consideravelmente ao longo do século XX. Elementos desta teoria podem ser traçados até aos primeiros dias da economia clássica, que teve o seu início em 1776 com a publicação de ‘Uma investigação sobre a natureza e as causas da riqueza das nações’ pelo filósofo escocês Adam Smith (1723-1790). Foi Smith que introduziu a ideia de que as economias podem ser pensadas em termos de maximização do bem-estar económico individual. Em contraste com a visão comum de que a economia trata apenas de dinheiro, os economistas veem o seu campo como o estudo das escolhas que as pessoas fazem para alcançarem melhores resultados (Russell, 2020).

De modo a compreender a dinâmica complexa da tomada de decisão, a teoria económica tradicional assume que as pessoas agem de maneira racional ao tomar decisões económicas. A primeira suposição é que as preferências sejam fixas e dadas independentemente do conjunto de escolhas, procurando maximizar a sua utilidade. Para tal é necessário que elas tenham preferências constantes ao longo do tempo e compreendam completamente as suas limitações. No entanto, a economia comportamental desafia estas premissas, explorando situações em que a informação é limitada (Herbert, 1959).

Os últimos quinze anos testemunharam um intenso debate na teoria económica da tomada de decisão. De uma perspetiva ampla, pode ser compreendido como o desenvolvimento metodológico de teorias duradoras entre a teoria da decisão tradicional e a abordagem comportamental da análise da decisão. Isto é, estas tensões têm origem num desacordo entre os principais teóricos da decisão e os economistas comportamentais sobre os custos e benefícios de incluir nos modelos económicos uma teoria detalhada dos determinantes psicológicos das decisões (Moscati, 2020).

Em oposição a várias críticas à teoria da decisão económica, expressas por economistas comportamentais, Gul e Pesendorfer (2008) argumentaram que os modelos económicos de tomada de decisão em última análise deveriam ter como objetivo descrever e prever o comportamento de escolha dos indivíduos, em vez de estudar as causas psicológicas subjacentes a esse comportamento.

A teoria da tomada de decisão, ao unir a teoria da probabilidade com a teoria da utilidade, oferece uma solução para estruturas incompletas e complexas na tomada de decisão, especialmente em situações de incerteza. Isso se aplica quando as descrições

probabilísticas refletem adequadamente as percepções do tomador de decisão sobre o ambiente (Russell, 2020). Deste ponto de vista, as preferências dos investidores desempenham um papel comparável ao da tecnologia, sendo a sua interação particularmente evidente nos mercados financeiros. A teoria da tomada de decisão tradicional, que assume que os investidores agem de forma racional com base em preferências fixas, é desafiada pela introdução da IA, que permite uma análise mais dinâmica e adaptativa das escolhas (Rustichini, 2012).

A IA tem um papel crescente na influência das decisões dos investidores financeiros. Ao possibilitar a análise de grandes volumes de dados em tempo real, permite que investidores identifiquem tendências e padrões que não eram perceptíveis em formato tradicional, resultando em decisões mais informadas e rápidas (Baker e Nofsinger, 2010). Além disso, a IA tem-se desenvolvido de forma tão rápida que se assiste à personalização das recomendações, ajustadas ao perfil e objetivos individuais de cada investidor, contribuindo para aumentar a satisfação e melhorar os resultados financeiros (Baker e Nofsinger, 2010). A capacidade da IA de avaliar e mitigar riscos, através de modelos preditivos que consideram múltiplos fatores, fortalece as estratégias de gestão de risco. Adicionalmente, a análise comportamental, possibilitada pela IA, identifica vieses que podem afetar a tomada de decisão dando insights valiosos (Barberis e Thaler, 2003). Assim, a utilização de algoritmos de ML não apenas transforma as abordagens tradicionais, mas também amplia a confiança dos investidores (Khandani et al., 2010).

2.3. Mercados Eficientes

O mercado de capitais eficiente pode ser compreendido como uma realidade na qual compradores e vendedores transacionam valores mobiliários por preços que refletem a Hipótese do Mercado Eficiente (HME), que emerge como um alicerce fundamental no âmbito financeiro.

Fama (1970) apresentou a HME e estruturou o conceito da eficiência dos mercados centrado na velocidade do ajuste do preço face a novas informações, propondo que os valores atribuídos aos ativos financeiros reflitam de maneira abrangente todas as informações disponíveis no mercado. Conforme delineado por esta hipótese, os preços dos ativos são considerados justos, levando à dificuldade de obter vantagens no mercado baseando-se unicamente em informações publicamente disponíveis.

Com base no comportamento do mercado, Fama evidencia três formas de eficiência: Fraca, Semiforte e Forte. A eficiência fraca sugere que os preços dos ativos já incorporam todas as informações históricas, não oferecendo oportunidade de lucros consistentes; a eficiência semiforte vai além da eficiência fraca ao considerar também as informações públicas atuais, dificultando a obtenção de lucros anormais; e a eficiência forte assume que todos os tipos de informação estão completamente refletidos nos preços dos ativos, não possibilitando a obtenção de lucros anormais (Damodaran, 1997).

No entanto, a HME começou a ser questionada com o surgimento das finanças comportamentais, que analisam a racionalidade limitada dos agentes, especialmente no processo de tomada de decisão, resultando em comportamentos inesperados nos preços dos ativos - as chamadas anomalias de mercado (Aldrighi, 2005). Essas anomalias referem-se a variações nos preços dos ativos financeiros que não podem ser completamente explicados pela teoria dos mercados eficientes (Haugen, 1995), mas podem ser aproveitadas por investidores à procura de retornos anormais em relação ao risco assumido.

Embora as anomalias de mercado de capitais desafiem a visão tradicional da eficiência dos mercados, elas também proporcionam uma oportunidade única para os investidores obterem lucros anormais. À medida que nos afastamos da ideia de mercados totalmente eficientes, a teoria da carteira eficiente (TCE), destaca-se pela importância da diversificação e alocação de ativos na maximização de retornos e gestão de risco. A era da IA aprimora essa teoria com ferramentas analíticas avançadas, como algoritmos de ML que otimizam a alocação de ativos em tempo real. A IA permite uma gestão de carteira mais dinâmica e ajustada às novas informações, validando e expandindo a eficácia da TCE ao proporcionar estratégias mais robustas e adaptáveis (Lakhchini et al., 2022).

Na era da IA, as teorias tradicionais de finanças como o CAPM e a HME têm sido ajustadas à luz das novas tecnologias. Segundo Nazaretl e Reddy (2023), as técnicas de ML oferecem novas perspectivas e ferramentas que desafiam e expandem as suposições tradicionais desses modelos. O CAPM, que antes se baseava em premissas fixas sobre riscos e retornos, agora é enriquecido por algoritmos de *deep learning*, que permitem uma análise mais dinâmica e precisa dos fatores que influenciam os preços dos ativos. A IA não só melhora a capacidade de prever retornos e avaliar riscos, como também transforma a abordagem para a gestão de carteiras e a identificação de oportunidades de investimento, tornando o mercado mais adaptativo (Haixiang et al., 2024).

2.4. Teoria da Carteira Eficiente

A TCE, também conhecida por Teoria do Portfólio, é uma estrutura fundamental na gestão de investimentos que revolucionou a abordagem dos investimentos na construção de carteiras. Contrariando a ideia de que a melhor opção para a composição da carteira consistia na concentração de investimentos num só ativo que oferecia o melhor retorno, Markowitz (1952) desenvolveu a Teoria do Portfólio que avalia a construção de uma carteira ótima de ativos a partir da relação entre risco e retorno, visando a diversificação do risco. Este autor desenvolveu um modelo de diversificação¹ de investimentos apoiado em cálculos matemáticos através de duas hipóteses básicas: a primeira estabelece a preferência pelo maior retorno para um determinado nível de risco, significando que ao escolher entre duas carteiras de investimento com base na sua rentabilidade esperada um investidor optará pela que oferece melhor retorno para um dado nível de risco; a segunda hipótese sugere a preferência pelo menor risco para um determinado nível de retorno. Nesse sentido, o investidor escolherá a que apresenta menor risco, procurando minimizar a volatilidade dos seus investimentos para um dado retorno esperado (Silva et al.,2023). O método de Markowitz capacita os investidores a determinar todas as carteiras ótimas, em relação ao risco e retorno, resultando assim a criação da fronteira eficiente, que nada mais é do que a melhor combinação de um conjunto de ativos que tenham o maior retorno dado um nível de risco, ou um menor risco para um dado retorno, permitindo assim uma tomada de decisão por parte do investidor (Byrne e Lee, 1994). Ao enfatizar a importância da diversificação e ao fornecer uma estrutura para avaliar o risco e o retorno, o modelo capacita os investidores na construção de carteiras otimizadas. Oferece uma variedade de combinações de ativo que se alinham com o perfil do investidor, mais ou menos avesso ao risco.

2.5. Comportamento do Investidor

A compreensão do comportamento do investidor desempenha um papel crucial na teoria e na prática das finanças. Enquanto a teoria financeira tradicional assume que os investidores são completamente racionais e tomam decisões de investimentos de forma

¹ Diversificação entende-se como o processo de distribuição dos investimentos em mais de um ativo, compondo uma carteira - portfólio (Bodie et al., 2014).

lógica e consistente (Castro Junior et al., 2002), as finanças comportamentais desafiam essa visão argumentando que os fatores psicológicos desempenham um papel significativo na tomada de decisão de investimentos. Nesta perspectiva, o comportamento do investidor é influenciado por uma série de emoções que pode levar a padrões de investimento irracional (Thaler, 2016).

Surgiu no final da década de 70 a Teoria Comportamental, emergindo da *Prospect Theory* proposta por Kahneman e Tversky onde se demonstra que os investidores frequentemente tomam decisões de investimento de modo irracional, influenciados por fatores emocionais, cognitivos e sociais, em vez de seguirem uma abordagem racional (Sadi et al., 2011). Esta teoria enfatiza que a tomada de decisão do investidor não é apenas um processo racional, mas sim um fenómeno complexo que envolve a interação de múltiplas variáveis. Com a integração da IA neste contexto, surgem novas oportunidades para compreender os comportamentos irracionais dos investidores. A IA pode analisar grandes volumes de dados comportamentais, identificar padrões e prever fatores psicológicos como a aversão à perda ou o excesso de confiança (Hirshleifer, 2001). Estudos recentes demonstram que algoritmos de ML podem ajudar a modelar e prever tais comportamentos, permitindo uma análise mais precisa das decisões financeiras (Nazareth, 2023). Essa capacidade de análise da IA pode fornecer insights valiosos para a formulação de estratégias de investimento mais sensíveis ao comportamento humano. Também fatores tais como opinião pessoal, experiência e situação económica desempenham um papel importante na forma como o investidor decide (Sadi et al., 2011). Assim, é essencial reconhecer que a tomada de decisão do investidor é influenciada por uma multiplicidade de elementos interligados.

2.6. Inteligência Artificial – Evolução

Em 1956 o termo IA foi, pela primeira vez, apresentado na conferência *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, sendo reconhecido e estabelecido com uma área científica pelos seus fundadores John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon, que a definem como a ciência e a engenharia de máquinas inteligentes (Borges et al., 2021).

A história da IA passou por vários ciclos. Após a conferência de *Dartmouth*, sucedeu-se um período de quase duas décadas de sucesso significativo. Em 1973, num Congresso

nos EUA, surgiram as primeiras críticas com foco nos gastos elevados na investigação. Os resultados obtidos através da IA começaram a ser questionados, não tendo atingido o esperado, o que levou o governo britânico a encerrar os apoios à investigação em IA. Este período ficou denominado como “*AI Winter*”, onde foi notória a estagnação por mais de uma década. Mas na década de 80, o governo japonês começou a financiar fortemente a investigação na área (Haenlein e Kaplan, 2019).

No século XXI, a IA tornou-se uma importante área de investigação em praticamente todos os campos: engenharia, ciência, educação, medicina, contabilidade, finanças, economia, marketing, entre outros. E no ‘pós-pandemia’, deu-se a chegada de uma grande quantidade de ferramentas baseadas em IA (Arner et al., 2020).

2.7. Inteligência Artificial – Definição

Geralmente, o termo IA é utilizado quando uma máquina simula as funções que o humano associa à mente humana tal como a resolução de problemas (Petrillo et al., 2019). A IA desenvolveu-se em duas dimensões: abordagens centradas no ser humano e abordagens racionalistas. Ou seja, as abordagens centradas no ser humano envolvem hipóteses e validação experimental, fazendo parte da ciência empírica. Por sua vez, as abordagens racionalistas compreendem uma combinação de engenharia e matemática (Borges et al., 2021).

Na tabela 1 podemos observar oito definições de IA, agrupadas em duas dimensões. As definições na parte superior estão relacionadas com o processo de pensamento e raciocínio (abordagem racionalista), enquanto as definições na parte inferior são centradas no ser humano, abordando o seu comportamento. As definições à esquerda medem o sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano, e as definições da direita medem a relação de desempenho ideal, chamado de racionalidade (Russell e Norvig, 2020).

O principal desafio da IA consistia em realizar tarefas que eram facilmente executadas por um humano, mas que eram difíceis de formalizar em regras matemáticas. Isso evidenciou a necessidade de técnicas de IA capazes de extrair padrões de dados e adquirir conhecimento próprio. Assim, a IA evoluiu de algoritmos baseados em regras pré-definidas para imitar o processo de aprendizagem humana, permitindo que as aplicações

identifiquem padrões e atuem de forma autónoma, sem necessidade de programação explícita (Borges et al., 2021).

Figura 2.1 - Algumas definições de Inteligência Artificial, organizadas por categorias.

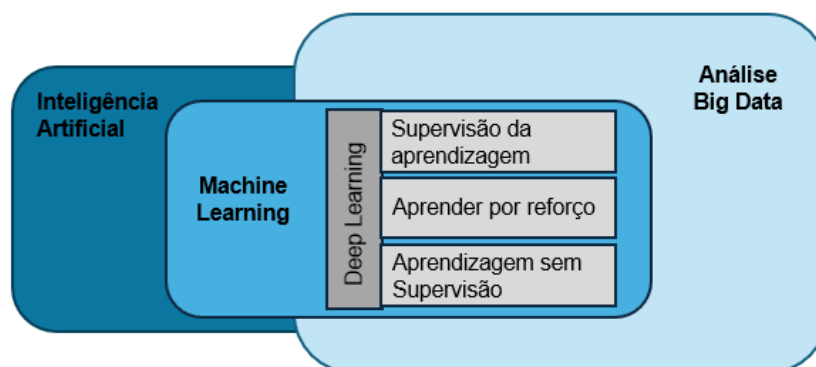
<p>Pensamento</p> <p>"O novo e emocionante esforço para fazer os computadores pensarem... máquinas com mentes, no sentido pleno e literal." (Haugeland, 1985)</p> <p>"Atividades que associamos ao pensamento humano, como tomada de decisões, resolução de problemas, aprendizagem..." (Bellman, 1978)</p>	<p>Raciocínio</p> <p>"O estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais." (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>"O estudo da computação que permite perceber, raciocinar e agir". (Winston, 1992)</p>
<p>Ação Humana</p> <p>"A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas". (Kurzweil, 1990)</p> <p>"O estudo de como fazer os computadores desenvolverem coisas nas quais, no momento, as pessoas são melhores." (Rich e Knight, 1991)</p>	<p>Comportamento Humano</p> <p>"Inteligência computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes." (Poole et al. 1998)</p> <p>"Ai... está preocupada com o comportamento inteligente em artefatos." (Nilsson, 1998)</p>

Fonte: Russell & Norvig, 2020

Ao longo do tempo ocorreram melhorias significativas nas áreas da robótica, visão computacional e representação do conhecimento (Corke et al., 2019). Estes avanços, aliados a refinamentos matemáticos, contribuíram para o fortalecimento da IA. A sofisticação dos métodos levou a uma segregação entre a robótica e a IA, tendência que se tem vindo a reverter nos últimos anos (Hager et al., 2017). Brock e Von Wangenheim (2019) defendem que a IA não é aplicada como ferramenta isolada, mas sim como uma parte integral do processo de transformação digital. Apenas depois da primeira década do século XXI, com o aumento da memória e da potência dos computadores e o desenvolvimento da ML começaram a surgir aplicações com maior impacto.

As tecnologias de ML são fundamentais para diversos campos no mundo virtual como pesquisar na web, filtrar conteúdos, recomendações de e-commerce e marketing digital. Estes sistemas de algoritmos são usados na identificação de imagens, tradução de discursos e em produtos e conteúdos inovadores (Financial Stability Board, 2017).

Figura 2.2 - Uma visão esquemática de IA, ML e Big Data



Fonte - Financial Stability Board, 2017

A ML pode ser supervisionada (*supervised learning*) ou não supervisionada (*unsupervised learning*) - figura 2.2. Na ML supervisionada, o objetivo é encontrar uma regra ou uma equação que permita prever uma variável. Na ML não supervisionada, o objetivo é descobrir a estrutura de dados ou informação, ou seja, a análise de uma tendência que possua uma maior capacidade preditiva da futura performance dos dados (Financial Stability Board, 2017).

A *Deep learning* (DL) é uma sub-área da ML que tem apresentado avanços notáveis em resolver problemas desafiadores, indo além das capacidades dos métodos convencionais da IA. A DL é um tipo de aprendizagem de representação que tem o poder e a flexibilidade de representar o mundo através de uma hierarquia de conceitos, em que cada conceito pode ser definido em relação a conceitos mais simples (Borges et al., 2021). Neste sentido de forma resumida a IA é ciência e a ML envolve um algoritmo para tornar as máquinas mais inteligentes (Zhang, 2020).

O crescimento de novas tecnologias como *Big Data* e *machine learning* tem transformado profundamente os modelos de negócio e a competitividade no mercado. Essa evolução não apenas redefine a gestão financeira das empresas, mas também impacta diretamente os métodos de tomada de decisão. À medida que as organizações adotam soluções baseadas em dados, as decisões financeiras tornam-se mais eficientes e informadas, possibilitando uma análise mais precisa das tendências do mercado e das preferências dos investidores (Bahoo et al., 2024).

Segundo Panduro-Ramirez et al., (2023), à medida que a IA continua a avançar e a tornar-se cada vez mais utilizada no setor financeiro, é importante considerar a questão ética que inclui a transparência na tomada de decisão e a responsabilidade pelas decisões geradas.

Capítulo 3 - Metodologia

A presente investigação centra-se numa revisão sistemática da literatura (RSL), focada no impacto da IA na tomada de decisão do investidor. A RSL tem ganho popularidade em diversos campos do conhecimento. Isto deve-se ao facto de a metodologia possibilitar aos pesquisadores obterem acesso a informações relevantes num único documento, minimizando a necessidade de uma análise extensa.

Este capítulo encontra-se dividido em duas partes: na primeira procura-se apresentar os conceitos básicos inerentes à aplicação da RSL, bem como a exposição das razões que levaram à sua escolha; e na segunda parte procede-se à descrição detalhada das etapas do processo envolvido.

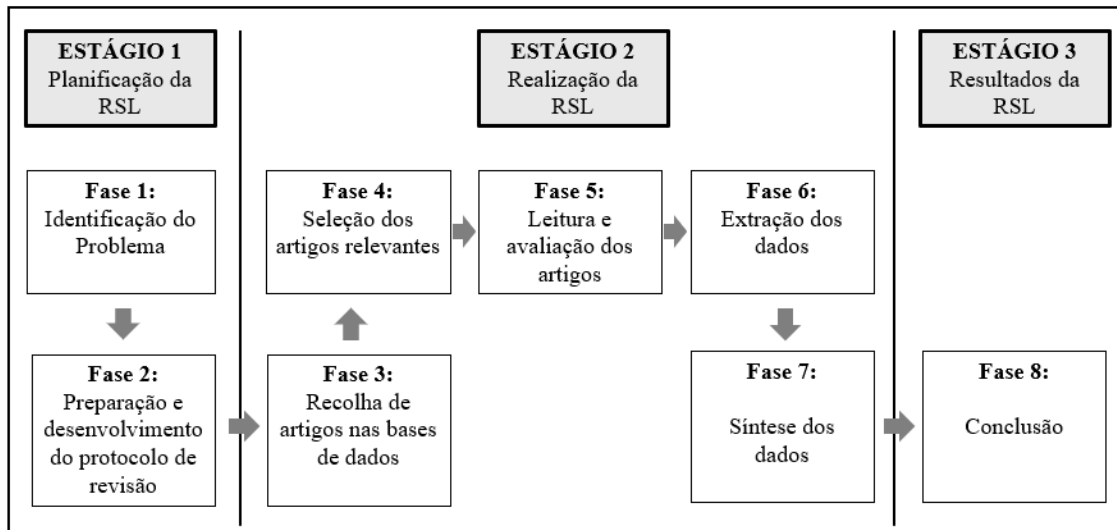
3.1. Revisão Sistemática de Literatura

O presente estudo adota a metodologia de investigação de revisão sistemática da literatura, seguindo o método desenvolvido por Tranfield et al. (2003) e Denyer e Tranfield (2009). Os autores Tranfield et al. (2003) foram os pioneiros ao introduzir esta abordagem na gestão, explorando o método da revisão sistemática e sua adaptação do contexto médico para as ciências sociais, especialmente para a gestão. Posteriormente, Denyer e Tranfield (2009) expandiram esses conceitos, fornecendo uma descrição mais detalhada dos procedimentos envolvidos na realização de uma RSL.

A RSL é também utilizada com o objetivo de identificar eventuais lacunas de investigação na pesquisa existente (Busalim e Hussin, 2016). Combinando as perspectivas de Denyer e Tranfield, a revisão sistemática surge como um processo metodológico que agrupa estudos existentes, sintetiza e avalia de um modo que permite obter conclusões claras e fidedignas, diferenciando-se das revisões narrativas tradicionais.

A RSL procura responder a uma questão de pesquisa específica, testar hipóteses e teorias, limitando ao mesmo tempo erros ou tendências. Neste sentido é menos uma discussão da literatura e mais uma ferramenta científica. A RSL apresentou-se como uma melhor alternativa à revisão tradicional. Para conduzir a presente revisão sistemática serão aplicadas as diretrizes propostas por Tranfield et al. (2003), dividido em três estágios e nove fases. Contudo, neste trabalho, conforme a figura 3.1 ilustra, foi adaptado para oito fases.

Figura 3.1 - Estágios da RSL



Fonte: Elaboração própria

O estágio 1 – ‘Planificação da revisão’ compreende a identificação do problema/necessidade (fase 1) e a preparação e desenvolvimento do protocolo da revisão (fase 2); o estágio 2 – ‘Realização da revisão’, que possui cinco fases, é composto pela recolha de artigos em bases de dados científicas (fase 3), seleção dos artigos relevantes (fase 4), leitura e avaliação dos artigos (fase 5), extração dos dados (fase 6) e síntese dos dados (fase 7); o estágio 3 – ‘Resultados da revisão’ inclui a última fase (fase 8), onde se apresentam os resultados e conclusões da RSL. As fases aqui indicadas serão detalhadas no subcapítulo seguinte.

3.2. Fases da Revisão sistemática da literatura

Esta secção pretende detalhar as etapas de uma RSL, anteriormente mencionadas, de forma a cumprir o rigor exigido. Serão apresentadas todas as fases, desde a planificação inicial até à conclusão, destacando os passos a serem seguidos em cada fase para compreender de forma clara e prática este processo.

3.2.1. Estágio 1: Planificação da Revisão Sistemática de Literatura

O primeiro estágio, planificação da RSL, inclui a fase 1 com a identificação do problema, onde será explicada a escolha do tema, o *scoping study*² e a formação do painel de consultores; e a fase 2 com a preparação e desenvolvimento do protocolo de revisão.

Fase 1: Identificação do Problema

Definição do Tema

A primeira decisão no planeamento da RSL é a definição do seu foco (Denyer e Tranfield, 2009). Uma RSL é construída sobre uma questão de pesquisa cuidadosamente formulada e bem definida. Essa questão de pesquisa serve como o alicerce essencial para a condução da revisão, direcionando todo o processo de recolha e análise de dados.

Este estudo foca-se no impacto da inteligência artificial na tomada de decisão dos investidores. A escolha deste tema foi motivada pelo crescente interesse da comunidade académica e do setor financeiro no avanço contínuo da IA, que exige um entendimento mais profundo do seu efeito sobre o desempenho financeiro. A pesquisa tem como objetivo analisar de que forma a IA influencia as estratégias de investimento e os comportamentos na tomada de decisão dos investidores. Os resultados esperados podem fornecer insights valiosos para investidores, gestores e profissionais dos mercados financeiros, ajudando a melhorar a tomada de decisão e a otimizar os retornos dos investimentos.

Scoping Study

Após a seleção do tema, é fundamental conduzir um estudo exploratório, conforme recomendado por Denyer e Tranfield (2009), para estabelecer uma base sólida, definir conceitos e identificar questões relevantes. O objetivo do *scoping study* é estabelecer a extensão dos trabalhos existentes na área de estudo e determinar como a RSL proposta se relaciona com o conhecimento atual. Este estudo auxilia na definição de conceitos e na identificação das questões a serem abordadas, incluindo o que deve ser incluído ou excluído na revisão (Denyer e Tranfield, 2009).

² *Scoping study* refere-se a um estudo exploratório sobre o tema.

Formação do Painel de Consultores

Segundo Denyer e Tranfield (2009), é importante formar um painel de consultores que possuam conhecimento acadêmico e prático na área de estudo, bem como experiência em revisão de literatura. O painel pode auxiliar o revisor a definir a área de pesquisa e a identificação de tópicos que necessitam de maior análise dentro da área. A participação de especialistas na RSL é particularmente importante quando a literatura é escassa (Denyer e Tranfield, 2009). A composição do painel de consultores está apresentada na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Composição do painel de consultores

Nome	Função
Profa. Doutora Cristina Viegas de Oliveira	Orientadora e membro do painel
Profa. Doutora Sílvia C. P. de Brito Fernandes	Orientadora e membro do painel

Assim, o painel da RSL é composto por dois membros:

- Professora Doutora Cristina Maria Pereira Viegas de Oliveira, Professora Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, doutorada em Gestão com Especialização em Finanças e Contabilidade pela Universidade do Algarve, e Mestre em Gestão pela Universidade de Lisboa. Desempenha atualmente as funções de Diretora da Licenciatura em Gestão de Empresas na Faculdade de Economia da Universidade do Algarve. As suas principais áreas de investigação são os Mercados Financeiros, os Derivados, as Opções Reais e a Matemática Financeira, tendo publicado artigos científicos relacionados com estes temas.
- Professora Doutora Sílvia da Conceição Pinto de Brito Fernandes, Professora Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, doutorada em Economia, na especialidade de Economia da Informação e mestre em Ciências Económicas e Empresariais, pela mesma Faculdade e ISEG (Instituto Superior de Economia e Gestão). Atualmente leciona Tecnologias de Informação nos cursos de licenciatura em Gestão de Empresas e em Economia; e Sistemas de Informação e Gestão da Inovação em cursos de mestrado. Tem publicado diversos trabalhos em livros, conferências e revistas internacionais nas áreas de: sistemas de informação de gestão, *smart tourism systems*, *big data*, *web scraping*, entre outras.

Os membros do painel de consultores foram essenciais para o presente trabalho, tendo disponibilizado aconselhamento e apoio, orientando e validando questões que surgiram durante a revisão.

Fase 2: Preparação e desenvolvimento do protocolo de revisão

Esta fase consiste na formalização do protocolo de pesquisa, cuja elaboração é um componente essencial para conduzir uma RSL de maneira rigorosa e transparente. O protocolo que formaliza o plano de pesquisa desempenha um papel fundamental ao direcionar e definir todas as etapas da revisão. Garante que todos os procedimentos sejam cuidadosamente planejados e explicados antes do início da revisão, promovendo a consistência de pesquisa e assegurando a integridade e transparência do estudo. Além disso, o protocolo ajuda a minimizar a arbitragem das decisões durante a análise dos dados (Moher et al., 2016). Há diferentes padrões de protocolo de revisão sistemática disponíveis na literatura. No presente estudo é utilizada uma adaptação do *checklist* do PRISMA 2020, apresentada na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Protocolo adaptado do PRISMA 2020

Tópicos	Descrição	Objetivo
Título	➤ Identificação no título de Revisão Sistemática	➤ O impacto da inteligência artificial na decisão do investidor.
Introdução	➤ Forneça uma declaração explícita dos objetivos	➤ Verificar se a IA pode ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros. ➤ Apresentar uma análise dos benefícios, desafios e oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.
Método	➤ Critério de seleção ➤ Informação de Fontes ➤ Estratégia de pesquisa	➤ Descrição dos critérios de inclusão e exclusão da RSL e como os estudos foram agrupados para as sínteses. ➤ Enumerar todas as bases de dados, registros, websites e listas de referência para identificar estudos. Data em que cada fonte foi consultada pela última vez. ➤ Apresentar as cadeias de pesquisa para todas as bases de dados, incluindo a descrição dos filtros utilizados.

Tópicos	Descrição	Objetivo
	➤ Recolha de dados dos artigos	➤ Especificar os métodos usados para a recolha dos dados dos artigos, incluindo os critérios aplicados na seleção de artigos utilizados no processo.
Resultados de sínteses	➤ Resumo para cada artigo	➤ Para cada síntese um breve resumo crítico, sintetizando as características e informação disponíveis nos artigos.
	➤ Evidências	➤ Apresentar a avaliação de certezas num conjunto de artigos.
Discussão	➤ Resultado geral	➤ Interpretar os resultados no contexto.
	➤ Implicações	➤ Discutir as implicações dos resultados para a prática e pesquisas futuras.
	➤ Limitações	➤ Limitações encontradas no desenvolvimento da RSL.

Fonte: Elaboração própria

3.2.2. Estágio 2: Realização da Revisão Sistemática de Literatura

O segundo estágio deste processo é fundamental para definir os limites da RSL. Este estágio é constituído por três fases principais: a recolha de dados, a seleção de artigos, e a leitura e avaliação dos artigos, as quais serão descritas pormenorizadamente a seguir.

Na fase 3 selecionam-se as bases de dados, realiza-se uma análise bibliométrica para identificar as palavras-chave e criam-se as cadeias de pesquisa. A fase 4 é dedicada à aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão, essenciais para assegurar a relevância e a qualidade dos artigos selecionados. Por fim, a fase 5 envolve a leitura integral e a avaliação crítica dos artigos selecionados.

O objetivo desta etapa é balizar claramente o campo de revisão da RSL, garantindo uma cobertura abrangente e precisa dos estudos relevantes (Denyer e Tranfield, 2009).

Fase 3: Recolha de artigos

Base de dados

Nesta fase pretende-se realizar uma pesquisa literária abrangente de estudos, garantindo que a revisão seja conduzida com base em toda a informação disponível e de qualidade sobre a questão de investigação. Como destacado por Tranfield et al. (2003), a pesquisa

nas bases de dados desempenha um papel crucial ao fornecer uma ampla gama de evidências relevantes e confiáveis para orientar o processo de revisão.

Os repositórios científicos eletrônicos são variados, sendo as bases de dados nacionais ou internacionais, de carácter multidisciplinar ou especializado numa determinada área do conhecimento. Anualmente, surgem novas bases de dados e mais complexas. No entanto, algumas bases têm-se consolidado quanto ao desenvolvimento de revisões de literatura tais como:

- B-On: plataforma com acesso a várias bases de dados com um vasto conjunto de informação académica de Portugal
- EconLit (*American Economic Association*): atualizada semanalmente, inclui mais de 1,6 milhões de registos de essencialmente literatura económica
- EBSCOhost: plataforma que hospeda várias bases de dados académicas de referência (inclui por exemplo a MEDLINE e a ERIC)
- LISTA (*Library, Information Science & Technology Abstracts*): abrange a literatura internacional nas áreas de Ciência e Tecnologia da Informação desde meados da década de 1960;
- PubMed: focada principalmente em ciências da saúde e medicina
- SciELO: compreende artigos produzidos em vários países da América Latina
- Scopus: abrange várias áreas do conhecimento, incluindo análise bibliométrica, história, educação, psicologia, direito, religião, linguística e literatura
- WoS (*Web of Science*): abrange literatura internacional de todas as áreas, incluindo mais de 1,9 bilhão de referências.

Embora possa haver duplicação de artigos em diferentes bases de dados, cada base destina-se a um público-alvo. A pesquisa é possível ser feita pelo tipo de documento e pela área pretendida.

Para o presente estudo, foram escolhidas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* (WoS) devido à sua ampla cobertura de literatura científica de elevada qualidade. Ambas são amplamente utilizadas para pesquisar a literatura em diversas áreas do conhecimento, incluindo finanças e tecnologia. A WoS é uma base multidisciplinar, atualizada semanalmente, com um vasto número de publicações de elevada qualidade, como revistas académicas internacionais, conferências e livros *peer-reviewed*. No entanto, a sua plataforma não é tão intuitiva como a da *Scopus* (Yang e Meho, 2007). Já a *Scopus*, dirigida pela *Elsevier*, é a maior base de dados de citações, com mais de 22000 títulos,

coabrindo referências desde 1823 em diversas áreas temáticas. A escolha destas bases garante uma análise abrangente e rigorosa dos artigos mais influentes sobre o tema.

Palavras-chave

A utilização de bases de dados requer uma estratégia de procura que envolve procedimentos para localizar a informação. As bases de dados oferecem formulários de pesquisa, quer simples quer avançada, permitindo executá-la por diferentes campos como título, autor, resumo, área temática e período. Nesse sentido, é crucial selecionar palavras-chave relevantes para direcionar a pesquisa para aumentar a precisão dos resultados.

Iniciar uma pesquisa sistemática é um processo que começa com a identificação criteriosa das palavras-chave e fórmula de pesquisa, como destaca Tranfield et al. (2003). Esta é a parte crítica do trabalho pois são as palavras-chave que ajudam a identificar os estudos importantes e, ao mesmo tempo, a delimitar a imensa literatura atualmente disponível. Assim, para uma seleção mais rigorosa das palavra-chave, foi elaborada uma análise bibliométrica, descrita pormenorizadamente no subcapítulo seguinte.

Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica é uma técnica quantitativa para medir índices de produção e divulgação do conhecimento. Isto é, os dados quantitativos são calculados a partir de contagens estatísticas de publicações ou outras métricas, procurando quantificar os processos de comunicação escrita. As premissas do conceito remontam ao início do século XIX, pelo investigador Pritchard (1969), definindo-o como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos aos livros e outros meios de comunicação. Posteriormente, o método evoluiu em termos de fundamentos, técnicas e aplicações (Silva et al., 2011).

A criação de mapas baseados em dados de rede, utilizando o método bibliométrico, tem desempenhado um papel fundamental na rápida estruturação de uma área científica, adicionando rigor e transparência à seleção de palavras-chave. A bibliometria tem a capacidade de relacionar de modo fiável publicações, autores, períodos e palavras-chave, permitindo mostrar a co-autoria, co-ocorrência e citações que facilitam descobertas e interpretações precisas (Van Eck e Waltman, 2019).

No presente trabalho utilizou-se esta técnica com o objetivo de analisar e identificar quais as palavras-chave utilizadas mais frequentemente pelos autores dentro da questão objeto de estudo, de forma a direcioná-lo mais objetivamente. Começando por uma pesquisa na

Por sua vez, as palavras-chave estão agrupadas em cinco *Clusters*³, diferenciados por cores. Pode observar-se na figura que as palavras *machine learning* e *learning systems* pertencem ao mesmo *Cluster* (amarelo); enquanto *forecasting*, *commerce*, *financial markets* e *investments* pertencem ao *Cluster* azul. Por sua vez, *decision making* e *decision support systems* pertencem ao *Cluster* verde. O *Cluster* roxo, mais distanciado e menos preciso, inclui os termos *humans*, *article* e *financial management*. E o *Cluster* vermelho, como central, com os termos de maior destaque já referidos (*artificial intelligence* e *finance*).

As linhas entre os termos representam a relação entre as palavras-chave e são exibidas com diferentes intensidades (Van Eck e Waltman, 2019). Por exemplo, podem notar-se ligações mais intensas entre *decision making* e *decision support systems*; entre *forecasting*, *financial markets*, *investments* e *commerce*, etc.

Com a aplicação desta metodologia, observa-se que as palavras-chave *Artificial intelligence*, *finance*, *machine learning*, *learning systems*, *forecasting*, *commerce*, *investments*, *financial markets*, *decision making* e *decision support systems* se destacam, refletindo uma investigação mais relevante na área em estudo. Ao identificar estes pilares, é possível direcionar as cadeias de pesquisa através de uma base mais sólida de modo a responder aos objetivos propostos:

- Verificar se a IA pode ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros;
- Apresentar uma análise dos benefícios, desafios e oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.

Cadeias de pesquisa

De seguida, são formadas cadeias de pesquisa. Ou seja, com a ajuda de operadores booleanos⁴, agrupam-se as palavras-chave de modo a criar cadeias de pesquisa, geradas em face dos objetivos de pesquisa pretendidos, de forma a refinar a pesquisa eliminando resultados indesejados. De encontro aos objetivos propostos e tendo em conta as palavras-

³ Um *Cluster* é formado por um grupo de documentos que apresentam uma relação, desenvolvida através de uma matriz de similaridade.

⁴ Os operadores booleanos são usados para realizar operações lógicas entre conjuntos de dados, como é o caso de: AND, OR, NOT.

chave mais relevantes obtidas, as cadeias de pesquisa utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho estão apresentadas na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Cadeias de pesquisa para base de dados

Cadeias de Pesquisa
<i>artificial AND intelligence OR AI AND finance AND "machine learning" OR "learning systems" AND "investment*" AND "forecasting" AND "financial markets" OR "commerce"</i>
<i>artificial AND intelligence OR AI AND finance AND "machine learning" OR "learning systems" AND "investments*" AND "decision making" OR "decision support system*"</i>

As palavras-chave selecionadas após uma análise bibliométrica desempenham um papel fundamental na definição das cadeias, servindo como guias para a procura eficaz de literatura. É importante que uma cadeia de pesquisa seja definida de forma clara, transparente e objetiva de modo que possa ser replicada por outros pesquisadores.

De encontro ao primeiro objetivo deste trabalho - “Verificar se a IA pode ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros” - é definida a primeira cadeia de pesquisa, cuja fórmula é: *artificial AND intelligence OR AI AND finance*, com pesquisa direcionada apenas ao título de artigo, resumo e palavras-chave, enquanto *"machine learning" OR "learning systems" AND "investment*" AND "forecasting" AND "financial markets" OR "commerce"* com pesquisa aberta a todos os campos. O resultado na base de dados *Scopus* foi de 267 artigos e na *WoS* de 448 artigos. Esta cadeia de pesquisa enfatiza a aplicação da IA em previsões financeiras e avaliação de investimentos. Os termos *"forecasting"* e *"investment*"* são importantes para identificar estudos que investigam como a IA pode melhorar a avaliação de investimentos financeiros.

Para o segundo objetivo proposto - “Apresentar uma síntese dos benefícios, desafios e oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer” - a segunda cadeia de pesquisa utilizada é: *artificial AND intelligence OR AI AND finance*, com pesquisa direcionada apenas ao título do artigo, resumo e palavras-chave, enquanto *"machine learning" OR "learning systems" AND "investments*" AND "decision making" OR "decision support system*"* com pesquisa em todos os campos. O resultado na base de dados *Scopus* foi de 146 artigos e na *WoS* de 429 artigos. Esta cadeia de pesquisa concentra-se nos impactos mais amplos da IA na tomada de decisão de investimentos. Os termos *"decision making"* e *"decision support system*"* são usados para identificar artigos que discutam tanto benefícios/oportunidades como desafios da integração da IA.

A tabela 3.4 mostra estes resultados.

Tabela 3.4 - Cadeias de pesquisa alinhadas com os objetivos, e resultados obtidos nas bases de dados

Cadeia de Pesquisa	Objetivo	Base de Dados
<i>artificial AND intelligence OR AI AND finance AND "machine learning" OR "learning systems" AND "investment*" AND "forecasting" AND "financial markets" OR "commerce"</i>	➤ Estudos relevantes que identifiquem o impacto da IA no processo de avaliação de investimentos financeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus: 267 • WoS: 448 (total: 715)
<i>artificial AND intelligence OR AI AND finance AND "machine learning" OR "learning systems" AND "investments*" AND "decision making" OR "decision support system"</i>	➤ Estudos relevantes que identifiquem benefícios, desafios e oportunidades da integração da IA na tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus: 146 • WoS: 429 (total: 575)

Fonte: Elaboração própria

Fase 4: Seleção dos artigos

Na RSL, de acordo com Denyer e Tranfield (2009), para garantir a transparência do processo, é necessário definir um conjunto de critérios de seleção - critérios de inclusão e de exclusão - a fim de avaliar a relevância dos artigos encontrados para resposta adequada à questão de investigação e objetivos relacionados. Somente os artigos que cumpram todos esses critérios são incorporados na continuidade da revisão. Após delimitar o conjunto de artigos a serem considerados, é essencial aplicar a fase de seleção e avaliação, assegurando que apenas os estudos relevantes sejam incluídos. No subcapítulo abaixo define-se detalhadamente os critérios de seleção utilizados.

Critério de Seleção

Após a identificação do conjunto inicial de artigos relevantes (tabela 3.4), é fundamental avançar para a etapa de seleção e avaliação. Esta fase é essencial para garantir que apenas os estudos mais pertinentes e contributivos sejam considerados para a RSL, uma vez que o volume de estudos disponíveis é considerável e nem todos os artigos representarão conhecimento adequado para a análise.

Como mencionado anteriormente, é necessário obter transparência e rigor nos métodos utilizados, a fim de que os resultados e ilações/implicações retiradas sejam confiáveis. Assim, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, a fim de avaliar a relevância

dos artigos encontrados em relação aos objetivos propostos. Nesta etapa é efetuada a leitura dos títulos e resumos dos artigos para garantir a qualidade e pertinência da amostra a ser analisada meticulosamente nesta revisão.

- **Critérios de exclusão**

A tabela 3.5 descreve os critérios de exclusão aplicados.

Tabela 3.5 - Critérios de exclusão aplicados

Critérios	Justificação
Artigos duplicados	➤ Exclui artigos repetidos, ou seja, que foram apresentados mais do que uma vez pela base de dados.
Estudos publicados em revistas não científicas	➤ Pretende-se manter documentos científicos, artigos, <i>working papers</i> e fontes de informação similares que apresentem rigor científico.
Artigos escritos em idiomas que não sejam o inglês	➤ Exclui artigos cuja língua não é dominada pela investigadora, impossibilitando a sua análise correta.
Estudos relacionados com a IA, mas que não tenham ligação com finanças ou investimentos	➤ Pretende-se excluir os artigos que se distanciam do tema central da investigação. Este critério assegura que a pesquisa permaneça focada nas aplicações da IA que são diretamente relevantes para o campo das finanças e dos investimentos, eliminando estudos que tratem da IA em contextos diferentes.
Estudos relacionados com o comportamento humano, mas que não tenham ligação com a tomada de decisões financeiras	➤ Pretende-se excluir os artigos que se distanciam do tema central da investigação.

A aplicação das cadeias de pesquisa em bases de dados diferentes leva, inevitavelmente, à obtenção de resultados duplicados pelo que se torna necessário excluí-los. Com o segundo critério pretende-se incluir apenas publicações científicas onde existe um rigor científico e a qualidade do artigo não esteja comprometida. O terceiro critério de exclusão surge pelo facto de a investigadora dominar a linguagem técnica que se encontra em inglês (além do português). Os últimos dois critérios de exclusão pretendem excluir artigos que se distanciem do âmbito da investigação.

- **Critérios de inclusão**

Os critérios de inclusão são fundamentais para garantir a qualidade e relevância dos estudos selecionados para a revisão sistemática. Foram assim estabelecidos os seguintes critérios de inclusão:

- O estudo apresenta resultados e conclusões inovadoras;
- Tem contributo relevante para o enriquecimento do conhecimento teórico, empírico ou metodológico no campo da IA, finanças e tomada de decisão;
- Proporciona uma interpretação clara dos resultados no contexto da literatura existente;
- Apresenta uma definição clara das variáveis e metodologia aplicadas.

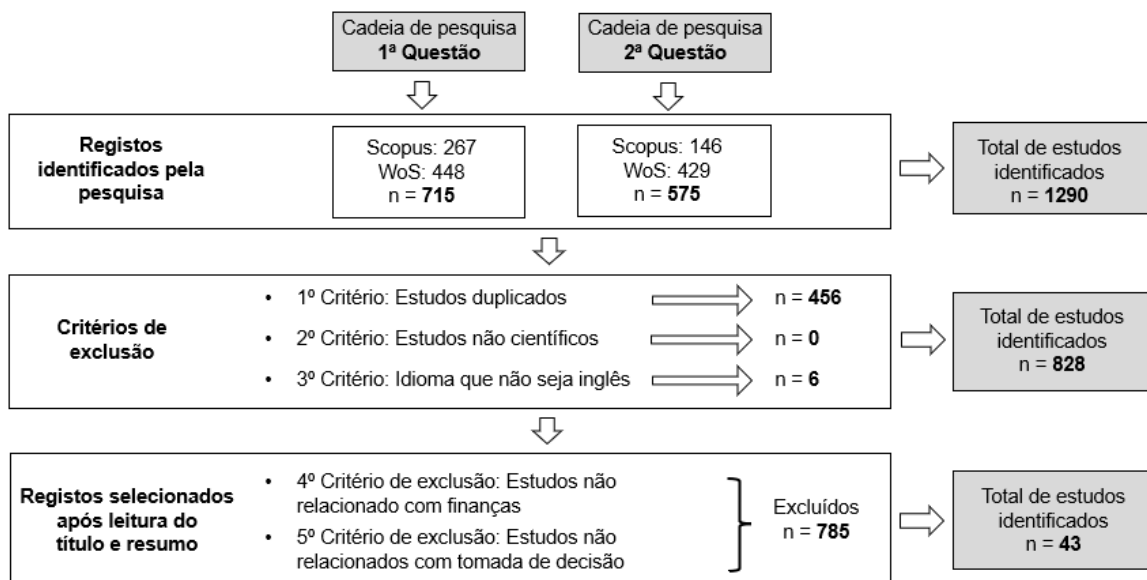
Fase 5: Leitura e avaliação dos artigos

Nesta fase da RSL é realizado um primeiro contacto com os artigos selecionados, onde é feita uma leitura sobre os títulos e resumos (*abstract*) para determinar se os artigos que incluem os critérios de seleção definidos anteriormente são relevantes para a questão de pesquisa. De acordo com Denyer e Tranfield (2009), esta etapa é essencial para filtrar a vasta quantidade de literatura disponível e focar apenas nos estudos que têm maior probabilidade de contribuir significativamente para a revisão.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, todas as pesquisas foram realizadas no dia 07 de Junho de 2024, tendo sido utilizadas duas bases de dados distintas e duas cadeias de pesquisa. Foram assim obtidos 715 artigos no total com a primeira cadeia de pesquisa e 575 artigos com a segunda cadeia (tabela 3.4). Na segunda fase de seleção de artigos, são aplicados três critérios de exclusão. O primeiro critério consiste na eliminação de artigos duplicados, resultando na exclusão de 456 artigos. O segundo critério de exclusão envolve a consideração exclusiva de artigos científicos, assegurando que todos cumpram o rigor científico necessário. Tal rigor foi garantido através da aplicação de um filtro quando feita a pesquisa nas bases de dados, selecionando apenas artigos dessa natureza. O terceiro critério de exclusão considera apenas artigos escritos em inglês, resultando na exclusão de 6 artigos. Após a aplicação destes três critérios de exclusão, o total de artigos elegíveis reduziu-se para 828 [715+575-(456+6)].

Os 828 artigos identificados serão objeto de leitura na fase seguinte. Primeiramente é realizada uma leitura dos títulos aplicando o quarto e quinto critérios de exclusão. Para os artigos que permanecem selecionados após a triagem dos títulos, é feita uma segunda leitura, incluindo a análise dos resumos. Estes devem fornecer uma visão geral dos objetivos do estudo, metodologia, principais resultados e conclusões, permitindo uma avaliação rápida da relevância do artigo. Durante esta análise, são aplicados rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Esta fase é essencial para garantir que apenas os estudos mais pertinentes e de qualidade sejam incluídos na revisão. Nesta terceira fase de seleção são excluídos 785 artigos, resultando um total de 43 artigos tal como ilustrado na figura 3.3.

Figura 3.3 - Fluxograma adaptado do PRISMA 2020 para apresentação do processo de seleção dos estudos



Fonte: Elaboração própria

Capítulo 4 - Resultados e Discussão

Este capítulo divide-se em duas partes principais. A primeira é dedicada à extração dos dados (fase 6 – Anexo I), onde os artigos selecionados no capítulo anterior são analisados estatisticamente e agrupados por ordem cronológica, de forma que se possa perceber a sua evolução no tempo. Na segunda parte (fase 7), apresenta-se uma análise comparativa dos dados, destacando os fatores mais relevantes para os resultados deste trabalho, com o apoio dos resumos dos artigos incluídos no anexo II. Este anexo contém os resumos dos

43 artigos selecionados incluindo contribuições, resultados e conclusões. Assim, a análise conduzida ao longo deste capítulo visa responder às duas questões principais do estudo.

4.1. Fase 6: Extração dos dados

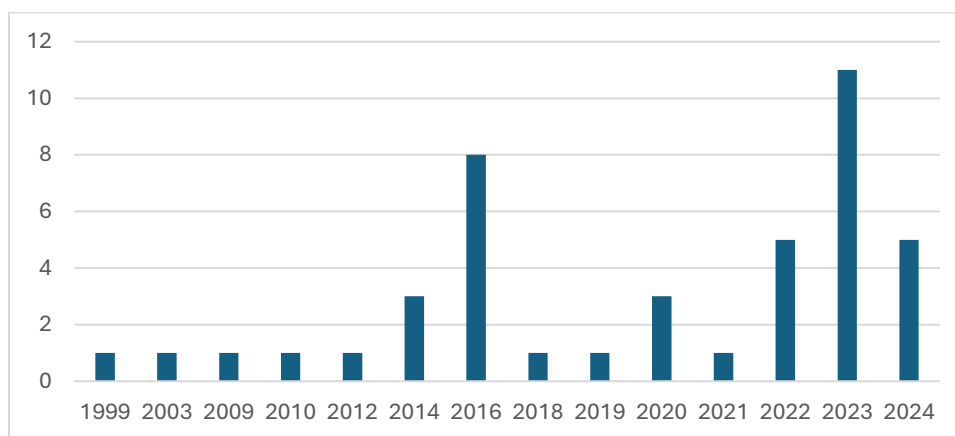
A amostra final da pesquisa consiste em 43 artigos, cuja lista completa está disponível no Anexo I. Este anexo inclui os títulos dos artigos, autores, informações da publicação e o Doi (identificador digital) de cada um. Os artigos estão organizados por ordem alfabética com base nos títulos, para facilitar a consulta e a localização.

Nesta fase, será realizada uma análise estatística descritiva dos artigos, com a apresentação de uma figura que agrupa os artigos cronologicamente. Em seguida, será feita uma descrição detalhada da evolução dos artigos ao longo do tempo.

4.1.1. Estatística descritiva dos artigos

Nesta secção são apresentados alguns dados estatísticos sobre os artigos incluídos na revisão final, tais como o número de publicações agrupadas por ano. A figura 4.1 ilustra o número de publicações por ano na amostra final dos 43 artigos obtidos.

Figura 4.1 - Número de artigos agrupados cronologicamente



Fonte: Elaboração própria

Tendo em conta que a extração de artigos não foi balizada entre datas, podemos observar na figura 4.1 que havia um interesse muito escasso pelo tema até 2012. Autores como Lipinski (2009), Chai e Taib (2010) já exploravam o potencial da inteligência artificial em sistemas de suporte à decisão, mas o número de publicações era ainda limitado. É

visível um aumento significativo de artigos publicados em 2014, com um crescimento ainda mais acentuado em 2016 relacionados com a IA e a tomada de decisão do investidor. Este crescimento pode estar relacionado com a crise financeira de 2008, que resultou na perda de confiança nas abordagens convencionais (Prollochs et al., 2016). Investidores e instituições financeiras começaram a procurar tecnologias avançadas que pudessem oferecer maior precisão e suporte na tomada de decisão. Assim aumentou a necessidade de adquirir conhecimento sobre novas ferramentas para previsão do mercado, oferecendo a IA soluções promissoras graças à sua capacidade de tratar grandes volumes de dados (Chai e Taib, 2010).

Na figura 4.1 observa-se uma queda significativa no número de artigos publicados sobre a IA e a tomada de decisão do investidor em 2018 e 2019. Esta redução pode ser atribuída a vários fatores, incluindo a possibilidade de que a amostra analisada não incluía todos os artigos publicados nessa área. Isso pode ocorrer porque alguns artigos não incluem todos os critérios de seleção estabelecidos para este estudo. A partir de 2020 é possível observar um crescimento acentuado. Lembramos que a pandemia da COVID-19 trouxe uma nova onda de incertezas económicas e financeiras, e ao mesmo tempo impulsionou uma transição digital em muitos negócios e setores, aumentando o interesse por soluções digitais inovadoras. A crise económica desencadeada pela pandemia levou investidores e instituições financeiras a explorar métodos não convencionais para enfrentar a incerteza e a volatilidade dos mercados (Goodell, 2020). IA e ML emergiram como ferramentas interessantes para os investidores, possibilitando a análise rápida de grandes volumes de dados e a formulação de estratégias que lidassem mais eficientemente com incerteza. Em resposta à necessidade de maior precisão na tomada de decisão financeira, continuou um aumento significativo de publicações sobre o tema (Agrawal, et al., 2018).

4.2. Fase 7: Síntese dos dados

Nesta secção, os artigos que constituem a amostra final são analisados individualmente e apresentados em síntese no anexo II, destacando os principais resultados e conclusões. A ordenação segue uma lógica cronológica, do mais antigo ao mais recente. Os artigos são numerados de 1 a 43 de forma a tornar a leitura de resultados mais fluida.

4.2.1. Análise de resultados

Neste trabalho, exploramos a contribuição da IA para o processo de tomada de decisão no investimento financeiro. Iniciamos com uma análise cronológica dos artigos relevantes, destacando a evolução da IA no setor financeiro. Em seguida, a análise será estruturada em torno de dois eixos principais: primeiro, a verificação se a IA pode ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros; segundo, será apresentada uma análise dos benefícios, desafios e oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode oferecer.

Comparação de artigos agrupados cronologicamente

Nesta secção, realiza-se uma análise cronológica dos artigos, tendo em conta que o estudo está direcionado para a tecnologia de IA que, ao longo do tempo, sofreu várias transformações e tornou-se cada vez mais influente no setor financeiro. Esta abordagem permite observar a evolução dos estudos ao longo do tempo identificando tendências e padrões, e analisar como a relação da IA com a tomada de decisão financeira evoluiu no tempo. Ao organizar os estudos cronologicamente podemos compreender melhor a progressão das ideias, desafios e desenvolvimento crescente desta tecnologia no setor financeiro. Esta estrutura facilita a visualização de como as ferramentas foram sendo melhoradas como se pode observar na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Desenvolvimento da IA no setor financeiro

Ano	Descrição
1999	➤ Aplicações pouco sofisticadas.
2003	➤ Impacto da tecnologia na eficiência operacional.
2009	➤ Desenvolvimento de sistemas para análise de grande volume de dados
2010	de modo a tornar as ferramentas de apoio à decisão mais eficazes.
2012	➤ Fatores que influenciam a decisão do investidor.
2014	➤ Implementação de soluções concretas.
2016	➤ Melhoria nas aplicações e precisão nos resultados.
2018/19	➤ Importância da regulamentação ética.
2020	➤ Redução da incerteza.
2021	➤ Transparência dos processos.
2022	➤ Otimização das ferramentas e técnicas de IA.
2023	➤ Viés comportamental e modelos regulamentares.
2024	➤ Regulamentação.

- O artigo [1] mais antigo analisado nesta RSL (1999), oferece uma perspectiva que contrasta significativamente com a realidade atual em relação à evolução da IA. Naquela época, o campo da IA ainda estava num estágio inicial de desenvolvimento, com aplicações mais restritas e menos sofisticadas em comparação com a atualidade. O autor enfatiza a desagregação de preferência como abordagem de suporte à decisão financeira, destacando as limitações tecnológicas e metodológicas da época. No entanto, nos anos seguintes a evolução da IA introduziu técnicas avançadas que permitem uma análise mais complexa e precisa de dados financeiros.
- Em 2003 o estudo [2] apresenta uma análise das técnicas de IA, focando o impacto dessa tecnologia na eficiência operacional e na tomada de decisão. Aborda os desafios associados à adoção da IA tais como questões éticas e transparência dos modelos de IA bem como a importância de regulamentação adequada.
- Nos anos de 2009 e 2010, observou-se um consenso entre os autores sobre a importância de desenvolver sistemas baseados em IA, capazes de extrair e analisar grandes volumes de dados para apoiar a tomada de decisão financeira. O artigo [3] (2009) explora o uso de padrões de conhecimento na análise de séries temporais financeiras, enquanto o estudo [4] (2010) foca na criação de uma estratégia de investimento híbrida, que combina diferentes técnicas de IA para fornecer previsões mais precisas e estratégias de investimento eficazes. Ambos os estudos partilham o objetivo comum de criar ferramentas cada vez mais eficientes para melhorar o processo decisório.
- O artigo [5] foi o único selecionado para análise no ano 2012, apresentando uma revisão abrangente da literatura sobre sistemas de suporte à decisão financeira (FDSS)⁵. Este estudo identifica os principais fatores que influenciam as decisões dos investidores ao utilizarem ferramentas de IA. Entre esses fatores destacam-se a precisão e confiabilidade dos modelos, a transparência e interpretação dos algoritmos, a facilidade de uso das aplicações, a integração de dados relevantes e a avaliação de riscos e benefícios.
- Os três artigos publicados em 2014 [6][7][8], destacam-se por marcar uma fase de consolidação das tecnologias de IA no suporte à tomada de decisão financeira. Ao contrário dos anos anteriores, onde a pesquisa estava mais centrada na exploração do potencial da IA, os estudos de 2014 apresentam uma integração mais prática da

⁵ FDSS sigla de *financial decision support systems*, sistema focado exclusivamente em questões financeiras.

tecnologia. Os autores demonstram avanços significativos na aplicação de modelos híbridos, ML e FDSS indo além da teoria para a implementação de soluções concretas. Os artigos apresentam em comum a procura de uma harmonia entre inovação tecnológica e aplicação prática.

- No ano de 2016 houve um grande número de artigos selecionados para esta RSL, o que significa um crescente interesse sobre o impacto da IA na área em estudo. Os artigos [9][10][11][12][13][14][15][16] apresentam um conjunto de abordagens comuns que refletem o avanço contínuo de IA. Apesar das diferentes metodologias, os artigos compartilham várias semelhanças significativas:
 - Avanços significativos na IA: os artigos destacam a aplicação de ferramentas de IA que estão a ser usadas para melhorar a análise de dados e criar melhores soluções de apoio à decisão.
 - Inovação no processamento de análise de dados: todos os artigos abordam a inovação do processamento e análise de grande volume de dados, utilizando técnicas de ML e redes neuronais.
 - Melhoria na precisão: os autores pretendem apresentar como as técnicas avançadas de IA são aplicadas para melhorar a estratégia de investimento, reduzir a incerteza nos mercados e aumentar a confiança do investidor.
 - Desafios e oportunidades: embora os artigos reconheçam os benefícios das ferramentas de IA, os autores discutem sobre os desafios emergentes como a complexidade de implementação. E apontam para novas oportunidades incluindo a personalização de estratégias.
- Os artigos de 2018 e 2019 [17][18] refletem um amadurecimento da IA no suporte à decisão financeira, demonstrando como combinações de múltiplas abordagens fortalecem as estratégias de investimento. Ambos enfatizam a importância da regulamentação ética para maximizar os benefícios e mitigar os riscos da IA.
- Os artigos de 2020 [19][20][21] demonstram como a IA pode apoiar eficazmente o processo de avaliação de investimentos, proporcionando insights mais precisos e reduzindo incertezas. Além disso, esses estudos exploram os benefícios, desafios e oportunidades resultantes da integração da IA na tomada de decisão financeira.
- O artigo de 2021 [22] dá continuidade aos estudos de 2020. Destaca a importância de a IA melhorar a precisão das estratégias de investimento. O estudo apresenta os

benefícios, desafios e oportunidades associados à sua integração para análise de um grande volume de dados em tempo real, referindo a importância da transparência.

- Os estudos de 2022 [23][24][25][26][27] demonstram um avanço significativo na integração de métodos de IA na análise financeira, destacando duas áreas principais:
 - Técnicas de IA: os artigos mostram como técnicas avançadas de ML e Big Data são aplicadas para melhorar a tomada de decisão financeira. Existe um aperfeiçoamento na personalização das ferramentas e na capacidade de lidar com grande volume de dados em tempo real, permitindo análises mais precisas e detalhadas;
 - Transparência do sistema: há um esforço para tornar os sistemas de IA mais transparentes, garantindo que as decisões geradas sejam compreensíveis e justificáveis, o que é crucial para a confiança dos investidores.
- O ano 2023 é o que inclui um maior número de artigos [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38], oferecendo uma visão diversificada sobre o papel da IA na tomada de decisão financeira. Destacam vários temas que refletem o estado atual da pesquisa, tais como:
 - Integração da IA: Os artigos falam de como as técnicas de IA como por exemplo redes neuronais, análise comportamental e sistemas híbridos, estão a ser integradas para melhorar a tomada de decisão financeira. Isto ocorre em contextos específicos como na análise de confiança (i.e., estudos de vieses de investidores em relação ao excesso de confiança em que a IA analisa os padrões de comportamento que indicam essa função). Os artigos sugerem que de facto há uma tendência crescente em adaptar as ferramentas de IA para situações financeiras específicas, em vez de utilizar uma abordagem genérica.
 - Gestão de vieses: Uma preocupação recorrente é a gestão de vieses na tomada de decisão com IA. Vários estudos investigam de que modo a IA pode auxiliar na identificação e redução de vieses comportamentais e melhorar a precisão das previsões. A capacidade da IA para controlar vieses e a importância de considerar a complexidade das tarefas são vistas como aspetos cruciais para garantir decisões financeiras mais fundamentadas e justas.
 - Desafios e oportunidades: Há uma ênfase significativa na identificação dos desafios associados à implementação da IA, incluindo questões éticas e a necessidade de desenvolver modelos regulamentares adequados. Além disso, os artigos analisam as oportunidades que a IA oferece como a melhoria na

precisão das avaliações de crédito, a otimização dos processos de tomada de decisão e a inovação nas estratégias financeiras.

- Por fim, os artigos de 2024 [39] [40] [41] [42] [43] destacam aspetos como:
 - Melhoria das previsões financeiras: a aplicação de modelos avançados de IA para previsão financeira é um tema recorrente, com foco na melhoria da precisão e na capacidade de lidar com grandes volumes de dados.
 - Gestão de risco: a utilização de ferramentas de IA para melhorar o controlo de risco na tomada de decisão também sugere a necessidade de é proposta uma melhoria na transparência e regulamentação associadas.
 - Análise comportamental: a influência da IA nas decisões comportamentais dos investidores está em foco, com destaque para a personalização e adaptação das estratégias.

Os artigos de 2024 evidenciam a importância da transparência e regulamentação no uso da IA no setor financeiro. Os autores destacam a necessidade de melhorar a ética e a responsabilidade na aplicação desta tecnologia, abordando como a sua integração pode ser otimizada para garantir maior clareza nas decisões financeiras e controlo de risco.

Questão 1: *Pode a IA ajudar no processo de avaliação de investimentos financeiros?*

Sim. E segue-se a justificação por meio dos artigos mais diretamente relacionados.

Dos 43 artigos selecionados para a análise, 36 foram selecionados para responder à questão 1.

A avaliação de investimentos financeiros é um processo complexo que exige a análise de múltiplos fatores como o desempenho histórico, as condições de mercado e o perfil de risco. Com a crescente utilização da IA no setor financeiro, surge a questão de saber até que ponto esta tecnologia pode ser eficaz na melhoria deste processo. A IA oferece a capacidade de processar grandes volumes de dados de modo rápido e preciso, identificar padrões e fornecer recomendações personalizadas às necessidades dos investidores. Dos 43 artigos analisados, 35 cumprem os critérios de seleção para responder à Questão 1. A seguir apresenta-se uma visão geral dos principais aspetos da IA aqui identificados:

- Sistemas de apoio à decisão financeira:

Os sistemas de apoio à decisão beneficiam fortemente da aplicação de técnicas avançadas de IA, oferecendo soluções personalizadas e eficientes para a avaliação financeira. O artigo [1] introduziu um sistema baseado na desagregação de preferências para problemas de classificação financeira, permitindo uma análise precisa das preferências dos investidores e recomendações ajustadas às suas necessidades individuais.

A capacidade da IA de reagir rapidamente às mudanças do mercado é destacada nos artigos [11] e [25]. O artigo [11] utiliza técnicas de ML e tecnologia paralela para ajustar e atualizar modelos de decisão em tempo real. Esta abordagem permite uma resposta ágil às flutuações do mercado, enquanto o artigo [25] enfatiza a capacidade de análise contínua e imediata dos dados financeiros, ajudando os investidores a tomar decisões informadas rapidamente.

O aprimoramento dos processos decisórios é uma área em crescimento, como evidenciado pelos artigos [26], [31], [34] e [35]. O artigo [31] facilita a modernização de partes do processo de avaliação, como a análise de cenários e modelização de previsões, aumentando a eficiência e a precisão das decisões de investimento. O artigo [34] detalha como a IA moderniza tarefas complexas (como por exemplo a avaliação de critérios) reduzindo o tempo e custo associados. O artigo [26] e [35] destaca como a modernização reduz o impacto de erros humanos na avaliação de investimentos, garantindo decisões mais consistentes e confiáveis.

Por fim o artigo [38] aborda a eficiência das ferramentas de IA na tomada de decisões financeiras, destacando como estas tecnologias melhoram a agilidade na avaliação. Estas capacidades de análise em tempo real são fundamentais para otimizar processos e reduzir erros promovendo uma abordagem mais precisa e eficiente da gestão de investimentos.

- Tecnologias e componentes da IA:

As ferramentas de IA desempenham um papel crucial na melhoria da avaliação financeira, oferecendo opções avançadas para analisar e interpretar um grande volume de dados. Os artigos [5] e [10] destacam o uso da ML para analisar dados financeiros de modo eficiente, reduzindo o viés humano e aprimorando a capacidade de avaliar investimentos.

A análise de dados e a precisão das avaliações são áreas-chave para a IA, como evidenciado pelo artigo [6], que se foca na seleção de características e no modelo de erros de generalização. A análise avançada de dados é analisada pelos artigos [22], [38] e [40] que mostram como algoritmos de IA processam a análise de grandes quantidades de dados

e indicadores financeiros rapidamente, permitindo uma avaliação de oportunidades mais precisa.

Os artigos [18] e [28] destacam a redução da complexidade cognitiva, isto é, como a IA pode fornecer representações para facilitar a compreensão de dados complexos e melhorar a análise financeira. Finalmente, a capacidade de análise em tempo real é um aspecto essencial abordado pelos artigos [25] e [43], que demonstram como a IA permite uma análise contínua e imediata dos dados financeiros, proporcionando aos investidores uma crescente agilidade.

- **Transparência e qualidade dos dados:**

A transparência e a qualidade dos dados são aspectos importantes na aplicação da IA para a avaliação financeira, a fim de assegurar a confiança dos investidores nas recomendações oferecidas pelo sistema. Os artigos [23], [24] e [41] destacam a importância de modelos transparentes e explicáveis que garantam que os investidores compreendem como as decisões são formuladas. Por sua vez, o artigo [41] aborda a importância da qualidade e integridade dos dados utilizados pelos sistemas de IA, sendo isso determinante na obtenção de resultados confiáveis.

Além disso, a regulamentação e responsabilidade tecnológica são necessárias para garantir o uso ético e responsável das ferramentas de IA. Os artigos [19] e [41] discutem a importância de estabelecer regulamentações adequadas para assegurar que essas ferramentas sejam implementadas de modo ético e transparente, protegendo os interesses dos investidores e a integridade dos sistemas financeiros.

- **Personalização e Adaptação:**

A capacidade da IA de personalizar estratégias de investimento é amplamente abordada em vários estudos. Os artigos [13] e [24] destacam como a IA modela comportamentos financeiros e decisões de investimento ao combinar insights da economia comportamental com técnicas avançadas, e a capacidade de integrar múltiplos critérios. Este avanço permite uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciam as decisões dos investidores. Os artigos [19], [27], [29] e [35] demonstram como a IA ajusta as estratégias de investimento às preferências e tolerâncias ao risco dos investidores, aprimorando a adequação das recomendações.

O artigo [26] foca a versatilidade da IA em apoiar decisões financeiras em diversos setores, utilizando metodologias de avaliação de empresas, aplicada à área do investimento.

Os artigos [20] e [27] descrevem a criação de perfis de investidores, permitindo que as recomendações sejam personalizadas com base em comportamentos/preferências individuais com a ajuda dos algoritmos de ML, gerando recomendações ajustadas às reações comportamentais dos investidores. Além da personalização, a IA também contribui para a adaptação dinâmica das recomendações. O artigo [43] sublinha como pode ajustar conselhos de investimento com base em perfis individuais e estratégias específicas, alinhando as recomendações com as necessidades dos investidores.

Os artigos [9] e [23] ampliam a discussão sobre a precisão e contextualização das análises. O artigo [9] foca a análise de sentimentos para compreender o impacto das notícias financeiras, oferecendo um suporte robusto às decisões de negociação. E o artigo [23] complementa esta visão ao destacar como técnicas avançadas de análise de dados e aprendizagem-máquina aumentam a precisão das avaliações financeiras.

O artigo [37] adiciona uma informação importante à discussão, de como a IA pode ajudar a identificar e mitigar a sobre-confiança dos investidores, um fator que pode levar a decisões arriscadas. Além disso, classifica os comportamentos dos investidores em simulações financeiras para compreender melhor as suas decisões ou impactos delas.

- Análise e previsão de tendências de mercado:

Estas são áreas cruciais onde a IA desempenha um papel fundamental, oferecendo ferramentas avançadas para melhorar a precisão das decisões de investimento. Os artigos [6] e [10] desenvolvem sistemas através da utilização algorítmica de ML para analisar grandes volumes de dados e prever resultados financeiros, melhorando a precisão das decisões de investimento.

A análise multicritérios é destacada nos artigos [2], [7] e [23] onde sistemas híbridos aplicam multicritérios para considerar riscos e incertezas no mercado financeiro, oferecendo uma análise mais abrangente. O artigo [17] sublinha que a combinação de classificadores de multicategorias melhora a precisão das previsões levando em conta simultaneamente risco, retorno e liquidez.

A capacidade de analisar dados em tempo real é abordada nos artigos [3] e [35]. A análise preditiva, abordada nos artigos [19], [29] e [31] demonstra como a IA realiza análises

preditivas complexas, melhorando as previsões financeiras e possibilitando uma avaliação robusta das opções de investimento.

Por fim, os artigos [32] e [34] oferecem uma análise detalhada dos riscos associados a diferentes opções de investimento, além de prever como investidores e mercados reagirão a diferentes cenários económicos.

- Proteção financeira e gestão de risco:

A proteção financeira e a gestão de risco beneficiam significativamente da aplicação da IA, que proporciona maior segurança e eficiência na avaliação financeira. O artigo [2] destaca como a IA é eficaz na deteção de fraudes e na gestão de risco em tempo real, garantindo segurança adicional nas transações financeiras. E o artigo [29] explora a capacidade da IA para identificar padrões atípicos e riscos potenciais, auxiliando na prevenção de decisões arriscadas e na gestão de portfólios ao sugerir a composição ideal de ativos para maximizar retornos e minimizar riscos.

Os artigos [7] e [16] abordam a aplicação da IA na otimização de estratégias de investimento, através da combinação de redes neuronais e algoritmos genéticos para avaliar alternativas de investimentos sob condições de incerteza e risco, demonstrando uma abordagem híbrida para otimização dinâmica.

Os artigos [19] e [22] discutem a melhoria dos processos de avaliação e a redução de erros humanos, enfatizando como a redução de erro humano contribui para uma avaliação mais objetiva e consistente. Já os artigos [23], [25], [27], [30] e [31] concentram-se na precisão da análise de riscos e das avaliações financeiras. Estes artigos apresentam como a análise de grandes volumes de dados e o uso de técnicas avançadas de ML melhora a eficiência na avaliação de riscos e a precisão das previsões. Por fim, os artigos [27] e [35] exploram como a IA pode personalizar recomendações e avaliações de investimento com base em perfil de risco dos investidores, focando a personalização das recomendações de investimento.

Em resumo, podemos verificar que a IA pode ajudar muito no processo de avaliação de investimentos financeiros, oferecendo suporte através de algoritmos/ferramentas avançadas sobre grandes volumes de dados. Permite assim melhorar a precisão e eficiência das avaliações, assegurando a transparência e qualidade dos dados. Também possibilita a personalização das estratégias de investimento e enriquece a previsão de mercado. Além disso, contribui para a proteção financeira e gestão de risco,

proporcionando uma abordagem mais integrada e segura da tomada de decisões financeiras.

Questão 2: *Que benefícios, desafios e oportunidades a integração da IA pode trazer à tomada de decisão financeira?*

Dos 43 artigos analisados nesta RSL, 23 foram selecionados especificamente para responder à questão 2. 16 artigos correspondem às duas questões.

Benefícios

Os benefícios identificados nesses estudos destacam-se pelo impacto positivo que a IA apresenta no processo de tomada de decisão. Entre os principais benefícios apontados, tal como refletido na tabela 4.2, está a capacidade de adaptação ao perfil do investidor, referindo-se uma personalização da estratégia de investimento e melhoria na qualidade da tomada de decisão.

Além disso, os artigos sublinham o aumento da eficiência operacional, onde a IA contribui para a melhoria da análise de dados, agilizando tarefas e reduzindo custos. A precisão nas recomendações e na análise de mercado é outro fator importante, proporcionando informações mais exatas que ajudam a reduzir o erro humano na tomada de decisão. Outro ponto importante é a análise comportamental, onde a IA permite analisar o comportamento do investidor, possibilitando ajustes no processo de investimento. A gestão de risco também é um benefício apresentada pela IA através de ferramentas avançadas para mitigar riscos, aumentar a segurança e a confiança dos investidores.

Tabela 4.2 - Benefícios que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer.

Benefícios	1	2	4	7	8	10	12	13	14	15	19	20	21	22	27	28	29	31	33	34	36	39	42		
Adaptação personalizada	x																								
Melhoria na qualidade das decisões			x	x		X	x		x	x		x	X		x		x	x		x	x		x		
Eficiência operacional		x	x		x	X	x	x		x	x		X		x			x	x					x	
Precisão das recomendações					x											x								x	
Redução no erro e viés							x								x			x		x					
Análise comportamental								x					x												
Otimização do processo de investimento				x				x	x			x					x		x					x	
Gestão de risco				x					x				X				x								
Precisão na análise de mercado						X				x	x												x	x	x
Adaptação ao perfil do investidor								x			x	x			x		x		x		x				

Fonte: Elaboração própria

- Adaptação personalizada:

A Tabela 4.2 apresenta uma visão geral sobre os benefícios destacados nos artigos analisados. No artigo [1], devido ao seu distanciamento cronológico, o autor evidencia como benefício a adaptação personalizada às preferências dos investidores, isto é, a IA ajusta-se às necessidades específicas de cada utilizador permitindo uma maior personalização das recomendações financeiras.

- Melhoria na qualidade das decisões:

Os artigos [4], [7], [10], [12], [14], [15], [20], [21], [27], [29], [31], [34], [36] e [39] destacam de forma consistente a melhoria na qualidade das decisões como um dos principais benefícios da integração da IA. Estudos como [4], [7], [10] e [12] refletem como a IA, combinada com técnicas de ML e mineração de dados (*data mining*) pode aumentar a precisão das análises, resultando em decisões otimizadas. Outros trabalhos como [14], [15] [20], [21], [27] e [29], apontam que a IA permite processar grandes volumes de dados em tempo real e identificar padrões complexos reduzindo a incerteza. Por sua vez, os artigos [31], [34], [36] e [39] sublinham a capacidade de a IA lidar com tarefas complexas, enquanto minimiza vieses comportamentais.

- Eficiência operacional:

A eficiência operacional é um benefício recorrente destacado em vários artigos, como podemos observar na Tabela 4.2 - ([2], [4], [8] [10], [12], [13], [15], [19], [21], [27], [31], [33] e [42]). Os artigos [2], [10] e [15] discutem amplamente como a IA pode automatizar processos financeiros, reduzindo o tempo necessário para realizar análises complexas. O artigo [4] destaca a integração de técnicas de IA e *data mining* permitindo uma gestão mais eficiente de carteiras de investimento. Os artigos [8], [12] e [19] focam a criação de sistemas de apoio à decisão que aumentem a eficácia da consultoria financeira, libertando recursos humanos. E os artigos [13], [21], [27], [31], [33] e [42] reforçam a visão de que a IA não apenas melhora a eficiência operacional, mas também agiliza o processo de tomada de decisão.

- Precisão das recomendações:

Na melhoria da precisão das recomendações de investimentos, destaca-se a capacidade dos sistemas de IA de analisar padrões históricos e realizar previsões baseadas em dados

complexos aumentando a confiança dos investidores, como defendem os artigos [8] [28] [39].

- Redução no erro e viés:

A IA minimiza o impacto de vieses emocionais e erros humanos na análise de investimento, o que resulta em estratégias mais racionais. De acordo com os artigos [12], [20], [31] e [34] a IA, ao realizar análises objetivas, elimina a influência de emoções e preconceitos que frequentemente afetam os investidores promovendo escolhas mais racionais.

- Análise comportamental:

Os artigos [13] e [20] destacam a análise comportamental como um benefício relevante da IA. Ao integrar-se com a economia comportamental, a IA proporciona uma compreensão mais profunda dos padrões e vieses cognitivos dos investidores permitindo previsões mais corretas sobre as reações do mercado.

- Otimização do processo de investimento:

O benefício da otimização do processo de investimento é destacado nos artigos [7], [13], [14], [20], [29], [33] e [42]. Por sua vez, os artigos [7], [14] e [42] evidenciam que a otimização do processo de investimento é alcançada pela IA através da melhoria de eficiência e precisão que possibilita. E os artigos [13], [20] e [29] salientam a personalização proporcionada pela IA ajustando as estratégias de investimento ao perfil comportamental dos investidores, melhorando a experiência. Por sua vez, os artigos [33] e [42] abordam um mecanismo mais automático do processo, reduzindo a necessidade de intervenção manual e diminuindo custos operacionais.

- Gestão de risco:

Os artigos [7], [14], [21] e [29] destacam a gestão de risco como um benefício significativo da IA. Porque melhora a capacidade de prever, oferecendo análises mais robustas e antecipadas. Os artigos [7] e [14] sublinham que os sistemas de IA são eficazes em lidar com incerteza e risco, permitindo uma avaliação detalhada de alternativas de investimento e uma gestão mais eficaz de portfólios. Já os artigos [21] e [29] enfatizam

que a IA pode identificar riscos e detetar fraudes ajustando automaticamente as estratégias.

- **Precisão na análise de mercado:**

Os artigos [10], [15], [19], [34], [36] e [42] destacam a precisão na análise de mercado como principal benefício. Os artigos [10] e [19] mostram como a ML e a capacidade de processar grandes volumes de dados permitem previsões mais confiáveis. Os artigos [36] e [42] defendem a mesma ideia destacando a capacidade da IA de reconhecer padrões, modelar cenários futuros e analisar diferentes níveis de complexidade. Os artigos [15] e [34] abordam como a IA permite uma adaptação rápida às mudanças de mercado, oferecendo uma vantagem competitiva ao ajustar-se rapidamente a novos cenários.

- **Adaptação ao perfil do investidor:**

Por fim, o último benefício destacado pelos artigos é a adaptação ao perfil do investidor. Os artigos [13], [19], [20], [27], [29], [33] e [34] indicam que a IA facilita o desenvolvimento de modelos preditivos considerando fatores psicológicos e emocionais, melhorando a capacidade de antecipar movimentos do mercado. Os artigos [19], [29] e [33] abordam a personalização através da criação de estratégias ajustadas às necessidades e perfis dos investidores. O artigo [20] descreve como a IA melhora a eficiência por proporcionar análises rápidas e precisas, melhorando a liquidez e a estabilidade. Além, disso, os artigos [27] e [34] reforçam que a IA adapta as recomendações às preferências individuais dos investidores garantindo que as estratégias sejam alinhadas.

Desafios

Embora a integração da IA na tomada de decisão financeira ofereça inúmeros benefícios, também apresenta uma série de desafios significativos. Entre os principais, destacados pelos artigos analisados, estão a complexidade tecnológica, falta de transparência, qualidade dos dados, necessidade de regulamentação/ética, dificuldade na interpretação de resultados e risco/viés. Estes aspetos estão detalhados na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Desafios que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer

Desafios	1	2	4	7	8	10	12	13	14	15	19	20	21	22	27	28	29	31	33	34	36	39	42		
Complexidade tecnológica	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x				x	x			
Transparência	x		x		x			x			x	x			x	x								x	
Qualidade nos dados		x		x		x		x	x	x				x	x	x	x	x		x	x				
Regulamentação		x								x				x	x				x					x	x
Interpretação dos resultados				x			x							x			x	x	x	x					
Risco de viés					x	x			x		x	x				x		x		x	x			x	

Fonte: Elaboração própria

- **Complexidade tecnológica:**

A complexidade tecnológica é amplamente reconhecida como um dos maiores desafios na adoção da IA. Os artigos [1], [4], [7], [8], [10], [12], [14], [15] e [28] destacam a complexidade de implementação de sistemas e os custos elevados associados ao seu desenvolvimento e manutenção. A implementação da IA requer uma infraestrutura robusta e algoritmos avançados quanto à variabilidade das preferências dos investidores, sendo um processo que exige um nível de conhecimento técnico especializado e a integração de múltiplos componentes (como mencionado nos artigos [1], [4], [7] e [14]). O artigo [12] ressalta que os custos de implementação podem ser um fator decisivo, especialmente para instituições financeiras menores, o que representa uma barreira significativa para adoção da IA em larga escala.

Outro ponto abordado nos artigos [10], [19], [34] e [36] é a complexidade dos modelos de IA. Muitos sistemas de ML são difíceis de interpretar, o que pode gerar uma dependência excessiva da tecnologia, levando a uma falta de controle humano em situações críticas o que aumenta a vulnerabilidade à falha tecnológica.

Os artigos [13], [19], [20] e [36] alertam para o risco de dependência excessiva da IA, isto é, quando os investidores confiam em demasia nos sistemas para tomar decisões importantes, sem uma análise humana, a qualidade das decisões pode ficar comprometida pois a falta de supervisão pode levar a decisões erradas.

- **Transparência:**

Os artigos [1], [4], [8], [19], [20] e [42] destacam a falta de transparência e regulamentação dos modelos de IA como um desafio significativo. A dificuldade em compreender o processo pelo qual os modelos de IA chegam às suas decisões pode gerar

desconfianças entre os utilizadores. A ausência de clareza e de justificações adequadas afeta negativamente a confiança, especialmente em setores regulados como o financeiro. Os artigos [13], [22], [27] e [42] abordam a complexidade dos modelos de IA e como isso dificulta a interpretação dos resultados. A implementação de algoritmos avançados frequentemente requer um conhecimento técnico especializado, o que pode limitar a capacidade de profissionais menos experientes para entender os resultados gerados, levando a conclusões erradas.

- **Qualidade nos dados:**

A qualidade dos dados é um desafio crucial na integração da IA na tomada de decisão financeira, conforme destacado pelos artigos [2], [7], [10], [13], [14], [15], [21], [22], [27], [28], [29] e [33]. Estes artigos sublinham que a eficácia dos sistemas de IA depende fortemente da qualidade e integridade dos dados utilizados. Dados inconsistentes, incompletos ou enviesados podem comprometer a precisão das previsões realizadas.

Os artigos [2], [7], [10], [14], [15] e [21] enfatizam que a dependência de dados de alta qualidade é fundamental para o desempenho eficaz dos sistemas de IA. Dados de baixa qualidade podem levar a previsões imprecisas, o que pode impactar negativamente na performance geral do sistema. Estes artigos alertam para a necessidade de uma gestão de dados rigorosa. Os artigos [13], [22], [27] e [28] discutem como a qualidade dos dados influencia diretamente a interpretação e eficácia das análises. Dados imprecisos e fragmentados podem resultar em interpretações erradas, afetando a confiança na análise.

- **Regulamentação:**

A regulamentação e ética são desafios fundamentais, conforme destacado pelos artigos [2], [15], [21], [22], [31], [39] e [42]. Estes artigos enfatizam que o uso da IA em finanças enfrenta uma série de desafios regulatórios e éticos, que são cruciais para garantir a conformidade e proteger os interesses dos investidores. Os artigos [2], [21] e [22] abordam a questão da segurança e privacidade dos dados. A implementação da IA em finanças envolve o tratamento de muitos dados sensíveis. A proteção contra ciberataques e a garantia de que os dados dos investidores estejam seguros são aspetos críticos que precisam ser regulamentados. Os artigos [15], [31], [39] e [42] destacam a importância da confiabilidade dos dados e gestão eficaz dos mesmos. As questões relacionadas com a segurança dos dados, integração com sistemas existentes, transparência dos modelos e conformidade com regulamentos são cruciais para garantir a confiança nestes sistemas.

- Interpretação dos resultados:

A interpretação dos resultados gerados por sistemas de IA é um desafio identificado por vários artigos como [7], [12], [21], [28], [29], [31] e [33]. A complexidade dos algoritmos de IA pode dificultar a compreensão clara dos resultados. Tais algoritmos frequentemente funcionam como “caixas-negras”, tornando difícil para os investidores entenderem como as decisões são feitas e ajustadas. Os artigos [7], [12], [21] e [29] destacam que a complexidade técnica dos modelos pode criar barreiras para a interpretação dos resultados o que gera falta de confiança nas recomendações fornecidas. Esta dificuldade é exacerbada pela necessidade de conhecimento técnico especializado para criar e manter estes sistemas, conforme evidenciado pelos artigos [7] e [21].

Os artigos [28] e [33] abordam os desafios relacionados com a visualização e interpretação de resultados. A integração de técnicas avançadas de visualização pode ser complexa e exigir habilidades especializadas. A dificuldade em traduzir resultados complexos de modo compreensível pode afetar a confiança dos investidores.

- Risco de viés:

O risco de *overfitting* é um problema crítico onde os modelos de IA se ajustam excessivamente aos dados históricos, comprometendo a sua capacidade de generalização para novos dados. Isto pode resultar em previsões imprecisas e decisões inadequadas em contextos futuros. Os artigos [10], [14] e [27] abordam este risco, destacando como o *overfitting* pode levar a falhas na previsão de tendências. A presença de vieses nos dados ou nos modelos de IA pode influenciar negativamente a qualidade das decisões financeiras. Os artigos [19], [20] e [34] discutem como os vieses podem ser amplificados ou introduzidos pelos sistemas de IA. É essencial melhorar e ajustar os modelos para mitigar esses riscos e garantir a equidade nas decisões. Por fim, os artigos [8] e [10] ressaltam que a dependência excessiva das recomendações automatizadas pode levar a uma confiança cega nas ferramentas de IA, ignorando fatores humanos e contextuais importantes, o que enfatiza a necessidade de uma supervisão crítica e uma análise contextual das recomendações.

Oportunidades

Em termos de oportunidades identificadas, a IA permite não só uma análise preditiva mais precisa, como também facilita uma avaliação de risco mais eficaz. Além disso, a evolução

dos modelos de IA permite uma melhoria constante nas estratégias de investimento. A expansão do acesso a ferramentas tecnológicas, a personalização das decisões de investimento, e a possibilidade de exploração de novas áreas são outras oportunidades que transformam o modo como o setor financeiro opera. A tabela 4.4 mostra as oportunidades mais destacadas pelos artigos.

Tabela 4.4 - Oportunidades que a integração da IA na tomada de decisão pode trazer

Oportunidades	1	2	4	7	8	10	12	13	14	15	19	20	21	22	27	28	29	31	33	34	36	39	42
Análise preditiva avançada		x			x	x	x	x	X		x	x	x		x			x		x	x		
Avaliação e gestão de risco			x			x						x								x	x		x
Evolução contínua		x		x	x	x		x	X	x	x			x	x	x	x	x	x	x			
Expansão de acesso à ferramenta					x			x					x	x		x	x						
Adaptação das decisões de investimento	x		x	x			x		X	x		x	x	x		x		x				x	x
Expansão em novas áreas				x											x								

Fonte: Elaboração própria

- **Análise preditiva avançada:**

A análise preditiva avançada é uma das principais oportunidades, destacada por vários artigos. No artigo [2], é salientada a capacidade da IA prever tendências de mercado com maior precisão, permitindo às empresas anteciparem movimentos e ajustarem as suas estratégias de investimento, o que é uma vantagem competitiva. Os artigos [8] e [10] completam esta ideia destacando que, em cenários de alta volatilidade, a IA cria estratégias adaptativas que reagem rapidamente à mudança. Os artigos [12], [20] e [36] destacam a inovação competitiva, onde o uso de algoritmos neuronais permite identificar padrões de mercado que não seriam captados por técnicas tradicionais. Os artigos [13], [14], [19] e [21] consideram a IA como uma ferramenta eficaz para a entrada em mercados emergentes e menos explorados, identificando oportunidades de investimento que poderiam ser ignoradas por abordagens tradicionais. A IA oferece a capacidade de se adaptar rapidamente a mudanças globais e tendências em mercados em constante transformação. O artigo [27] sublinha a inovação e melhoria contínua, explorando a evolução dos algoritmos de ML que podem resultar em modelos mais sofisticados levando a novas descobertas/melhorias nas estratégias financeiras. O artigo [31] realça a inovação que a IA traz para os serviços financeiros, facilitando a criação de novas ferramentas para planejamento financeiro e análise de portfólios. E o artigo [34] aborda o

potencial da IA para expansão da acessibilidade ao mercado, permitindo que grupos sub-representados possam ter acesso a oportunidades financeiras.

- Avaliação e gestão de risco:

A avaliação e gestão de risco, segundo os artigos [4], [10], [20], [33], [34] e [42] é uma oportunidade significativa para maior eficácia das estratégias financeiras. O artigo [4] destaca que a IA permite prever e mitigar riscos através da utilização de dados em tempo real, capazes de identificar padrões e anomalias que possam sinalizar problemas. Por outro lado, os artigos [10], [33] e [42] sublinham como a IA promove a inovação em estratégias de investimento ao identificar padrões que eram antes despercebidos, possibilitando novas abordagens que tornam a gestão de risco mais robusta e adaptativa. O artigo [42] enfatiza ainda que a IA aprimora significativamente a previsão de risco financeiro, ajudando as empresas a desenvolver estratégias mais eficazes para lidar com a volatilidade do mercado. O artigo [20] reforça que a gestão de risco confere uma vantagem competitiva em mercados voláteis e incertos. Finalmente, os artigos [4] e [34] discutem o desenvolvimento de métodos mais precisos, beneficiando tanto as instituições financeiras quanto os consumidores, sugerindo a expansão do acesso ao crédito para outros segmentos, promovendo a inclusão financeira e o crescimento económico.

- Evolução contínua:

A evolução contínua impulsionada pela IA oferece uma oportunidade crucial para o desenvolvimento do setor financeiro, ao possibilitar a criação de novas soluções. Como destacam os artigos [7], [8], [15] e [19], a IA estimula a inovação constante, permitindo o desenvolvimento de produtos e serviços que atendem às necessidades específicas dos mercados. A sua capacidade de personalização torna-a uma ferramenta essencial para lidar com os desafios dinâmicos do mercado financeiro. Os artigos [13], [22] e [27] reforçam o papel da IA na análise de dados comportamentais e na descoberta de padrões complexos, permitindo uma compreensão mais profunda das dinâmicas de mercado. A importância desta evolução contínua é também refletida no desenvolvimento de novas regulamentações e normas, como indicado nos artigos [19] e [29], que visam garantir a utilização ética desta tecnologia assegurando a confiança no sistema financeiro e fomentando a sua inovação sustentável.

- Expansão de acesso à ferramenta:

A IA oferece uma oportunidade significativa de democratizar o acesso à ferramenta, como apontado nos artigos [8], [22] e [29] que destacam como as novas tecnologias permitem que investidores individuais e pequenas instituições financeiras acessem a estratégias de investimento sofisticado anteriormente reservadas a grandes mercados. A expansão de acesso é impulsionada pelo desenvolvimento contínuo de novas ferramentas de decisão, tal como mencionado nos artigos [27] e [28] onde se enfatiza a criação de técnicas mais visuais e intuitivas. Por outro lado, os artigos [7] e [13] realçam como metodologias híbridas de IA podem ser aplicadas em novas áreas e como o comportamento dos investidores pode ser incorporado nelas para recomendações personalizadas. A contínua evolução destas ferramentas, conforme discutido no artigo [21], reforça o potencial de inovação e acessibilidade tornando o uso da IA cada vez mais acessível para uma variedade de investidores e setores.

- Adaptação das decisões de investimento:

A oportunidade de adaptação das decisões de investimento com a ajuda de IA é amplamente discutida na literatura, destacando-se um avanço significativo na personalização e eficiência das estratégias financeiras. O artigo [1] refere que a integração da IA permite a inovação nas decisões de investimento, automatizando a análise de dados complexos e promovendo uma resposta mais ágil. Este ponto é completado pelo artigo [4] que realça a personalização de soluções financeiras, oferecendo estratégias adaptadas às necessidades específicas de cada cliente, o que pode aumentar a satisfação e o retorno. Os artigos [7], [12], [14] e [21] destacam a capacidade da IA de criar estratégias de investimento altamente personalizadas, ajustadas ao perfil de risco e às preferências individuais dos investidores. O artigo [15] refere que a IA pode expandir o alcance das decisões ao processar grande volume de dados de várias fontes, levando a estratégias mais robustas. Os artigos [20], [22] e [28] abordam como a personalização e a automação proporcionadas pela IA melhoram a experiência do investidor. Por fim, o artigo [39] destaca que a IA não apenas permite a adaptação em tempo real das estratégias de investimento, mas também identifica novas oportunidades e otimiza a gestão de portfólios.

- Expansão em novas áreas:

Por fim a IA apresenta como oportunidade a expansão em novas áreas, abordada nos artigos [7] e [27]. O artigo [7] destaca que a metodologia híbrida da IA pode ser aplicada a vários setores que enfrentam desafios semelhantes, ampliando assim o alcance das soluções de IA para além do setor das finanças. O artigo [27] aponta que a IA possibilita a exploração e implementação de novas estratégias de investimento, superando as limitações dos métodos tradicionais.

Em resumo, as oportunidades proporcionadas pela integração da IA na tomada de decisão financeira são amplas e impactantes, permitindo que até investidores individuais aproveitem tais técnicas. Além disso, a capacidade da IA de explorar novas áreas e criar soluções inovadoras abre portas para uma gestão financeira mais segura e sustentável.

Capítulo 5 – Conclusão

5.1 Reflexões pessoais

A pesquisa realizada sobre a IA na tomada de decisão financeira revelou-se não apenas fascinante, mas também profundamente relevante para o panorama atual dos mercados financeiros. Ao longo deste trabalho, ficou claro que a integração da IA nos processos de avaliação de investimentos melhora a eficiência e a precisão das decisões.

A personalização das estratégias, a análise preditiva avançada e a otimização dos processos de investimento são algumas das melhorias que a IA oferece, tornando o mercado financeiro mais dinâmico e adaptável.

Embora a integração da IA traga benefícios significativos, também apresenta desafios importantes. A complexidade tecnológica, a garantia de transparência e a qualidade/interpretação dos dados utilizados são questões cruciais que devem ser mais abordadas. Além disso, a confiança dos investidores nos sistemas de apoio à decisão é fundamental. A falta de regulamentação clara e transparente pode gerar incerteza, levando à hesitação na adoção destas soluções.

Ainda assim, vejo um potencial imenso nas oportunidades que a IA traz para o setor financeiro. À medida que a tecnologia avança, ela não apenas aprimora a precisão das análises e recomendações, mas também permite uma personalização das estratégias de investimento que se adapta à realidade de cada investidor. Essa evolução representa uma

chance de inovar e redimensionar as abordagens tradicionais, abrindo caminho para novas descobertas que podem transformar a maneira como gerimos o risco e procuramos retornos no mercado.

A pesquisa não só enfatiza a necessidade de uma adaptação contínua das teorias financeiras tradicionais, mas também destaca as oportunidades que surgem com a evolução tecnológica.

Em resumo, a integração da IA na tomada de decisão financeira representa um marco significativo na evolução dos mercados. A capacidade da IA de melhorar a eficácia, a personalização e a análise preditiva não só transformam as práticas de investimento, mas também redefinem o papel do investidor no mercado. Apesar dos desafios associados, como a necessidade de transparência e a construção da confiança, as oportunidades que surgem com esta tecnologia são vastas. O futuro do setor financeiro, impulsionado pela IA, promete ser dinâmico e inovador permitindo uma abordagem mais sustentável e informada na procura de retorno e gestão de risco.

5.2 Implicações

A integração da IA no setor financeiro traz implicações teóricas e práticas significativas. A seguir exploram-se as implicações detalhadas, destacando as mudanças fundamentais que a IA promove no campo financeiro.

a) Implicações práticas:

- Melhoria na qualidade das decisões:

A integração da IA no setor financeiro trouxe uma transformação significativa na tomada de decisão. A capacidade da IA de processar grandes volumes de dados em tempo real e identificar padrões complexos permite uma avaliação mais precisa e abrangente dos fatores e oportunidades de investimento. Algoritmos de ML são utilizados para prever tendências de mercado, fornecendo aos investidores uma visão mais clara e detalhada dos potenciais riscos e retornos.

Além disso, a IA contribui para a otimização das decisões, ao reduzir a influência de vieses humanos. Com a implementação de sistemas de suporte à decisão baseadas em IA, as instituições financeiras podem tomar decisões mais rápidas e precisas, otimizando

custos com recursos humanos e melhorando a gestão do risco. Essa melhoria na qualidade das decisões não só aumenta a competitividade no mercado financeiro, mas também fortalece a segurança e robustez das estratégias de investimento.

- Personalização dos serviços financeiros:

A personalização é uma das maiores vantagens da aplicação da IA no setor financeiro. Com a capacidade da IA de analisar um grande volume de dados e identificar padrões complexos, é possível criar soluções financeiras adaptáveis às necessidades e preferências individuais de cada cliente. Isso permite desenvolver estratégias de recomendação ajustadas ao perfil de cada investidor, oferecendo uma abordagem mais eficaz e inovadora em comparação com os métodos tradicionais.

Ao adaptar as soluções financeiras ao perfil individual, a IA não só melhora a precisão das recomendações, mas também aumenta a satisfação dos clientes. Esta personalização proporciona uma experiência mais alinhada com os objetivos e (in)tolerâncias ao risco, resultando em decisões mais informadas e definitivas.

- Eficiência operacional:

A integração da IA no setor financeiro também oferece melhorias significativas na eficiência operacional. A capacidade da IA para processar e analisar *big data* permite rapidamente a otimização dos processos, tornando-os mais ágeis. Esta otimização reduz a necessidade de intervenção manual, minimizando erros e aumentando a precisão das decisões.

Neste sentido, a IA otimiza a gestão de recursos, reduzindo os custos associados à análise e processamento de informações. Com a implementação de sistemas baseados na IA, as instituições financeiras podem reduzir custos com pessoal e outras tecnologias, ao mesmo tempo que aceleram o tempo de resposta e de implementação de estratégias contribuindo para uma maior robustez e competitividade do setor.

No entanto, vimos desafios importantes – tais como complexidade da tecnologia e dos algoritmos associados, dependência dos mesmos, falta de supervisão especializada, qualidade/integridade dos dados, confiança neste tipo de modelos/sistemas, entre outros – cujo estudo deve ser aprofundado em trabalho futuro em que se analise por exemplo como é que as oportunidades identificadas podem ser usadas para mitigá-los.

b) Implicações teóricas:

- Teorias financeiras:

A integração da IA no setor financeiro trouxe desafios significativos para as teorias financeiras existentes. A teoria da decisão, fundamental para a tomada de decisões em contextos financeiros, enfrenta limitações quando confrontada com a complexidade e as novas capacidades oferecidas pela IA. Modelos tradicionais, como o CAPM e a hipótese dos mercados eficientes, foram desenvolvidos com base em pressupostos e metodologias que não consideram a capacidade de processamento de dados em grande escala e a análise preditiva avançada. Isto revela a necessidade urgente de analisar e atualizar tais modelos para refletirem com precisão a realidade atual e turbulenta dos mercados.

A IA desafia as suposições tradicionais da teoria da decisão ao introduzir novas variáveis e dinâmicas que os modelos antigos não consideravam. Portanto, as teorias existentes podem precisar de ser ajustadas, ou complementadas, para integrar eficazmente as capacidades da IA, indicando a necessidade de um desenvolvimento teórico contínuo.

5.3 Limitações

O presente trabalho utilizou a metodologia de revisão sistemática da literatura para identificar e analisar a literatura relevante sobre o impacto da IA, por um lado na tomada de decisão do investidor e, por outro, quanto a benefícios/oportunidades e desafios associados. A RSL oferece vantagens significativas em termos de rigor em comparação com a revisão tradicional da literatura. No entanto a definição das palavras-chave, cadeias de pesquisa e critérios de seleção pelo próprio autor pode introduzir algum grau de subjetividade, podendo levar à exclusão de trabalhos relevantes. Neste sentido, apesar dos esforços para melhorar a precisão por meio da abordagem de estádios/fases aplicada, é possível que alguns artigos importantes tenham sido omitidos, o que pode impactar o alcance da revisão.

Uma outra limitação encontrada durante o desenvolvimento deste trabalho foi no domínio do programa VOSviewer para a análise bibliométrica. Nomeadamente, a dificuldade na integração dos dados da base Web of Science no VOSviewer, devido à complexidade da ferramenta nessa incorporação. Assim, essa análise bibliométrica inicial foi conduzida

exclusivamente com base nos dados obtidos na base de dados *Scopus*. Esta limitação pode ter impacto na precisão da análise posterior.

5.4 Pesquisa futura

Com o crescente desenvolvimento da IA no setor financeiro, a sua influência na tomada de decisão dos investidores tem sido amplamente discutida na literatura. No entanto, apesar dos avanços significativos, ainda há áreas que permanecem pouco exploradas. As lacunas que a pesquisa indica focam oportunidades para aprofundar o conhecimento sobre como a IA pode ser otimizada e integrada na prática financeira. As futuras investigações podem revelar novas dimensões e aplicações da IA, contribuindo para um avanço mais robusto e informado no campo das finanças, tais como:

1. Análise comparativa de modelos: investigar como diferentes algoritmos de IA como *machine learning*, *deep learning* e *neural networks* se desenvolvem em termos de precisão e eficácia na previsão de retornos e na tomada de decisão de investimentos;
2. Ética e transparência: compreender as implicações éticas da aplicação da IA na tomada de decisão financeira, incluindo questões de transparência nos procedimentos;
3. Adaptação de teorias financeiras: investigar como as teorias financeiras tradicionais podem ser ajustadas ou expandidas para incorporar os insights e capacidades da IA;
4. Investidores informados: pesquisar como a IA pode ser usada para educar investidores e melhorar a sua capacidade de tomar decisões informadas, especialmente entre investidores menos experientes;
5. Análise de sentimento e comportamento do investidor: investigar como as variações no sentimento do mercado, extraídas da análise de redes sociais e de outras plataformas digitais, afetam as decisões de investidores.

5.5 Considerações finais

As considerações finais deste estudo ressaltam a importância da investigação sobre a integração da inteligência artificial na tomada de decisão financeira. Utilizando a revisão

sistemática da literatura, este trabalho compilou e analisou informações relevantes sobre como a IA impacta a literatura financeira.

A análise demonstra que a IA não apenas melhora a eficiência e a precisão na avaliação de investimentos, mas também oferece oportunidades significativas de personalização e adaptação às necessidades individuais dos investidores. Este estudo sublinha que a RSL é fundamental para compilar informações sobre este tema emergente, permitindo identificar lacunas na literatura existente que podem ser exploradas em investigações futuras.

É essencial reconhecer que, embora a IA traga benefícios notáveis, também apresenta desafios como a complexidade tecnológica, e a necessidade de transparência e regulamentação. As lacunas identificadas indicam que pesquisas futuras devem concentrar-se em áreas como a comparação de modelos de IA, considerações éticas e a adaptação das teorias financeiras tradicionais às novas realidades de mercado.

Em conclusão, a integração da IA no setor financeiro representa não apenas uma tendência, mas uma transformação que pode redefinir a análise de risco, a gestão de investimentos e a tomada de decisões. Este estudo contribui para uma compreensão mais aprofundada deste fenómeno, estabelecendo uma base para futuras pesquisas nesta área.

Referências Bibliográficas

- Agrawal, A., Gans, J. & Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines - The Simple Economics of Artificial Intelligence (272 pp). USA, MA: Harvard Business Press.
- Aldrichi, D. M. & Milanez, D. Y. (2005). Finança comportamental e a hipótese dos mercados eficientes. *Revista de Economia Contemporânea*, 9 (Jan/abr), 41-72.
- Aleksandrova, A., Ninova, V., & Zhelev, Z. (2023). A Survey on AI Implementation in Finance, (Cyber) Insurance and Financial Controlling. *Risks*, 11(5), 91. <https://doi.org/10.3390/risks11050091>.
- Annu, A., & Tripathi, R. (2023). A bibliometric and systematic review analysis of adopting decision intelligence analytics for rational decision-making. *Qualitative Research in Financial Markets*. <https://doi.org/10.1108/qrfm-01-2023-0005>.
- Aoujil, Z., Hanine, M., Flores, E. S., Samad, M. A., & Ashraf, I. (2023). Artificial Intelligence and Behavioral Economics: A Bibliographic Analysis of Research Field. *IEEE Access*, 11, 139367-139394. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3339778>.
- Arner, DW., Barberis, JN., Walker, J., Bruckley, RP., Dahdal, AM., Zetsche, DA., (2020). Digital Finance & The Covid-19 Crisis. University of Hong Kong Faculty of Law Research Paper NO.2020/017
- Bahoo, S., Cucculelli, M., Goga, X. et al. (2024). Artificial intelligence in Finance: a comprehensive review through bibliometric and content analysis. *SN Business & Economics*, 4(23). <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00618-x>.
- Baker, H. K., & Nofsinger, J. R. (2010). Behavioral Finance. Wiley eBooks. <https://doi.org/10.1002/9781118258415>.
- Barberis, N., & Thaler, R. (2002). A Survey of Behavioral Finance. NBER Working Papers Series. <https://doi.org/10.3386/w9222>.
- Bellman, R. (1978). An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?. USA: Boyd & Fraser Publishing.
- Berradi, Z., Lazaar, M., Mahboub, O., & Omara, H. (2020). A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Techniques in Financial Market. 6th International IEEE Congress on Information Science and Technology, CiSt 2020, 367–371. <https://doi.org/10.1109/cist49399.2021.9357175>.
- Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. J. (2014). Investments. Global Edition (10th edition). Mc Graw Hill Education. ISBN 978-0-07-786167-4.

- Boonpeng, S., & Jeatrakul, P. (2016). Decision support system for investing in stock market by using OAA-Neural Network. <https://doi.org/10.1109/icaci.2016.7449794>.
- Borges, A. F., Laurindo, F. J., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F. & Mattos, C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102225. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102225>.
- Borrero-Domínguez, C., & Escobar-Rodríguez, T. (2023c). Decision support systems in crowdfunding: A fuzzy cognitive maps (FCM) approach. *Decision Support Systems*, 173, 114000. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2023.114000>.
- Brock, J. K. & Von Wangenheim, F. (2019). Demystifying AI: What digital transformation leaders can teach you about realistic artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 110-134. <https://doi.org/10.1177/1536504219865226>.
- Busalim, A. H., & Hussin, A. R. C. (2016). Understanding social commerce: A systematic literature review and directions for further research. *International Journal of Information Management*, 36(6), 1075-1088. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.06.005>.
- Byrne, P., & Lee, S. (1994). Computing Markowitz Efficient Frontiers Using a Spreadsheet Optimizer. *Journal of Property Finance*, 5(1), 58–66.
- Castro Junior, F. H., & Famá, R. (2002). As novas finanças e a teoria comportamental no contexto da tomada de decisão sobre investimentos. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 9(2), 25-35.
- Černevičienė, J., & Kabašinskas, A. (2022). Review of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Finance Using Explainable Artificial Intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 1-16. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.827584>.
- Chai, C.Y., & Taib, S.M. (2010). Hybrid Stock Investment Strategy Decision Support System. In: Ao, S.I., Rieger, B., & Amouzegar, M. (Eds.) *Machine Learning and Systems Engineering. Lecture Notes in Electrical Engineering*, 68. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9419-3_37.
- Charniak, E. & McDermott, D. V. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. USA: Addison-Wesley.
- Chen, C., Hsiao, C., Lin, J., Huang, S., Chang, Y., & Huang, S. (2016). Decision Support System for Real-Time Trading Based on On-Line Learning and Parallel Computing

- Techniques. 2016 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data, Macau, China, 151-156. <https://doi.org/10.1109/ccbd.2016.038>.
- Corke, P., Dayoub, F., Hall, D., Skinner, J. & Sünderhauf, N. (2019). What can robotics research learn from computer vision research?, Proceeding of the International Symposium on Robotics Research (ISRR), Vietnam.
- Damodaran, A. (1997). *Corporate Finance: Theory and Practice*. USA: Wiley.
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review -The Sage handbook of organizational research methods. ISBN 978-1-4462-0064-3.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 283-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>.
- Fama, E.F., & French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>.
- Financial Stability Board (2017). Artificial intelligence and machine learning in financial services Market developments and financial stability implications. <https://www.fsb.org/2017/11/artificial-intelligence-and-machine-learning-in-financial-service/>.
- Fuchs, A., Passarella, A., & Conti, M. (2024). Optimizing Risk-Averse Human-AI Hybrid Teams. IEEE International Conference on Smart Computing, Osaka, Japan, 117-124. <https://doi.org/10.1109/SMARTCOMP61445.2024.00037>.
- Ghosh, A., & Mahanti, A. (2014). An information system for investment advisory process. ACM International Conference Proceeding Series, 143–148. <https://doi.org/10.1145/2618168.2618191>.
- Giudici, P., & Raffinetti, E. (2023). SAFE Artificial Intelligence in finance. *Finance Research Letters*, 56, 104088. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104088>.
- Goodell, J. W. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance Research Letters*, 35, 101512. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101512>.
- Gul, F., & Pesendorfer, W. (2008). Case for Mindless Economics. In Caplin, A. & Schotter, A. (Eds.). *The Foundations of Positive and Normative Economics: A Handbook*, 3-39. Oxford: Oxford University Press.
- Haenlein, M. & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>.

- Hager, G. D., Bryant, R., Horvitz, E., Mataric, M., & Honavar, V. (2017). Advances in Artificial Intelligence Require Progress Across all of Computer Science. Computing Community Consortium White Paper. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.04352>.
- Hai, V.P., Tran, K. D., & Kamei, K. (2014). Applications using hybrid intelligent decision support systems for selection of alternatives under uncertainty and risk. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 10(1), 39-56.
- Haixiang Yao, Shenghao Xia, & Hao Liu. (2024). Return predictability via a long short-term memory-based cross-section factor model: Evidence from Chinese stock market. *Journal of Forecasting*, 43(6). <https://doi.org/10.1002/for.3096>.
- Hasan, Z., Vaz, D., Athota, V. S., Désiré, S. S. M., & Pereira, V. (2023). Can Artificial Intelligence (AI) Manage Behavioural Biases Among Financial Planners? *Journal of Global Information Management*, 31(2), 1-18. <https://doi.org/10.4018/jgim.321728>.
- Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. USA: MIT Press.
- Haugen, R. A. (1995). *The New Finance: The Case against Efficient Markets*. USA: Prentice-Hall.
- Heaton, J. (2017). Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning. *Genetic Programming and Evolvable Machines*, 19(1-2), 305-307. <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>.
- Herbert, A.S. (1959) Theories of Decision-Making in Economics and Behavioural Science. *The American Economic Review*, 49(3), 253-283.
- Hijazi, O., Tikito, K., & Ouazzani-Touhami, K. (2023). A systematic review on artificial intelligence models applied to prediction in finance. 13th IEEE Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC 2023. <https://doi.org/10.1109/ccwc57344.2023.10099222>.
- Hirshleifer, D. (2001). Investor Psychology and Asset Pricing on JSTOR. *The Journal of Finance*, 56, 1533-1597. <https://www.jstor.org/stable/2697808>.
- Irina, A., Jan, M. & Gregory, R. W. (1912). State of the art of financial decision support systems based on problem, requirement, component and evaluation categories. 25th Bled eConference - eDependability: Reliable and Trustworthy eStructures, eProcesses, eOperations and eServices for the Future, Proceedings, 280-293.

- Issa, H., Dakroub, R., Lakkis, H., & Jaber, J. (2024). Navigating the decision-making landscape of AI in risk finance: Techno-accountability unveiled. *Risk Analysis*, 1-22. <https://doi.org/10.1111/risa.14336>.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2024). *Speech and Language Processing (Vol. 2)*.
- Khandani, A. E., Kim, A. J., & Lo, A. W., (2010) Consumer Credit Risk Models Via Machine-Learning Algorithms. AFA 2011 Denver Meetings Paper. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1568864>.
- Kumar, M. S., & Venkatachalam, S. (2023). Analysis of Artificial Intelligence based Credit and Savings Associations for Investment decisions financial System. 2nd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems, ICACRS 2023, 1258–1261. <https://doi.org/10.1109/icacrs58579.2023.10404586>.
- Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. USA: MIT Press.
- Lakhchini, W., Wahabi, R. & Kabbouri, M. (2022). Artificial Intelligence & Machine Learning in Finance: A literature review. *Journal of Financial Research*, 44, 927-960. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7454232>.
- Li, X., Sigov, A., Ratkin, L., Ivanov, L. A., & Li, L. (2023). Artificial intelligence applications in finance: a survey. *Journal of Management Analytics*, 10(4), 676-692. <https://doi.org/10.1080/23270012.2023.2244503>.
- Lipinski, P. (2009). Knowledge Patterns in Evolutionary Decision Support Systems for Financial Time Series Analysis. In: Giacobini, M., et al. (2009). *Applications of Evolutionary Computing*. Lecture Notes in Computer Science, 5484. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01129-0_24.
- Liu, X., Li, H., & Li, H. (2022). Analyzing Relationship between Financing Constraints, Entrepreneurship, and Agricultural Company Using AI-Based Decision Support System. *Scientific Programming*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/1634677>.
- Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. New York: John Wiley and Sons.
- Maurya, S., Verma, R., Khilnani, L., Bhakuni, A. S., Kumar, M., & Rakesh, N. (2024). Effect of AI on the Financial Sector: Risk Control, Investment Decision-making, and Business Outcome. 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization, ICRITO 2024. <https://doi.org/10.1109/icrito61523.2024.10522410>.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., Estarli, M., Barrera, E. S. A., Martínez-Rodríguez, R., Baladía, E.,

- Agüero, S. D., Camacho, S., Buhning, K., Herrero-López, A., Gil-González, D. M., Altman, D. G., Booth, A., ... Whitlock, E. (2016). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(2), 148-160. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>.
- Moldovan, D. (2023). Algorithmic Decision-Making Methods for Fair Credit Scoring. *IEEE Access*, 11, 59729–59743. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3286018>.
- Moscato, I. (2020). On the recent philosophy of decision theory. *Journal of Economic Methodology*, 28, 98-106. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3688870>.
- Nazareth, N., & Reddy, Y. (2023). Financial applications of machine learning: A literature review. Book: Expert systems with applications. *Expert Systems with Applications*, 219, 119640. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119640>.
- Ng, W. W., Liang, X., Li, J., Yeung, D. S., & Chan, P. P. (2014). LG-Trader: Stock trading decision support based on feature selection by weighted localized generalization error model. *Neurocomputing*, 146, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2014.04.066>.
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. USA: Morgan Kaufmann.
- Page, MJ, Moher, D, Bossuyt, PM, Boutron, I, Hoffmann, TC, Mulrow CD, et al. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *Research Methods and Reporting*, 372(160). <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n160>.
- Panduro-Ramirez, J., Khurana, S., Othman, B., Lourens, M., Ruiz-Salazar, J. M. & Almashaqbeh, H. A. (2022). Role of integrated artificial intelligence for knowledge creation and decision making for improving firm performance, 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering, Greater Noida, India, 2379-2383. <https://doi.org/10.1109/ICACITE53722.2022.9823858>.
- Poole, D., Macworth, A. & Goebel, R. (1998). *Computational Intelligence: A Logical Approach*. New York: Oxford University Press.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics?. *Journal of Documentation*, 25, 348-349.
- Pröllochs, N., Feuerriegel, S., & Neumann, D. (2016). Negation scope detection in sentiment analysis: Decision support for news-driven trading. *Decision Support Systems*, 88, 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.05.009>.

- Proto, E. & Rustichini, A. (2012). Life satisfaction, household income and personality traits. The Warwick Economics Research Paper Series, University of Warwick, Department of Economics.
- Raju, S.S., Srikanth, M., Guravaiah, K., Pandiyaan, P., Teja, B., Tarun, K. S. (2023). A three-dimensional approach for stock prediction using AI/ML algorithms: A review & comparison. 4th International Conference on Innovative Trends in Information Technology, Kottayam, India, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICITIIT57246.2023.10068584>.
- Rao, A., & Hossain, M. (2024). The Future of Finance: Artificial Intelligence's Influence on Behavioral Investment Decisions. In Sharma, D., Bhardwaj, B. & Dhiman, M. C. (Eds.) *Leveraging AI and Emotional Intelligence in Contemporary Business Organizations* (166-186). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1902-4.ch010>.
- Ren, J. (2021). Research on Financial Investment Decision Based on Artificial Intelligence Algorithm. *IEEE Sensors Journal*, 21(22), 25190-25197. <https://doi.org/10.1109/jsen.2021.3104038>.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Ronen, J., Ronen, T., Zhou, M., & Gans, S. E. (2023b). The informational role of imagery in financial decision making: A new approach. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 40, 100851. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2023.100851>.
- Rosati, R., Romeo, L., Romeo, L., Goday, C. A., Menga, T., & Frontoni, E. (2020). *Machine Learning in Capital Markets: Decision Support System for Outcome Analysis*. *IEEE Access*, 8, 109080-109091. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001455>.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th Edition. USA: Pearson.
- Sadi, R., Asl, H. G., Rostami, M. R., Gholipour, A. & Gholipour, F. (2011). Behavioral finance: The explanation of investors' personality and perceptual biases effects on financial decisions. *International Journal of Economics and Finance*, 3(5), 234-241. <http://dx.doi.org/10.5539/ijef.v3n5p234>.
- Salimzadeh, S., He, G., & Gadiraju, U. (2023). A Missing Piece in the Puzzle: Considering the Role of Task Complexity in Human-AI Decision Making. *Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 215-227. <https://doi.org/10.1145/3565472.3592959>.

- Sarin, A. B., & Sharma, S. (2023). Artificial Intelligence in Behavioral Finance for Investment Decision-making. In Bhardwaj, B., Sharma, D. & Dhiman, M. C. (Eds.) *AI and Emotional Intelligence for Modern Business Management* (194-212). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0418-1.ch013>.
- Singh, M., Rao, M., Jogi, S., Pandey, M., Sao, A., & Chopde, M. (2024). Smart Marketing Investments: A Framework for AI-Based Financial Decision Support. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(17), 88-100.
- Sujith, A. V. L. N., Qureshi, N. I., Dornadula, V. H. R., Rath, A., Prakash, K. B., & Singh, S. K. (2022). A Comparative Analysis of Business Machine Learning in Making Effective Financial Decisions Using Structural Equation Model (SEM). *Journal of Food Quality*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2022/6382839>.
- Thakur, M., & Kumar, D. (2018). A hybrid financial trading support system using multi-category classifiers and random forest. *Applied Soft Computing*, 67, 337-349. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.03.006>.
- Thaler, R. H. (2016). Behavioral economics: Past, present, and future. *American Economic Review*, 106(7), 1577-1600. <https://doi.org/10.1257/aer.106.7.1577>.
- Tong, D., & Tian, G. (2023). Intelligent financial decision support system based on big data. *Journal of Intelligent Systems*, 32(1), 20220320. <https://doi.org/10.1515/jisys-2022-0320>.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review, 14, 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.
- Petrillo, A., Travaglioni, M., De Felice, F., Cioffi, R., & Piscitelli, G. (2019). Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Smart Production: Progress, Trends and Directions (working paper). <https://doi.org/10.20944/preprints201912.0016.v1>.
- Tweedale, J.W., Phillips-Wren, G., & Jain, L.C. (2016). Advances in Intelligent Decision-Making Technology Support. In Tweedale, J., Neves-Silva, R., Jain, L., Phillips-Wren, G., Watada, J. & Howlett, R. (Eds.) *Intelligent Decision Technology Support in Practice. Smart Innovation, Systems and Technologies*, 42. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21209-8_1.
- Silva, M. R., Hayashi, C. R. M., & Hayashi, M. C. P. I. (2011). Análise bibliométrica e cientométrica: Desafios para especialistas que atuam no campo. *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 2(1), 110-129.

- Silva, T. E. B. C., Santos, D. R., & Sanfins, M. A. (2023). Aplicação do modelo de Markowitz na otimização de carteiras de investimento de risco. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 9(6), 3531-3542. <https://doi.org/10.55905/ijstvtv9n6-016>.
- Singh, G., Garg, V., & Tiwari, P. (2020). Application of Artificial Intelligence on Behavioral Finance. In Castillo, O., Jana, D., Giri, D. & Ahmed, A. (Eds.) *Recent Advances in Intelligent Information Systems and Applied Mathematics. Studies in Computational Intelligence*, 863. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34152-7_26.
- Toma, F. (2023). A hybrid neuro-experimental decision support system to classify overconfidence and performance in a simulated bubble using a passive BCI. *Expert Systems with Applications*, 212, 118722. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118722>.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2019). VOSviewer Manual. University of Leiden, https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.13.pdf.
- Varela, M., Viera, O., & Robledo, F. (2016). A Q-Learning Approach for Investment Decisions. In Pinto, A., Accinelli Gamba, E., Yannacopoulos, A. & Hervés-Beloso, C. (Eds.) *Trends in Mathematical Economics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32543-9_18.
- Vroomen, P., & Desa, S. (2016). An intelligent decision support system for private equity investment. *Proceedings of Future Technologies Conference*. <https://doi.org/10.1109/ftc.2016.7821631>.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence*. USA: Addison-Wesley.
- Xie, M. (2019). Development of Artificial Intelligence and Effects on Financial System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1187(3), 032084. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1187/3/032084>.
- Yang, K., & Meho, L. I. (2007). Citation analysis: A comparison of Google Scholar, Scopus, and Web of Science. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 43(1), 1-15. <https://doi.org/10.1002/meet.14504301185>.
- Zhang, M. (2020). Artificial intelligence and application in finance. 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning. <https://doi.org/10.1145/3377571.3379441>.

- Zhao, X., & Saeed, O. (2022). Intelligent Financial Processing Based on Artificial Intelligence-Assisted Decision Support System. *Mobile Information Systems*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2022/6974246>.
- Zopounidis, C., & Doumpos, M. (2001). A preference disaggregation decision support system for financial classification problems. *European Journal of Operational Research*, 130(2), 402-413. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(00\)00044-8](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(00)00044-8).

Anexo I

Título	Autor	Publicação	Doi
A bibliometric and systematic review analysis of adopting decision intelligence analytics for rational decision-making	Annu, Tripathi, R.	Emerald Publishing	10.1108/QRF-M-01-2023-0005
A comparative Analysis of Business <i>Machine Learning</i> in Making Effective Financial Decisions Using Structural Equation Model (SEM)	A.V.I.N. Sujith; Naila Iqbal Qureshi; Venkata Harshavardhan Reddy Dornadula; Abinash Rath; Kolla Bhanu Prakash; Sitiesh Kumar Singh.	Journal of food quality	10.1155/2022/6382839
A comprehensive review of artificial intelligence techniques in financial market	Berradi, Zahra; Lazzar, Mohamed; Mahboub, Oussama; Omara, Hicham.	2020 6th IEEE Congress on Information Science and Technology	10.1109/CiSt49399.2021.9357175
A hybrid financial trading support system using multi-category classifiers and random forest	Thakur, Manoj; Kumar, Deepak.	Applied Soft Computing Journal	10.1016/j.asoc.2018.03.006
A hybrid neuro-experimental decision support system to classify overconfidence and performance in a simulated bubble using a passive BCI	Toma, Filip-Mihai.	Expert Systems with Applications	10.1016/j.eswa.2022.118722
A Missing Piece in the Puzzle: Considering the Role of Task Complexity in Human-AI Decision Making	Salimzadeh, Sara; He, Gaole; Gadiraju, Ujwal.	UMAP '23: Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization	10.1145/3565472.3592959
A preference disaggregation decision support system for classification problems	Zopounidis, Constantin; Doumpos, Michael.	European Journal of Operational Research	10.2016/S0377-2217(00)00044-8
A Q-learning approach for investment decisions	Varela, Martín; Viera, Omar; Robledo, Franco.	Trends in Mathematical Economics: Dialogues Between Southern Europe and Latin America	10.1007/978-3-319-32543-9_18

Título	Autor	Publicação	Doi
A Survey on AI Implementation in Finance, (Cyber) Insurance and Financial Controlling	Aleksandrova, Aleksandrina; Ninova, Valentina; Zhelev, Zhelyo.	Risks	10.3390/risks11050091
A systematic review on artificial intelligence models applied to prediction in finance	Hijazi, Otman; Tikito, Kawtar; Ouazzani-Touhami, Khadija.	2023 IEEE 13th Annual Computing and Communication Workshop and Conference	10.1109/CCWC57344.2023.10099222
Advances in Intelligent Decision-Making Technology Support	Tweedale, Jeffrey; Phillips-Wren, Gloria; C.Jain, Lakhmi.	Springer International Publishing Switzerland	10.1007/978-3-319-21209-8_1
Algorithmic Decision-Making Methods for Fair Credit Scoring	Moldovan, Darie.	IEEE Access	10.1109/ACCESS.2023.3286018
An information system for investment advisory process	Amitava, Ghosh; Mahanti, Ambuj.	ISDOC '14: Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication	10.1145/2618168.2618191
An intelligent decision support system for private equity investment	Vroomen, Paul; Desa, Subhas.	FTC 2016 - Proceedings of Future Technologies Conference	10.1109/FTC.2016.7821631
Analysis of Artificial Intelligence based Credit and Savings Associations for Investment decisions financial System	Siva Kumar M.; Venkatachalam, S.	2nd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems	10.1109/ICACRS58579.2023.10404586
Analysing Relationship between Financing Constraints, Entrepreneurship, and Agricultural Company Using AI-Based Decision Support System	Liu, Xiaohu; Li, Han; Li, Hong.	Scientific Programming	10.1155/2022/1634677
Application of Artificial Intelligence on Behavioural Finance	Singh, Gurinder; Garg, Vikas; Tiwari, Pooja.	Springer Nature Switzerland AG 2020	10.1007/978-3-030-34152-7_26

Título	Autor	Publicação	Doi
Applications using hybrid intelligent decision support systems for selection of alternatives under uncertainty and risk	Van Pham, Hai; Tran, Khang Dinh; Kamei, Katsuari.	International Journal of Innovative Computing, Information and Control	
Artificial Intelligence and application in finance	Zhang Mengyuan.	Rights licensed to ACM	10.1145/3377571.3379441
Artificial Intelligence and Behavioural Economics: A Bibliographic Analysis of Research Field.	Zakaria Aoujil, Mohamed Hanine, Emmanuel Soriano Flores, Md Abdu Samad, Imran Ashraf.	IEEE Access	10.1109/ACC ESS.2023.3339778
Artificial intelligence applications in finance: a survey.	Xuemei, Li; Sigov, Alexander; Ratkin, Leonid; A. Ivanov, Leonid; Ling, Li.	Journal of Management Analytics	10.1080/23270012.2023.2244503
Artificial intelligence in behavioural finance for investment decision-making.	Sarin, A.B., Sharma, S.	AI and Emotional Intelligence for Modern Business Management	10.4018/979-8-3693-0418-1.ch013
Can artificial intelligence (AI) manage behavioural biases among financial planners?	Zahid, Hasan; Daicy, Vaz; Vidya, Athota; Sop Sop Maturin, Désiré; Vijay Pereira.	Journal of Global Information Management	10.4018/JGIM .321728
Decision support system for investing in stock market by using OAA-Neural Network	Sabaithip, Boonpeng; Piyasak, Jeatrakul.	Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Computational Intelligence	10.1109/ICAC I.2016.7449794
Decision support system for real-time trading based on on-line learning and parallel computing techniques	Chiao-Ting, Chen; Chih-Yen, Hsiao; Jiun-Yi, Lin; Shih-Jung, Huang; Yang, Chang; Szu-Hao, Huang.	Proceedings - 2016 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data	10.1109/CCB D.2016.038
Decision support systems in crowdfunding: A fuzzy cognitive maps (FCM) approach	Cinta, Borrero-Domínguez; Tomás, Escobar-Rodríguez.	Decision Support Systems	10.1016/j.dss.2023.114000
Development of Artificial Intelligence and Effects on Financial System	Mínzhen Xie.	Journal of Physics: Conference Series	10.1088/1742-6596/1187/3/032084

Título	Autor	Publicação	Doi
Effect of AI on the Financial Sector: Risk Control, Investment Decision-making, and Business Outcome	Maurya, Sudhanshu; Verma, Rohan; Khilnani, Laxmi; Bhakuni, Abhijit Singh; Kumar, Manish; Rakesh, Nitin.	2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization	10.1109/ICRI-TO61523.2024.10522410
Hybrid stock investment strategy decision support system: Integration of data mining, artificial intelligence and decision support	Chai, Chee Yong; Taib, Shakirah Mohd.	Lecture Notes in Electrical Engineering	10.1007/978-90-481-9419-3_37
Intelligent financial decision support system based on big data	Danna, Tong; Guixian, Tian.	Journal of Intelligent Systems	10.1515/jisys-2022-0320
Intelligent Financial Processing Based on Artificial Intelligence-Assisted Decision Support System	Zhao, Xinyu; Saeed, Omer.	Mobile Information Systems	10.1155/2022/6974246
Knowledge patterns in evolutionary decision support systems for financial time series analysis	Lipinski, Piotr.	Lecture Notes in Computer Science	10.1007/978-3-642-01129-0_24
LG-Trader: Stock trading decision support based on feature selection by weighted localized generalization error model	Ng, Wing W.Y.; Liang, Xue-Ling; Li, Jincheng; Yeung, Daniel S.; Chan, Patrick P.K.	Neurocomputing	10.1016/j.neucom.2014.04.066
<i>Machine Learning</i> in Capital Markets: Decision Support System for Outcome Analysis	Rosati, Riccardo; Romeo, Luca; Alfaro Goday, Carlos; Menga, Tullio; Frontoni, Emanuele.	IEEE Access	10.1109/ACCESS.2020.3001455
Navigating the decision-making landscape of AI in risk finance: Techno-accountability unveiled	Issa, Helmi; Dakroub, Roy; Lakkis, Hussein; Jaber, Jad.	Risk Analysis	10.1111/risa.14336
Negation scope detection in sentiment analysis: Decision support for news-driven trading	Pröllochs, Nicolas; Feuerriegel, Stefan; Neumann, Dirk	Decision Support Systems	10.1016/j.dss.2016.05.009
Research on Financial Investment Decision Based on Artificial Intelligence Algorithm	Ren, Jiaping	IEEE Sensors Journal	10.1109/JSEN.2021.3104038
Review of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Finance Using Explainable Artificial Intelligence	Černevičienė, Jurgita; Kabašinskas, Audrius	Frontiers in Artificial Intelligence	10.3389/frai.2022.827584
SAFE Artificial Intelligence in finance	Paolo Giudici; Emanuela Raffinetti.	Finance Research Letters	10.1016/j.frl.2023.104088

Título	Autor	Publicação	Doi
Smart Marketing Investments: A Framework for AI-Based Financial Decision Support	Singh, Mahesh; Rao, Manoj Kumar; Jogi, Surendra S.; Pandey, Manoj B.; Sao, Ajit; Chopde, Mahesh.	International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering	
State of the art of financial decision support systems based on problem, requirement, component and evaluation categories	Alić, Irina; Muntermann, Jan; Gregory, Robert W.	25th Bled eConference - eDependability: Reliable and Trustworthy eStructures, eProcesses, eOperations and eServices for the Future, Proceedings	
The future of finance: Artificial intelligence's influence on behavioural investment decisions	Rao, Amar; Hossain, Mohammad Razib	Leveraging AI and Emotional Intelligence in Contemporary Business Organizations	10.4018/979-8-3693-1902-4.ch010
The informational role of imagery in financial decision making: A new approach	Joshua Ronen; Tavy Ronen; Mi (Jamie) Zhou; Susan E. Gans	Journal of Behavioural and Experimental Finance	10.1016/j.jbef.2023.100851

Anexo II

Nº	Data	Título do artigo
1	1999	<i>A preference disaggregation decision support system for financial classification problems</i>

Síntese:

O artigo apresenta a aplicação de um sistema de suporte à decisão baseado na desagregação de preferências para resolver problemas de classificação financeira. Os autores apresentam um modelo que utiliza técnicas de desagregação de preferência para capturar as preferências dos investidores. O sistema proposto é capaz de lidar com as complexidades envolvidas em decisões financeiras, oferecendo uma abordagem estruturada para classificar entidades de maneira consistente e alinhada com as preferências dos investidores.

Os resultados indicam que o sistema de desagregação de preferências é eficaz em melhorar a precisão das classificações financeiras, tornando-se uma ferramenta útil para analistas e gestores financeiros na tomada de decisão.

2	2003	<i>Artificial intelligence applications in finance: a survey</i>
---	------	--

Síntese:

O artigo apresenta uma revisão abrangente das aplicações da inteligência artificial AI no setor financeiro. O estudo examina como diferentes técnicas de IA, como *machine learning*, *neural networks*⁶ e *natural language processing (NLP)*⁷ estão sendo aplicadas em várias áreas das finanças, incluindo análises de crédito, gestão de risco, negociação automatizada e detecção de fraudes.

Os autores exploram o impacto dessas tecnologias na eficiência operacional e na tomada de decisões financeiras, destacando como a IA tem o potencial de transformar práticas financeiras tradicionais, permitindo uma análise mais rápida e precisa de grandes volumes de dados. O artigo também aborda os desafios associados à adoção da IA, como questões.

3	2009	<i>Knowledge patterns in evolutionary decision support systems for financial time series analysis</i>
---	------	---

Síntese:

O capítulo desenvolvido pelo autor Lipinski, P. explora o uso de padrões de conhecimento em sistemas de suporte à decisão (DSS)⁸, aplicados à análise de séries temporais financeiras. O foco do capítulo é desenvolver e implementar abordagens baseadas em inteligência artificial e otimização de sistemas para melhorar a tomada de decisão financeira.

O autor discute como padrões de conhecimento podem ser extraídos e utilizados dentro de DSS para prever e analisar séries temporais financeiras, como preços de ações e indicadores de mercados. A metodologia

⁶ *neural networks*: é uma rede neural, composta por várias camadas inspirado no funcionamento do cérebro humano (Heaton 2017).

⁷ NLP é a sigla de *natural language processing*. Um campo da IA que se concentra na interação digital com a linguagem humana (Jurafsky & Martin, 2024).

⁸ DSS sigla de *decision support systems*. Designado como sistemas de informação que auxilia na tomada de decisão em um amplo conjunto de áreas

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

abordada inclui o uso de algoritmos genéticos e outras técnicas para otimizar as decisões e prever tendências financeiras.

Os resultados apresentados demonstram que a integração desses padrões em sistemas evolutivos pode levar a decisões mais informadas e eficazes em ambientes de mercado. Concluindo que o uso de padrões de conhecimento em DSS é uma abordagem promissora para a análise financeira.

4	2010	<i>Hybrid Stock Investment Strategy Decision Support System: Integration of Data Mining, Artificial Intelligence and Decision Support</i>
---	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Chai, C.Y. e Taib, S.M. apresenta o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão híbrida para a formulação de estratégias de investimento em ações. O sistema proposto integra técnicas de mineração de dados, inteligência artificial e suporte à decisão para análise de dados financeiros, auxiliando os investidores na tomada de decisão.

O estudo explora técnicas do *machine learning* de forma a aprimorar as previsões de mercado. Os resultados indicam que o sistema híbrido oferece uma vantagem competitiva em comparação com métodos tradicionais de análise de investimentos, melhorando a precisão das previsões e a eficácia das estratégias de investimento. Concluindo que a integração de mineração de dados e a inteligência artificial em sistemas de suporte à decisão tem um potencial significativo para transformar a forma como os investidores abordam o mercado de ações, oferecendo uma ferramenta poderosa para a gestão de investimentos.

5	2012	<i>State of the art of financial decision support systems based on problem, requirement, component and evaluation categories</i>
---	------	--

Síntese:

O artigo oferece uma análise abrangente dos sistemas de suporte à decisão financeira (FDSS) existente, categorizando-os de acordo com problemas abordados, requisitos, principais componentes e métodos de avaliação. O estudo analisa a literatura disponível até 2012 e identifica as principais tendências e lacunas na pesquisa e implementação desses sistemas, concluindo que apesar do progresso significativo na área de FDSS, ainda existe desafios a serem superados, como a integração eficaz de novas tecnologias, a melhoria na personalização das decisões e a necessidade de metodologias de avaliação mais robustas. O estudo sugere que futuras pesquisas devem focar na criação de sistemas mais adaptativos e resilientes, capaz de lidar com a crescente complexidade e volatilidade dos mercados financeiros.

6	2014	<i>LG-Trader: Stock trading decision support based on feature selection by weighted localized generalization error model</i>
---	------	--

Síntese:

O artigo apresenta um sistema de suporte à decisão para negociações em bolsa, o sistema denominado LG-Trader, utiliza um modelo de seleção de características baseado no erro de generalização localizado e

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

ponderado (*weighted localized generalization error model*), com o objetivo de melhorar as decisões de compra e venda de ações.

A pesquisa explora como a seleção adequada de características pode influenciar positivamente a performance dos modelos de *trading*. O modelo proposto LG-Trader, seleciona variáveis que são mais relevantes para a previsão de preços futuros, descartando aquelas que não contribuem significativamente para a tomada de decisão.

Os resultados demonstraram que o LG-Trader supera métodos tradicionais de *trading* em termos de rentabilidade e precisão das previsões. A inclusão do modelo de erro de generalização localizado ponderado como critério de seleção de características demonstrou-se eficaz na melhoria das decisões de *trading*, aumentando a robustez e adaptabilidade do sistema a diferentes cenários de mercado.

O artigo conclui que a abordagem do LG-Trader pode proporcionar uma vantagem competitiva significativa em operações de mercado de ações.

7	2014	<i>Applications using hybrid intelligent decision support systems for selection of alternatives under uncertainty and risk</i>
---	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Van, Pham, H et al. explora o desenvolvimento e a aplicação de sistemas híbridos de suporte à decisão que combinam diferentes técnicas de inteligência artificial para ajudar na escolha de alternativas em situações de incerteza e risco. O estudo aborda a crescente complexidade das decisões em ambientes onde as condições são incertas e os riscos são altos, como os mercados financeiros e as operações de negócios.

Os autores propõem um modelo híbrido que combina *neural networks*, *genetic algorithms* (GA)⁹ e *fuzzy logic*¹⁰ para criar um sistema de suporte à decisão mais robusto e adaptável.

Os resultados mostram que o sistema híbrido são mais funcionais na gestão de incerteza e do risco em comparação com métodos tradicionais concluindo que o sistema apresenta grande potencial de aplicação em várias indústrias onde as decisões críticas dependem de dados complexos e incertos.

8	2014	<i>An Information System for Investment Advisory Process</i>
---	------	--

Síntese:

O artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de informação destinado a apoiar o processo de consultoria de investimentos. O objetivo é melhorar a eficácia e a eficiência dos consultores financeiros na recomendação de carteiras de investimento personalizadas para os clientes.

O sistema proposto utiliza uma combinação de análise de dados, técnicas de *machine learning* e ferramentas de apoio à decisão para processar grande volumes de informações financeiras e oferecer recomendações precisas e personalizadas.

⁹ GA é a sigla de *algoritmos genéticos*, são técnicas de resolução de problemas que imitam o processo de evolução natural;

¹⁰ *Fuzzy logic*, é um método que permite a representação e o raciocínio com incertezas e imprecisões;

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

Os resultados apresentados no artigo mostram que o sistema não só aumenta a precisão das recomendações, mas também melhora a eficiência operacional dos consultores, permitindo-lhe atender mais clientes com mais personalização. Além disso o sistema contribui para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam o sucesso das decisões de investimento, fornecendo insights que podem ser utilizados para melhorar estratégias de consultoria.

Em conclusão o artigo destaca a importância de integrar tecnologias avançadas no processo de consultoria de investimentos demonstrando que sistemas de informação bem projetados podem desempenhar um papel crucial na melhoria da qualidade dos serviços financeiros e no aumento da satisfação dos clientes.

9	2016	<i>Negation scope detection in sentiment analysis: Decision support for news-driven trading</i>
---	------	---

Síntese:

O artigo tem como objetivo desenvolver um sistema de suporte à decisão que utiliza a análise de sentimento de notícias financeiras com impacto negativo para orientar estratégias de negociação.

Os autores utilizam o algoritmo NLP para identificar e interpretar negações em textos e notícias. Foi desenvolvido um sistema que deteta automaticamente o impacto das palavras de negação, evitando assim interpretações incorretas dos sentimentos expressos nas notícias. A presença da negação pode inverter o sentimento de uma frase, o que afeta a análise de sentimentos e consequentemente as decisões de negociação.

O estudo utilizou um conjunto de dados de notícias financeiras para testar a eficácia do sistema proposto. Os resultados demonstraram que a inclusão da detecção da negação melhora significativamente a precisão da análise de sentimentos em comparação com métodos anteriores. Conclui-se que a análise de sentimentos melhora a utilização da informação como suporte de apoio à decisão dos investidores.

10	2016	<i>Machine Learning in Capital Markets: Decision Support System for Outcome Analysis</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Riccardo Rosati et al. explora a aplicação de *machine learning* no desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para análise de resultados no mercado de capitais. O foco principal é utilizar técnicas avançadas de *machine learning* para melhorar a precisão das previsões e a eficácia das estratégias de investimento em um ambiente de mercado complexo e dinâmico.

O sistema proposto incorpora diversos algoritmos de *machine learning*, como *neural networks*, *support vector machines* (SVM)¹¹ e *random forest*¹², para analisar grande volume de dados financeiros e prever resultados de mercado. São analisados dados históricos que permite identificar padrões e tendências fundamentais para prever alterações do mercado futuro.

O sistema foi projetado para fornecer recomendações aos investidores, permitindo uma tomada de decisão informada e baseada em dados. Os resultados do estudo mostram que o sistema proporciona uma análise

¹¹ SVM é a sigla de *support vector machines*, é uma técnica do *Machine Learning* utilizada principalmente para problemas de classificação e regressão;

¹² *Random forest* é um modelo de ML que combina várias árvores de decisão para melhorar a precisão do modelo;

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

precisa dos resultados no mercado, integrando múltiplos algoritmos de *machine learning* melhorando a robustez das previsões.

Conclui-se que o uso de *machine learning* em sistemas de suporte à decisão pode revolucionar a análise de resultados no mercado de capitais, oferecendo aos investidores ferramentas para a tomada de decisão.

11	2016	<i>Decision support system for real-time trading based on on-line learning and parallel computing techniques</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Chiao-Ting Che et al. propõe o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão para negociação em tempo real no mercado financeiro, utilizando técnicas de *on-line learning* e *parallel computing*. O principal objetivo é criar um sistema capaz de processar um grande volume de dados financeiros em tempo real, fornecendo recomendações de negociação rápida e precisas.

O sistema foi implementado utilizando múltiplos algoritmos de previsão e análise de dados de forma a operar num ambiente *parallel computing*.

Os resultados demonstram que o sistema proposto consegue processar dados de mercado em tempo real de forma eficiente, fornecendo recomendações de negociação precisa e oportunas. O uso de *on-line learning* permite que o sistema se ajuste rapidamente às condições de mercado em constante mudança, enquanto o *parallel computing* melhora significativamente a velocidade do processamento. O estudo conclui que esta abordagem é eficaz para um sistema de suporte à decisão em *trading* de tempo real, oferecendo uma solução robusta de precisão rápida e confiável em tempo real.

12	2016	<i>Decision support system for investing in stock market by using OAA-Neural Network</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo propõe um sistema de suporte à decisão para investimentos no mercado de ações utilizando uma rede neural OAA (*One Against All*)¹³. O objetivo principal é desenvolver um modelo que possa prever os movimentos do mercado de ações e auxiliar os investidores na tomada de decisões mais informadas e eficazes. O modelo IAA-Neural Network desenvolvido no artigo, descreve a implementação de uma rede neural baseada na técnica OAA, que é uma forma de classificar várias classes. O modelo é definido para classificar ações em diferentes categorias ajudando a prever se o valor das ações vai subir ou descer.

Os resultados mostram que o sistema de suporte à decisão baseado na rede neural OAA pode prever com precisão os movimentos do mercado de ações. O modelo demonstra um bom desempenho na classificação das ações em diferentes categorias e na previsão de tendências de mercado. O estudo recomenda a aplicação do modelo em ambientes de mercado reais e sugere que futuras pesquisas explorem a integração de outras técnicas de IA para aprimorar ainda mais as previsões.

13	2016	<i>Artificial Intelligence and Behavioral Economics: A Bibliographic Analysis of Research Field</i>
----	------	---

¹³ *One Against All* é uma técnica comum usada em modelos de ML quando se pretende distinguir entre mais de duas classes.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

Síntese:

O artigo apresenta uma análise bibliométrica abrangente sobre a ligação entre a Inteligência Artificial e a Economia comportamental. O objetivo principal é estruturar a revisão da literatura existente para compreender como a IA está sendo aplicada na análise de comportamentos econômicos e a influenciar a tomada de decisão financeira. A pesquisa explora como essas duas áreas se cruzam e como a IA pode influenciar a compreensão e a alteração do comportamento da economia.

A análise revela que a combinação da IA com economia comportamental está crescendo rapidamente, com um aumento significativo na produção de pesquisas e na diversidade de métodos aplicados. Os métodos de IA, como algoritmos de *machine learning* e *neural networks*, estão sendo usados para modelar e prever comportamentos econômicos e decisões financeiras com maior precisão. Concluindo que a integração da IA com a economia comportamental tem potencial de transformar a maneira como as decisões financeiras e os comportamentos econômicos são compreendidos e modelados. O artigo recomenda para trabalhos futuros a aplicação de modelos de AI em cenários reais.

14	2016	<i>An intelligent decision support system for private equity investment</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Paul Vroomen, propões um sistema de suporte à decisão inteligente especificamente voltado para investimentos em IA. O objetivo é desenvolver um sistema que utilize técnicas avançadas para melhorar a precisão e a eficiência na tomada de decisões de investimento em *private equity*, que é conhecida por uma complexidade e pela falta de dados estruturados.

Os resultados do artigo demonstraram que o sistema é eficaz na identificação de oportunidades de investimento de alta qualidade. A combinação de técnicas de *machine learning* possibilitou a análise de grande volume de dados e a extração de *insights* valiosos, melhorando a tomada de decisões em comparação com os métodos tradicionais. O sistema mostrou uma alta taxa de sucesso na previsão do desempenho futuro em empresa de *private equity*.

O artigo conclui que um sistema de suporte à decisão baseado em técnicas de *machine learning* pode significativamente melhorar o processo de avaliação e seleção de investimentos em *private equity*.

15	2016	<i>Advances in Intelligent Decision-Making Technology Support</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo explora o impacto da inteligência artificial no setor financeiro, com foco tanto nas teorias subjacentes quanto nas suas aplicações práticas. O estudo analisa como a IA incluindo técnicas como *Machine Learning*, *neural networks* e *natural language processing algorithms*, está transformando as práticas financeiras tradicionais

O artigo procura clarificar como as tecnologias da IA estão sendo integradas no setor financeiro e quais são os efeitos dessa integração na tomada de decisões, gestão de riscos e estratégias de investimento. O objetivo é examinar o papel da IA em melhorar a eficiência, precisão e previsão dos processos financeiros.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

Os resultados deste estudo demonstram que as tecnologias de IA permitem uma análise mais profunda e precisa com grande volume de dados financeiros, levando a melhores decisões e a uma gestão de riscos mais eficaz.

O artigo conclui que a aplicação da IA no setor financeiro está em expansão. As tecnologias da IA tem o potencial de transformar a forma como as instituições financeiras operam, mas é essencial continuar a desenvolver e refinar estratégias para maximizar os benefícios e minimizar os riscos.

16	2016	<i>A Q-learning approach for investment decisions</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Varela Matín et al. explora a aplicação da técnica Q-learning no processo de tomada de decisão de investimentos. O objetivo principal do estudo é desenvolver uma estratégia de investimento que possa ajustar dinamicamente uma carteira de ações, procurando maximizar os retornos esperados e minimizar os riscos, aproveitando as mudanças nas condições de mercado.

Os resultados do estudo demonstram que o *Q-learning* é capaz de capturar eficazmente as dinâmicas do mercado e desenvolver estratégias de investimento que superam métodos tradicionais, como as estratégias baseadas em média móvel ou *relative strength index* (RSI)¹⁴. As estratégias geradas pelo *Q-learning* mostraram um melhor equilíbrio entre risco e retorno, adaptando-se mais rapidamente às mudanças nas condições de mercado.

O artigo conclui que a capacidade do *Q-learning* de aprender e adaptar-se ao mercado proporciona uma vantagem significativa, permitindo que os investidores tomem decisões mais informadas e precisas melhorando o desempenho da carteira.

17	2018	<i>A hybrid financial trading support system using multi-category classifiers and random forest</i>
----	------	---

Síntese:

O estudo desenvolvido por Manoj Thakur e Deepak Kumar, apresenta um sistema de suporte à decisão para a negociação no mercado *Forest*, utilizando uma abordagem híbrida. A pesquisa foca em como diferentes técnicas do *machine learning* podem ser integradas para análise de dados históricos de mercado identificando padrões e prevendo movimentos futuros de preços.

É utilizada uma metodologia que envolve a combinação de múltiplos classificadores como *Support Vector Machines* (SVM), *Naive Bayes* e *K-Nearest Neighbors* (KNN), com o algoritmo *Random Forest*, utilizando dados históricos.

Os resultados experimentais indicam que o sistema híbrido proposto supera os métodos tradicionais em termos de precisão e consistência nas previsões de mercado. O uso combinado de classificadores com o *Random Forest* mostrou-se eficaz para lidar com a complexidade e volatilidade dos mercados.

Os autores concluem que a abordagem híbrida oferece um suporte valioso para investidores, ajudando a identificar oportunidades de negociação e a mitigar riscos associados a decisões financeiras.

¹⁴ RSI é a sigla de *relative strength index*, um indicador técnico utilizado na análise de mercados financeiros;

Nº	Data	Título do artigo
18	2019	<i>Development of Artificial Intelligence and Effects on Financial System</i>

Síntese:

O artigo desenvolvido por Minzhen Xie, explora o impacto da inteligência artificial no sistema financeiro, destacando como avanços em *Machine Learning*, e algoritmos tem transformado práticas financeiras, desde a análise de risco até a gestão de investimentos. A IA está revolucionando a análise de dados, a previsão de mercado e a otimização de processos, melhorando a eficiência e a precisão das decisões financeiras. No entanto, também são abordados os desafios, como a necessidade de garantir transparência dos algoritmos e proteção contra falhas de sistema.

O estudo conclui que a IA está promovendo uma revolução no sistema financeiro oferecendo novas oportunidades para inovação e crescimento. No entanto, enfatiza a necessidade de implementação de um regulamento e melhoria ética para maximizar os benefícios e mitigar os riscos associados ao uso da IA.

19	2020	<i>Artificial Intelligence and Application in Finance</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Mengyuan Zhang, analisa o impacto que a aplicação da inteligência artificial tem no setor financeiro, destacando como a IA está a transformar diferentes aspetos das finanças, desde a otimização dos processos até a análise de grandes volumes de dados para melhorar a tomada de decisão.

O estudo aborda as tecnologias de IA mais utilizadas no setor financeiro, como *machine learning*, *neural networks*, *Natural language processing* (NLP) e *Data mining algorithms*, estas tecnologias são aplicadas a áreas como previsão de mercados, gestão de risco e deteção de fraudes.

Um dos principais focos do artigo é como a IA está revolucionando a análise de dados financeiros, com o processamento de grande quantidade de dados em tempo real, proporcionando a tomada de decisão mais informada.

O artigo também discute os desafios e as limitações da implementação da IA no setor financeiro, como questões relacionadas com a segurança, privacidade dos dados e a necessidade de regulamentação adequada para evitar o uso indevido da tecnologia.

Em conclusão o artigo apresenta o papel fundamental da IA na modernização do setor financeiro, trazendo benefícios significativos em termos de eficiência e precisão, no entanto também são abordados os desafios éticos e regulamentares na utilização das ferramentas de IA.

20	2020	<i>Application of Artificial Intelligence on Behavioral Finance</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Gurinder Singh et al. aborda a interseção entre a inteligência artificial e finanças comportamentais, um campo que analisa como os fatores psicológicos influenciam as decisões financeiras dos investidores. A pesquisa discute como a IA pode ser utilizada para melhorar a compreensão e previsão dos comportamentos dos investidores, especialmente na identificação de vieses cognitivos e emocionais que afetam as decisões financeiras.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

São abordadas diferentes técnicas de IA, como o *machine learning*, e *neural networks*, para analisar grande volume de dados financeiros e comportamentais. Estas ferramentas são apresentadas como formas eficazes de identificar padrões e anomalias nos mercados que podem levar a comportamentos irracionais dos investidores. Os resultados indicam que a IA pode melhorar significativamente a precisão das previsões de mercado, ajustando modelos financeiros que terão impacto em fatores comportamentais, que por modelos tradicionais poderão não serão abordados. O artigo sugere que a combinação da IA com as finanças comportamentais pode levar a uma nova era de estratégias de investimento, mais adaptativas e robustas, concluindo que o uso da IA em finanças comportamentais tem o potencial de não apenas melhorar a precisão das decisões de investimento, mas também de proporcionar uma compreensão mais profunda dos mecanismos que impulsionam o comportamento dos investidores, resultando em um mercado financeiro mais eficiente e previsível.

21	2020	<i>A comprehensive review of artificial intelligence techniques in financial market</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Berradi, Z. et al. apresenta uma análise abrangente das técnicas e inteligência artificial aplicadas ao mercado financeiro. O estudo explora como diferentes métodos de IA, incluindo *machine learning*, *neural networks* e algoritmos genéticos, têm sido utilizados para resolver uma variedade de problemas financeiros, como previsão de preços de ativos, análise de riscos, detecção de fraude e otimização de portfólios.

O artigo destaca a crescente importância da IA no setor financeiro, especialmente em função da sua capacidade de processar grandes volumes de dados e de identificar padrões complexos que escapam à análise tradicional. Ele também discute as vantagens e limitações de várias técnicas de IA, enfatizando a necessidade de modelos que sejam tanto precisos quanto interpretáveis.

A revisão sugere que, apesar dos avanços significativos, ainda há desafios a serem superados, como a necessidade de melhorar a explicação dos modelos de IA e de integrar melhor esses sistemas com as práticas tradicionais de finanças. O artigo conclui que a IA continuará a transformar o setor financeiro, mas que seu uso eficaz dependerá do desenvolvimento contínuo de técnicas que equilibram o desempenho, interpretação e robustez.

22	2021	<i>Research on Financial Investment Decision Based on Artificial Intelligence Algorithm</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Jiaping Ren, explora como algoritmos de inteligência artificial podem ser aplicados para melhorar a tomada de decisão de investimento financeiro. O estudo investiga diversas técnicas de IA, como o *machine learning* e *neural networks*, para analisar grande volume de dados financeiros, identificar padrões e prever tendências do mercado. A pesquisa enfatiza a capacidade dessas tecnologias de processar informações complexas com rapidez e precisão, oferecendo suporte a investidores na tomada de decisão mais informada e estratégica.

Os resultados indicam que a aplicação de IA em decisões de investimento pode não apenas aumentar a precisão das previsões, mas também ajudar a mitigar riscos, ao fornecer análises em tempo real e recomendações baseadas em dados históricos. O artigo também discute os desafios e as limitações do uso da IA, como a

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

necessidade de dados de alta qualidade e a complexidade dos modelos, além de abordar a importância da transparência para garantir a confiança dos usuários.

Em conclusão, o estudo sugere que a integração de algoritmos de IA nas decisões de investimento financeiro representa um avanço significativo na forma como os investidores abordam o mercado, permitindo decisões mais precisas e eficientes, no entanto refere a importância de continuar a aprofundar este tema.

23	2022	<i>Review of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Finance Using Explainable Artificial Intelligence</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Černevičienė, J. e Kabašinskas, A. oferece uma análise abrangente das metodologias de tomada de decisão multicritério no setor financeiro, com foco na integração da inteligência artificial explicável (XAI)¹⁵. O artigo explora como diferentes métodos de decisão multicritério são aplicados na área financeira e como a XAI pode melhorar a transparência e a interpretação desses métodos. A XAI é importante para tornar os modelos de IA mais compreensíveis para os humanos, especialmente em contextos financeiros onde decisões complexas e de alto impacto são comuns.

Os principais resultados indicam que a integração de XAI com métodos multicritérios pode aumentar a confiança nas decisões financeiras automatizadas e facilitar a adoção dessas tecnologias, melhorando significativamente a qualidade e transparência das decisões financeiras. O artigo aponta para os benefícios e desafios dessa integração, como a necessidade de equilibrar a precisão do modelo com a clareza.

24	2022	<i>Intelligent Financial Processing Based on Artificial Intelligence-Assisted Decision Support System</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Zhao, X. e Saeed, O. explora a aplicação de sistemas de apoio à decisão assistido por Inteligência artificial na área financeira. O estudo examina como a IA pode aprimorar a precisão, eficiência e eficácia das decisões financeiras, oferecendo uma visão detalhada das tecnologias e métodos envolvidos.

O sistema proposto integra várias técnicas de IA, incluindo *machine learning* e análise de dados, para fornecer suporte decisório em áreas como avaliação de crédito, previsão de mercado e gestão de riscos. A pesquisa demonstra que a IA pode processar grande volume de dados financeiros com alta velocidade e precisão, identificando padrões e tendências que são difíceis de discernir por métodos tradicionais.

O artigo destaca a importância da integração da IA no processamento financeiro para melhorar a tomada de decisões e reduzir erros humanos. Além disso, discute os desafios associados, como a necessidade de garantir a transparência e a interpretação dos modelos de IA, além de considerar as implicações éticas e regulatórias.

25	2022	<i>Intelligent financial decision support system based on big data</i>
----	------	--

Síntese:

¹⁵ XAI é a sigla de *Explainable artificial intelligence*. Consiste numa técnica que pretende tornar os sistemas de IA mais transparentes e compreensíveis para os humanos.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

O trabalho realizado por Tong Danna e Tian Guixian investiga como a integração do *big date* pode aprimorar a análise e a tomada de decisões financeiras em empresas. Utilizando tecnologias de *web crawler* e ETL¹⁶, o sistema recolhe e manipula dados financeiros em tempo real, melhorando a precisão das decisões. O artigo examina o impacto do *big date* na análise financeira, visando aumentar a eficiência e a precisão das decisões financeiras.

O sistema foi testado com o Grupo J, analisando dados antes e depois da implementação. Os resultados mostram melhorias significativas na eficiência da análise financeira, destacando o aumento da quantidade de relatórios mensais e a redução no tempo de processamento. O sistema contribui para uma gestão financeira mais eficaz e decisões mais informadas.

De forma a combater o problema atual da análise financeira e tomada de decisões na maioria das empresas, que ainda dependem fortemente dos recursos humanos para a interpretação de dados, a adoção do sistema inteligente de apoio à decisão financeira e numa diminuição do tempo necessário para a análise desses relatórios. Esta inovação constrói um sistema de apoio à decisão mais robusto e eficiente. O artigo sugere a melhoria contínua do sistema de suporte à decisão financeira inteligente, com foco na integração de tecnologias mais avançadas de *big date* e inteligência artificial.

26	2022	<i>Analyzing Relationship between financing constraints, entrepreneurship, and agricultural company using AI-Based Decision Support System</i>
----	------	--

Síntese:

O trabalho desenvolvido por Xiao Hu Liu et al. investiga como os sistemas inteligentes de apoio à decisão, especificamente o Sistema Inteligente de Apoio à Decisão suportado por IA (AIIDSS)¹⁷, podem influenciar a relação entre as restrições de financiamento, o empreendedorismo e o desempenho das empresas agrícolas. O estudo desenvolve um índice de empreendedorismo com base em cinco aspetos: inovação, competitividade, acumulação de capital humano, capacidade de gestão e espírito aventureiro. A metodologia inclui a construção do índice de *Kaplan-Zingales (KZ)* para avaliar restrições de financiamento e um estudo empírico para analisar o impacto do empreendedorismo no crescimento das empresas agrícolas.

Os resultados indicam que o empreendedorismo pode promover significativamente o crescimento das empresas agrícolas, ajudando a mitigar as dificuldades associadas às restrições financeiras. Além disso o estudo sublinha a importância do apoio à decisão no financiamento para alocar eficientemente recursos limitados. As descobertas podem ser integradas em sistemas de decisão baseados em IA para aprimorar a tomada de decisões e enfrentar desafios financeiros de forma mais eficaz contribuindo para o crescimento das empresas.

27	2022	<i>A Comparative Analysis of Business Machine Learning in Making Effective Financial Decisions Using Structural Equation Model (SEM)</i>
----	------	--

Síntese:

¹⁶ ETL é a sigla de *Extract, Transform, Load*. Esta tecnologia garante a precisão dos dados em tempo útil.

¹⁷ AIIDSS é a sigla de (AI-assisted Intelligent Decision Support System) Sistema Inteligente de Apoio à Decisão suportado por Inteligência Artificial

O artigo desenvolvido por A.V.L.N.Sujith et al, explora o papel da *machine learning* na otimização da tomada de decisão financeira nas organizações. Com o crescimento do volume de dados, os líderes empresariais enfrentam o desafio de armazenar, analisar e interpretar informações de maneira eficaz para obter vantagens competitivas. O *machine learning*, como um subconjunto de inteligência artificial, tem se mostrado fundamental ao automatizar processos de análise de dados, permitindo uma tomada de decisão mais eficiente com mínimo de intervenção humana.

O estudo utiliza uma abordagem empírica para avaliar a aplicação do ML na tomada de decisões financeiras. Os dados foram recolhidos de funcionários, gerentes líderes empresariais de diversos setores para compreender como as técnicas de ML influenciam as decisões financeiras. A pesquisa examina como algoritmos de ML são utilizados para analisar grandes volumes de dados, identificar padrões e gerar insights valiosos que apoiam a tomada de decisão em áreas como finanças.

Este estudo conclui que *machine learning* é reconhecido como uma tecnologia essencial que melhora a eficiência da tomada de decisões financeiras. O ML permite a análise de grandes conjuntos de dados e a automação de processos, resultando em decisões mais rápidas e precisas com mínima intervenção humana. Além disso, as tecnologias de ML ajudam na gestão de riscos e na gestão eficiente do fluxo de caixa, fornecendo uma base sólida para decisões financeiras estratégicas. Algoritmos de ML também melhoram a interação com clientes ao responder a perguntas e gerar insights que aprimoram a experiência do cliente e a eficiência operacional. A implementação de métodos de ML não apenas reduz custos e otimiza a produtividade, mas também apoia a gestão de riscos e a tomada de decisões financeiras informadas, fornecendo relatórios personalizados e informações claras que auxiliam a gestão em todos os níveis a tomar decisões organizadas e bem fundamentadas.

Síntese:

O artigo desenvolvido por Joshua Ronen et al. analisa a interseção entre finanças comportamentais e desempenho financeiro, investigando como fatores comportamentais influenciam as decisões financeiras das empresas. O estudo desenvolve uma abordagem inovadora para identificar características de imagens e suas combinações que são associadas a decisões de investimento. A pesquisa propõe novas metodologias para quantificar essas características e introduz uma medida baseada no *machine learning* denominada *additivity*. Esta métrica avalia o grau em que as imagens transmitem informações adicionais além do conteúdo textual estando significativamente associada ao financiamento, superando outras características de imagem.

O estudo utiliza um conjunto de técnicas avançadas, incluindo *machine learning*, para quantificar a informação das imagens e avaliar o seu impacto nas decisões financeiras. Modelos econométricos são utilizados para analisar a relação entre fatores comportamentais e desempenho financeiro. A pesquisa é baseada em dados financeiros de empresas recolhidos ao longo de um período específico, combinados com medidas de fatores comportamentais obtidos através de questionários e indicadores de mercado. A pandemia de COVID-19 é utilizada como um choque exógeno para investigar o impacto causal das características das

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

imagens. A análise é realizada através de uma metodologia de *difference-in-difference*, que permite isolar o efeito das mudanças nas características das imagens sobre as decisões de investimento durante a pandemia.

Os resultados mostram que as características visuais das imagens, especialmente quando quantificadas pela medida de *additivity*, têm um impacto significativo nas decisões financeiras. As imagens que conseguem transmitir informações além do texto associado aumentam as chances de obter financiamento. Os resultados apresentam também que fatores comportamentais, como excesso de confiança e aversão à perda, têm um impacto significativo nas decisões financeiras das empresas, influenciando negativamente o desempenho financeiro em certos contextos. O estudo vai além das pesquisas existentes sobre a influência das imagens, fornecendo novas evidências sobre como a expressividade visual pode influenciar decisões financeiras em tempos de incerteza como durante a pandemia de covid-19.

29	2023	<i>SAFE Artificial Intelligence in finance</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Paolo Giudici et al. explora a crescente aplicação de tecnologia *FinTech* impulsionada por modelos de *machine learning* em diversas áreas das finanças, incluindo pagamentos, gestão de ativos e criptomoedas. Embora estes modelos alcancem alta precisão frequentemente apresentam deficiência em termos de transparência e explicabilidade. O estudo tem como objetivo desenvolver métodos para avaliar e monitorar a confiabilidade das aplicações de IA no setor financeiro, em resposta às crescentes exigências regulatória sobre o nível de transparência das tecnologias.

Os autores propõem um conjunto de métodos estatísticos, baseados na ferramenta Lorenz Zonoid. Esses métodos visam a avaliar e monitorar a confiança em aplicações de IA ao longo do tempo, abordando aspectos como sustentabilidade (robustez em relação a dados enómanos), precisão (acurácia preditiva), justiça (viés preditivo entre diferentes grupos populacionais) e explicabilidade (entendimento e supervisão humana). O método é aplicado a um conjunto de dados de preços financeiros para assegurar a reprodutibilidade e praticidade da proposta.

Este estudo contribui significativamente ao oferecer uma estrutura para a avaliação da confiança em modelos IA aplicados nas finanças. Ele demonstra como as métricas propostas podem ser utilizadas para garantir que as aplicações de IA no setor financeiro sejam confiáveis e estejam em conformidade com as exigências regulatórias emergentes, oferecendo uma base sólida para avaliação contínua dessas tecnologias.

30	2023	<i>Decision support systems in crowdfunding: A fuzzy cognitive maps (FCM) approach</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Cinta Borrero-Domínguez et al. investiga o uso do crowdfunding como uma alternativa ao financiamento bancário e propõe diretrizes para um DSS baseados em Mapas Cognitivos Fuzzy (FCM)¹⁸ para auxiliar nesse processo. O crowdfunding, uma fonte crescente de financiamento alternativo que liga investidores a projetos por meio de plataformas virtuais, ganhou destaque significativo em 2021,

¹⁸ FCM é a sigla de *Fuzzy Cognitive Maps*. É uma ferramenta de modelagem e análise utilizada para representar sistemas complexos e dinâmicos.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

movimentando quase 220 milhões de euros em Espanha. Reconhecendo a necessidade de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão nesse contexto, o estudo está estruturado em três fases principais: construção dos Mapas Cognitivos Fuzzy, a criação de cenários baseados em FCM para simulação e análise, e a definição das diretrizes dos DSS para crowdfunding.

A pesquisa identifica os fatores críticos para o sucesso dos projetos de crowdfunding e explora como esses fatores interagem, oferecendo insights valiosos para promotores financiadores e gestores. A contribuição significativa do estudo reside na identificação desses fatores chave e na oferta de uma estrutura de DSS que apoia a tomada de decisão informadas e eficazes no crowdfunding, utiliza a abordagem FCM para estruturar os fatores de sucesso. Além disso, o artigo preenche uma lacuna na literatura ao demonstrar a aplicação de DSS na área de crowdfunding, reforçando o papel dos FCMs como ferramentas úteis para a gestão e análise de projetos.

31	2023	<i>Can Artificial Intelligence (AI) Manage behavioural biases among financial planners?</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Zahid Hasan et al. pretende analisar a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento dos vieses comportamentais no processo de tomada de decisão financeira. Tradicionalmente, as teorias econômicas assumem que os indivíduos tomam decisões financeiras de forma racional, mas pesquisas em finanças comportamentais e neuroeconômicas mostram que os indivíduos são suscetíveis a diversos vieses como o viés de confirmação e o viés retrospectivo, que podem comprometer a qualidade das suas decisões.

A metodologia do estudo envolve a análise da literatura existente para identificar como os vieses cognitivos e emocionais afetam as decisões financeiras. O estudo propõe a utilização de técnicas de *deep learning* e *reinforcement learning* dentro da IA para mitigar esses vieses. Especificamente, sugere-se o uso de um modelo conceitual baseado em *deep reinforcement learning* para superar os vieses de confirmação e retrospectivo. Esses métodos de IA podem ajudar a desviar a influência de informação passada e melhorar a tomada de decisões financeiras.

A pesquisa confirma que as técnicas de IA podem ser eficazes na gestão desses vieses. As camadas não sobrepostas no modelo de retropropagação¹⁹ e a capacidade de otimização do *reinforcement learning* permite que as decisões sejam baseadas em informações mais objetivas e menos afetadas por vieses passados.

Em conclusão, o artigo destaca a importância de incorporar a IA na prática do planejamento financeiro para superar os vieses cognitivos, sugerindo que os gestores financeiros adotem esta técnica para melhorar a precisão e eficácia das suas decisões de investimento.

¹⁹ Retropropagação é um algoritmo de *supervised learning* usado para treinar *neural networks* artificiais, de forma a minimizar o erro entre previsão e valores reais.

Nº	Data	Título do artigo
32	2023	<i>Artificial intelligence in behavioral finance for investment decision-making</i>

Síntese:

O artigo desenvolvido por Asheety Bhatia Sari et al. explora a integração da inteligência artificial com as finanças comportamentais, com o objetivo de examinar como a IA pode ser usada para melhorar a tomada de decisão de investimento, levando em consideração os aspectos comportamentais dos investidores. Procura perceber como a IA pode ajudar a mitigar os erros e vieses comportamentais que frequentemente influenciam negativamente as decisões financeiras.

O trabalho discute os desafios associados ao uso da IA em finanças comportamentais como a necessidade de dados de alta qualidade, os vieses que podem estar presentes nos próprios algoritmos de IA e as questões éticas envolvidas na utilização da IA para decisões de investimento.

Em resumo o artigo defende que o uso da IA deve ser equilibrada, com supervisão e julgamento humano. O estudo foca em avaliar tanto os benefícios quando os desafios da aplicação da IA na área das finanças comportamentais, com o intuito de ajudar investidores a tomar decisões mais informadas e menos influenciadas por vieses emocionais e cognitivos.

33	2023	<i>Analysis of Artificial Intelligence based Credit and Savings Associations for Investment decisions financial System</i>
----	------	--

Síntese:

O estudo desenvolvido por M. Silva Kumar et al. analisa a eficácia de duas modificações na associação ROSCA²⁰ para melhorar a resiliência comunitária utilizando ferramentas digitais e modelagem de sistemas dinâmicos. As ROSCAS são mecanismos informais que ajudam membros de uma comunidade a poupar e aceder a créditos de forma colaborativa. No entanto, um problema comum é o risco de membros desistirem da associação sem cumprir com as suas obrigações financeiras, o que pode prejudicar a confiança e a estabilidade da comunidade.

A primeira modificação proposta no estudo é reservar uma parte das contribuições de cada membro para mitigar o impacto de desistências. O estudo investiga como essa estratégia afeta o bem-estar financeiro dos participantes e a confiança entre eles. Além disso, sugere que a participação em múltiplas associações com menos membros pode reduzir o tempo necessário para obter retornos e minimizar perdas financeiras de correntes de comportamentos desonestos.

A pesquisa também explora o comportamento de risco dos membros e propõe o uso da inteligência artificial como uma ferramenta eficaz para entender e modelar esses comportamentos, utilizando um modelo de tomada de decisão específico e conceitos de finanças comportamental.

Em conclusão é destacada a importância de explorar a coexistência de várias técnicas de cooperação financeira informal dentro de uma mesma comunidade, e a possibilidade de algumas dessas técnicas evoluírem para métodos financeiros oficiais. O artigo também enfatiza o papel crescente de IA no setor bancário, como uma

²⁰ ROSCA é a sigla de *Rotating Saving and Credit Association*. Consiste num sistema informal de poupança e crédito onde um grupo de pessoas contribui com uma quantia fixa de dinheiro periodicamente, e em cada período um dos membros recebe o valor total.

Nº	Data	Título do artigo
		ferramenta vital para avaliar a solvência de crédito, prever as necessidades dos clientes e promover a responsabilidade e a justiça nas operações bancárias.

34	2023	<i>Algorithmic Decision-Making Methods for Fair Credit Scoring</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo desenvolvido por Darie Moldovan, explora a eficácia da *machine learning* na avaliação da solvência dos candidatos a empréstimos tem sido demonstrada há muito tempo. Embora a utilização do *machine learning* na avaliação de crédito seja amplamente eficaz, existe a preocupação de que o uso de processos como tomada de decisão automatizados possam resultar em tratamento desigual em grupos de indivíduos, levando potencialmente a resultados discriminatórios. Este artigo procura abordar esta questão avaliando a eficácia de 12 métodos de mitigação de viés liderados em 5 métricas diferentes, assim como avaliando a sua precisão e rentabilidade para instituições financeiras.

Através da análise alguns métodos observaram-se que *Learning Fair representations* e o *Disparate Impact Remover*, resultam frequentemente em perdas significativas de precisão e rentabilidade. Os resultados dos métodos variam de acordo com a qualidade e o equilíbrio dos dados utilizados. Isso demonstra que nenhum método de mitigação é universalmente superior a todos os outros.

Os resultados do estudo revelam que nenhum dos métodos avaliados conseguiu responder a todos os critérios em simultâneo enquanto mantinha alta precisão e rentabilidade. A pesquisa sugere que para mitigar preconceitos é necessário efetivamente uma combinação de métodos, adaptando às circunstâncias específicas. Os resultados destacam a importância de experimentar com diferentes métodos soluções apropriadas para contextos específicos.

35	2023	<i>A Survey on AI Implementation in Finance, (Cyber) Insurance and Financial Controlling</i>
----	------	--

Síntese:

O artigo apresenta uma visão abrangente sobre a implementação da Inteligência artificial nos setores financeiros, de seguros e de controlo financeiro. O estudo examina como a IA está sendo aplicada para transformar práticas e processos nessas áreas, destacando tanto as inovações quanto os desafios associados.

A metodologia utilizada inclui uma revisão sistemática da literatura atual, além da análise de tendências emergentes e casos de uso práticos. O artigo categoriza as aplicações de IA em finanças, como avaliação de créditos, gestão de riscos e otimização de portfólios, com principal foco em análise de riscos cibernéticos. No campo do controle financeiro a artigo explora o uso da IA para melhorar a precisão de previsão financeira e otimização os processos de auditoria.

As descobertas principais indicam que a implementação da IA oferece benefícios significativos, incluindo melhorias na eficiência operacional, precisão analítica e personalização de serviços. No entanto o estudo também identifica vários desafios, como a necessidade de grande volume de dados e a complexidade de integração de IA com sistemas de processos existentes.

É de destacar que embora a IA possa melhorar significativamente a gestão de risco e a tomada de decisões financeiras, a adoção efetivamente requer uma abordagem cuidadosa para superar as barreiras técnicas e

Nº	Data	Título do artigo
		éticas. O estudo sugere que as organizações devem continuar a investir em pesquisa e desenvolvimento para explorar novas aplicações e resolver questões emergentes relacionadas à IA. Em conclusão, o artigo enfatiza que, apesar do potencial transformador da IA na área das finanças é importante que as empresas abordem os desafios associados e desenvolvam estratégias eficazes para implementar essas tecnologias de maneira segura e ética.
36	2023	<i>A Missing Piece in the Puzzle: Considering the Role of Task Complexity in Human-AI Decision Making</i>

Síntese:

O trabalho investiga como a complexidade das tarefas afeta a colaboração entre humanos e sistemas de inteligência artificial na tomada de decisões, destacando que muitos estudos sobre interação de IA e humanos não considera adequadamente o impacto da complexidade das tarefas, o que pode influenciar significativamente a eficácia dos resultados.

Utilizando uma série de experiências os autores analisam como diferentes níveis de complexidade nas tarefas afetam a forma como humanos e IA trabalham juntos. O estudo analisa se a complexidade das tarefas modifica a maneira como as decisões são compartilhadas e integradas entre humanos e IA, e se o desempenho varia consoante a complexidade da tarefa.

Os resultados mostram que as complexidades das tarefas desempenham um papel crucial na eficácia das colaborações entre humanos e IA. Enquanto em tarefas menos complexas a IA pode complementar eficientemente a tomada de decisão humana, em tarefas mais complexas surgem dificuldades na integração dos insights da IA com o julgamento humano. O estudo conclui que a melhor compreensão da complexidade das tarefas pode levar ao desenvolvimento de sistemas de IA mais eficazes e integrados aos processos de decisão humana, contribuindo para decisões mais precisas e abrindo novas possibilidades para colaboração entre humanos e IA.

37	2023	<i>A hybrid neuro-experimental decision support system to classify overconfidence and performance in a simulated bubble using a passive BCI</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Filip-Mihai Toma, apresenta um sistema híbrido de suporte à decisão que combina métodos neuro-experimentais para classificar o excesso de confiança e o desempenho em cenários simulado de euforia económica, utilizando a tecnologia BCI²¹. O objetivo é explorar como excesso de confiança pode afetar o comportamento dos investidores e a formação de distorção de preço no mercado.

O sistema integra dados neurofisiológicos, obtidos através de uma BCI, com informações comportamentais para classificar os níveis de excesso de confiança dos participantes. A pesquisa utiliza cenários simulados de negociação para realizar essa análise.

²¹ BCI é a sigla de *Brain-computer interface*. Trata-se de uma tecnologia que permite a comunicação direta entre o cérebro de uma pessoa e um dispositivo externo como um computador.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

Os resultados indicam que o sistema pode distinguir efetivamente entre diferentes níveis de confiança e que o excesso de confiança está associado a um maior risco de distorção de preços e ao desempenho inferior dos investidores. A pesquisa contribui para a compreensão dos mecanismos neuropsicológicos subjacentes ao comportamento financeiro e sugere que sistemas de suporte à decisão que integram dados neurofisiológicos podem ser úteis na identificação e mitigação de comportamentos excessivamente confiantes no mercado financeiro.

Este trabalho representa um avanço na aplicação de BCI no campo das finanças comportamentais, oferecendo uma nova abordagem para compreender e prever comportamentos financeiros críticos.

38	2023	<i>A bibliometric and systematic review analysis of adopting decision intelligence analytics for rational decision-making</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Annu et al. realiza uma análise bibliométrica e uma revisão sistemática sobre a adoção de *decision intelligence analytics* (DIA)²² para a tomada de decisões racionais. O estudo examina a evolução, as tendências e os principais temas da pesquisa em DIA, fornecendo uma visão abrangente das contribuições acadêmicas nesta área emergente.

O artigo identifica os principais estudos, autores, instituições e espaço temporal que têm influenciado o campo, além de mapear as redes de colaboração entre pesquisadores. A análise bibliométrica revela que o interesse por DIA tem crescido substancialmente, destacando sua relevância para melhorar a qualidade das decisões em ambientes complexos e incertos.

A revisão sistemática aborda como o DIA é aplicado na prática, explorando os métodos e as ferramentas utilizadas para apoiar a tomada de decisões informadas e baseadas em dados. Os autores discutem os desafios e as oportunidades para a implementação de DIA, bem como seu impacto potencial em diferentes setores.

O artigo conclui que o DIA é uma abordagem promissora para a tomada de decisões racionais, mas ainda há a necessidade de mais pesquisas empíricas para validar e aprimorar as práticas atuais. A pesquisa oferece uma base sólida para futuros estudos e destaca a importância de integrar análises avançadas e inteligência artificial no processo de decisão.

39	2024	<i>The future of finance: Artificial intelligence's influence on behavioral investment decisions</i>
----	------	--

Síntese:

Este capítulo escrito por Amar Rao e Mohammad Razid no livro *Financial Technology and the future of banking: strategies, trend and innovations*, explora como a inteligência artificial está a moldar o futuro das decisões de investimento, com ênfase nos aspetos comportamentais. O texto analisa as maneiras pelas quais a IA pode influenciar a tomada de decisões dos investidores, tanto de forma positiva quanto negativa. Os autores analisam como a IA pode ajudar a mitigar vieses cognitivos que frequentemente levam a decisões de investimento irracionais, promovendo, assim decisões mais racionais e informadas. No entanto, também

²² Decision Intelligence Analytics (DIA) é uma abordagem que combina dados, análise avançadas, IA e ciência da decisão de forma a aprimorar a tomada de decisões em ambientes complexos.

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

destacam os desafios e riscos associados à dependência crescente da IA no setor financeiro, como a possibilidade de amplificação de erros devido a modelos mal calculados ou dados enviesados.

Este capítulo contribui para a compreensão das complexas interações entre tecnologia e comportamento humano no contexto financeiro, oferecendo uma visão aprofundada sobre as oportunidades e riscos da utilização da IA nas decisões de investimento.

40	2024	<i>Smart Marketing Investments: A Framework for AI-Based Financial Decision Support</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Dr. Mahesh Singh et al. explora o uso da inteligência artificial em investimentos de marketing, dando ênfase a como a IA pode melhorar o suporte à decisão financeira. O estudo propõe um *framework* que utiliza modelos da IA como o modelo BSTS (*Bayesian Structural Time Series*)²³ e o modelo MCDA (*Multi-Criteria Decision Analysis*)²⁴ para melhorar a precisão das decisões financeiras, minimizar riscos e otimizar a alocação de recursos de marketing.

O artigo destaca que em comparação com os métodos tradicionais de *machine learning*, como *Support vector machine* e *Logistic Regression* (LR)²⁵, os métodos baseados em IA mais precisamente o algoritmo MCDA, demonstram maior eficácia em termos de precisão e exatidão.

Os resultados indicam que o modelo BSTS atinge uma precisão de 88,63% e uma consistência de decisão de 90,23%, enquanto o algoritmo MCDA alcança uma precisão de 93,56% e exatidão de 97,45%. Essas descobertas sugerem que o *framework* proposto é capaz de otimizar o uso de fundos de marketing, adaptando-se rapidamente às mudanças nas condições do mercado e proporcionando um suporte robusto para a tomada de decisão financeira. Este artigo conclui que a adoção de IA no suporte à decisão financeira é essencial para empresas que procuram realizar campanhas de marketing mais inteligentes e a menor custo.

41	2024	<i>Navigating the decision-making landscape of AI in risk finance: Techno-accountability unveiled</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido por Issa, H. et al. explora a crescente influência da inteligência artificial na gestão de riscos financeiros e as implicações dessa tecnologia para a tomada de decisões. O estudo explora como a IA pode aprimorar a avaliação e previsão de riscos, oferecendo maior precisão e eficiência. No entanto, o artigo também destaca a importância da responsabilidade tecnológica, ou seja, a necessidade de garantir que os sistemas de IA sejam transparentes e justos.

O autor apresenta um modelo para melhorar a responsabilidade na utilização da IA. O modelo proposto melhora a integridade e a eficácia das decisões automatizadas no setor financeiro, garantindo que a IA seja usada de forma responsável e vantajosa. Enfatizando que, para que a IA seja eficaz e ética, as instituições financeiras devem adotar práticas atuais e sugere direções para que a IA seja integrada de maneira responsável e eficaz na gestão de riscos financeiros.

²³ BSTS é uma técnica usada para analisar e prever dados que mudam ao longo do tempo, como vendas;

²⁴ MCDA é uma técnica usada para tomar decisões quando há vários fatores a considerar;

²⁵ LR é um método estatístico, utilizado para classificação de dados em categoria binária;

Nº	Data	Título do artigo
----	------	------------------

Este trabalho contribui para o entendimento de como a IA pode ser usada de forma ética e responsável no setor financeiro, ajudando a moldar futuras abordagens e práticas.

42	2024	<i>Effect of AI on the Financial Sector: Risk Control, Investment Decision-making, and Business Outcome</i>
----	------	---

Síntese:

Este artigo analisa o impacto da inteligência artificial no setor financeiro, abordando as suas aplicações na gestão de risco, na tomada de decisões de investimento e nos resultados empresariais. Enfatiza como a IA está a transformar a indústria financeira ao aprimorar a precisão das decisões, reduzir os riscos e influenciar a competição entre novas *Fintechs*.

Com o aumento da qualidade e variedade de dados, a IA proporciona novas maneiras de analisar e interpretar informações, ajudando a prever tendências de mercado e a reduzir riscos.

Em conclusão este artigo reforça que a integração da IA no setor financeiro oferece vantagens significativas como uma melhor gestão de riscos e uma tomada de decisão mais informada. O artigo também ressalta a importância de considerar aspetos éticos e regulatórios ao implementar sistemas de IA, para garantir que a tecnologia seja usada de forma responsável e transparente.

43	2024	<i>A systematic review on artificial intelligence models applied to prediction in finance</i>
----	------	---

Síntese:

O artigo desenvolvido consiste numa revisão sistemática dos modelos de Inteligência Artificial aplicados à previsão no setor financeiro. O objetivo principal do estudo é analisar e sintetizar a literatura existente sobre o uso de modelos de IA para prever diferentes aspetos financeiros, como preços de ações, riscos de crédito e tendências de mercado.

O artigo começa com uma análise abrangente das técnicas de IA mais comuns usadas na previsão financeira, incluindo *neural networks*, SVM, regressão lógica e outros algoritmos de ML. O estudo avalia a eficácia de cada modelo, discute vantagens, limitações e considera como se aplicam a diferentes contextos financeiros.

Os autores classificam e comparam os modelos de IA com base em critérios como precisão, robustez, complexidade e aplicabilidade prática. A revisão também explora os avanços recentes na área, destacando como a IA tem evoluído para lidar com os desafios financeiros contemporâneos.

A pesquisa aponta para a necessidade de desenvolvimento contínuo de modelos mais robustos e adaptáveis, que possam integrar de forma eficaz dados de alta qualidade e responder a condições de mercado em constante mudança. Além disso, a capacidade de interpretação dos modelos deve ser melhorada para oferecer uma compreensão mais clara dos fatores que influenciam as previsões.