S

CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO DE SÃO PAULO

UNIDADE LORENA

CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Logotipo, nome da empresa

Descrição gerada automaticamente

**Solon AI - Agente Inteligente para Análise de Notícias para obtenção de Score de Reputação Financeira de Empresas e Segmentos**

**NOME DO ALUNO:**

Vitor Vieira Freire

**ORIENTADOR:** José Walmir

**DISCIPLINA**: Trabalho de Conclusão de Curso

# **Resumo**

O presente trabalho propõe o desenvolvimento do Solon AI, um sistema de inteligência artificial destinado a auxiliar investidores na tomada de decisões de investimento em empresas de diversões setores. O sistema se diferencia ao criar um *score* de investimento baseado em analises não apenas de empresas, mas também em cadeia de fornecimento e no setor econômico atuante, utilizando notícias. Para isso, o projeto empregará agentes de Inteligência Artificial (IA) com múltiplos perfis para interpretar notícias e bancos de dados em grafos para mapear as conexões entre empresas e suas redes de relacionamentos. O objetivo geral é desenvolver um protótipo de agente inteligente capaz de analisar notícias e auxiliar na tomada de decisões de investimento em empresas e setores econômicos. A metodologia envolve a coleta de dados de empresas listadas na B3 e setores econômicos relevantes, tendo a classificação da atividade econômica das empresas criada utilizando-se de Inteligência Artificial que realiza a criação de correlações entre setores econômicos e a construção de um banco de dados orientado a grafos onde empresas são nós e atividades econômicas são arestas. Um agente de IA realizará a interpretação das notícias, gerando uma nota com foco em características econômicas e diferentes visões de investimento.

**Palavras-Chaves:**

Inteligente Artificial - Análise de Notícias - Mercado Financeiro - Banco de Dados Orientado à Grafos

Sumário

[**Resumo** 2](#_Toc199875209)

[**1. Introdução** 3](#_Toc199875210)

[**1.1 Objetivos** 5](#_Toc199875211)

[**1.1.1 Objetivo Geral** 5](#_Toc199875212)

[**1.1.2 Objetivos Específicos** 5](#_Toc199875213)

[**1.2 Justificativa** 5](#_Toc199875214)

[**1.2.1 Justificativa técnica: Por que utilizar IA e bancos de dados em grafo?** 5](#_Toc199875215)

[**1.2.2 Justificativa acadêmica:** 6](#_Toc199875216)

[**2. Metodologia** 6](#_Toc199875217)

[**2.1 Natureza da Pesquisa** 6](#_Toc199875218)

[**2.2 Etapas de Desenvolvimento** 6](#_Toc199875219)

[**2.3 Ferramentas e tecnologias:** 8](#_Toc199875220)

[**3. Revisão Bibliográfica** 9](#_Toc199875221)

[**3.1 Análise de Sentimentos no Mercado Financeiro** 9](#_Toc199875222)

[**3.2 Avanços em Processamento de Linguagem Natural (PLN) para Finanças** 9](#_Toc199875223)

[**3.3 Modelagem de Relações com Bancos de Dados em Grafos** 10](#_Toc199875224)

[**3.4 Cadeias Produtivas e Interdependência Empresarial** 10](#_Toc199875225)

[**4. Resultados e Discussões** 10](#_Toc199875226)

[**4.1 Modelagem e Implementação do Banco de Dados em Grafos** 10](#_Toc199875227)

[**4.2 Desenvolvimento e Performance do Algoritmo de Score** 11](#_Toc199875228)

[**4.3 Implementação e Eficácia dos Agentes de IA** 11](#_Toc199875229)

[**4.4 Validação do Sistema** 12](#_Toc199875230)

[**4.5 Discussão Geral** 13](#_Toc199875231)

[**5. Conclusões** 13](#_Toc199875232)

[**6. Referências Bibliográficas** 14](#_Toc199875233)

# **1. Introdução**

O sistema econômico contemporâneo apresenta uma complexidade crescente, caracterizada pela interdependência entre empresas na cadeia produtiva global. Esta realidade torna o processo de decisão de investimentos um desafio significativo, considerando a multiplicidade de variáveis que influenciam o desempenho empresarial.

A interconexão entre empresas e setores econômicos cria um ambiente onde o desempenho de uma organização está intrinsecamente ligado à saúde de sua rede de fornecedores e parceiros (KORDONIS; SYMEONIDIS; ARAMPATZIS, 2016).

Um exemplo ilustrativo desta complexidade pode ser observado no caso da General Motors (GM), quinta maior montadora de automóveis em volume de vendas em 2020. A empresa contava com aproximadamente 10.275 fornecedores distribuídos apenas nos Estados Unidos (EUA) (GENERAL MOTORS, 2021). Esta extensa rede de fornecimento evidência como o desempenho operacional e financeiro da GM está intrinsecamente ligado a uma cadeia produtiva global.

Neste cenário, até mesmo falhas aparentemente pequenas por parte de um único fornecedor podem resultar em prejuízos de escala milionária para grandes corporações, impactando diretamente o valor de suas ações no mercado de capitais.

Diante deste contexto, o trabalho apresenta o desenvolvimento do Solon AI, um sistema de inteligência artificial que visa auxiliar investidores na tomada de decisões relacionadas a grandes empresas. O diferencial do Solon AI consiste na criação de um *score* de investimento que não se limita a analisar apenas a empresa-alvo, mas também os dados relativos à sua cadeia de fornecimento e ao setor econômico em que está inserida, utilizando notícias de macroeconomia e notícias focadas em acontecimentos de.

Esta abordagem relaciona-se com pesquisas que demonstraram como a análise de sentimentos em fontes públicas pode prever movimentações no mercado financeiro (BOLLEN; MAO; ZENG, 2011).

Esta abordagem busca aprimorar a análise de investimentos, fornecendo uma visão mais abrangente e integrada dos fatores que podem influenciar o desempenho financeiro das empresas no complexo ambiente econômico atual. Segundo Man, Luo e Lin (2019), a análise financeira baseada em sentimentos tem emergido como uma ferramenta poderosa para compreender as nuances do mercado e prever tendências com maior precisão.

Para alcançar esse objetivo, o projeto utiliza técnicas de criação de agentes de Inteligência Artificial (IA) com múltiplos perfis de análise para interpretação de notícias, além de sistema de banco de dados em grafos que permitem estabelecer conexões entre as empresas e suas respectivas redes de relacionamentos comerciais. Os bancos de dados em grafos foram construídos pensando em dados interconectados em relações complexas como entre entidades financeiras, facilitando a identificação de padrões e conexões que poderiam passar despercebidos em sistemas tradicionais, ainda mantendo um grande desempenho em consultas no banco (VERTIGO TECNOLOGIA, 2024).

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um protótipo de agente inteligente capaz de analisar notícias relacionadas a empresas, suas cadeias de fornecimento e seus respectivos setores econômicos, a fim auxiliar investidores na tomada de decisões de compra de ações.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

1. Modelar e implementar um banco de dados baseado em grafos para mapear relações entre empresas e suas cadeias de fornecimento;
2. Elaborar um algoritmo de pontuação (score) que considere os diversos fatores que impactam o desempenho empresarial;
3. Implementar agentes de IA com múltiplos perfis de análise para processamento e interpretação de notícias;
4. Validar o sistema através de comparações com indicadores de desempenho de empresas no mercado de capitais.

## **1.2 Justificativa**

### **1.2.1 Justificativa técnica: Por que utilizar IA e bancos de dados em grafo?**

1. Capacidade de processar grandes volumes de notícias - A inteligência artificial, com as técnicas de processamento de linguagem natural (PLN), proporciona a capacidade de analisar grandes volumes de dados textuais de forma otimizada. Modelos baseados em arquiteturas como BERT têm demostram resultados consideráveis na análise de sentimentos em textos financeiros, permitindo a extração de insights valiosos a partir de fontes de notícias (SOUZA; NOGUEIRA; LOTUFO, 2020).
2. Habilidade para identificar relações complexas entre empresas - Os bancos de dados em grafos oferecem vantagens na modelagem de relacionamentos complexos entre entidades financeiras. Um banco de dados de grafos dedicado proporciona valor para conjuntos de dados conectados, o que é relevante para mapear as relações na cadeia de fornecimento global (AWS, 2023).
3. Possibilidade de análise de sentimentos em pouco tempo - A aplicação de técnicas de análise de sentimentos em notícias financeiras tem demonstrado potencial para prever movimentações no mercado. A análise de sentimentos aplicada a notícias do mercado de ações brasileiro pode fornecer indicadores antecipados de variações nos preços das ações, possibilitando estratégias de investimento mais informadas (JANUÁRIO et al., 2022).

### **1.2.2 Justificativa acadêmica:**

1. Contribuição para a área de finanças computacionais - Este trabalho se encontra em um crescente campo de pesquisa que integra técnicas computacionais avançadas à análise financeira. Há uma tendência global de investimentos em IA para o setor financeiro, com projeções de mais de US$ 200 bilhões até 2025, segundo levantamento da IDC Worldwide Artificial Intelligence Spending Guide (COSTA; PORTELLA, 2024).
2. Aplicação prática de técnicas de PLN em análise financeira - A implementação de modelos de linguagem especializados para o português proporciona uma análise mais embasada de textos em português para o desenvolvimento de ferramentas especializadas em análise financeira, preenchendo uma lacuna identificada na literatura (TEIXEIRA et al., 2023).

# **2. Metodologia**

### **2.1 Natureza da Pesquisa**

O presente trabalho realiza uma pesquisa quantitativa e experimental de um sistema de classificação da situação financeira de uma empresa ou atividade econômica com base em notícias, separando em níveis notícias focadas na empresa, como também notícias de atividades econômicas ou atividades econômicas correlacionadas. Este design metodológico alinha-se às recomendações sobre a importância de considerar diferentes dimensões na análise de sentimentos para aplicações financeiras (LIU, 2012).

### **2.2 Etapas de Desenvolvimento**

O desenvolvimento do sistema foi iniciado pela coleta das empresas e dos setores econômicos que são a base do trabalho: para isso, foram selecionadas as empresas listadas na Bolsa de Valores do Brasil (B3), juntamente com os nomes dos setores econômicos mais relevantes na economia moderna, tais como Desenvolvimento de Software ou Agricultura de Precisão. Essa Base foi criada utilizando Inteligência Artificial com “prompts” para induzir a IA a elaborar uma lista de atividades econômicas baseadas em padrões atividades econômicas utilizados para criação de empresas no Brasil.

Com essas duas bases de dados criadas, foi realizada a classificação da atividade econômica das empresas, utilizando técnica de aprendizado de máquina. Esta abordagem alinha-se com metodologias que enfatizam como a análise de sentimentos pode ser utilizada para categorizar e identificar tendências em setores econômicos específicos (SANTOS, 2023).

Juntamente com a classificação das atividades econômicas das empresas, foi realizada a criação da correlação entre os setores econômicos e, para cada correlação, foi atribuído os seguintes atributos:

1. Valor de correlação entre as atividades, podendo ser entre 0 e 5, sendo 0 uma correlação quase irrelevante e 5 uma correlação muito forte entre as atividades.
2. Grau de dependência entre as atividades podendo ser entre 0,00 e 1.

Tendo as atividades e a correlação entre as atividades, é possível criar um banco de dados orientado a grafos. Para esta representação, os Nós são as empresas e as Arestas são as atividades econômicas, criando assim uma rede que permite analisar e classificar notícias podendo impactar todas as redes de dependência de um determinado setor ou empresa, assim como é possível visualizar na Figuras 1 e 2. Em um banco de dados orientado a grafos, existe a possibilidade de indicar qual o sentido de relacionamento da aresta entre dois nós, onde a entidade X (nó) se relaciona de uma forma específica (aresta) com a entidade Y (nó), o que é essencial para modelar as complexas relações entre empresas e setores econômicos (DEAL TECHNOLOGIES, 2023).

Diagrama

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 1 - Diagrama de Etapa do Desenvolvimento do Grafo

Diagrama

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 2 - Diagrama de Representação da Estrutura do Grafo

Para realizar a criação do *score* das notícias foi desenvolvido um agente de IA que realiza a interpretação da notícia, retornando uma nota com base no objeto da notícia, focando em características econômicas, além de visões de investimentos como conservador, agressivo ou moderado. Essas visões são baseadas em conceitos de investimentos que são classificados em perfis diferentes de investimentos. Esta abordagem baseia-se em pesquisas sobre o desenvolvimento de modelos de análise de sentimento para notícias financeiras em língua portuguesa usando a arquitetura de rede neural BERT, demonstrando a viabilidade de implementar tais técnicas para o mercado brasileiro (TEIXEIRA et al., 2023).

### **2.3 Ferramentas e tecnologias:**

1. Banco de dados orientado a grafos (Neo4j) - A escolha do Neo4j como plataforma de banco de dados em grafos justifica-se por sua capacidade de lidar com relacionamentos complexos de forma eficiente. O mercado de bancos de dados em grafos está em crescimento acelerado, com projeção de atingir US$ 7.384,79 milhões até 2030, refletindo a crescente adoção desta tecnologia para análises complexas de dados relacionais (DATA BRIDGE MARKET RESEARCH, 2022).
2. APIs de modelos de LLMs (Large Language Models) - A utilização de modelos de linguagem de grande porte proporciona capacidades avançadas de processamento de linguagem natural, essenciais para a análise de sentimentos em notícias financeiras. Arquiteturas como BERT representam avanços significativos na compreensão de contexto e nuances em textos, o que é particularmente relevante para a análise de notícias financeiras (DEVLIN et al., 2018).
3. Webscraping para coleta de notícias - A integração com fontes de dados em tempo real é fundamental para manter o sistema atualizado com as informações mais recentes do mercado. (PRESS MANAGER, 2024).
4. Linguagens de Programação e Bibliotecas Auxiliares (Python, Pandas, etc) - A escolha de Python como linguagem principal justifica-se por seu ecossistema rico em bibliotecas para análise de dados e aprendizado de máquina. Ferramentas como Pandas facilitam a manipulação e análise de grandes volumes de dados, enquanto bibliotecas como TensorFlow e PyTorch oferecem implementações eficientes de algoritmos de aprendizado profundo (MANNING; SCHÜTZE, 1999).

# **3. Revisão Bibliográfica**

## **3.1 Análise de Sentimentos no Mercado Financeiro**

A análise de sentimentos utilizado no mercado financeiro vem se consolidando como uma ferramenta com grande potencial para a previsão de tendências. Estudos internacionais, como o de Bollen, Mao e Zeng (2011), mostram a capacidade de plataformas como o *Twitter/X* para antecipar movimentações no mercado de ações com base no humor coletivo em relações a notícias ou visões sobre determinados setores. Estudos de Man, Luo e Lin (2019) reforçam a utilidade da análise baseada em sentimentos como instrumento para entender variações nos preços de ativos. No contexto brasileiro, destaca-se o trabalho de Januário et al. (2022), que investiga o uso de sentimentos extraídos de notícias para prever variações no mercado acionário nacional. Liu (2012), por sua vez, fornece a fundamentação teórica da área, abordando a mineração de opinião e a necessidade de múltiplas dimensões de análise para aplicações financeiras robustas.

## **3.2 Avanços em Processamento de Linguagem Natural (PLN) para Finanças**

A aplicação de técnicas de PLN é essencial para a interpretação automatizada de grandes volumes de texto financeiro. O desenvolvimento de modelos como o BERT (Devlin et al., 2018) significa um avanço na compreensão contextual de textos, sendo eficaz para análise de notícias e comunicados financeiros. No Brasil, iniciativas como o BERTimbau (Souza, Nogueira e Lotufo, 2020) e o FinBERT-PT-BR (Teixeira et al., 2023) adaptam essas tecnologias ao português, ampliando a capacidade de análise de sentimentos e informações no mercado financeiro nacional.

## **3.3 Modelagem de Relações com Bancos de Dados em Grafos**

A utilização de bancos de dados em grafos para representar e analisar as complexas relações entre agentes econômicos, proporciona um grande desempenho e facilidades na elaboração das correlações. Empresas como Vertigo Tecnologia (2024) e Oracle (2023) demonstram como essa tecnologia permite mapear relações financeiras com alta granularidade. A AWS (2023) destaca a eficácia dos grafos na identificação de relacionamentos ocultos, enquanto a Deal Technologies (2023) demonstra sua aplicabilidade para contextos em que o sentido das conexões é determinante. O crescimento desse mercado, evidenciado pela Data Bridge Market Research (2022), reforça a relevância da modelagem em grafos para o entendimento do ecossistema financeiro global.

## **3.4 Cadeias Produtivas e Interdependência Empresarial**

A análise das cadeias produtivas demonstra como o desempenho empresarial está intrinsecamente ligado à rede de fornecedores e parceiros. O caso da General Motors revela a importância da interdependência em cadeias produtivas globais. Em linha semelhante, Kordonis, Symeonidis e Arampatzis (2016) argumentam que a saúde de uma organização depende diretamente da solidez de sua rede relacional.

# **4. Resultados e Discussões**

A etapa de desenvolvimento e implementação do protótipo Solon AI permitiu a obtenção de resultados significativos em relação aos objetivos propostos. Esta seção detalha os principais achados e discute suas implicações.

## **4.1 Modelagem e Implementação do Banco de Dados em Grafos**

Conforme o objetivo específico de modelar e implementar um banco de dados baseado em grafos, foi utilizado o Neo4j. As empresas listadas na B3 e os setores econômicos relevantes, coletados e classificados conforme a metodologia, foram estruturados como nós, enquanto as atividades econômicas e suas correlações (com valores de 0 a 5 e grau de dependência de 0 a 1) foram representadas como arestas direcionadas. Esta estrutura permitiu visualizar e analisar as redes de dependência entre empresas e setores (conforme ilustrado esquematicamente nas Figuras 1 e 2). A capacidade do Neo4j em lidar com relacionamentos complexos de forma eficiente foi fundamental para representar as intrincadas relações da cadeia de fornecimento e setoriais. A discussão se aprofunda na vantagem desta abordagem sobre bancos de dados relacionais tradicionais para identificar padrões e conexões ocultas, conforme apontado por AWS (2023) e Oracle (2023).

Diagrama, Esquemático

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 3: Representação do grafo no Neo4J, da ligação entre empresas de um mesmo setor

## **4.2 Desenvolvimento e Performance do Algoritmo de Score**

O algoritmo de pontuação (score) foi elaborado para considerar os diversos fatores que impactam o desempenho empresarial, incluindo a análise de notícias em diferentes níveis: empresa-alvo, sua cadeia de fornecimento e seu setor econômico. O agente de IA, desenvolvido com base em LLMs e técnicas de PLN, foi treinado para interpretar notícias, retornando uma nota que reflete não apenas o sentimento econômico, mas também diferentes perfis de investimento (conservador, agressivo, moderado). A utilização de arquiteturas como BERT para análise de sentimentos em textos financeiros foi um diferencial, permitindo a extração de *insights* valiosos. Os resultados indicam a sensibilidade do *score* às nuances das notícias e sua capacidade de agregar informações de múltiplas fontes para uma avaliação mais holística.

## **4.3 Implementação e Eficácia dos Agentes de IA**

Os agentes de IA com múltiplos perfis de análise foram implementados para o processamento e interpretação de notícias, utilizando APIs de modelos de LLMs e WebScraping para coleta de notícias. Ferramentas de monitoramento foram essenciais para acompanhar o que é dito sobre as empresas. A escolha da linguagem Python e bibliotecas como Pandas facilitou a manipulação dos dados e a integração com os modelos de IA. A discussão aborda a eficácia dos agentes na classificação e interpretação das notícias, com foco na aplicação de modelos como o FinBERT-PT-BR para o contexto da língua portuguesa e do mercado financeiro brasileiro.

Texto

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 4: Estrutura dos dados para criação do *Score* da empresa

Diagrama

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 5: Representação das análises referentes à empresa

Tela de computador

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Figura 6: Imagem a análise de uma notícia referente à empresa

## **4.4 Validação do Sistema**

A validação do sistema Solon AI foi realizada através de comparações com indicadores de desempenho de empresas no mercado de capitais. Os *scores* gerados pelo sistema para um conjunto de empresas ao longo de um período determinado foram correlacionados com a variação no valor de suas ações e outros indicadores relevantes. Embora a previsibilidade perfeita seja um desafio complexo, os resultados demonstram que a abordagem holística do Solon AI, ao incorporar dados da cadeia de fornecimento e do setor, apresenta um potencial para identificar tendências e riscos que análises focadas apenas na empresa individual poderiam negligenciar. Esta abordagem está alinhada com pesquisas que demonstraram como a análise de sentimentos em fontes públicas pode prever movimentações no mercado financeiro.

## **4.5 Discussão Geral**

Os resultados obtidos sugerem que a combinação de bancos de dados em grafos e agentes de IA para análise de notícias oferece uma ferramenta promissora para investidores. A capacidade de processar grandes volumes de notícias e modelar relações complexas permite uma análise mais profunda e contextualizada do risco e potencial de investimento. A aplicação de análise de sentimentos em tempo real contribui para a agilidade na tomada de decisão. No entanto, desafios como a qualidade e disponibilidade dos dados de notícias, a complexidade na definição precisa das correlações entre todos os setores econômicos e a necessidade contínua de treinamento e ajuste dos modelos de IA são pontos importantes a serem considerados.

# **5. Conclusões**

Este trabalho se propôs a desenvolver o Solon AI, um protótipo de agente inteligente para análise de notícias, visando auxiliar investidores na tomada de decisões de investimentos através da geração de um *score* de reputação financeira de empresas e segmentos.

Com base nos desenvolvimentos realizados e nos resultados discutidos, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados em sua essência.

O objetivo geral de desenvolver um protótipo de agente inteligente capaz de analisar notícias relacionadas a empresas, suas cadeias de fornecimento e seus respectivos setores econômicos foi atingido. Os objetivos específicos também foram contemplados: foi modelado e implementado um banco de dados em grafos (Neo4j) para mapear as relações empresariais; elaborou-se um algoritmo de pontuação que considera múltiplos fatores de impacto; implementaram-se agentes de IA com múltiplos perfis de análise para processamento e interpretação de notícias; e o sistema foi submetido a uma validação preliminar comparando seus *outputs* com indicadores de mercado.

As justificativas que motivaram este trabalho foram reforçadas pelos resultados. Tecnicamente, demonstrou-se a capacidade da IA, especialmente PLN e modelos como BERT, de processar grandes volumes de notícias e a eficácia dos bancos de dados em grafos para modelar relações complexas entre entidades financeiras, permitindo uma análise de sentimentos em tempo real.

Academicamente, o trabalho contribui para a área de finanças computacionais, apresenta uma aplicação prática de PLN para análise financeira em português brasileiro, e explora métodos de representação de relacionamentos corporativos utilizando grafos. Do ponto de vista social e econômico, o Solon AI tem o potencial de democratizar o acesso a ferramentas de análise para investidores de menor porte, contribuir para a redução da assimetria informacional e promover uma maior eficiência na alocação de recursos no mercado financeiro.

O diferencial do Solon AI é criação de um *score* de investimento que não se limita a analisar apenas a empresa-alvo, mas incorpora também dados relativos à sua cadeia de fornecimento e ao setor econômico, mostrou-se uma abordagem promissora. Esta visão holística busca aprimorar a análise de investimentos, fornecendo uma perspectiva mais abrangente e integrada dos fatores de influência.

Apesar dos resultados positivos, o presente estudo possui limitações. A base de dados de notícias, embora extensa, é finita, e a interpretação de sentimento, mesmo com modelos avançados, pode apresentar nuances não capturadas. A complexidade das interações econômicas globais implica que o modelo de correlação entre setores é uma aproximação da realidade.

Para trabalhos futuros, sugere-se a expansão da coleta de dados para incluir mais fontes de notícias e outros tipos de informações financeiras e não financeiras. O refinamento contínuo dos algoritmos de IA incluindo o treinamento com *datasets* ainda maiores e mais diversificados, e a exploração de novas arquiteturas de modelos de linguagem, podem aprimorar a precisão do *score*.

A inclusão de um maior número de empresas e setores, bem como a modelagem de relações mais granulares dentro das cadeias de fornecimento, também representam caminhos para a evolução do Solon AI. Adicionalmente, a realização de testes de *backtesting* mais extensos e em diferentes condições de mercado seria valiosa para consolidar a validação do sistema.

Em suma, o Solon AI demonstra o potencial da inteligência artificial e da análise de dados em grafo para transformar a análise de investimentos, oferecendo uma ferramenta inovadora e com perspectiva de aprimoramento contínuo.

# **6. Referências Bibliográficas**

ARTSTEIN, R.; POESIO, M. Inter-coder agreement for computational linguistics. Computational linguistics, v. 34, n. 4, p. 555-596, 2008.

AWS. O que é um banco de dados de grafos? | Explicação sobre bancos de dados de grafos. Amazon Web Services, 2023. Disponível em: https://aws.amazon.com/pt/nosql/graph/. Acesso em: 03 maio 2025.

BOLLEN, J.; MAO, H.; ZENG, X. Twitter mood predicts the stock market. Journal of Computational Science, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2011.

CHEN, S. F.; BEEFERMAN, D.; ROSENFELD, R. Evaluation metrics for language models. In: AAAI Workshop on Evaluation Metrics for Language Models, 1998.

CORTEX INTELLIGENCE. Análise de sentimentos: descubra a percepção sobre a sua marca. 2023. Disponível em: https://www.cortex-intelligence.com/blog/analise-de-sentimentos. Acesso em: 03 maio 2025.

COSTA, G. Boom da inteligência artificial: como a IA pode impactar o mercado de investimentos. B3, nov. 2024. Disponível em: https://borainvestir.b3.com.br/objetivos-financeiros/investir-melhor/como-a-inteligencia-artificial-ia-pode-impactar-o-mercado-de-investimentos/. Acesso em: 03 maio 2025.

DATA BRIDGE MARKET RESEARCH. Tamanho do mercado de banco de dados de gráficos, demanda, crescimento e escopo futuro até 2030. 2022. Disponível em: https://www.databridgemarketresearch.com/pt/reports/global-graph-database-market. Acesso em: 03 maio 2025.

DEAL TECHNOLOGIES. Descubra quando utilizar o Graph Databases. 2023. Disponível em: https://www.deal.com.br/descubra-quando-utilizar-o-graph-databases/. Acesso em: 03 maio 2025.

DEVLIN, J.; CHANG, M.-W.; LEE, K.; TOUTANOVA, K. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805, 2018.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Estudo detalha como Inteligência artificial vem criando desafios no setor de Finanças. Portal FGV, 2023. Disponível em: https://portal.fgv.br/noticias/estudo-detalha-inteligencia-artificial-vem-criando-desafios-setor-financas. Acesso em: 03 maio 2025.

GENERAL MOTORS. USA Operations | Our Company | General Motors. 2021. Disponível em: https://www.gm.com/company/usa-operations. Acesso em: 03 maio 2025.

HIEW, J. Z. G.; HUANG, X.; MOU, H.; LI, D.; WU, Q.; XU, Y. BERT-based financial sentiment index and LSTM-based stock return predictability. arXiv preprint arXiv:1912.07700, 2019.

JANUÁRIO, B. A.; CAROSIA, A. E. d. O.; SILVA, A. E. A. d.; COELHO, G. P. Sentiment analysis applied to news from the brazilian stock market. IEEE Latin America Transactions, v. 20, n. 3, p. 512-518, 2022.

JUNJIE, Z.; MENGONI, P. Spot gold price prediction using financial news sentiment analysis. In: IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), p. 758-763, 2020.

KORDONIS, J.; SYMEONIDIS, S.; ARAMPATZIS, A. Stock price forecasting via sentiment analysis on twitter. In: Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics, PCI '16, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery, 2016.

LIU, B. Sentiment analysis and opinion mining. Synthesis Lectures on Human Language Technologies, v. 5, n. 1, p. 1-167, 2012.

LO, A. W. The adaptive markets hypothesis. The Journal of Portfolio Management, v. 30, n. 5, p. 15-29, 2004.

MAN, X.; LUO, T.; LIN, J. Financial sentiment analysis (FSA): A survey. In: IEEE International Conference on Industrial Cyber Physical Systems (ICPS), p. 617-622, 2019.

MANNING, C. D.; SCHÜTZE, H. Foundations of Statistical Natural Language Processing. Cambridge: The MIT Press, 1999.

MEDEIROS, M.; BORGES, V. Tweet sentiment analysis regarding the brazilian stock market. In: Anais do VIII Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining, p. 71-82, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC, 2019.

ORACLE. O que é Graph Database (Banco de Dados de Grafos)? Oracle Brasil, 2023. Disponível em: https://www.oracle.com/br/autonomous-database/what-is-graph-database/. Acesso em: 03 maio 2025.

PAGOLU, V. S.; REDDY, K. N.; PANDA, G.; MAJHI, B. Sentiment analysis of twitter data for predicting stock market movements. In: International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System, p. 1345-1350, 2016.

PANG, B.; LEE, L. A sentimental education: Sentiment analysis using subjectivity summarization based on minimum cuts. In: Proceedings of the 42nd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics, ACL '04, p. 271–278, 2004.

PRESS MANAGER. Análise de sentimento: como monitorar a imagem da marca? 2024. Disponível em: https://www.pressmanager.com.br/analise-de-sentimento/. Acesso em: 03 maio 2025.

SANTOS, D. Como a análise de sentimentos pode aumentar as vendas de produtos financeiros. LinkedIn, 2023. Disponível em: https://pt.linkedin.com/pulse/como-an%C3%A1lise-de-sentimentos-pode-aumentar-vendas-dheiver-santos-phd-. Acesso em: 03 maio 2025.

SOUZA, F.; NOGUEIRA, R.; LOTUFO, R. BERTimbau: pretrained BERT models for Brazilian Portuguese. In: Brazilian Conference on Intelligent Systems, p. 403-417. Springer, 2020.

TEIXEIRA, T. et al. FinBERT-PT-BR: Análise de Sentimentos de Textos em Português do Mercado Financeiro. In: Anais do Brazilian Workshop on Artificial Intelligence in Finance (BWAIF), 2023.

VERTIGO TECNOLOGIA. Banco de dados de grafos no setor financeiro, como são utilizados? 2024. Disponível em: https://vertigo.com.br/banco-de-dados-grafos-setor-financeiro/. Acesso em: 03 maio 2025.

VERTIGO TECNOLOGIA. Banco de dados em grafos: 5 vantagens sobre o banco de dados relacional. 2024. Disponível em: https://vertigo.com.br/banco-de-dados-em-grafos-5-vantagens-sobre-o-relacional/. Acesso em: 03 maio 2025.

VOOO. Banco de dados baseado em grafos (Graph database). 2018. Disponível em: https://www.vooo.pro/insights/graph-database/. Acesso em: 03 maio 2025.