

VEM PRO BARI!

O primeiro evento gratuito
focado em inteligência artificial
do Vale dos Sinos.





Building Up An Academic
Research Journey

ANAIS DO BAR CONGRESS

Site oficial: <https://barcongress.com.br>

Informações do Congresso

Evento: Building Up An Academic Research Journey

Local e Data: Novo Hamburgo, 09 a 11 de outubro de 2025

Organização: Isadora Cardozo Dias, Blanda Helena de Mello, Diego Pinheiro da Silva, Marta Rosecler Bez, Juliano Varella de Carvalho e Vanessa Fernandes Mendes.

Editoração, revisão e diagramação: Vanessa Fernandes Mendes.

Créditos

Coordenação Científica: Marta Rosecler Bez (Feevale), Blanda Helena de Mello (Feevale), Juliano Varella Carvalho (Feevale), Diego Pinheiro da Silva (Feevale), Isadora Cardozo Dias (Unisinos)

Comitê Técnico: Luana Rockenback, Andresa Vargas, Tjeimi Kiewel, Gustavo Cassel, Flora Egécia Oliveira de Moraes

Comitê Científico: Blanda Helena de Mello, Diego Pinheiro da Silva, Marta Rosecler Bez, Juliano Varella de Carvalho, Vandersilvio da Silva, Edvar Bergmann Araujo, Ricardo Ferreira de Oliveira, Paulo Ricardo Barros, Isadora Cardozo Dias, Claudio Fernando André, Nestor Dario Duque, Valentina Tabares, Paula Rodriguez, Emilcy Juliana Hernández Leal, Juan David Marín, Felipe Moraes, Felipe Zeiser, Gabriel Simões, Juarez Machado da Silva, Cristiano André da Costa, Gabriel de Oliveira Ramos, Maurício Barth, Tiago Primo, Daniel Conte, Franco Simini, Juan Felipe Almada

Apoio:



O Sicredi é a primeira instituição financeira cooperativa do Brasil. Seu modelo de negócio constrói uma cadeia de valor que beneficia o associado, a cooperativa e a comunidade local. Eles oferecem mais de 300 produtos e serviços financeiros de um jeito simples e próximo para você, para a sua empresa e para o seu agronegócio.



A Python Software Foundation é uma organização dedicada ao avanço da tecnologia de código aberto relacionada à linguagem de programação Python.



Reconhecida por sua inovação e qualidade no ensino, na pesquisa e na extensão, a Universidade Feevale é considerada uma das principais instituições do país, especialmente na criação de cursos, processos e serviços.



A CAPES é uma fundação ligada ao Ministério da Educação (MEC) que desempenha um papel na expansão e consolidação da pós-graduação no país, trazendo a concessão de bolsas de estudo e fomento à pesquisa científica e tecnológica.



A Kinghost é uma empresa focada em soluções digitais para profissionais de tecnologia e empreendedores, com expertise em hospedagem de sites desde 2006, sediada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.



A Rech Informática é uma empresa especializada em soluções de gestão empresarial, desenvolvendo o sistema SÍGER® para atender empresas de diversos segmentos, com foco em eficiência e flexibilidade. Com sede em Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, atua há mais de 30 anos oferecendo tecnologia para otimizar processos corporativos.



A Imagine é uma agência de Live Marketing com mais de 15 anos de experiência. Seu modelo de atuação integra criatividade, tecnologia e operação técnica para gerar valor às marcas e ao público. Eles oferecem soluções completas em stands, comunicação visual, conteúdos audiovisuais e eventos, sempre de um jeito inovador e próximo para você, para a sua empresa e para a sua marca.

Sumário

Informações do Congresso.....	2
Créditos.....	3
Sumário.....	5
Apresentação.....	7
Mensagem da Comissão Organizadora.....	7
Detecção de Ataques Cibernéticos com IA – Como modelos de machine learning podem identificar padrões de ataques e prevenir invasões	7
IA como recurso complementar às formas tradicionais de ensino e aprendizagem para estudantes de Medicina.....	18
IA no Jornalismo: Estudos de Caso, Desafios e Oportunidades	29
Inteligência Artificial Generativa e Criatividade na Educação: Perspectivas Inovadoras para o Ensino e Aprendizado no Século XXI	38
Do Estigma à Inovação: A Contribuição da Inteligência Artificial no Enfrentamento ao HIV/AIDS.....	47
Diagnosis: Avaliação de um agente de IA baseado no modelo GPT-4 para diagnóstico de Covid-19, Pneumonia e Tuberculose.....	56
Automação de Criação de Issues com Inteligência Artificial	69
Tecnologias Assistivas Baseadas em Inteligência Artificial: Uma Análise de Acessibilidade para Pessoas com Deficiência.....	79
Application of Artificial Intelligence in the Optimization of Credit Letter Combination in Consortia.....	88
Séries Temporais e Deep Learning para a tomada de decisão na prática de swing trade no mercado financeiro	99
Índice de Representatividade: Mineração de Dados Aplicada à Lei Paulo Gustavo no Rio Grande do Sul	111
Uso de Prontuários Eletrônicos e Inteligência Artificial para Otimizar a Interoperabilidade de Dados Clínicos em Pacientes com COVID-19	122
Aplicações da Inteligência Artificial na Gestão de Projetos: Uma Revisão Teórica.....	130
Inteligência Artificial como Dispositivo de Mediação na Formação Inicial Docente: uma Experiência com Graduandos em Pedagogia	137
Inteligência Artificial no Contexto comercial: uma revisão bibliométrica com ênfase em temas emergentes	144
A geração de foley e efeitos sonoros com inteligência artificial: um mapeamento preliminar	157

Avaliação do ChatGPT como tutor clínico simulado no ensino do raciocínio diagnóstico em Quiropraxia: estudo exploratório baseado em casos clínicos simulados.....	166
Proposta de um Sistema de IA para Prescrição Segura de Treinos de Musculação Baseado em Anamnese Digital: Uma Revisão e Proposta Conceitual.....	176
Aprendizado Autodirigido com LLMs: Um Relato sobre Análise de Métricas Web	181
Encerramento.....	188

Apresentação

Bem-vindo aos Anais do Congresso. Este documento reúne os artigos apresentados durante o evento, refletindo a diversidade e profundidade das pesquisas realizadas.

Mensagem da Comissão Organizadora

É com muita alegria que apresentamos os Anais do BAR. Este material reúne os artigos aprovados nesta edição, resultado do trabalho dedicado de profissionais que estão contribuindo ativamente para o avanço da Inteligência Artificial no Brasil e no mundo.

Cada artigo aqui publicado representa uma ideia que merece ser compartilhada, discutida e aprimorada. Agradecemos imensamente aos autores por confiarem no BAR como espaço para divulgar suas pesquisas e experiências. Vocês são parte essencial da construção de uma comunidade mais colaborativa, inovadora e aberta ao futuro da IA.

Também deixamos nosso reconhecimento especial aos revisores, que contribuíram com olhar crítico e generoso para garantir a qualidade e a diversidade dos trabalhos apresentados. Sem esse esforço coletivo, este compilado não seria possível.

Esperamos que os conteúdos aqui reunidos inspirem novas conexões, projetos e descobertas. Que este seja apenas um dos muitos passos que daremos juntos rumo a uma IA mais ética, acessível e transformadora.

Obrigado por fazerem parte do BAR. Nos vemos nas próximas edições!

Detecção de Ataques Cibernéticos com IA – Como modelos de machine learning podem identificar padrões de ataques e prevenir invasões

Herik Rafael Peter da Silva¹

¹Universidade Feevale – Curso de Ciência da Computação
Novo Hamburgo-RS – Brasil
herikpeter123@gmail.com

Resumo. A segurança cibernética tornou-se crucial frente ao aumento dos ataques virtuais. Sistemas de Detecção de Intrusão (IDS) são essenciais na defesa de redes, e o uso de aprendizado de máquina supervisionado tem ampliado sua eficácia. Este artigo analisa três estudos: um com abordagem clássica de IDS, outro com uma taxonomia para escolha de algoritmos e um terceiro baseado no conjunto de dados CICIDS2017. Os resultados destacam a importância da seleção adequada de algoritmos, do pré-processamento e da avaliação por múltiplas métricas para melhorar a acurácia e reduzir falsos positivos.

Palavras-chave: Segurança da Informação, Inteligência Artificial, Machine Learning, IDS, Detecção de Intrusão.

Abstract. Cybersecurity has become critical due to the increasing number of virtual attacks. Intrusion Detection Systems (IDS) are essential for network defense, and the use of supervised machine learning has enhanced their effectiveness. This paper analyzes three studies: one using a classical IDS approach, another proposing a taxonomy for algorithm selection, and a third based on the CICIDS2017 dataset. The results highlight the importance of proper algorithm selection, data preprocessing, and evaluation through multiple metrics to improve accuracy and reduce false positives.

Keywords: Information Security, Artificial Intelligence, Machine Learning, IDS, Intrusion Detection.

1. Introdução

Com a crescente digitalização de processos e serviços, os sistemas computacionais tornaram-se alvos de ataques cibernéticos cada vez mais sofisticados. Como resposta, os Sistemas de Detecção de Intrusão (IDS –

Intrusion Detection Systems) vêm sendo aprimorados com o uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA), em especial o aprendizado de máquina (*machine learning*), para identificar comportamentos anômalos e prevenir invasões [3].

Este artigo analisa a aplicação de modelos supervisionados de aprendizado de máquina na detecção de ataques em redes. São abordados estudos recentes que investigam sistemas de detecção de intrusões (IDS) desenvolvidos com algoritmos supervisionados aplicados a conjuntos de dados como o CICIDS2017, propõem taxonomias para a seleção eficaz de técnicas de aprendizado de máquina para IDS, e avaliam o desempenho de modelos supervisionados, com ênfase em algoritmos como Random Forest e Regressão Logística [9, 10, 2].

Diante da diversidade de técnicas existentes e da crescente complexidade dos ataques, torna-se fundamental compreender como diferentes modelos supervisionados se comportam frente a distintos conjuntos de dados e cenários de rede. Além disso, a adoção de abordagens baseadas em aprendizado de máquina permite não apenas a detecção de ameaças conhecidas, mas também a identificação de padrões anômalos que indicam possíveis novas formas de ataque. Assim, estudos como os analisados neste trabalho contribuem para o avanço de soluções mais inteligentes e adaptativas na área de segurança cibernética [5, 13].

2. Fundamentação Teórica

A segurança da informação visa garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados, princípios fundamentais que norteiam a proteção de sistemas computacionais contra ameaças internas e externas. Com o crescimento exponencial do tráfego de dados em redes, o uso de sistemas de detecção de intrusão (IDS – *Intrusion Detection Systems*) tornou-se uma ferramenta essencial para identificar comportamentos anômalos que possam indicar tentativas de ataques cibernéticos [11, 13].

IDS podem ser classificados em duas categorias principais: baseados em assinaturas (*signature-based*) e baseados em anomalias (*anomaly-based*). Os sistemas baseados em assinaturas detectam padrões previamente conhecidos de ataques, enquanto os baseados em anomalias analisam desvios de comportamento em relação ao padrão esperado da rede. Além disso, podem atuar de forma passiva, apenas alertando sobre a possível intrusão, ou ativa, bloqueando automaticamente o tráfego malicioso detectado [5].

O aprendizado de máquina (*machine learning* – ML) é uma subárea da inteligência artificial que permite que algoritmos aprendam a partir de dados e realizem previsões ou classificações sem serem explicitamente programados para cada tarefa específica. No contexto de IDS, o ML tem ganhado destaque por sua capacidade de identificar padrões complexos e detectar ataques cibernéticos com alta precisão [3].

Entre as abordagens mais comuns, destaca-se o aprendizado supervisionado, onde o modelo é treinado com um conjunto de dados previamente rotulado, contendo exemplos de tráfego normal e malicioso. O modelo aprende as características que distinguem um ataque de um comportamento legítimo e, após treinado, pode classificar novos eventos com base nesse conhecimento, segundo Sommer e Paxson (2010) técnicas populares incluem árvores de decisão, florestas aleatórias (*random forest*), máquinas de vetor de suporte (*support vector machines* – SVM), redes neurais artificiais (*artificial neural networks* – ANN), entre outras [11].

Além disso, a seleção de atributos (*feature selection*) exerce um papel essencial no desenvolvimento de modelos supervisionados eficientes para detecção de intrusões. Essa técnica busca identificar as variáveis mais relevantes do conjunto de dados, eliminando atributos redundantes ou irrelevantes. Com isso, há uma redução da dimensionalidade, o que contribui para a melhoria da precisão dos modelos, bem como para a diminuição do tempo de processamento, um aspecto crucial em cenários de segurança onde a resposta em tempo real é necessária [7].

A eficácia de modelos de aprendizado de máquina para detecção de intrusões depende fortemente da qualidade e da representatividade dos conjuntos de dados utilizados. Dentre os mais relevantes, destaca-se o CICIDS2017, desenvolvido pelo Canadian Institute for Cybersecurity. Esse conjunto simula um ambiente corporativo realista, incluindo tráfego de rede legítimo e variados tipos de ataques, como DDoS, brute force, infiltração, botnet, entre outros [10].

O CICIDS2017 contém mais de 80 atributos por fluxo de rede, oferecendo uma rica diversidade de características para análise e treinamento dos modelos. Além disso, os dados são rotulados e cronologicamente organizados, o que facilita a aplicação e avaliação de técnicas supervisionadas de aprendizado de máquina. No entanto, um dos principais desafios enfrentados por esse *dataset* é o desbalanceamento de classes, situação em que há uma quantidade muito maior de amostras representando tráfego normal em comparação às amostras de tráfego malicioso. Esse desequilíbrio pode comprometer a capacidade do modelo de aprender padrões relevantes de ataque, fazendo com que ele se torne tendencioso a classificar instâncias como normais, o que acaba resultando em altas taxas de falsos negativos [10, 12].

Para contornar esse problema, diversas estratégias são empregadas. Entre elas, destaca-se o *oversampling*, que consiste em aumentar artificialmente a quantidade de exemplos da classe minoritária, por meio de técnicas como *SMOTE* (*Synthetic Minority Over-sampling Technique*). Já o *undersampling* atua na direção oposta, reduzindo a quantidade de exemplos da classe majoritária para equilibrar o conjunto de dados. Outra abordagem eficiente é a utilização de algoritmos sensíveis ao desequilíbrio, como *Random Forest* com pesos ajustados, ou métodos baseados em *cost-sensitive learning*, que penalizam mais fortemente erros cometidos na classificação da classe minoritária. Essas técnicas têm se mostrado fundamentais para melhorar a capacidade de generalização dos modelos em cenários reais de segurança cibernética, onde a ocorrência de ataques é naturalmente menos frequente que o tráfego legítimo [16].

Outros conjuntos de dados relevantes incluem o NSL-KDD, uma versão aprimorada do clássico KDD'99, que corrige problemas como

redundância e registros duplicados. O UNSW-NB15 também se destaca por mesclar tráfego real e ataques modernos, ampliando a diversidade de cenários de rede. Apesar das críticas relacionadas à representatividade, o KDD'99 ainda é amplamente utilizado por sua padronização histórica e disponibilidade [12, 6, 8].

A seleção de atributos (*feature selection*) é uma etapa crítica no desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina, especialmente em sistemas de detecção de intrusão, onde os conjuntos de dados frequentemente possuem dezenas ou até centenas de características. A escolha adequada dos atributos melhora a acurácia, reduz o tempo de treinamento e evita o sobreajuste (*overfitting*). Existem três abordagens principais para a seleção de atributos:

- Métodos *filter*: que avaliam cada atributo individualmente com base em métricas estatísticas como *Information Gain*, *Chi-Square* ou *Relief-F*, sendo rápidos e independentes do algoritmo de aprendizado [7].
- Métodos *wrapper*: que testam diferentes subconjuntos de atributos utilizando o desempenho do próprio modelo como critério de avaliação. Apesar de mais precisos, são computacionalmente mais custosos [13].
- Métodos *embedded*: que realizam a seleção durante o processo de treinamento, como ocorre em algoritmos com regularização (*LASSO*) ou em modelos baseados em árvores, como *Random Forest* e *XGBoost* [1].

A escolha do método depende do problema, do volume de dados e da complexidade do modelo. Em IDS, uma seleção eficiente permite reduzir atributos irrelevantes, como características redundantes do protocolo ou campos invariantes, focando nas variáveis que realmente contribuem para a detecção de comportamentos maliciosos [1, 7].

A avaliação do desempenho de modelos de detecção de intrusão não deve se restringir à acurácia, especialmente em contextos com classes desbalanceadas. Métricas mais específicas são essenciais para medir a eficácia do sistema na identificação de ataques, minimizando

falsos positivos e falsos negativos [11, 3, 5]. As principais métricas incluem:

- Acurácia (*Accuracy*): proporção total de classificações corretas. Pode ser enganosa em conjuntos desbalanceados.
- Precisão (*Precision*): proporção de eventos classificados como ataques que realmente são ataques. Alta precisão significa poucos falsos positivos.
- Revocação (*Recall*) ou Sensibilidade: proporção de ataques corretamente identificados entre todos os ataques reais. Alta revocação significa poucos falsos negativos.
- *F1-Score*: média harmônica entre precisão e revocação. Útil para balancear os dois aspectos.
- Matriz de Confusão: apresenta o número de verdadeiros positivos (TP), falsos positivos (FP), verdadeiros negativos (TN) e falsos negativos (FN), permitindo uma análise mais detalhada do desempenho.
- AUC-ROC (Área sob a curva ROC): mede a capacidade do modelo de distinguir entre as classes. Quanto mais próxima de 1, melhor a separação.

Em aplicações reais de segurança cibernética, prioriza-se a redução de falsos negativos, pois representam ataques não detectados, e de falsos positivos, que podem gerar alertas desnecessários, sobrecarregando os analistas e prejudicando a eficiência operacional do sistema [3, 11, 5].

3. Trabalhos Relacionados

O estudo de Bezerra et al. (2023) apresenta um sistema de detecção de intrusão supervisionado baseado nos algoritmos Random Forest e Regressão Logística, aplicados ao conjunto de dados CICIDS2017. Para lidar com o desbalanceamento de classes, os autores utilizaram a técnica

SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), o que contribuiu significativamente para o desempenho do modelo. Os resultados obtidos demonstraram uma acurácia de 99,7%, com desempenho superior em relação ao uso isolado da regressão logística. A avaliação do sistema foi realizada com base em métricas como acurácia, precisão e recall, reforçando a eficácia da abordagem proposta [2, 10].

DA SILVA et al. (2021) propõem uma taxonomia de algoritmos supervisionados para detecção de intrusões, considerando tipo de tarefa, características dos dados e métricas de avaliação. O estudo analisou modelos como *Random Forest*, Regressão Logística, SVM e Redes Neurais aplicados aos conjuntos NSL-KDD, UNSW-NB15 e CICIDS2017. Os resultados mostraram que a *Random Forest* apresentou desempenho consistente mesmo em cenários desbalanceados, enquanto Redes Neurais obtiveram bons resultados com técnicas adequadas de pré-processamento. O trabalho reforça a importância de alinhar algoritmo, tipo de dado e estratégia de avaliação para obter modelos eficientes [4, 6, 8, 10].

RANI, GEORGE e ALOK (2022) comparam algoritmos supervisionados como Decision Tree, Naïve Bayes, SVM e KNN utilizando o conjunto de dados CICIDS2017. A avaliação foi feita com base na métrica F1-score, destacando o SVM como o modelo com melhor desempenho. Os autores também enfatizam a importância da normalização dos dados e do uso de métricas complementares para reduzir vieses na classificação e garantir resultados mais confiáveis [9].

4. Metodologia

A abordagem metodológica considera a análise comparativa dos três estudos selecionados. Comparou-se o desempenho dos algoritmos supervisionados em diferentes cenários de detecção, utilizando métricas padronizadas como acurácia, precisão, *recall* e *F1-score*. Também foram observadas práticas de pré-processamento, como normalização e balanceamento de classes [14, 15, 3]. Foi gerado o Quadro 1 com o comparativo dos três estudos e apresentada na sequência.

Quadro 1. Comparativo dos estudos

Estudo	Bezerra et al. (2023)	Da Silva et al. (2021)	Rani, George e Alok (2022)
Algoritmos Utilizados	Random Forest, Regressão Logística	RF, RL, SVM, Redes Neurais	SVM, Decision Tree, Naïve Bayes, KNN
Base de Dados	CICIDS2017	NSL-KDD, UNSW-NB15, CICIDS2017	CICIDS2017
Técnicas de Pré-processamento	SMOTE, seleção de atributos	Normalização, balanceamento, seleção de atributos	Normalização
Métricas Utilizadas	Acurácia, Precisão, Recall	Acurácia, Precisão, Recall, F1-score	F1-score
Principais Resultados	Acurácia de 99,7%; Random Forest superou Regressão Logística; eficácia comprovada com SMOTE	Proposta de taxonomia para escolha de algoritmo; RF apresentou desempenho consistente	SVM obteve melhor desempenho; normalização essencial para bons resultados

Fonte: Do autor (2025)

5. Resultados e Discussão

Os estudos analisados evidenciam que a escolha do algoritmo e do conjunto de dados impacta diretamente no desempenho do IDS. O uso de *Random Forest* mostrou-se altamente eficaz, especialmente quando combinado com técnicas de balanceamento como o SMOTE. Já o estudo baseado em taxonomia demonstrou a importância de adaptar a técnica de ML ao contexto do problema, oferecendo uma ferramenta valiosa para pesquisadores e profissionais de segurança. A comparação entre diferentes algoritmos supervisionados no terceiro estudo amplia a compreensão sobre a sensibilidade de cada modelo a diferentes características dos dados.

6. Conclusão

A aplicação de técnicas supervisionadas de aprendizado de máquina em sistemas de detecção de intrusão configura-se como uma abordagem promissora para o fortalecimento da segurança cibernética. Os três estudos analisados evidenciam que a combinação adequada entre algoritmos, estratégias de pré-processamento e a escolha criteriosa dos conjuntos de dados pode resultar em sistemas de detecção altamente eficientes. Destaca-se, ainda, a contribuição da taxonomia proposta pelo trabalho de Bezerra et al. (2023), que se mostra valiosa como guia estratégico para futuras pesquisas e implementações na área [2].

Referências

- [1] ABRAHAM, A.; THOMAS, J.; HAN, S. Y. A soft computing approach for network intrusion detection. *International Journal of Network Security*, v. 2, n. 3, p. 138–147, 2007. Disponível em: <https://ijns.femto.com.tw/contents/ijns-v2-n3/ijns-2007-v2-n3-p138-147.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2025.
- [2] BEZERRA, J. P. R. et al. (2023) “Sistema de detecção de intrusão supervisionado utilizando Random Forest e Regressão Logística”, In: *Anais Estendidos do XXIII Simpósio de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais (SBSeg 2023)*, pp. 113–120.
- [3] BUCZAK, A. L.; GUVEN, E. (2016) “A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection”, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 18, no. 2, pp. 1153–1176.
- [4] DA SILVA, V. R. (2021) “Machine Learning for Intrusion Detection Systems: A Taxonomy and Survey”, In: *Anais do XXI Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (WSCAD 2021)*, pp. 79–86.
- [5] GARCIA-TEODORO, P. et al. (2009) “Anomaly-based network intrusion detection: Techniques, systems and challenges”, *Computers & Security*, vol. 28, no. 1–2, pp. 18–28.

- [6] KDD CUP 1999 Dataset. *The UCI KDD Archive*. Disponível em: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html> (Acesso em: abr. 2025).
- [7] KUMAR, G. et al. (2020) “Feature selection approaches for intrusion detection system: A survey”, *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, vol. 32, no. 6, pp. 616–626.
- [8] MOUKHADEM, A. et al. (2015) “UNSW-NB15: A comprehensive data set for network intrusion detection systems”, In: *Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)*, IEEE. DOI: 10.1109/MilCIS.2015.7348942.
- [9] RANI, S.; GEORGE, M.; ALOK, A. (2022) “Classification of Attacks using Supervised Machine Learning Algorithms on CICIDS2017”, *Procedia Computer Science*, vol. 213, pp. 585–593.
- [10] SHARAFALDIN, I.; LASHKARI, A. H.; GHORBANI, A. A. (2018) “Toward Generating a New Intrusion Detection Dataset and Intrusion Traffic Characterization”, In: *Proceedings of the 4th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP)*, pp. 108–116.
- [11] SOMMER, R.; PAXSON, V. (2010) “Outside the closed world: on using machine learning for network intrusion detection”, In: *Proceedings of the 2010 IEEE Symposium on Security and Privacy*, pp. 305–316.
- [12] TAVALLAEE, M. et al. (2009) “A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set”, In: *Proceedings of the Second IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications (CISDA)*. DOI: 10.1109/CISDA.2009.5356528.
- [13] TSAI, C.-F. et al. (2009) “Intrusion detection by machine learning: A review”, *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 10, pp. 11994–12000.
- [14] JAPKOWICZ, N.; SHAH, M. *Evaluating Learning Algorithms: A Classification Perspective*. Cambridge University Press, 2011.
- [15] FAWCETT, T. An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, v. 27, n. 8, p. 861–874, 2006. DOI: 10.1016/j.patrec.2005.10.010.

- [16] CHAWLA, N. V.; BOWYER, K. W.; HALL, L. O.; KEGELMEYER, W. P. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. *Journal of Artificial Intelligence Research*, v. 16, p. 321–357, 2002. DOI: 10.1613/jair.953.

IA como recurso complementar às formas tradicionais de ensino e aprendizagem para estudantes de Medicina

Andrêsa Vargas Larentis¹, Alisson Borghetti¹, Gabriela Bessow Vieira da Cunha¹, Manuela Lange Vicente¹, Vitória Augusta Wunder¹, Marta Rosecler Bez¹

¹Universidade Feevale – Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada
ERS-239,2755 – Novo Hamburgo – RS - Brasil

{andresa.vargas,alissonborghetti77,gabi.vc.1904,
manuelangevicente,vitoriawunder}@gmail.com,martabez@feevale.br

Abstract. *The aim of this study was to identify the characteristics of the responses generated by ChatGPT to queries about clinical cases of respiratory diseases, as well as to discuss how such results can contribute to the construction of academic knowledge of medical students. This is a descriptive and exploratory study based on queries in Portuguese to ChatGPT from three simulated clinical cases for four respiratory diseases. The analysis of the results highlighted ChatGPT's ability to generate referrals followed by a diagnosis considered suspicious or probable, an interaction that provides the student with a new form of practical and constructive learning.*

Resumo. *O presente estudo buscou conhecer as características das respostas geradas pelo ChatGPT a consultas sobre casos clínicos de doenças respiratórias, assim como discutir de que forma tais resultados podem contribuir para a construção do conhecimento acadêmico de estudantes do curso de Medicina. Trata-se de um estudo descritivo e exploratório baseado em consultas em português ao ChatGPT, a partir de três casos clínicos simulados para quatro doenças respiratórias. A análise dos resultados evidenciou a capacidade do ChatGPT em gerar encaminhamentos seguido de diagnóstico considerado suspeito ou provável, interação esta que possibilita ao estudante uma nova forma de aprendizagem prática e construtiva.*

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças respiratórias crônicas foram responsáveis por cerca de 4 milhões de mortes em 2021, tornando-se a 3º maior causa de óbitos globalmente [World Health Organization 2025]. Doenças respiratórias como Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), Asma, Câncer de Pulmão variam em gravidade, complexidade e tratamento. Em 2023, a Tuberculose (doença previsível e geralmente curável) voltou a preocupar as autoridades, uma vez que mais

de 10 milhões de pessoas adoeceram, número este que vem crescendo desde 2021.

Diagnosticar estas doenças e dar a orientação correta aos pacientes sobre a gravidade dos sintomas apresentados é importante para a eficácia do tratamento e para ajudar na melhora da condição clínica dos pacientes. No momento da consulta, o médico na maioria das vezes não tem acesso ao histórico do paciente e, é necessário solicitar algumas informações para um diagnóstico mais eficaz. A ênfase na organização objetiva, o registro de dados clínicos e uma decisão terapêutica sistematizada são essenciais para o médico fazer o diagnóstico e dar o encaminhamento ao paciente.

O uso das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) tem apresentado benefícios tanto para profissionais de saúde quanto para pacientes, dentre eles: melhora na precisão diagnóstica [Pinto-Coelho 2023], redução de erros diagnósticos [Rabaan et al. 2022], otimização do tempo de profissionais de saúde [Mitsala et al. 2021] e personalização do atendimento [Alongi et al. 2024]. Vale destacar que, estes benefícios podem tornar a prática médica mais precisa, eficiente e personalizada. No entanto, é importante lembrar que alguns desafios quanto a validação clínica, questões regulatórias junto aos órgãos reguladores e aceitação pelos profissionais de saúde precisam ser superados.

O objetivo deste estudo foi conhecer, em caráter exploratório e preliminar, as características das respostas geradas pelo ChatGPT a consultas sobre casos clínicos de pessoas com sintomas de doenças respiratórias, assim como discutir de que forma estes resultados podem complementar a construção do conhecimento acadêmico de estudantes do curso de Medicina.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo descritivo e exploratório baseado em consultas à ferramenta ChatGPT [OpenAI 2025], sobre casos clínicos considerando dados hipotéticos de pessoas (crianças, adultos e idosos) com sintomas de doenças respiratórias. Esta pesquisa não envolveu experimentos

clínicos ou com animais, dispensando, portanto, a submissão e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Primeiramente, foram definidas quatro doenças respiratórias, são elas: Asma, Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) com exacerbação infecciosa, Pneumonia adquirida na comunidade (PAC) e Tuberculose pulmonar. Posteriormente, buscou-se no site do gov.br os Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) das doenças para uso nas consultas ao chatBot. Na sequência, foi definida uma estrutura para o *prompt* incluindo elementos para auxiliar na resolução da tarefa solicitada, baseada em duas metodologias: CRISPE [Night 2023] e CO-STAR [Teo 2023]. O CRISPE sugere cinco elementos para especificação do *prompt*: capacidade (papel), *insight* (informações para realizar a tarefa), declaração (o que fazer), personalidade (define a forma de atendimento) e experimento (exemplo). Já o CO-STAR fez adaptações ao CRISPE caracterizando o público-alvo que vai se relacionar com o chatbot, além de renomear os elementos para: contexto, objetivo, estilo, tom e público. Esta estruturação auxilia na eficácia da resposta, uma vez que pode reduzir alucinações e fazer com que o *prompt* forneça uma sequência coerente de passos até a resposta esperada [Night 2023] e [Teo 2023]. Por fim, foram realizadas as consultas e extraídos os resultados. As respostas foram compiladas na íntegra e, na sequência, foram analisadas.

A seguir é apresentada a estrutura elaborada para o *prompt* de forma a manter um padrão para uso nas consultas: *“Simule, com base na diretriz clínica, protocolo clínico e diretrizes terapêuticas [patologia de escolha] do Ministério da Saúde, que você é um médico. Eu serei o paciente que vou consultar. Quando eu disser “início” começaremos o atendimento. Quando eu disser “fim” o atendimento se encerra. Mantenha um tom profissional, objetivo e informativo, além disso adote também uma abordagem imparcial e técnica na análise das informações. No início, solicite o nome completo, idade, peso, sexo e profissão. Ao final do atendimento, apresente o diagnóstico e a conduta. Se houver algum encaminhamento, já deixe gerado. Faça uma pergunta de cada vez e aguarde minha resposta.”*

Quatro estudantes do quarto e sétimo semestre do curso de Medicina participaram da pesquisa. As consultas ao *prompt* foram realizadas no mês de maio de 2025, utilizando-se a versão GPT 4o

disponibilizada para uso de forma gratuita. Toda e qualquer comunicação com a ferramenta foi conduzida em português. Uma vez selecionada a doença respiratória e a diretriz clínica correspondente, o estudante iniciava a conversa com o chatBot conforme segue: **a)** informar usuário e senha para login no ChatGPT; **b)** copiar e colar a estrutura do *prompt*, substituindo no texto a patologia escolhida; **c)** fazer o upload da diretriz clínica da patologia; **d)** escrever "início"; **e)** aguardar o chatBot responder e, **f)** dar continuidade na conversa no formato de perguntas e respostas. Cada estudante realizou três consultas com o *prompt*, sendo o público-alvo uma criança, um adulto e um idoso. Ao todo, doze consultas foram realizadas e as respostas analisadas. Por questões de espaço, foram selecionados para demonstração no artigo os resultados de quatro consultas e um diagnóstico com encaminhamento apresentados a seguir.

A Tabela 1 apresenta as perguntas e respostas geradas entre o ChatGPT e um dos estudantes. No exemplo, o estudante simulou uma conversa para o diagnóstico de Tuberculose, caracterizando o público-alvo como: Enzo, 12 anos, 38 kg, masculino e estudante. Importante ressaltar que, o estudante realizou as consultas após fazer o login na ferramenta. A primeira linha de comando foi copiar e colar o *prompt* seguido do PCDT da doença escolhida. Para fins de manter a integridade das conversas apresentadas pelo ChatGPT, não foram corrigidos erros na escrita.

Tabela 1. Conversa gerada entre ChatGPT e estudante para diagnóstico de Tuberculose. [Dos autores, 2025]

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Quando estiver pronto, diga "início" para começarmos a simulação do atendimento do Enzo	início
Vamos iniciar, então. Por favor, me informe o nome completo, idade, peso, sexo e profissão ou atividade escolar do paciente	Enzo 12 anos, 38 kg, sexo masculino, estudante
Obrigado, Enzo. Agora me diga: qual o motivo principal da sua consulta hoje? O que você está sentindo?	Oi dr. tenho me sentindo bastante cansado ultimamente
Entendi, Enzo. Esse cansaço acontece o tempo todo ou piora quando você faz atividades físicas, como correr, jogar bola ou subir escadas?	acontece o tempo, mas quando eu tento brincar na escola ela piora bastante
Certo, Enzo. Além do cansaço, você tem tido tosse? Se sim, há quanto tempo ela começou e como ela é — seca ou com catarro?	tenho tosse também, mas ele é seca, parece irritar a garganta
Obrigado. Você percebe se essa tosse piora em algum momento do dia, como à noite ou de manhã? E ela vem acompanhada de algum outro sintoma, como febre, suor noturno ou falta de apetite?	Não tem um horário específico, mas agora que você falou na febre mamãe disse que ta acontecendo de noite
Obrigado, Enzo. Você também percebeu se está comendo menos que o normal ou se perdeu peso recentemente? Suas roupas ficaram mais largas ou você sentiu que emagreceu?	Estou comendo menos que o normal, mas não percebi mudança de peso
Entendido. Você lembra se teve contato com alguém que está ou esteve com tuberculose, como alguém na sua casa, escola ou algum familiar próximo?	Não lembro, acho que ninguém Dr.
Tudo bem, Enzo. Você já teve alguma doença pulmonar, como pneumonia, bronquite ou asma? Já ficou internado por causa de falta de ar ou alguma infecção no pulmão?	Tive uma pneumonia, precisei ficar internado uma vez no hospital dr

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Certo, Enzo.Você está com alguma dor no peito, falta de ar ou respiração ofegante mesmo em repouso? Ou só sente isso quando se esforça?	Sinto uma piora, quando me movimento dr
Obrigado, Enzo.Agora, me diga uma última coisa: você já fez algum exame recentemente, como radiografia do tórax, exame de escarro ou algum teste de sangue, por causa desses sintomas?	Não Dr , vim justamente entender o que ta acontecendo
Perfeito, Enzo. Obrigado por responder com atenção. Com base nos sintomas relatados — cansaço persistente, tosse seca de duração prolongada, febre noturna, redução do apetite, histórico de pneumonia e dispneia aos esforços — você se enquadra na definição de sintomático respiratório com sinais sistêmicos, o que exige investigação para tuberculose pulmonar na infância, mesmo sem contato identificado.Em crianças, como no seu caso, a tuberculose frequentemente é paucibacilar, dificultando a confirmação laboratorial, por isso utilizamos um sistema de escore clínico-radiológico, conforme o Manual de Recomendação para o Controle da TB (Ministério da Saúde, 2019)	

Fonte: Do autor (2025)

Na última linha da Tabela 1 observa-se que o chatBot descreve um possível diagnóstico com base nos sintomas descritos. A Figura 1 apresenta este diagnóstico suspeito e o encaminhamento formatado pelo ChatGPT.

Figura 1. O diagnóstico de Tuberculose e o encaminhamento no final da conversa entre o ChatGPT e o estudante de Medicina.

Diagnóstico suspeito: Tuberculose pulmonar infantil (CID-10: A16.2)

Conduta imediata: Encaminho você para:

- 1.Radiografia de tórax (PA e perfil)
- 2.Aplicação do sistema de escore clínico para TB na infância
- 3.Teste Rápido Molecular para Tuberculose (TRM-TB) com escarro induzido ou aspirado gástrico, se possível
- 4.Avaliação especializada com infectopediatra, se disponível

ENCAMINHAMENTO PARA INVESTIGAÇÃO DE TUBERCULOSE INFANTIL

Paciente: Enzo [sobrenome]
Idade: 12 anos | Sexo: Masculino | Peso: 38 kg
Profissão: Estudante
Data: [Inserir data atual]

Motivo da solicitação: Cansaço persistente, tosse seca com mais de 2 semanas de duração, febre noturna, redução de apetite e dispneia aos esforços. História prévia de pneumonia com internação. Suspeita clínica de tuberculose pulmonar infantil.

Exames solicitados:
-Radiografia de tórax (PA e perfil)
-Aplicação do sistema de escore clínico-epidemiológico
-Teste Rápido Molecular para TB (coleta induzida, se possível)
-Avaliação com infectopediatria

CID-10 suspeito: A16.2 – Tuberculose pulmonar sem confirmação bacteriológica

Médico solicitante:
Dr. [preencher] – CRM [preencher]
Assinatura: _____

Fonte: Do autor (2025)

A Tabela 2 apresenta a conversa entre o ChatGPT e um dos estudantes para diagnóstico de Asma sendo o público-alvo: João, 4 anos, 15 kg, masculino e estudante.

Tabela 2. Conversa gerada entre ChatGPT e estudante para diagnóstico de Asma.

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Perfeito. Estou pronto para iniciarmos a simulação conforme o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Asma (Portaria Conjunta SAES/SECTICS nº 32/2023), do Ministério da Saúde. Quando estiver pronta, diga "início" para começarmos. Farei uma pergunta de cada vez, mantendo um tom profissional, técnico e objetivo. Ao final, farei o diagnóstico, definirei a conduta e, se necessário, gerarei o encaminhamento.	Início
Bom dia. Para iniciarmos a consulta, preciso dos seguintes dados, por favor: Qual é o seu nome completo, idade, peso, sexo e profissão?	Meu nome é João, tenho 4 anos, 15kg, masculino, estudante
Obrigado, João. Agora me diga: o que você está sentindo? (Pode descrever com suas palavras ou com ajuda de um responsável, se necessário.)	Sou a mãe, a Gabriela e João relatou dor no peito
Perfeito, Gabriela. Essa dor no peito do João começou há quanto tempo? Foi de repente ou foi piorando aos poucos?	Já faz uns 3 dias, foi piorando
Entendido. Além da dor no peito, o João também apresenta dificuldade para respirar, chiado no peito ou tosse? Se sim, poderia me descrever como é essa tosse (seca ou com catarro) e em que momentos ela ocorre (durante o dia, à noite, ao brincar, etc)?	Sim, tosse com catarro e um ruído
Obrigado, Gabriela. Essa tosse e o ruído no peito do João costumam piorar em algum momento específico, como à noite, de manhã cedo ou durante esforço físico (como brincar ou correr)?	Olha dr, mais a noite
Certo, Gabriela. João já teve episódios semelhantes no passado, com tosse, chiado ou dor no peito? Ou essa é a primeira vez que ele apresenta esse tipo de sintoma?	Que eu reparo é a primeira vez
Compreendido. João ou alguém da família tem diagnóstico de asma, rinite, dermatite atópica ou alguma outra condição alérgica? Isso inclui pais, irmãos ou avós	O meu irmão tem alergia, e a mãe fuma. Mas o João sempre foi saudável
Obrigado pelas informações, Gabriela. João está usando ou usou algum medicamento ou inalador nos últimos dias para aliviar os sintomas? Se sim, qual foi e como ele respondeu ao uso?	Não, usei xarope por causa da tosse
Entendido. João apresentou febre nesses dias? E o apetite e o sono dele mudaram desde o início dos sintomas?	Não teve febre, mas em função da tosse ele não tem dormido direito
Obrigado, Gabriela. Você percebe se o João está mais cansado que o habitual ao brincar ou se evita atividades por causa da tosse ou da dificuldade para respirar?	Sim, ele se cansa fácil. Não tem brincado como era
Certo, Gabriela. Durante a respiração do João, você observa algum esforço, como a barriga afundando, batimento das asas do nariz ou respiração mais rápida mesmo em repouso?	Sim
Obrigado, Gabriela. Com base nos sintomas que você relatou — tosse produtiva com chiado, piora noturna, dor torácica progressiva, fadiga aos esforços e sinais de esforço respiratório —, o João apresenta um quadro compatível com asma em uma provável primeira crise moderada, conforme os critérios clínicos descritos no Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Asma do Ministério da Saúde	

Fonte: Do autor (2025)

A Tabela 3 apresenta uma conversa para diagnóstico de Pneumonia adquirida na comunidade, sendo o público-alvo: João, 79 anos, 70 kg, masculino e aposentado.

Tabela 3. Conversa gerada entre ChatGPT e estudante para diagnóstico de Pneumonia adquirida na comunidade.

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Perfeito. Assim que você disser "início", começaremos o atendimento simulado. A consulta seguirá as diretrizes clínicas da Pneumonia Adquirida na Comunidade (PAC), conforme o documento do Ministério da Saúde e a diretriz da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (2018). Estarei no papel de médico. Durante o atendimento, farei uma pergunta de cada vez e aguardarei sua resposta. Ao final, fornecerei uma análise técnica, com diagnóstico provável, classificação de gravidade, conduta terapêutica inicial e, se necessário, encaminhamento. A consulta será iniciada com a seguinte pergunta: "Por favor, me informe seu nome completo, idade, peso, sexo e profissão." Assim que desejar começar, diga "início".	início
Ótimo, vamos começar. Por favor, me informe seu nome completo, idade, peso, sexo e profissão.	Sou o João, tenho 79 anos, peso 70 kg, sou do sexo masculino e sou aposentado

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Obrigado, Sr. João. Qual o motivo principal da sua consulta hoje? Está sentindo algum sintoma?	Não estou me sentindo bem
Entendo. Para que eu possa avaliar melhor, preciso que o senhor descreva com mais detalhes os seus sintomas atuais. Quais sintomas o senhor está sentindo? Por exemplo: febre, tosse, falta de ar, dor no peito, cansaço, entre outros.	Estou sentindo falta de ar e cansaço
Obrigado pelas informações, Sr. João. O senhor tem apresentado tosse? Se sim, há quanto tempo? A tosse é seca ou com catarro? E se houver catarro, qual a cor dele?	Tenho tosse com catarro amarelo
Entendido, Sr. João. O senhor tem tido febre nos últimos dias? Se sim, qual foi a temperatura mais alta que mediu e há quantos dias isso começou?	Não sei te dizer se tive febre, não medi
Sem problemas, Sr. João. O senhor sente dor no peito ao tossir ou respirar fundo?	Sim
Obrigado pela resposta. O senhor possui alguma doença crônica, como diabetes, hipertensão, doença pulmonar (como DPOC ou asma), insuficiência cardíaca, ou já teve pneumonia antes?	Tenho diabetes, hipertensão e DPOC
Certo, Sr. João. Essa informação é muito relevante, especialmente por conta da DPOC. O senhor já utilizou algum antibiótico ou outro medicamento recentemente, seja por conta própria ou por recomendação médica?	não usei nada
Perfeito. O senhor tomou as vacinas contra gripe (influenza) e contra pneumonia (pneumocócica)? Se sim, lembra quando foi a última dose?	não tomei nenhuma das duas
Obrigado, Sr. João. Há quanto tempo o senhor está com esses sintomas (falta de ar, tosse com catarro amarelo, cansaço e dor no peito)?	3 dias
Entendido. O senhor tem sentido confusão mental, desorientação ou alguma alteração no estado de consciência?	Não
Ótimo. O senhor tem sentido algum inchaço nas pernas ou tem notado uma respiração acelerada, acima de 30 respirações por minuto?	Sem inchaço, tenho uma respiração mais acelerada ultimamente
Obrigado pela informação. Qual a sua frequência respiratória atual? Se não souber medir, pode descrever quantas vezes por minuto o senhor percebe que está respirando?	24 vezes por minuto
Ok, Sr. João. Qual a sua pressão arterial e frequência cardíaca atualmente? Se não souber os valores exatos, me diga se sente palpitações, tontura ou queda de pressão	não sinto nenhum desses sintomas
Entendido. Até aqui, temos: Idade: 79 anos, Sintomas: tosse com catarro amarelo, falta de ar, cansaço, dor no peito ao tossir/respirar fundo, Comorbidades: diabetes, hipertensão e DPOC, Sem uso recente de antibióticos, Sem febre medida, sem confusão mental, sem inchaço nas pernas, Frequência respiratória: 24 rpm, Sem sintomas de hipotensão ou palpitação. Agora, para melhor avaliação, preciso saber: O senhor tem alergia a algum medicamento ou substância?	nenhuma alergia
Perfeito, Sr. João. Vou realizar algumas perguntas rápidas para melhor estratificação de risco e definição do tratamento: 1. O senhor tem tido perda de apetite? 2. Está conseguindo ingerir líquidos e alimentos normalmente? 3. Apresenta tosse com sangue? 4. Tem dor articular ou muscular intensa? Por favor, responda um a um para que eu possa acompanhar.	1- sim 2 - sim mas em menor quantidade 3- não 4- um pouco
Obrigado, Sr. João. Com base nas informações colhidas até agora, precisamos avaliar sua saturação de oxigênio para entender melhor a gravidade da falta de ar. O senhor tem um oxímetro em casa? Se sim, poderia me informar qual a saturação de oxigênio atual? 90% Sr. João, saturação de oxigênio em 90% indica uma queda importante, abaixo do ideal (normal é acima de 92%). Isso, associado aos seus sintomas e comorbidades (DPOC, diabetes e hipertensão), sugere necessidade de avaliação clínica presencial e possível internação para tratamento adequado.	

Fonte: Do autor (2025)

Por fim, a Tabela 4 apresenta uma conversa para diagnóstico de DPOC, sendo o público-alvo: Manuela, 56 anos, 49 kg, feminino e professora aposentada.

Tabela 4. Conversa entre ChatGPT e estudante para diagnóstico de DPOC.

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Olá, bom dia! Eu sou o Dr. ChatGPT, médico clínico. Seja bem-vinda à consulta. Antes de iniciarmos a avaliação clínica, preciso dos seus dados de identificação. Qual o seu nome completo?	Manuela
Qual a sua idade?	Tenho 56 anos

Perguntas/Respostas geradas pelo ChatGPT	Respostas do estudante
Qual o seu peso atual?	49 kg
Qual a sua altura?	1,63 metros
Qual o seu sexo?	Feminino
Qual a sua profissão atual ou atividade principal?	Professora aposentada
Muito bem, Manuela. Agora vamos à sua queixa principal. O que está te trazendo à consulta hoje? Está sentindo algo diferente ou incômodo?	Tenho tosse quase todos os dias, e canso facilmente para fazer coisas simples, como caminhar rápido.
Há quanto tempo esses sintomas começaram? Eles são contínuos ou aparecem em crises?	Começaram há cerca de 2 anos, mas pioraram nos últimos 6 meses. A tosse é diária
Essa tosse é seca ou com catarro? Acontece mais em algum momento do dia?	É com catarro claro, principalmente pela manhã
Você sente falta de ar ao subir escadas ou caminhar por mais de alguns minutos?	Sim, às vezes tenho que parar para recuperar o fôlego
Você fuma ou já fumou? Teve exposição a poeiras, fumaça, lenha ou agentes químicos?	Fumei durante 35 anos, parei há 3 anos. E cresci em casa com fogão a lenha
Já procurou pronto-socorro ou foi internada por falta de ar ou crises respiratórias?	Já fui ao pronto atendimento 2 vezes no último ano por causa de chiado e aperto no peito
Já realizou espirometria? Se sim, lembra do resultado?	Fiz no ano passado. Disseram que estava com uma obstrução moderada
Manuela, com base nos seus sintomas respiratórios crônicos, no histórico de tabagismo prolongado e nos episódios recentes de piora, seu quadro é altamente sugestivo de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) com provável classificação funcional moderada (GOLD 2)	

Fonte: Do autor (2025)

3. Resultados

Os resultados das consultas realizadas no ChatGPT sobre casos clínicos de doenças respiratórias demonstram o avanço e a capacidade das tecnologias de IA como uma ferramenta complementar nas orientações clínicas a partir de uma sequência de perguntas e respostas elaboradas para este fim. Percebe-se que os textos são muito próximos a uma conversa entre médico e paciente, assim como a conduta e o encaminhamento gerado pelo ChatGPT seguidos de diagnóstico considerado suspeito ou provável. Este resultado foi obtido após ajustes no *prompt*, necessários para conduzir uma consulta de forma estruturada, técnica e orientada por etapas. Além disso, foi solicitado ao ChatGPT que consultasse os PCDTs da patologia do Ministério da Saúde.

Ao todo, doze consultas foram realizadas, considerando dados hipotéticos. Do ponto de vista didático, o estudante reforça seu conhecimento através dos PCDTs apresentados pelo chatBot. Esta interação possibilita uma aprendizagem prática e construtiva. Simular e alterar as consultas de casos clínicos trazendo-os o mais próximo da

realidade, torna possível a construção de uma base sólida sobre os conteúdos estudados. Na perspectiva de diagnóstico, o chatBot apresenta um diagnóstico explícito e acompanhado de uma justificativa técnica. Na perspectiva de conduta, ela é direta, possui um plano estruturado e encaminhamento. A IA demonstrou adaptabilidade ao incorporar condições específicas para o público-alvo deste estudo, por exemplo, o escarro em crianças e o uso de sistemas de escore clínico-radiológico na tuberculose infantil, conforme apresentado na Tabela 1. Contudo, quando a diretriz está especificando a epidemiologia central da doença para pessoas fora do grupo de risco, a IA não foi capaz de identificar a comorbidade em questão, por exemplo, a ausência do diagnóstico de DPOC para o público infantil.

Por fim, observou-se variação no tom da conversa com o chatBot, que foi mais formal quando a interação era conduzida de forma mais técnica e mais descontraído quando a interação era conduzida de maneira informal. Essa flexibilidade na linguagem permite que o ChatGPT se adapte ao perfil do usuário e ao objetivo da tarefa, favorecendo tanto abordagens acadêmicas quanto profissionais.

4. Considerações Finais

O presente estudo apresentou os resultados preliminares de consultas realizadas no ChatGPT que evidenciam uma ampla perspectiva para uso das tecnologias de IA na construção do conhecimento acadêmico de estudantes de Medicina. Através de simulações de casos clínicos, apoiados pelos PCDTs foi possível estabelecer um diálogo com o chatBot de forma estruturada, orientado por etapas, proporcionando ao estudante desenvolver sua formação técnica e sistematizar seu raciocínio clínico. O uso da versão gratuita pode ser uma limitação deste estudo, porém por questões de custo, foi a opção considerada. A aplicação dos PCDTs e o uso exclusivo de relatos verbais podem ter limitado a capacidade da IA em considerar uma variedade de diagnósticos. Embora a IA mencione o diagnóstico, o uso de *guardrails* muito restritivos, por exemplo, a estrutura de pergunta única por vez e o foco em uma patologia específica podem fazer com que a IA não explore manifestações clínicas onde múltiplos diagnósticos são igualmente prováveis inicialmente. Em casos reais, uma sequência de perguntas acompanhadas por resultados de

exames pode ser mais efetiva para descartar outras condições. Como trabalhos futuros, sugere-se a condução de novas consultas de casos clínicos para outras doenças, fazer testes e adequações ao *prompt* para explorar diferentes resultados, de forma a estimular o estudante a reconhecer os diagnósticos e, ao mesmo tempo desenvolver segurança e clareza na conduta médica, de forma progressiva com orientação educativa. Adicionalmente, sugere-se fazer outros estudos com ferramentas similares, com um número maior de consultas e que a análise também seja realizada por tipo de patologia.

Agradecimentos

Ao grupo de pesquisa em Computação Aplicada da Universidade Feevale.

Referências

- Alongi, P., et al. (2024). Artificial Intelligence Analysis Using MRI and PET Imaging in Gliomas: A Narrative Review. *Cancers*, 16(2):407.
- Mitsala, A., et al. (2021). Artificial Intelligence in Colorectal Cancer Screening, Diagnosis and Treatment. A New Era. *Current Oncology*, 28(3):1581-1607.
- Nigh, M. (2023). ChatGPT3 Prompt Engineering. GitHub. Disponível em: <https://github.com/mattnigh/ChatGPT3-Free-Prompt-List>. Acesso em 04/06/2025.
- OpenAI (2025). ChatGPT 4o. Disponível em: <http://openai.com/blog/chatgpt/>. Acesso em maio de 2025.
- Pinto-Coelho, L. (2023). How Artificial Intelligence Is Shaping Medical Imaging Technology: A Survey of Innovations and Applications. *Bioengineering*, 10(12):1435.
- Rabaan, A.A., et al. (2022). Artificial Intelligence for Clinical Diagnosis and Treatment of Prostate Cancer. *Cancers*, 14(22):5595.
- Teo, S. (2023). How I Won Singapore's GPT-4 Prompt Engineering Competition: A deep dive into the strategies I learned for harnessing the power of Large Language Models (LLMs). *Towards Data Science*. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/how-i-won->

singapores-gpt-4-prompt-engineering-competition-34c195a93d41/.
Acesso em 04/06/2025.

World Health Organization (2025). Noncommunicable diseases. 24 de dezembro de 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em 22/06/2025.

IA no Jornalismo: Estudos de Caso, Desafios e Oportunidades

Felipe Reis Faleiro¹

¹Escola de Comunicação, Artes e Design – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Porto Alegre, RS – Brasil
f.faleiro@edu.pucrs.br

Abstract. *This article discusses the uses and implications of generative artificial intelligence in journalism, based on the collective case study methodology (Yin, 2005; Alves-Mazzotti, 2006). The article analyzes Nuclito, a Brazilian news summary chatbot from the Núcleo Jornalismo website, and Realtime, a US-based news generation bot based on public data. The article also analyzes the use of AI in combating disinformation and presents initiatives by entities in the segment in order to strengthen this debate.*

Resumo. *Este artigo discute usos e implicações da inteligência artificial generativa no Jornalismo, a partir da metodologia do estudo de caso coletivo (Yin, 2005; Alves-Mazzotti, 2006). São analisados o Nuclito, chatbot brasileiro de resumo noticioso do site Núcleo Jornalismo, e o Realtime, dos Estados Unidos, de geração de notícias a partir de dados públicos. O artigo também analisa o uso da IA no combate à desinformação e apresenta iniciativas de entidades do segmento, a fim de fortalecer este debate.*

Fundamentação

A inteligência artificial (IA), em sua concepção clássica, é “a ciência e engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes”, relacionada “à tarefa similar de usar computadores para entender a inteligência humana” (McCarthy, 2007, p. 2). A ideia original é do matemático e cientista da computação britânico Alan Turing, quando, na década de 1950, propôs a pergunta “As máquinas podem pensar?” (Turing, 1950, p. 433).

Mais recentemente, já na década de 2020, houve o surgimento da inteligência artificial generativa, que, para Stryker e Scapicchio (2024) “é a IA que pode criar conteúdo original, como texto, imagens, vídeo, áudio ou código de software, em resposta a um prompt ou solicitação do usuário”, ganhou popularidade e atenção de diversos segmentos laborais e sociais. A IA generativa trabalha, de modo geral, com grandes modelos de linguagem (LLMs, ou, na sigla em inglês, *large language models*).

Eles são modelos de aprendizado de máquina (*machine learning*) capazes de interpretar diferentes funções. LLMs são treinados com imensas quantidades de dados para poderem reconhecer e gerar imagens, textos, conversações e outros tipos de conteúdos. Foram projetados para entender e gerar texto como um humano, além de outras formas de conteúdo, por meio de bilhões de parâmetros com os quais foram treinados (IBM, s.d).

A difusão da IA não é diferente na área da Comunicação, com o Jornalismo entre elas, sendo que, para Marconi (2020, p. 4), “a IA promete transformar todo o fluxo jornalístico de forma ainda mais exponencial”, de maneira que “o ritmo rápido do desenvolvimento tecnológico significa que as redações precisarão de aprendizado e treinamento quase constantes para se manterem atualizadas”. As possibilidades desta tecnologia perpassam todas as etapas do processo jornalístico, como coleta, produção e distribuição de notícias (Beckett, Yaseen, 2023).

Segundo Beckett e Yaseen (2023, p. 17-18), o principal exemplo de uso da IA generativa nas redações é a criação de conteúdo em aplicativos dedicados, a exemplo do ChatGPT, assim como aplicações de processamento de linguagem natural (PNL) para checagem de fatos (*fact-checking*), busca reversa de imagens, análise de tendências, redação de resumos e códigos, verificação ortográfica, produção de resumos, manchetes, narrativas visuais e boletins informativos.

Existem, no entanto, preocupações latentes com alucinações, ou, de acordo com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT, s/d), “ocorrências em que grandes modelos de linguagem geram respostas factualmente imprecisas ou ilógicas devido a restrições de dados e arquitetura”, vieses, ou seja, quando erros sistemáticos nos algoritmos de aprendizado de máquina produzem resultados injustos ou

discriminatórios, frequentemente refletindo ou reforçando desigualdades socioeconômicas, raciais e de gênero já existentes (Jonker, Rogers, 2024), entre outros aspectos.

Conflitos entre empresas de mídia e *big techs* também passaram a ocorrer após a difusão da IA generativa, já que os LLMs, em diversos casos, se alimentam a partir de conteúdos jornalísticos, não remunerando os respectivos veículos, fazendo-os bloquear a ação de robôs que, eventualmente, poderiam lançar mão desta prática. Segundo Spagnuolo (2024), dos 4 mil veículos jornalísticos brasileiros mapeados, somente 1,2% barravam a ação destes *bots*. Outra questão é a atribuição, por robôs de inteligência artificial, de falsas informações a noticiosos legítimos, com efeito de minar a credibilidade neles.

Em dezembro de 2024, a BBC, do Reino Unido, encaminhou uma reclamação formal à Apple depois da notificação via *push* pela ferramenta Apple Intelligence, que usa IA para reunir conteúdos jornalísticos, de uma notícia falsa envolvendo Luigi Mangione, acusado pela Justiça dos Estados Unidos de assassinato de um empresário do ramo de seguros de saúde. No mesmo ano, o sistema da Apple informou de maneira falsa a prisão do primeiro-ministro de Israel, Benjamin Netanyahu, atribuindo a notícia ao jornal estadunidense *The New York Times*. Com isso, a organização Repórteres Sem Fronteiras (RSF) pediu a remoção desta ferramenta à empresa.

Um estudo da mesma BBC (Elliott, 2025) mostrou que 51% das respostas de IA a perguntas sobre notícias aos *chatbots* ChatGPT (OpenAI), Copilot (Microsoft), Gemini (Google) e Perplexity tinham "problemas significativos" de alguma forma; 19% das respostas a conteúdos da BBC informaram erros de declarações factuais, números e datas incorretas; e 13% das citações de artigos próprios foram alteradas ou eram inexistentes no local referido.

Entre os muitos casos benéficos de uso da IA para atividades jornalísticas, destaca-se o Irineu, produto da Editora Globo, em uso no jornal O Globo, do Rio de Janeiro, para resumir reportagens publicadas no portal do veículo, cujo centenário é celebrado em 2025, assim como do Grupo Globo, bem como o *Leia*, de O Estado de S.Paulo, *chatbot* que gera respostas com base no arquivo de conteúdos do veículo sediado em São

Paulo. No caso do primeiro, o Grupo Globo afirma considerar o lançamento da IA como importante marca em meio à efeméride de seu aniversário.

Veículos nativos digitais, sem vínculos conhecidos com outros ditos da mídia tradicional, também lançam mão da IA generativa para estas ou outras funções, de maneira a atrair a atenção do leitor. Apresenta-se, a seguir, dois exemplos, condizentes com a metodologia do estudo múltiplo de casos, para o qual as conclusões individuais podem se tornar o padrão para o estudo total (Yin, 2005, p. 151). Alves-Mazzotti (2006, p. 642) afirma que, por meio do estudo de caso coletivo, o pesquisador estuda conjuntamente alguns casos para investigar um dado fenômeno, sendo que podem ou não ser selecionados por manifestar alguma característica comum.

Produto do site brasileiro Núcleo Jornalismo, o Nuclito é um chatbot criado pelo próprio time da ferramenta. Por meio dele, o usuário da página pode esclarecer dúvidas a respeito dos conteúdos postados unicamente no próprio portal do Núcleo. Já o Realtime, criado pelo desenvolvedor estadunidense Matthew Conlen, é um portal onde todas as funções são gerenciadas por ferramentas de IA, desde a busca em outras fontes, montagem de gráficos, manchetes, linhas de apoio e posicionamento na página. A interferência do desenvolvedor, em última análise, é mínima.

Há, neste íterim, semelhanças e diferenças entre ambas. São semelhantes, por exemplo, além de serem veículos nativos digitais, como já citado, ambos utilizam a API (sigla para *Application Programming Interface*) da OpenAI, desenvolvedora do ChatGPT. Além da diferença no idioma principal, sendo o português do Brasil para o Nuclito e o inglês para o Realtime, os formatos de IA são diferentes, nos termos de Pinto e Barbosa (2024, p. 335-336).

O Nuclito é uma inteligência artificial de *frontend*, ou seja, que tem interação direta com o público, comum a chatbots, enquanto o Realtime é uma IA de *backend*, cuja tecnologia não é diretamente visível aos usuários, com a intervenção feita diretamente pelos jornalistas-programadores. Ambos os termos são originais da Ciência da Informação.

A seguir, discute-se brevemente as concepções de ambas as ferramentas e como atuam.

O produto do Núcleo Jornalismo foi formado em janeiro de 2020 pela agência de dados Volt Data Lab, depois denominada NúcleoTech, assim como outros projetos tecnológicos similares, alguns descontinuados, outros em andamento até a entrega deste artigo. Destaca-se que o Núcleo foi também o primeiro veículo do tipo no Brasil a ter uma Política de Uso de Inteligência Artificial, texto citando, por exemplo, que a IA deve ser aplicada “para facilitar o trabalho do jornalismo, não produzi-lo”.

Para o Núcleo, produtos de inteligência artificial são ferramentas [...] e devem ser utilizadas como tal, não como substitutos a nossos profissionais” (Núcleo, 2023). O Nuclito em si, cuja equipe de desenvolvimento recebeu mentorias e financiamento internacional, foi também o primeiro chatbot de IA treinado a partir de LLMs no Brasil, com o Núcleo justificando sua construção para mitigar o problema da desinformação em ferramentas do tipo, pois seu treinamento era continuamente feito em fontes confiáveis, jornalisticamente apuradas.

Seu acesso, antes restrito a apoiadores, ou assinantes, porém mais tarde liberado a qualquer pessoa, desde que com login ativo, mesmo gratuito, é feito pela página da Internet <https://nucleo.jor.br/nuclito>. A interface do Nuclito é uma caixa aberta no *browser*, em que há um espaço para perguntas, que podem ser de quaisquer tipos, com o *chatbot* respondendo em segundos. Caso a questão seja coerente com algum conteúdo do site, a solução a ela é informada pelo chatbot, incluindo links para páginas do Núcleo Jornalismo que a apoiam.

Se houver incoerência, como questionamentos sem relação com assuntos tecnológicos, o robô responde não saber. Em testes realizados, o fluxo de conversação permanece mesmo quando a janela é reaberta. A gerente de Estratégia do Núcleo, Jade Drummond, foi entrevistada a respeito o projeto para o *Webinar #38: Desafios ao desenvolver um projeto com IA*, conduzido pelo *International Journalists’ Network*, ou IJNet.

Esta fala está disponível no canal da entidade no YouTube. Segundo Jade, a pretensão da ferramenta era ser um local onde as pessoas

poderiam “perguntar sobre redes sociais, *big techs*, plataformas digitais, com a garantia que a resposta é [...] confiável”, ao contrário do ChatGPT, ferramenta da OpenAI, conforme exemplo citado por ela, cujas respostas geralmente não indicavam sua origem a partir da Internet.

Já o Realtime (“tempo real”, em português), de slogan “*The data behind the news*”, ou “Os dados por trás da notícia”, em tradução livre, teve seu lançamento em fevereiro de 2024, e chegou a ser retirado do ar cerca de um ano mais tarde, medida essa justificada por seu criador pela necessidade de manutenção e ajuste na sincronia e tratamento dos dados, até torná-los públicos na página, com a promessa de que a mesma deve retornar ao ar em algum momento no futuro. Algumas versões¹ estão disponíveis na plataforma *Internet Archive*, porém com informações da época em que foram capturadas.

Em estudo anterior, Conlen havia manifestado que artigos interativos eram um meio de comunicação eficaz para o Jornalismo (Conlen, 2021, p. 2), ainda que, até então, eram desenvolvidos utilizando ferramentas complexas de uso geral, o que o fez criar propriamente, em 2017, uma linguagem computacional denominada *Idyll* (*id.*, 2019). Não foram localizadas referências ao seu uso no Realtime, embora a interatividade seja um ativo importante nesta plataforma, no momento de redação deste estudo.

O Realtime emula um portal de notícias regular, com a disposição de notícias como se fosse uma página administrada unicamente por humanos, com manchetes, linhas de apoio e gráficos, chamando a atenção para a ausência de imagens. Tecnicamente, o site realiza uma consulta a uma API externa, buscando informações relevantes sobre tópicos pré-definidos, lançando mão de um LLM para gerar resumos, por meio de um *prompt* construído dinamicamente.

A ideia, segundo seu criador, é driblar alucinações evitando a inferência de causalidade entre as últimas notícias e atualizações de dados recentes. Cada manchete é clicável, oferecendo, desta forma, a

¹ Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20240322125106/https://realtime.org/>>. Acesso em: 04 jul. 2025.

entrada em uma nova página própria e visualização de mais contextos. Outros recursos incluem a comparação de dados disponíveis publicamente em gráficos também interativos e o disparo de *newsletters*, com curadoria igualmente por IA generativa.

Ambos os sites são exemplos virtuosos sobre as possibilidades da IA no Jornalismo, entre as diversas maneiras pelas quais esta tecnologia pode ser embutida na prática profissional. Assim, Nuclito e Realtime, de formas distintas, se inserem em um contexto de vanguarda na Comunicação, sendo necessário pensar no papel do ser humano neste processo, por ora mediado pela máquina. Riscos inconscientes, como alucinações e vieses, ou conscientes, como vídeos produzidos de forma sintética imitando redações e reportagens, podem fomentar e reverberar a desinformação.

Com efeito, isto traz um perigoso potencial de minar as bases da democracia, suscitando dúvidas a respeito da relevância da prática jornalística tradicional, o que pode ser objeto de novos estudos futuramente. Há, continuamente, desafios relacionados aos conflitos, especialmente éticos, citados no início deste artigo, que, como relata Barcellos (2020, p. 134), coloca frente a frente a imprensa e as grandes corporações digitais, que, de forma paradoxal, também são suas grandes parceiras no desenvolvimento de tecnologias de IA específicas para o Jornalismo.

Por conta disso, iniciativas como a *Carta de Paris sobre IA e Jornalismo* (*Paris Charter on AI and Journalism*, no original), publicada pela organização Repórteres Sem Fronteiras (RSF, 2023), busca posicionar a visão das empresas de mídia e seus empregados diante de uma tecnologia cujo futuro é ainda incerto, mas cuja penetração nas redações é reflexo do que já ocorre em demais âmbitos sociais. E, de maneira inédita, ambos os grupos têm opinião similar de que é preciso aprofundar a discussão sobre os impactos da IA na atividade jornalística, algo sobre o qual toda a sociedade também deve permanecer vigilante.

Referências

- Alves-Mazzotti, A. J. (2006). Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de Pesquisa*, vol. 36, no. 129, p. 637-651. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742006000300007>.
- Beckett, C. and Yaseen, M. (2023). *Generating Change: a global survey of what news organisations are doing with AI*. JournalismAI, Polis, London. Available at: <https://www.journalismai.info/research/generating-change-2023>. [Accessed: July 5, 2025].
- Conlen, M. (2019). “Let’s Make an Interactive Blog”. Medium, July 10. Available at: <https://medium.com/@mathisonian/creating-an-interactive-blog-fd762a95a011>. [Accessed: July 6, 2025].
- Conlen, M. (2021). *Authoring and publishing interactive articles* (PhD thesis). Paul G. Allen School of Computer Science & Engineering, University of Washington, Washington. Available at: <https://mathisonian.com/static/papers/authoring-and-publishing-interactive-articles.pdf>. [Accessed: July 6, 2025].
- Elliott, R. (2025). *BBC research into AI assistants*. BBC Research & Development, London. Available at: <https://www.bbc.co.uk/aboutthebbc/documents/bbc-research-into-ai-assistants.pdf>. [Accessed: July 6, 2025].
- IBM (2023). “O que são large language models (LLMs)?”. IBM Think. Available at: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/large-language-models>. [Accessed: July 6, 2025].
- Jonker, C. and Rogers, B. (2024). “O que é viés algorítmico?”. IBM Think. Available at: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/algorithmic-bias>. [Accessed: July 6, 2025].
- Marconi, F. (2020). *Newsmakers: Artificial intelligence and the future of journalism*. Columbia University Press, New York. [Kindle edition].
- McCarthy, J. (2007). *What is artificial intelligence?*. Stanford University, Stanford, Nov. 12. Available at: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>. [Accessed: July 5, 2025].
- MIT Sloan Teaching & Learning Technologies (n.d.). “Glossary of terms: Generative AI basics”. Available at:

- <https://mitsloanedtech.mit.edu/ai/basics/glossary/>. [Accessed: July 5, 2025].
- Núcleo Jornalismo (2023). “Política de uso de inteligência artificial”. Núcleo Jornalismo, May 18. Available at: <https://nucleo.jor.br/institucional/2023-05-18-nucleo-politica-uso-inteligencia-artificial/>. [Accessed: July 6, 2025].
- Pinto, M. C. and Barbosa, S. O. (2024). Artificial Intelligence (AI) in Brazilian digital journalism: Historical context and innovative processes. *Journalism and Media*, vol. 5, no. 1, pp. 325-341. <https://doi.org/10.3390/journalmedia5010022>.
- Repórteres Sem Fronteiras (RSF) (2023). Carta de Paris sobre IA e Jornalismo. Paris. Available at: https://rsf.org/sites/default/files/medias/file/2023/11/Carte%20de%20Paris%20sobre%20IA%20e%20jornalismo_0.pdf. [Accessed: July 5, 2025].
- Spagnuolo, S. (2024). “99% dos sites de jornalismo no Brasil permitem uso de conteúdo para treinar IA”. Núcleo Jornalismo, Oct. 29. Available at: <https://nucleo.jor.br/interativos/2024-10-29-veiculos-jornalismo-brasil-permitem-treinar-ia/>. [Accessed: January 2, 2025].
- Stryker, C. and Scapicchio, M. (2024). “What is generative AI?”. IBM Think, March 22. Available at: <https://www.ibm.com/think/topics/generative-ai>. [Accessed: July 5, 2025].
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, vol. 49, no. 236, pp. 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.
- Yin, R. K. (2001). Estudo de caso: Planejamento e métodos (2nd ed.). Bookman.

Inteligência Artificial Generativa e Criatividade na Educação: Perspectivas Inovadoras para o Ensino e Aprendizado no Século XXI

Vanessa Fernandes Mendes, Daniela Alcântara Scherer, Priscila Silvano Azeredo
Velho, Marta Rosecler Bez

Universidade Feevale – ERS-239, 2755 – Novo Hamburgo, RS – CEP:
93525-075

nessafmendes@yahoo.com.br,
daniela.alcantara@prof.edu.saoleopoldo.rs.gov.br,
priscila.velho@prof.edu.saoleopoldo.rs.gov.br, martabez@feevale.br

Abstract. *This article analyzes the intersections between creativity and Generative Artificial Intelligence (GAI) in contemporary education. Based on a qualitative approach and literature review, it explores how GAI can enhance creative expression, personalize learning, and foster student agency. Findings suggest that its critical and pedagogical use can support more dynamic and inclusive learning environments, provided it is mediated by trained educators. Ethical and methodological challenges are also addressed, such as the risks of superficial learning and misinformation. It concludes that the impact of GAI depends on the integration of innovation, teacher training, and public policies guided by ethical and human-centered principles.*

Resumo. *Este artigo analisa as interações entre criatividade e Inteligência Artificial Generativa (IAG) na educação contemporânea. Com base em abordagem qualitativa e revisão bibliográfica, discute como a IAG pode ampliar a expressão criativa, personalizar o ensino e valorizar o protagonismo discente. Os achados apontam que seu uso crítico e pedagógico pode tornar a aprendizagem mais dinâmica e inclusiva, desde que mediado por docentes capacitados. Também são abordados desafios éticos e metodológicos, como riscos de superficialidade e desinformação. Conclui-se que o impacto da IAG depende da integração entre inovação, formação docente e políticas públicas orientadas por princípios éticos e humanizadores.*

Introdução

A criatividade (Boden 1998; 2004) é amplamente reconhecida como uma competência fundamental para a formação integral do indivíduo, sobretudo em contextos educacionais que objetivam preparar estudantes para os desafios inerentes a um mundo em constante transformação. Sternberg (2006) enfatiza que a criatividade, aliada ao pensamento crítico e à resolução de problemas, constitui um dos pilares essenciais para o desenvolvimento de sujeitos autônomos, reflexivos e socialmente responsáveis. No cenário da educação do século XXI, tais competências são valorizadas por sua capacidade de promover inovação, flexibilidade cognitiva e um aprendizado significativo, contextualizado e situado (Trilling; Fadel 2009).

O termo Inteligência Artificial (IA) remonta à década de 1950 (Santaella 2023), mas foi com os recentes avanços tecnológicos e a emergência da Inteligência Artificial Generativa (IAG) que a relação entre criatividade e educação adquiriu novas dimensões. Luckin e Holmes (2016) destacam que a IA propicia oportunidades inéditas para reconfigurar os processos de ensino e aprendizagem, ampliando as possibilidades de expressão criativa dos discentes. Nesse contexto, emergem debates acerca do papel da IA que transcendem sua função instrumental, concebendo-a como agente coautor na produção de conteúdos educacionais e na mediação pedagógica (Ivanova 2024). Por conseguinte, investigar as potencialidades e limitações da IA no âmbito das práticas pedagógicas revela-se tarefa premente e relevante.

Amabile (1983) contribui com uma perspectiva seminal ao postular que a criatividade resulta da interação entre três componentes principais: expertise, habilidades de pensamento criativo e motivação — esta última mais eficaz quando intrínseca. Em ambientes escolares, tal concepção implica a necessidade de fomentar contextos que estimulem a curiosidade, o engajamento pessoal e a autonomia dos estudantes, aspectos passíveis de serem potencializados por meio do uso consciente e crítico da IA.

A IA Generativa, representada por modelos de linguagem como o ChatGPT e plataformas de criação visual, apresenta a capacidade de gerar conteúdos originais a partir da análise de volumosos conjuntos de dados. Franceschelli e Musolesi (2024) argumentam que essas tecnologias, alicerçadas em redes neurais profundas, ampliam o repertório criativo de educadores e alunos, oferecendo suporte para a construção de ideias, resolução de problemas e desenvolvimento de projetos pedagógicos. Através dessas ferramentas, os estudantes podem testar hipóteses, obter

feedback instantâneo e personalizar seus processos de aprendizagem, conferindo maior dinamismo e interatividade ao ensino.

Todavia, Lubart (2005) adverte acerca das limitações inerentes aos algoritmos, os quais, apesar de eficazes na geração de novos conteúdos, não conseguem abarcar integralmente as dimensões emocionais, sociais e contextuais que caracterizam a criatividade humana. Tal constatação suscita questionamentos acerca da autenticidade dos processos criativos mediados pela IA, bem como do risco de um aprendizado superficial pautado na reprodução ou remixagem de padrões preexistentes.

Dessa forma, o equilíbrio entre o uso da IA e a valorização da criatividade humana mostra-se imperativo. Castelo (2024) observa que a IA pode combinar elementos de modo original e inesperado, contribuindo especialmente em projetos educacionais e na resolução de problemas complexos. Entretanto, o julgamento crítico, a intuição e a compreensão contextual permanecem prerrogativas exclusivas do ser humano. Assim, o papel do professor como mediador torna-se ainda mais crucial, orientando os alunos a pensar com o apoio da IA, e não meramente por meio dela.

Ivanova (2024) sustenta que a integração da IA reconfigura os papéis de docentes e discentes, promovendo uma coautoria entre humanos e máquinas. Nessa nova dinâmica, os educadores podem personalizar o ensino conforme as necessidades individuais, enquanto os estudantes assumem protagonismo na criação e construção do conhecimento, transmutando a tradicional relação de ensino-aprendizagem.

Pretsch (2024) acrescenta que a criatividade em modelos de linguagem deve ser entendida como a capacidade de produzir conteúdos originais e relevantes. Ferramentas como assistentes de escrita, tradutores automáticos e tutores virtuais ampliam o acesso ao aprendizado e promovem a inclusão educacional. Contudo, o autor adverte para riscos éticos e práticos, como a disseminação de desinformação, o plágio e o uso superficial dessas tecnologias, decorrentes da ausência de compreensão profunda do contexto e significado dos conteúdos gerados.

Ademais, a IA apresenta potencial significativo para democratizar o acesso à criatividade na educação. Alunos com diferentes perfis, inclusive aqueles com barreiras físicas ou socioeconômicas, podem usufruir dessas ferramentas, desde que haja infraestrutura adequada, formação docente continuada e políticas públicas comprometidas com a equidade e a ética.

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC 2018) reconhece a criatividade como uma das dez competências gerais essenciais para o desenvolvimento integral dos estudantes, promovendo o pensamento criativo e inovador em todas as áreas do conhecimento. A criatividade é considerada fundamental para o desenvolvimento de habilidades investigativas, formulação e teste de hipóteses, além da criação de soluções para problemas complexos, fortalecendo o pensamento científico, crítico e criativo.

A Política Nacional de Educação Digital (PNED), instituída pela Lei nº 14.533/2023 (Brasil 2023), sustenta o uso consciente e intencional das tecnologias no ambiente escolar, sobretudo nas redes públicas. Essa política busca fortalecer o letramento digital, o pensamento computacional e a formação integral dos estudantes, incluindo o uso ético e pedagógico da IA.

O lançamento público do ChatGPT pela OpenAI, em 2022, causou impacto significativo no campo educacional ao apresentar uma IA generativa capaz de produzir conteúdos variados com base em vasta base de dados. Essa inovação abriu novas possibilidades para apoiar estudantes e docentes na construção do conhecimento de forma mais ágil e acessível.

Contudo, Durso e Arruda (2022) advertem que os estudos sobre o uso da IA na educação ainda são incipientes, tanto no Brasil quanto internacionalmente. A tecnologia, em constante evolução, não permite, até o momento, considerações científicas maduras. Futuras gerações de IA certamente provocarão transformações profundas na interação entre educadores, discentes e essas ferramentas.

Diante disso, os desafios para integrar a criatividade e a IA Generativa na educação são múltiplos, abrangendo a redefinição dos papéis de professores e estudantes, além da necessidade de regulamentações éticas, pedagógicas e tecnológicas. Entretanto, o potencial de transformação educacional permanece vasto.

Selwyn (2019) e Holmes e Tuomi (2022) enfatizam que o uso pedagógico da IA deve pautar-se por princípios humanistas, buscando equidade, inclusão e o desenvolvimento do pensamento crítico, de modo que a IA amplifique, e não substitua, a ação educativa do professor. Assim, o futuro da criatividade mediada pela IA dependerá da intencionalidade pedagógica, da criticidade dos sujeitos envolvidos e das políticas educacionais que nortearão sua presença nas instituições de ensino.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada em pesquisa bibliográfica e documental, com o objetivo de compreender as implicações da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na educação, especialmente em processos criativos de ensino e aprendizagem. Conforme Gil (2008), a pesquisa exploratória é indicada para fenômenos pouco conhecidos, possibilitando a identificação de conceitos-chave para estudos futuros. A abordagem qualitativa permite análise interpretativa dos discursos acadêmicos e institucionais, considerando aspectos pedagógicos, éticos e tecnológicos.

O levantamento bibliográfico incluiu publicações científicas das bases Scopus, Web of Science e Biblioteca de Periódicos da CAPES, abrangendo livros, artigos, relatórios e documentos institucionais que tratam da relação entre criatividade, educação e IA, com foco na IA Generativa. O recorte temporal foi de 2020 a 2025, período marcado pela disseminação de tecnologias como GPT-3 e GPT-4.

A seleção dos materiais considerou relevância temática, atualidade e rigor científico, priorizando autores que articulam criatividade, mediação tecnológica e inovação pedagógica. A análise buscou compreender como a literatura apresenta a IA como recurso pedagógico para ampliar expressão criativa, personalizar o ensino e promover práticas educacionais inovadoras e centradas no protagonismo dos estudantes.

Análise de resultados

A análise dos dados baseou-se nas publicações selecionadas, interpretadas a partir das categorias que articulam inteligência artificial generativa (IAG), criatividade e inovação nos processos educacionais. A literatura revela o interesse crescente em compreender como tecnologias generativas podem transformar práticas pedagógicas, especialmente no estímulo à criatividade e na personalização do ensino.

Amabile (1983) destaca que a criatividade em contextos educacionais está ligada à motivação intrínseca, liberdade para experimentar e suporte ao desenvolvimento de ideias originais. Sob essa ótica, a IAG tem potencial para fomentar ambientes criativos ao ampliar recursos disponíveis para alunos e docentes, promovendo novas formas de expressão e resolução de problemas. Runco e Acar (2012) corroboram,

apontando a importância da fluência e flexibilidade de pensamento, que podem ser estimuladas pela interação com sistemas generativos.

Boden (2004) classifica a criatividade em combinatória, exploratória e transformacional. A IAG se alinha principalmente à criatividade combinatória, ao permitir a recombinação inovadora de ideias, imagens e textos. Esse aspecto é particularmente relevante em práticas pedagógicas que valorizam autoria e protagonismo estudantil.

Pedagogicamente, a IAG amplia a personalização o ensino. Luckin e Holmes (2016) afirmam que IA pode adaptar conteúdos às necessidades individuais, aumentando engajamento e eficiência. Holmes e Tuomi (2022) reforçam que sistemas de IA generativa possibilitam feedback instantâneo e aprendizado mais autônomo dos estudantes.

Contudo, o uso da IAG suscita preocupações éticas. Selwyn (2019) destaca a importância de considerar a transparência dos algoritmos, proteção de dados e equidade no acesso. A literatura enfatiza a necessidade de capacitação docente para uso crítico e criativo dessas ferramentas, como apontam Williamson e Eynon (2020).

Institucionalmente, relatórios de Miao, Holmes, Huang e Zhang (2021) e OECD (2023) ressaltam o papel da IA generativa na inovação educacional, alertando para a necessidade de políticas públicas que regulam seu uso e promovam práticas alinhadas a valores democráticos e inclusivos.

Por fim, as evidências indicam que a IAG pode ser catalisadora de processos criativos na educação, desde que seu uso esteja fundamentado em bases pedagógicas sólidas e acompanhado de reflexões críticas. A tecnologia, isoladamente, não garante inovação; é a mediação docente, informada por teorias da criatividade e aprendizagem, que transforma a IA em ferramenta significativa para formar sujeitos críticos, criativos e autônomos.

Considerações finais

Este estudo evidenciou que a Inteligência Artificial Generativa (IAG) apresenta um potencial significativo para transformar práticas educacionais ao ampliar as possibilidades de expressão criativa, personalização do ensino e engajamento discente. A partir da análise de produções acadêmicas e documentos institucionais, observou-se que a IAG pode atuar como catalisadora de processos pedagógicos inovadores,

especialmente quando integrada de forma crítica, ética e fundamentada a concepções contemporâneas de aprendizagem e criatividade.

Contudo, também se destacaram desafios relevantes, como a necessidade de formação docente, a garantia de equidade no acesso às tecnologias e o enfrentamento de questões éticas relativas à transparência algorítmica e à privacidade de dados. Assim, conclui-se que o uso eficaz da IAG na educação requer não apenas investimentos tecnológicos, mas, sobretudo, um compromisso pedagógico orientado por valores democráticos, inclusivos e humanizantes.

Referências

- Amabile, T. M. (1983) The social psychology of creativity. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 45, n. 2, p. 357–376. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1984-06764-001>. Acesso em: 17 maio 2025.
- Boden, M. A. (1998) Creativity and artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, v. 103, n. 1/2, p. 347–356. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(98\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(98)00055-1). Acesso em: 13 jun. 2025.
- Boden, M. A. (2004) *The creative mind: Myths and mechanisms*. 2. ed. London: Routledge. Disponível em: <https://www.tribuneschoolchd.com/uploads/tms/files/1595167242-the-creative-mind-pdfdrive-com-.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.
- Brasil. (2018) Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_10518_versaofinal.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.
- Brasil. (2023) Presidência da República. *Lei n.º 14.533*, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera diversas leis. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 25 maio 2025.
- Castelo, N. (2024) How AI outperforms humans at creative idea generation. *Journal of Creative Behavior*. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4751779. Acesso em: 30 maio 2025.
- Durso, S. O. e Arruda, E. P. (2022) Artificial Intelligence in Distance Education: A Systematic Literature Review of Brazilian Studies.

- Problems of Education in the 21st Century*, v.80, n.5, p.679–692. Disponível em: <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.679>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- Franceschelli, G. e Musolesi, M. (2024) *Creativity and Machine Learning: A Survey*. ACM Computing Surveys. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.02726>. Acesso em: 20 maio 2025.
- Gil, A. C. (2008) *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Holmes, W. e Tuomi, I. (2022) State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, v. 57, n. 3, p. 542-570. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- Ivanova, N. (2024) Imaginaries of Computational. *Journal of Cultural Analytics*. Disponível em: https://www.academia.edu/download/112567870/IVANOVA_Computational_creativity_2021.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.
- Lubart, T. (2005) How can computers be partners in the creative process: Classification and commentary on the Special Issue. *International Journal of Human-Computer Studies*, v.63, n.4/5, p.365–369. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.04.002>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- Luckin, R. e Holmes, W. (2016) *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. London: Pearson Education, 2016. Disponível em: <https://www.pearson.com/uk/education/educational-technology/intelligence-unleashed.html>. Acesso em: 19 maio 2025.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R. e Zhang, H. (2021) *AI and education: Guidance for policy-makers*. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>. Acesso em: 25 maio 2025.
- OECD (2023) *OECD Digital Education Outlook 2023. Towards an Effective Digital Education Ecosystem*, OECD Publishing, Paris. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/12/oecd-digital-education-outlook-2023_c827b81a/c74f03de-en.pdf. Acesso em: 05 jun. 2025.
- Pretsch, J. (2024) Creativity and large language models: New challenges in education and authorship. *AI & Society*. Disponível em:

- https://revistia.com/files/articles/ejser_v11_i1_24/Pretschi.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.
- Runco, M. A. e Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, v. 24, n. 1, p. 66–75. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>. Acesso em: 18 maio 2025.
- Santaella, L. (2023) *A inteligência artificial é inteligente?* São Paulo: Almedina.
- Selwyn, N. (2019) *Should robots replace teachers?: AI and the future of education*. 1. ed. Cambridge: Polity, 2019,
- Sternberg, R. J. (2006) The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, v. 18, n. 1, p. 87–98. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220041126_The_Nature_of_Creativity. Acesso em: 30 maio 2025.
- Trilling, B. e Fadel, C. (2009) *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco: Jossey-Bass. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2009-18745-000>. Acesso em: 18 maio 2025.
- Williamson, B. e Eynon, R. (2020) Historical Threads, Missing Links, and Future Directions in AI in Education. *Learning, Media and Technology*, v. 45, n. 3, p. 223–235. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>. Acesso em: 15 maio 2025.

Do Estigma à Inovação: A Contribuição da Inteligência Artificial no Enfrentamento ao HIV/AIDS

Vanessa Fernandes Mendes, Marta Rosecler Bez

Universidade Feevale – ERS-239, 2755 – Novo Hamburgo, RS – CEP:
93525-075

nessafmendes@yahoo.com.br, martabez@feevale.br

Abstract. *This article analyzes the use of Large Language Models (LLMs) in the development of educational campaigns on HIV/AIDS, in connection with the Creative Industries. Based on an exploratory approach and literature review, the study highlights the potential of LLMs to generate personalized, accessible, and culturally sensitive content. Aligned with the guidelines of the Brazilian Ministry of Health, such AI-based campaigns help to reduce stigma, expand access to information, and strengthen citizenship. LLMs are thus positioned as tools for social innovation in public health communication.*

Resumo. *Este artigo analisa o uso de Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) na criação de campanhas educativas sobre HIV/AIDS, em articulação com as Indústrias Criativas. Com base em abordagem exploratória e revisão bibliográfica, destaca-se o potencial dos LLMs na produção de conteúdos personalizados, acessíveis e culturalmente sensíveis. Alinhadas às diretrizes do Ministério da Saúde, essas campanhas contribuem para combater o estigma, ampliar o acesso à informação e fortalecer a cidadania, configurando os LLMs como ferramentas de inovação social em saúde pública.*

Introdução

As transformações tecnológicas das últimas décadas têm impulsionado novas formas de comunicação, educação e produção de conhecimento, especialmente em campos sensíveis como a saúde pública. Frente aos desafios persistentes na prevenção de doenças, no combate à desinformação e na promoção da saúde, torna-se urgente adotar

abordagens inovadoras, capazes de dialogar com a cultura digital e os modos contemporâneos de engajamento (WHO, 2022; OPAS, 2022).

Nesse cenário, destaca-se a utilização de Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) como ferramenta promissora, tanto na produção de conteúdos personalizados quanto na ampliação do acesso à informação de qualidade. Essas tecnologias inserem-se no ecossistema das Indústrias Criativas, onde a convergência entre criatividade, tecnologia e impacto social ganha centralidade (HOWKINS, 2001; FLORIDA, 2002).

Este artigo discute como os LLMs, aplicados à comunicação e educação em saúde — particularmente no enfrentamento do HIV/AIDS —, podem contribuir para campanhas mais inclusivas, eficazes e culturalmente sensíveis. Trata-se de uma investigação que busca articular diferentes campos do conhecimento (saúde, tecnologia, inovação e cultura) sem a pretensão de esgotar quantitativamente a produção científica, como nas revisões sistemáticas, mas de mapear conceitos, práticas e aportes teóricos relevantes.

Parte-se da compreensão de que estratégias comunicacionais mediadas por IA transcendem os modelos tradicionais, promovendo inovação social e fortalecimento das políticas públicas de saúde (BRASIL, 2022; UNCTAD, 2010).

Referencial Teórico

As Indústrias Criativas constituem um campo sociocultural e econômico em que a criatividade, o conhecimento e o capital simbólico são insumos centrais (HOWKINS, 2001). Para Florida (2002), a “classe criativa” ocupa papel estratégico no desenvolvimento contemporâneo, ao articular cultura, tecnologia e inovação. Aplicada à saúde pública, essa perspectiva revela o potencial transformador de práticas comunicacionais e educativas, especialmente no enfrentamento de temas sensíveis como o HIV/AIDS.

Throsby (2001) destaca que os produtos criativos geram valor simbólico e social — dimensões essenciais em contextos marcados por estigma e exclusão. No caso do HIV/AIDS, cuja trajetória é atravessada por representações negativas e desigualdades estruturais, a criação de conteúdos criativos contribui para desconstruir preconceitos e promover empatia.

Mesmo após quatro décadas de avanços, o HIV/AIDS ainda representa um dos principais desafios da saúde pública. Segundo a OMS (2021) e o UNAIDS (2020), a epidemia continua afetando desproporcionalmente populações vulneráveis, exigindo estratégias interdisciplinares sensíveis a aspectos culturais, territoriais e afetivos. A comunicação em saúde, nesse cenário, deve ir além da transmissão técnica, incorporando linguagem acessível, design inclusivo, narrativas afetivas e participação social (LUCAS; BÖSCHEMEIER; SOUZA, 2023).

As Indústrias Criativas oferecem um ecossistema fértil para integrar estética, interatividade e tecnologias digitais à produção de campanhas que valorizem a diversidade cultural dos públicos. Isso fortalece a concepção da saúde como direito, cidadania e cuidado (VASCONCELOS, 2009). A valorização das vivências dos sujeitos permite superar abordagens verticalizadas, promovendo ações educativas mais inclusivas.

Incorporadas às políticas públicas, essas práticas ampliam o alcance e a eficácia de ações preventivas. Produções como vídeos, podcasts, HQs e conteúdos interativos tornam-se ferramentas relevantes para engajar jovens e populações marginalizadas no ambiente digital.

Os Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) são sistemas de inteligência artificial treinados para processar e gerar linguagem natural com base em grandes volumes de dados (OPENAI, 2023). Ferramentas como ChatGPT, Gemini e Copilot têm sido utilizadas em múltiplos setores, com destaque para a criação de conteúdos, automação de tarefas e suporte à comunicação.

Na saúde, os LLMs permitem criar materiais educativos personalizados, auxiliar na checagem de informações, traduzir termos técnicos e adaptar conteúdos para diferentes níveis de letramento (ALBUQUERQUE; ABREU; LIMA, 2024; ZENG et al., 2020). Essas aplicações são especialmente relevantes em contextos de desinformação e baixa adesão às práticas preventivas.

No enfrentamento do HIV/AIDS, a IA generativa apresenta um potencial singular. Sua capacidade de produzir conteúdos atualizados, culturalmente adaptados e alinhados às diretrizes clínicas contribui para ampliar o acesso à informação de qualidade, reduzir o estigma e fomentar práticas de autocuidado (HEREK, 1999; FOSTER et al., 2021). Além disso, os LLMs podem atuar como agentes de comunicação interativa, simulando diálogos, esclarecendo dúvidas e orientando sobre prevenção, teste e tratamento.

A incorporação dessas ferramentas à comunicação em saúde exige, porém, atenção a questões éticas e epistemológicas, como viés algorítmico, privacidade e validação científica (SOUZA et al., 2024). Quando utilizados com criticidade e intencionalidade, os LLMs não apenas otimizam processos criativos, mas ampliam o alcance de campanhas educativas, reforçando o vínculo entre tecnologia, cidadania e saúde pública.

Metodologia

Esta pesquisa, de caráter aplicado e exploratório, investiga o uso de Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) na criação de campanhas educativas sobre HIV/AIDS. A metodologia combina revisão bibliográfica, baseada em Severino (2017), Gil (2019) e Lakatos e Marconi (2019), e estudo experimental. Foram consultadas bases como Scopus, PubMed, SciELO e CAPES para mapear avanços no uso de IA na comunicação em saúde.

Na fase prática, campanhas geradas por LLMs foram orientadas por diretrizes do Ministério da Saúde, OMS e UNAIDS. O conteúdo foi avaliado por especialistas por meio de entrevistas semiestruturadas, conforme Minayo (2014), considerando clareza, precisão e adequação técnica. As respostas foram analisadas com base na técnica de Bardin (2011), em três etapas: pré-análise, categorização e interpretação. A proposta visa identificar limites e potencialidades do uso da IA em práticas comunicacionais em saúde pública.

Análise de resultados

Os estudos revisados indicam que tecnologias baseadas em inteligência artificial, como os Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs), geram impactos positivos na comunicação e na educação em saúde. Conforme argumenta Souza et al. (2024), a IA permite criar conteúdo responsivos, ajustados às características dos diferentes públicos, favorecendo tanto a compreensão quanto a retenção das informações. Um exemplo destes conteúdos é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fragmento de história em quadrinhos gerada pelo CHAT-GPT



Fonte: Dos autores – gerada pelo chat-gpt (2025)

No contexto do enfrentamento ao HIV/AIDS, autores como Herek (1999) e Mayer et al. (2020) ressaltam a relevância de estratégias comunicacionais inovadoras para combater o estigma, ampliar o acesso ao diagnóstico precoce e promover ações preventivas. As campanhas geradas por LLMs, quando alinhadas às diretrizes clínicas do Ministério da Saúde (BRASIL, 2022), não apenas replicam informações, mas personalizam conteúdos com sensibilidade cultural e linguagem acessível, promovendo inclusão e equidade.

Quando articulados ao campo das Indústrias Criativas, os LLMs se apresentam como ferramentas de inovação social, contribuindo para a democratização do conhecimento em saúde, a redução de desigualdades e o fortalecimento da cidadania (Klock et al., 2024; OPAS, 2022).

Considerações Finais

O estudo evidenciou que o uso de Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs), articulado às Indústrias Criativas, representa uma inovação significativa na comunicação em saúde. No contexto do HIV/AIDS, essas tecnologias favorecem campanhas inclusivas, eficazes e alinhadas às diretrizes clínicas e políticas públicas. Ao permitir a personalização de

conteúdos, ampliar o acesso à informação e reduzir o estigma, os LLMs contribuem para a promoção da cidadania e da equidade em saúde, especialmente em contextos vulneráveis.

Como desdobramento, recomenda-se a realização de estudos de campo que avaliem o impacto dessas ferramentas em diferentes públicos e territórios, visando ampliar sua efetividade e subsidiar sua integração nas políticas públicas de saúde e educação.

A análise dos dados baseou-se nas publicações selecionadas, interpretadas a partir das categorias que articulam inteligência artificial generativa (IAG), criatividade e inovação nos processos educacionais. A literatura revela o interesse crescente em compreender como tecnologias generativas podem transformar práticas pedagógicas, especialmente no estímulo à criatividade e na personalização do ensino.

Amabile (1983) destaca que a criatividade em contextos educacionais está ligada à motivação intrínseca, liberdade para experimentar e suporte ao desenvolvimento de ideias originais. Sob essa ótica, a IAG tem potencial para fomentar ambientes criativos ao ampliar recursos disponíveis para alunos e docentes, promovendo novas formas de expressão e resolução de problemas. Runco e Acar (2012) corroboram, apontando a importância da fluência e flexibilidade de pensamento, que podem ser estimuladas pela interação com sistemas generativos.

Boden (2004) classifica a criatividade em combinatória, exploratória e transformacional. A IAG se alinha principalmente à criatividade combinatória, ao permitir a recombinação inovadora de ideias, imagens e textos. Esse aspecto é particularmente relevante em práticas pedagógicas que valorizam autoria e protagonismo estudantil.

Pedagogicamente, a IAG amplia a personalização o ensino. Luckin e Holmes (2016) afirmam que IA pode adaptar conteúdos às necessidades individuais, aumentando engajamento e eficiência. Holmes e Tuomi (2022) reforçam que sistemas de IA generativa possibilitam feedback instantâneo e aprendizado mais autônomo dos estudantes.

Contudo, o uso da IAG suscita preocupações éticas. Selwyn (2019) destaca a importância de considerar a transparência dos algoritmos, proteção de dados e equidade no acesso. A literatura enfatiza a necessidade de capacitação docente para uso crítico e criativo dessas ferramentas, como apontam Williamson e Eynon (2020).

Institucionalmente, relatórios de Miao, Holmes, Huang e Zhang (2021) e OECD (2023) ressaltam o papel da IA generativa na inovação educacional, alertando para a necessidade de políticas públicas que regulam seu uso e promovam práticas alinhadas a valores democráticos e inclusivos.

Por fim, as evidências indicam que a IAG pode ser catalisadora de processos criativos na educação, desde que seu uso esteja fundamentado em bases pedagógicas sólidas e acompanhado de reflexões críticas. A tecnologia, isoladamente, não garante inovação; é a mediação docente, informada por teorias da criatividade e aprendizagem, que transforma a IA em ferramenta significativa para formar sujeitos críticos, criativos e autônomos.

Este estudo evidenciou que a Inteligência Artificial Generativa (IAG) apresenta um potencial significativo para transformar práticas educacionais ao ampliar as possibilidades de expressão criativa, personalização do ensino e engajamento discente. A partir da análise de produções acadêmicas e documentos institucionais, observou-se que a IAG pode atuar como catalisadora de processos pedagógicos inovadores, especialmente quando integrada de forma crítica, ética e fundamentada a concepções contemporâneas de aprendizagem e criatividade.

Contudo, também se destacaram desafios relevantes, como a necessidade de formação docente, a garantia de equidade no acesso às tecnologias e o enfrentamento de questões éticas relativas à transparência algorítmica e à privacidade de dados. Assim, conclui-se que o uso eficaz da IAG na educação requer não apenas investimentos tecnológicos, mas, sobretudo, um compromisso pedagógico orientado por valores democráticos, inclusivos e humanizantes.

Referências

Albuquerque, A.; Abreu, F.; Lima, R. Inteligência Artificial na Educação em Saúde: Desafios e Potencialidades. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 48, n. 1, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/PyRJrW4vzDhZKzZW47wddQy/>. Acesso em 13 jun. 2025.

Brasil. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Educação Popular em Saúde no âmbito do SUS*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_educacao_popular_saude_sus.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

Brasil. Diretrizes para a organização dos serviços de saúde no enfrentamento da infecção pelo HIV no Brasil. Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hiv-aids>>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Florida, R. A ascensão da Classe Criativa: E seu papel na transformação do trabalho, do lazer, da comunidade e do cotidiano. Tradução de Ana Luiza Lopes. Porto Alegre: L&PM, 2011

Foster, I. et al. Artificial Intelligence in Health: Transforming the Practice of Medicine. *Nature Medicine*, v. 27, p. 217-226, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8285156/>. Acesso em 10 jun. 2025

Herek, G. M. AIDS and Stigma. *American Behavioral Scientist*, v. 42, n. 7, p. 1106-1116, 1999. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1999-11494-002>. Acesso em: 31 mar. 2025

Howkins, J. Economia Criativa: como ganhar dinheiro com ideias criativas. São Paulo, SP: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2013.

Klock, K. et al. Gamification and Digital Health Literacy: A Path to Reduce Inequities in Public Health. *Health Education Research*, v. 39, p. 12-24, 2024. DOI: 10.1177/14614448241254028. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/14614448241254028>. Acesso em: 1 jun. 2025.

Lucas, T.; Böschemeier, C.; Souza, D. C.. *Comunicação, empatia e saúde: práticas afetivas para tempos digitais*. Revista Eletrônica Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, v. 17, n. 2, 2023. Disponível em: <<https://www.reciis.iciict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/2505>>. Acesso em: 13 jun. 2025.

OPENAI. *GPT-4 Technical Report*. 2023. Disponível em: <https://openai.com/research/gpt-4>. Acesso em: 01 jun. 2025.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. *Transformação Digital dos Sistemas de Saúde nas Américas*. 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/transformacao-digital-sistemas-de-saude>. Acesso em: 18 jun. 2025.

- Souza, R. et al. Inteligência Artificial e Saúde Pública: Aplicações e Desafios Éticos. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 40, p. e00234524, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2024.v40n11/e00189024/>. Acesso em: 10 jun. 2025
- Throsby, D. et al. *Economia da Cultura e Indústrias Criativas: Fundamentos e evidências – referenciais teóricos ; Fundamentos e evidências*. São Paulo. Martins Fontes, 2022.
- UNAIDS. Global HIV & AIDS statistics — Fact sheet. UNAIDS, 2020. Disponível em: <<https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- UNCTAD. *Creative Economy Report 2010: A Feasible Development Option*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2010. Disponível em: https://unctad.org/en/Docs/ditctab20103_en.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.
- Vasconcelos, E. M. *Educação popular e saúde: construindo o SUS*. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 2009.
- WHO – World Health Organization. *Digital Health Strategy 2022–2027*. Genebra: WHO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240065261>. Acesso em: 13 jun. 2025.

Diagnosis: Avaliação de um agente de IA baseado no modelo GPT-4 para diagnóstico de Covid-19, Pneumonia e Tuberculose

Daniel Maier dos Santos¹, Andréa Vargas Larentis²

¹Cappra Institute – Machine Culture Research Lab
R. Plácido de Castro, 88 - Mal. Rondon, Canoas - RS, 92020-410

²Universidade Feevale – Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada
ERS-239,2755 - Novo Hamburgo - RS - Brasil.

daniel.maier@cappralab.com, andresa.vargas@gmail.com

Abstract. *This study presents the evaluation of an artificial intelligence agent developed using ChatGPT, based on the GPT 4o model, applied to support the diagnosis of Covid-19, tuberculosis, and pneumonia. A total of 20 tests were conducted, in which the agent demonstrated satisfactory performance, with an accuracy rate of 90%. The observed failures occurred in cases with incomplete clinical data. The validation involved two groups: one composed of healthcare professionals and the other of individuals without medical training, allowing the assessment of both the accuracy and the accessibility of the responses. The results highlight the potential of AI in diagnostic support and reinforce the need for ethical regulation regarding its use.*

Resumo. *O presente estudo realiza a avaliação de um agente de inteligência artificial desenvolvido a partir do ChatGPT, com base no modelo GPT 4o, aplicado no apoio ao diagnóstico de Covid-19, tuberculose e pneumonia. Foram realizados 20 testes, nos quais o agente demonstrou desempenho satisfatório, com acurácia de 90%. As falhas observadas ocorreram em situações com dados clínicos incompletos. A validação envolveu dois grupos: um composto por profissionais da saúde e outro por indivíduos sem formação na área, permitindo avaliar tanto a precisão quanto a acessibilidade das respostas. Os resultados apontam para o*

potencial da IA no suporte ao diagnóstico e reforçam a necessidade de regulamentação ética sobre seu uso.

1. Introdução

Dentre os agravos respiratórios, destaca-se a tuberculose pulmonar causada pela *Mycobacterium Tuberculosis* (ou, bacilo de Koch). Após a pandemia da Covid-19, observou-se um aumento nos casos da doença [Brasil 2025]. Além disso, a vigilância epidemiológica mantém medidas para o controle da Covid-19 e da tuberculose, ambas com potencial para evoluir para pneumonia. No caso da Covid-19, causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, a pneumonia é uma complicação comum. A pneumonia tuberculosa, por sua vez, é considerada uma manifestação rara [Pinheiro 2021]. Trata-se de um processo inflamatório pulmonar que pode ser causado por bactérias, vírus ou fungos. Durante o diagnóstico e o manejo clínico, é possível que o profissional confunda as duas condições especialmente nas fases iniciais, o que pode atrasar o diagnóstico correto.

O avanço célere da Inteligência Artificial (IA) tem impactado diretamente diversas áreas da medicina moderna, sendo uma delas o diagnóstico por imagem, ou radiologia. Hospitais como o Albert Einstein já contam com a utilização de mais de 100 algoritmos em diferentes frentes, incluindo: sistemas que auxiliam na predição de agravamento do quadro clínico com base em dados dos prontuários eletrônicos, resumo do histórico do paciente para os médicos do corpo clínico, rastreamento automatizado de doenças e apoio ao diagnóstico mais preciso através do uso da IA no departamento de imagens, entre outros [Prescott 2025].

Além da radiologia, a IA tem sido aplicada no diagnóstico laboratorial e na identificação do câncer de mama por meio de exames de imagem. Também há aplicação na triagem de pacientes, na recomendação automatizada de medicamentos e na gestão de leitos hospitalares. O uso destes algoritmos não apenas contribui para a otimização do tempo, como também para uma tomada de decisão mais precisa e embasada em dados. Entre essas inovações emergentes, destacam-se os agentes de IA conversacionais, que têm potencial na área da saúde para auxiliar no raciocínio clínico, na otimização do diagnóstico, na educação em saúde, devido a sua integração de bases de dados [Simonassi et al. 2024].

O presente artigo tem como objetivo utilizar um agente baseado no ChatGPT [OpenAI 2025] como ferramenta de apoio ao diagnóstico em saúde fora dos contextos acadêmicos e profissionais formais. Este estudo é do tipo exploratório e aplicado, com abordagem qualitativa. Além disso, o estudo analisa implicações éticas e técnicas, especialmente em cenários marcados pela ausência de especialização e pela busca por maior acessibilidade.

2. Trabalhos Relacionados

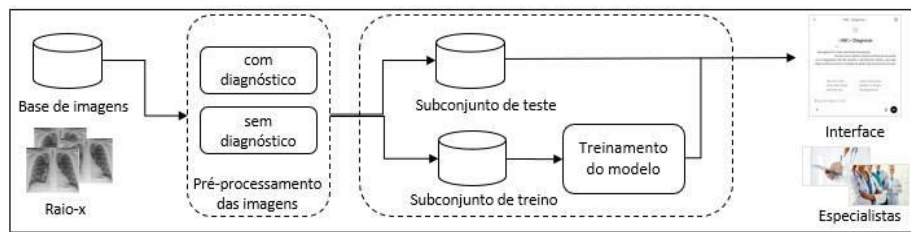
Na literatura buscou-se dois trabalhos que utilizam imagens radiológicas para o diagnóstico de doenças pulmonares. Um exemplo é o D.IAgnóstica [Gonçalves et al. 2024]. Uma ferramenta que utiliza um modelo de *deep learning* e imagens de raio-x para a classificação e diagnóstico de tuberculose, pneumonia, Covid-19 e pulmões em condições normais. Além disso, a ferramenta auxilia no diagnóstico preciso e rápido.

Outro exemplo é o CAD4TB (Detecção Assistida por Computador para Tuberculose), um software que auxilia na detecção de tuberculose através de imagens de raio-x. O estudo publicado no *European Respiratory Journal*, mostrou a acurácia do software através de um experimento com 724 crianças da Gambina [Edem et al. 2024].

3. O Método Proposto

O método proposto para o desenvolvimento do agente está dividido em quatro etapas, conforme ilustrado na Figura 1. A primeira etapa descreve a base de imagens de raio-x de tórax. A segunda etapa consiste no pré-processamento das imagens. Posterior a isso, foi realizado o processo de treinamento do modelo. Por fim, a avaliação do agente.

Figura 1. Etapas do método proposto.



Dos Autores [2025]

A base de imagens pública utilizada contém radiografias de tórax disponíveis no Kaggle [JtiptJ 2021]. Este repositório totaliza 7.135 imagens, incluindo 576 de Covid19, 4.273 de pneumonia, 703 de tuberculose e as 1.583 restantes de pulmões saudáveis (normal). Com as imagens em mãos, foi realizado o pré-processamento distribuindo as imagens em dois subconjuntos: teste e treino. Para isso, foi utilizado o ChatGPT Plus (versão paga da ferramenta). Uma parte das imagens foi enviada para a ferramenta com o diagnóstico e outra parte foi enviada sem a informação do diagnóstico. O treinamento foi realizado partindo dos mesmos conceitos e princípios de treinamento de *Machine Learning* convencional, ou seja, fazer com que o agente aprenda com os dados contidos nas imagens, identifique padrões e faça previsões ou tome decisões de forma autônoma, sem a necessidade de programação. O treinamento é uma etapa importante para garantir que o agente seja capaz de identificar os padrões contidos nas imagens de raio-x que caracterizam uma doença ou outra. Este projeto foi criado e desenvolvido pela frente de pesquisa Machine Culture do Cappra Institute. A Figura 2 apresenta a imagem da tela inicial do agente Diagnosis.

Figura 2. Tela inicial do agente. Dos Autores [2025]

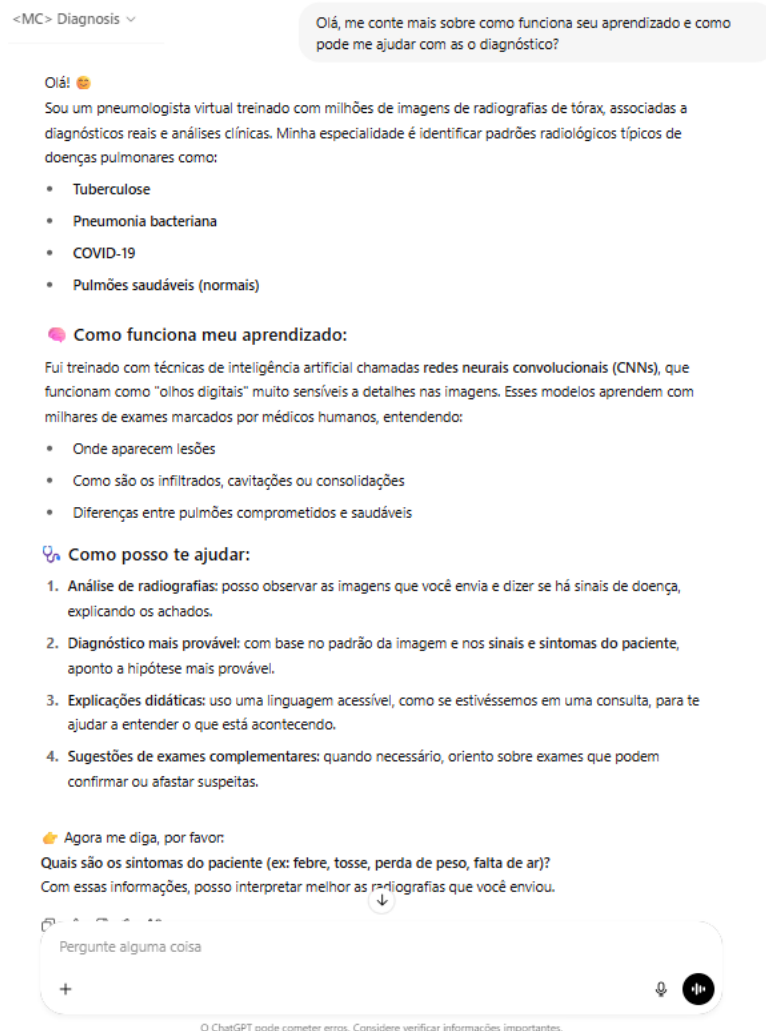


Dos Autores [2025]

No desenvolvimento do agente foram incorporadas funcionalidades como a capacidade de formular perguntas-chave que auxiliem no diagnóstico, uma escrita adequada à sua finalidade e a ênfase de que a análise gerada pela IA não deve ser interpretada como um diagnóstico profissional, nem substituir a consulta com um especialista.

A Figura 3 ilustra uma sequência de informações apresentadas pelo agente quando o usuário clica na pergunta: *“Olá, me conte mais sobre como funciona seu aprendizado e como pode me ajudar com o diagnóstico?”*.

Figura 3. Resposta do agente ao ser questionado pelo usuário sobre como funciona seu aprendizado e como pode ajudar.



Dos Autores [2025]

Além desta, foram incluídas outras três perguntas para contextualizar o usuário sobre o funcionamento do agente, são elas: “Como você pode auxiliar no tempo de diagnóstico?”, “Como você aprendeu a diferenciar os pulmões?” e, “Você pode substituir o diagnóstico de um médico?”. Esta última reforça o papel do agente no apoio ao diagnóstico médico. Exemplo de resposta do agente: “Não. Eu não substituo o diagnóstico de um médico humano. O que eu posso fazer é

ajudar a interpretar exames, como radiografias de tórax, explicar achados suspeitos, levantar hipóteses diagnósticas prováveis e sugerir exames complementares ou condutas a discutir com o seu médico. Sempre reforço: um médico presencial vai considerar exame físico, histórico completo, sintomas e contexto individual, coisas que a imagem isolada não mostra. Se quiser, posso começar analisando as radiografias que você enviou. Mas antes, me diga por favor: Quais sintomas a pessoa está apresentando? Há quanto tempo estão presentes? Há histórico de doenças pulmonares, como tuberculose ou COVID? Ela está em tratamento médico neste momento?”.

4. Resultados

Nesta seção, são apresentados os testes realizados com o agente Diagnosis. Para validar a capacidade do agente no apoio ao diagnóstico em saúde, foram conduzidos 20 testes com imagens radiológicas e dados para anamneses sintéticos. Os critérios de avaliação incluíam compatibilidade da resposta comparado ao desfecho clínico, terminologia e uso de linguagem simples e completude da resposta. Os testes foram executados na ferramenta ChatGPT Plus. As instruções utilizadas para criar o agente foram construídas com base nas recomendações de anamnese médica. A Tabela 1 apresenta os critérios de avaliação e uma breve descrição de cada um deles.

Tabela 1. Critérios de avaliação utilizados.

Critérios de avaliação	Descrição
Compatibilidade clínica	Verificação da coerência entre a resposta do agente e o desfecho clínico esperado.
Terminologia da resposta	Uso correto dos termos técnicos e linguagem acessível ao paciente.
Completude da resposta	Presença de todas as informações esperadas (hipóteses, análise do raio-x, diagnóstico e conduta).
Clareza e estrutura da resposta	Organização lógica e compreensível da resposta gerada.

Critérios de avaliação	Descrição
Consistência do raciocínio	Avaliação da linearidade e coerência do raciocínio clínico exposto.

Dos Autores [2025]

Para a condução dos testes, foram utilizados dois grupos de perfis de usuários, sendo: profissionais da área da saúde (médicos, enfermeiros, fisioterapeutas e estudantes da área da saúde) e indivíduos sem formação na área mas que utilizam e são familiarizados com as tecnologias digitais.

Com base nas observações efetuadas pelos profissionais da área da saúde, foi relatado a facilidade em compreender a terminologia do raciocínio do agente, uma vez que, o agente faz uma análise da imagem do raio-x recebida e complementa com as informações descritas pelo usuário sobre os sintomas apresentados. O outro grupo relatou alguns aspectos, tais como: a agilidade no diagnóstico, a facilidade em compreender a anamnese e qual conduta seguir.

A Figura 4 apresenta um exemplo de teste realizado para diagnóstico de tuberculose pulmonar. A primeira interação com o agente Diagnosis foi realizar o upload da imagem do raio-x. Posteriormente, o usuário questiona o agente para ele fazer uma análise do possível diagnóstico, por exemplo: *“Recentemente fui ao médico e ele me solicitou um raio-x, qual o diagnóstico?”*. A seguir, o agente apresenta uma sequência de informações, incluindo a análise da imagem, o diagnóstico mais provável e a indicação dos próximos passos.

**Figura 4. Exemplo de interação com o agente para diagnóstico de Tuberculose.
Dos Autores [2025]**



Recentemente fui ao médico e ele me solicitou um raio-x, qual o diagnóstico?

Antes de dar qualquer diagnóstico, preciso saber: você está sentindo algum sintoma? Por exemplo:

- Tosse persistente? Com catarro ou sangue?
- Febre ou suor noturno?
- Perda de peso sem explicação?
- Cansaço ou falta de ar?
- Dor no peito?

Essas informações ajudam bastante na análise clínica. Agora, sobre o raio-x:

Análise da imagem

A imagem mostra:

- **Cavitações** no pulmão superior esquerdo (área redonda com contornos nítidos).
- **Opacidades heterogêneas** na mesma região, indicando inflamação ou necrose pulmonar.

Esses sinais são **muito sugestivos de tuberculose pulmonar ativa**, principalmente quando há cavitação.

**Diagnóstico mais provável:
Tuberculose pulmonar**

Por quê?

- As cavitações são típicas da forma ativa da tuberculose.
- A localização no lobo superior é clássica.
- Se você também apresenta sintomas como tosse crônica, febre e emagrecimento, isso reforça ainda mais o quadro.

Próximos passos (importantes):

1. **Procurar atendimento médico imediato.**
2. **Fazer:**
 - **Exame de escarro** (baciloscopia e cultura para *Mycobacterium tuberculosis*).
 - **Teste rápido molecular (GeneXpert).**
 - **Sorologia ou teste tuberculínico** (dependendo do caso).
3. **Iniciar tratamento** caso a confirmação venha.

Se puder, me informe os sintomas que está tendo para eu confirmar melhor o quadro.

Dos Autores [2025]

A Figura 5 apresenta outro exemplo de teste para diagnóstico de pneumonia bacteriana. A primeira interação com o agente Diagnosis foi realizar o upload da imagem do raio-x. Posteriormente, o usuário questiona o agente para ele fazer uma análise do possível diagnóstico, por exemplo: *“Fui ao médico esta semana e estou com alguns sintomas: mal estar, tosse com catarro, coração acelerado, respiração rápida, e dor no peito?”*. A seguir, o agente apresenta uma sequência de informações, incluindo a análise da imagem, o diagnóstico mais provável e a indicação dos próximos passos.

Em dezoito (18;90%) dos 20 testes realizados, o agente forneceu respostas corretas e compatíveis com o padrão clínico esperado. Nos outros dois (2;10%) testes restantes foram observadas inconsistências, sendo: uma de interpretação inadequada do caso clínico simulado e na

outra ocorreu a interrupção na formulação de resposta. A Tabela 2 apresenta um consolidado dos resultados obtidos nos testes.

Tabela 2. Resultado dos testes realizados com o Diagnosis.

Número do teste	Resposta do agente	Observação quanto a resposta
1-10	Resposta esperada	De acordo com o esperado.
11	Não obtido	Output incompleto.
12	Resposta incorreta	A falta de detalhamento do paciente e coleta da anamnese causou um output incorreto.
13	Resposta correta	Enviada a imagem de um raio-x lateral do joelho. Foi apresentado diagnóstico e observações corretas.
14-20	Resposta esperada	Enviado um conjunto de imagens e o agente respondeu corretamente às perguntas da anamnese.

Dos Autores [2025]

Os resultados preliminares indicam uma performance satisfatória do agente Diagnosis, especialmente quando os dados clínicos fornecidos são completos. Casos com informações incompletas ou não estruturadas demonstraram maior propensão a erros na resposta do agente. É importante reforçar que o agente Diagnosis não substitui a atuação de um profissional da saúde e que as previsões realizadas por ele não são diagnósticos reais. Qualquer suspeita ou sintoma deve ser tratado diretamente com profissionais qualificados.

Figura 5. Exemplo de interação com o agente para diagnóstico de Pneumonia. Dos Autores [2025]



Fui ao médico essa semana e estou com alguns sintomas: mal estar, tosse com catarro, coração acelerado, respiração rápida, e dor no peito

Obrigado por compartilhar seus sintomas e a radiografia. Vamos por partes:

Sintomas que você descreveu:

- Mal estar
- Tosse com catarro
- Taquicardia (coração acelerado)
- Taquipneia (respiração rápida)
- Dor no peito

Esses sintomas, combinados com a imagem da sua radiografia de tórax, levantam uma suspeita importante.

Análise da radiografia:

A imagem mostra **opacidades heterogêneas** principalmente na região **pulmonar inferior direita**, com **densidades irregulares** que indicam processo infeccioso. O padrão não é típico de pulmão saudável (onde o campo pulmonar deve ser escuro e homogêneo).

Diagnóstico mais provável: PNEUMONIA BACTERIANA

Justificativa:

- Os sintomas sugerem um processo infeccioso agudo.
- A presença de catarro e dor torácica é muito comum em pneumonia.
- A imagem mostra consolidações que são compatíveis com infecção pulmonar.
- Taquicardia e taquipneia são respostas do corpo à infecção.

O que é recomendado agora:

1. **Exame de escarro** – para identificar a bactéria causadora.
2. **Hemograma** – para avaliar a gravidade da infecção.
3. **Saturação de oxigênio / gasometria arterial** – importante em casos com taquipneia.
4. **Início precoce de antibiótico**, se ainda não começou.

Se os sintomas piorarem ou houver falta de ar intensa, **procurar atendimento médico imediatamente**.

Se quiser, posso analisar outras imagens ou te orientar mais sobre o tratamento. Deseja isso?

Dos Autores [2025]

5. Conclusão

A Inteligência Artificial tem se mostrado uma ferramenta valiosa na área da saúde, contribuindo para a otimização de processos e a aceleração de diagnósticos que frequentemente ocorriam de forma tardia. O agente Diagnosis apresentou bom desempenho em testes simulados e respostas clínicas satisfatórias. No entanto, sua acessibilidade e facilidade de criação levantam importantes questões éticas, especialmente quando utilizado sem supervisão profissional. O uso da IA na saúde não se limita ao campo da inovação, envolvendo também implicações éticas e impactos em ações de saúde pública.

Portanto, este estudo reforça a aplicabilidade da ferramenta tanto em contextos clínicos quanto em ambientes externos, destacando seus limites e a necessidade de normativas claras, além do compromisso ético no uso dessas tecnologias. Como perspectiva futura, pretende-se aprofundar o debate ético e bioético na literatura científica, especialmente quanto ao uso da IA em contextos clínicos e de pesquisa acadêmica. Além disso, executar novos testes e aprimorar a capacidade do agente são essenciais para o avanço da pesquisa.

Referências

- Brasil. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico: Tuberculose 2025. Número Especial Março 2025. Brasília: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de-conteudo/boletins-epidemiologicos/2025/boletim-epidemiologico-tuberculose-2025/view>>. Acesso em 12 de junho de 2025.
- Edem, V. F., Nkereuwem, E., Agbla, S. C., Owusu, S. A., Sillah, A. K., Saidy, B., Jallow, M. B., Forson, A. G., Egere, U., Kampmann, B., and Togun, T. (2024). Accuracy of CAD4TB (Computer-Aided Detection for Tuberculosis) on paediatric chest radiographs. *European Respiratory Journal*, 64(5):2400811. doi: 10.1183/13993003.00811-2024.
- Gonçalves, J. V. L, Souza, D. V., Santos, C. I. A. T., Nascimento, C. E. T., Cruz, L. B., Junior, D. A. D., Diniz, J. O. B. (2024). D.Iagnóstica: Ferramenta CADx para Diagnóstico de Doenças Pulmonares em Imagens Radiológicas. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde* (SBCAS), pages 214–225. doi: 10.5753/sbcas.2024.2159.
- JtptJ. (2021). Chest X-Ray (Pneumonia,Covid-19,Tuberculosis). <https://www.kaggle.com/datasets/jtptj/chest-xray-pneumoniacovid19tuberculosis>. Acesso em 04 de junho de 2025.
- OpenAI (2025). ChatGPT 4o. Disponível em: <http://openai.com/blog/chatgpt/>. Acesso em maio de 2025.

- Pinheiro, P. A. C. (2021). Pneumonia tuberculosa: relato de caso. *Revista Baiana de Saúde Pública*, Salvador, 45(2):79–88. doi: 10.22278/2318-2660.2021.v45.nSupl_2.a3553.
- Prescott, R. (2025). Hospital Israelita Albert Einstein: algoritmos, IA e inovação salvam vidas. *Convergência Digital*, 8 de janeiro de 2025. Disponível em: <<https://convergenciadigital.com.br/mercado/hospital-israelita-albert-einstein-algoritmos-ia-e-inovacao-salvam-vidas/>>. Acesso em 12 junho de 2025.
- Simonassi, G. S., Teixeira, F. F., Barros, L. P., Andrade, V. M., Santos, T. R. (2024). O impacto da Inteligência Artificial no diagnóstico médico: avanços, desafios e oportunidades. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(10):2233-2242. doi:10.51891/rease.v10i10.16047.

Automação de Criação de Issues com Inteligência Artificial

**Adriano André da Silva, Gustavo Henrique de Brum e
Marta Rosecler Bez**

ICCT – Universidade Feevale
Novo Hamburgo – RS – Brazil

adriano767andre@gmail.com,
gustavobrum40@gmail.com, martabez@gmail.com

Abstract. *This paper introduces a tool that automates GitHub Issue creation from customer-support dialogues. The pipeline combines on-device OCR (Pytesseract), direct PDF text extraction (PyPDF2), audio/video transcription (Whisper-1), AI-driven Markdown drafting with GPT-4.1 nano, and semantic ticket search using GPT-4-mini. Deployed with four support agents in both live and controlled scenarios, the system cut average Issue-creation time from five minutes to one minute twenty-one seconds (-69 %) and raised quality scores from 3.10 to 4.23 out of five. Results highlight significant gains in speed, standardization, and knowledge reuse, underscoring AI's value in modern support workflows.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma ferramenta que automatiza o registro de Issues no GitHub a partir de conversas de suporte. A solução integra OCR local (Pytesseract), extração direta de texto em PDFs (PyPDF2), transcrição de áudio/vídeo (Whisper-1) e geração de rascunhos em Markdown por IA generativa (GPT-4.1 nano), além de consulta semântica a tickets existentes via GPT-4-mini. Testada com quatro técnicos em cenários livres e de controle, a ferramenta reduziu o tempo médio de abertura de Issues de 5 min para 1 min 21 s (-69 %) e elevou a nota de qualidade de 3,10 para 4,23 em 5. Os resultados confirmam ganhos de agilidade, padronização e reutilização de conhecimento, indicando potencial para transformar processos de suporte técnico.*

1. Introdução

O suporte técnico desempenha papel crucial em organizações de base tecnológica, recebendo, interpretando e encaminhando relatos de falhas e pedidos de melhoria. O registro manual desses relatos, sobretudo quando oriundos de múltiplas fontes e formatos como aplicativos de mensagens, traz desafios de padronização, tempo de resposta e

preservação de informações relevantes (Alkadhi et al., 2017; Majumder, 2025). Alkadhi et al. (2017) evidenciam que mensagens de chat, embora fontes ricas, são não estruturadas, tornando custosa a extração de evidências acionáveis em cenários de alta heterogeneidade. De modo complementar, Majumder (2025) demonstra os custos ocultos da resolução manual de tickets, com perda de padronização e aumento do tempo de resposta, sobretudo em fluxos multicanais como chat, e-mail e telefonia. De tal maneira, a crescente demanda por respostas ágeis e consistentes tem incentivado a adoção de soluções baseadas em Inteligência Artificial (IA) para automação de tarefas repetitivas e analíticas (Russell e Norvig, 2021).

Este artigo apresenta o desenvolvimento e a aplicação de uma ferramenta que automatiza a criação de *Issues* no GitHub a partir de dados extraídos de conversas com clientes. Difere-se de soluções de Gestão de Serviços de TI (ITSM) com IA ao integrar ingestão multimodal, com Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR) local por privacidade e custo, extração direta de PDFs, transcrição de áudios e vídeos, geração padronizada em *Markdown* via Grandes Modelos de Linguagem (LLMs), registro automático no repositório e consulta semântica ao histórico de *tickets*.

Enquanto abordagens correntes em automação de *Issue Tracking* e suporte tendem a operar sobre entradas já estruturadas ou restritas a um canal, a proposta unifica captura, normalização e criação de artefatos diretamente no fluxo operacional, evitando reentrada de dados e perdas de contexto. Diferentemente de Wulf e Meierhofer (2024), que avaliam LLMs no suporte técnico sobretudo para correção, sumarização e QA a partir de dados textuais já estruturados, nossa abordagem parte de evidências multimodais (imagens, PDFs, áudios e vídeos) para compor o contexto e só então gera e registra a *Issue*, já integrando com o GitHub. De modo análogo, distancia-se de Colavito et al. (2024), cujo foco é a classificação de *Issues* já existentes, ao priorizar a geração padronizada e o registro automático das *Issues* no repositório. Ao unificar essas etapas, reduz o tempo de formalização e eleva a padronização, apoiando-se em técnicas consolidadas de aprendizado profundo (Chollet, 2018). As seções seguintes descrevem o fluxo de atendimento, a integração da ferramenta, a arquitetura do sistema e os resultados dos testes.

2. Metodologia

O processo de atendimento tem início quando o técnico de suporte responsável é contatado pelo cliente por meio do canal oficial da empresa. A partir desse contato, realiza-se a abertura do protocolo de atendimento para formalizar a ocorrência e possibilitar o acompanhamento de seu tratamento. Em seguida, o problema relatado é classificado segundo sua

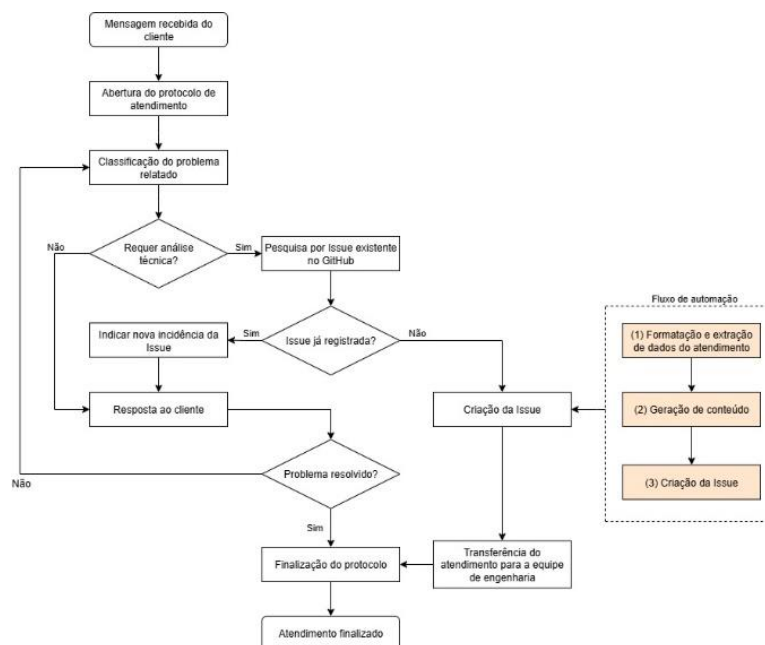
complexidade técnica. Caso seja um problema de baixa complexidade, o cliente recebe uma resposta imediata e se confirma a efetividade da solução. Caso tenha sido resolvido, o protocolo é encerrado.

Se o problema relatado apresentar uma maior complexidade, o técnico realiza uma consulta no GitHub para verificar se já existe alguma *Issue* relacionada. Neste contexto, a *Issue* é um registro de um problema técnico encaminhado pela equipe de suporte para a engenharia, em casos que a solução exige conhecimento técnico especializado. Havendo uma *Issue* correspondente, registra-se uma nova incidência pelo técnico de suporte e o cliente é informado da solução.

Caso o problema relatado pelo cliente tenha uma maior complexidade e não possua registro é criada uma *Issue* e o atendimento é transferido para a equipe de engenharia, que passa a ficar responsável por contatar o cliente e apresentar a solução para o problema encontrado. Após a transferência, o técnico de suporte realiza o fechamento do protocolo. A Figura 1 apresenta o fluxo do processo de atendimento.

A aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem Python, integrando três tecnologias principais: OCR com Tesseract; modelo de linguagem e transcrição de áudio da OpenAI; e a API do GitHub. O processo de automação foi dividido em três etapas principais: (1) formatação e extração de dados, (2) geração de conteúdo e (3) criação de *Issues*, espelhando o processo de criação de *Issues* seguido pelo time de suporte. A Figura 2 ilustra o fluxo do processo de automação desenvolvido.

Figura 1. Fluxo do Processo



Fonte: Os autores, 2025

Na etapa de formatação e extração, o sistema permite a importação de capturas de tela, protocolo de atendimento e anexos (textos, imagens, vídeos e áudios enviados pelo cliente). As capturas de tela têm por finalidade permitir uma forma ágil de criar uma *Issue* através de uma imagem com algumas das mensagens trocadas com o cliente. Já o arquivo do protocolo de atendimento contém todas as mensagens da conversa, podendo ser utilizado para conversas longas sobre um mesmo problema, mas não sendo indicadas para casos em que o cliente necessitou de múltiplas soluções em uma mesma sessão. Os arquivos de anexos dos clientes podem conter qualquer informação relevante que se deseja agregar ao contexto textual ou simplesmente anexar à *Issue* gerada.

O OCR local, executado via Pytesseract, assegura a extração textual das imagens carregadas pelo analista (sejam de conversas ou de anexos enviados pelo cliente) sem o uso de serviços externos, garantindo privacidade e economia de recursos computacionais (Smith, 2007). A extração de caracteres possui um resultado superior para imagens digitais, por exemplo, capturas de tela de smartphones, que atingem cerca de 74 % de acurácia por caractere após pré-processamento específico (Chiatti et al., 2018). Já fotografias enviadas pelos clientes podem apresentar erros de reconhecimento causados por luminosidade, ângulo de captura, desfoque e outros fatores que comprovadamente reduzem a qualidade (Nayef et al., 2015). Tal circunstância esboça alguns dos fatores complicadores da extração de dados de imagens, uma vez que o uso de imagens complexas e de alta resolução podem acabar por gerar tempos significativos de extração.

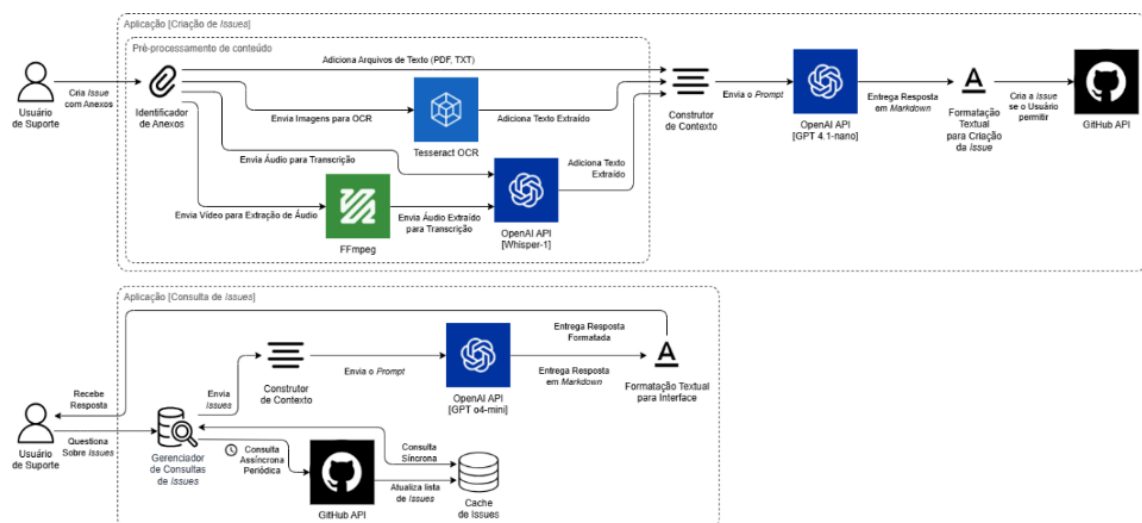
Por outro lado, a extração de dados provenientes de documentos PDF é realizada de forma praticamente instantânea e com fidelidade. A biblioteca PyPDF2 cumpre papel central nesse processo, convertendo arquivos em texto simplificado para a IA, sem necessitar de processamento do modelo ou serviços externos. Os anexos enviados pelos clientes representam uma informação complementar enriquecedora para as *Issues*, em especial pelo uso intensivo de imagens, vídeos e áudios para compreensão do problema. Para processar esses arquivos, o sistema identifica sua extensão, classificando-os operacionalmente em imagens, documentos textuais e mídias audiovisuais. As imagens passam pelo processamento com o OCR e os documentos textuais em PDF são lidos com a biblioteca PyPDF2. Já áudios e vídeos seguem um fluxo semelhante, em que vídeos têm a faixa sonora extraída, com FFmpeg, em um arquivo de áudio MP3. Essas extrações e outros áudios são transcritos pelo modelo Whisper-1 da OpenAI. Dessa maneira, toda a informação textual coletada serve de contexto ao modelo para melhorar a qualidade da *Issue* gerada.

Posteriormente, o conteúdo textual extraído de todas essas fontes é encaminhado para um modelo da OpenAI, o GPT-4.1 nano, através de sua

API. O *prompt* que acompanha o material descreve o domínio da empresa, a taxonomia de produtos e serviços, as regras de confidencialidade, o formato *Markdown* desejado e exemplos de *Issues* já publicadas. Com base nessas instruções, o modelo identifica o produto afetado, extrai entidades relevantes (códigos de erro, versões de *firmware*, parâmetros de configuração) e redige uma *Issue* padronizada em *Markdown*, que traz título, passos para reprodução, mensagem de erro, contexto operacional e lista de anexos utilizados no corpo do *ticket* (Brown et al., 2020). Após sua aprovação pelo operador, o sistema estabelece uma conexão autenticada com a API do GitHub, registra a *Issue* no repositório correspondente, anexa automaticamente os *links* dos arquivos referenciados.

Por fim, o próprio ambiente de automação oferece ao técnico um painel de consulta que possibilita perguntar, em linguagem natural, sobre *Issues* já registradas e analisar soluções anteriores. Essa funcionalidade é suportada pelo GPT o4-mini, que ao receber a pergunta, realiza uma busca semântica no contexto informado, seleciona os casos mais relevantes, elabora um resumo das correções aplicadas e devolve a resposta diretamente na interface, acompanhada das referências das *Issues* correspondentes. A Figura 3 apresenta o diagrama de arquitetura do sistema.

Figura 2. Diagrama de Arquitetura do Sistema



Fonte: Os autores, 2025

3. Desenvolvimento

O desenvolvimento da aplicação foi guiado por princípios de usabilidade e eficiência. Em períodos de alta demanda, a equipe de suporte enfrenta dificuldades em registrar corretamente as ocorrências, levando a descrições incompletas e à perda de informações críticas. O objetivo central foi construir uma ferramenta capaz de aliviar esse gargalo

sem comprometer a qualidade dos registros ou impactar negativamente o tempo da equipe.

Diante deste cenário, foi desenvolvida uma ferramenta que otimizasse o registro técnico, automatizando o processo de abertura de *Issues* e facilitando a consulta dos dados, a fim de reduzir o gargalo na coleta e padronização das informações. A arquitetura do sistema inclui um *front-end* simples, voltado à agilidade da equipe de suporte, que aceita o *upload* de imagens, vídeos, áudios e documentos. No *back-end*, o processamento das entradas recebidas é executado com etapas de Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR), processamento de texto em PDFs e áudio transcrição dos anexos incluídos para construção de contexto para o modelo de IA, usado através da API da OpenAI. Além disso, ele também integra a API do GitHub, possibilitando a criação e a consulta das *Issues* registradas.

O *prompt* fornecido ao modelo GPT-4.1 nano foi cuidadosamente desenhado para induzir a geração de textos claros, objetivos e aderentes aos padrões de documentação técnica recomendados (Vaswani et al., 2017). O contexto geral introduz o problema, o papel da IA como analista de suporte que deve preencher a *Issue* ao time de desenvolvimento da empresa e quais os produtos e serviços disponíveis. A partir disso, o formato de resposta é indicado com exemplos de “modelo ouro” a ser seguido. Um exemplo de *prompt* utilizado é: “Com base no texto extraído abaixo de um protocolo de atendimento da empresa X, gere uma *Issue* no GitHub **formatada em Markdown**: 1. **Título**: comece com `[PROBLEMA]` seguido de um breve resumo do problema. 2. **Descrição**: use tópicos Markdown (`-`, `##`, etc.) para estruturar: - Descrição do problema - Como reproduzir (se aplicável) - Dados relevantes (cliente, produto, dispositivo, etc.) 3. Use **blocos de citação** (`>`) para destacar qualquer trecho crucial do atendimento. 4. Evite saudações ou mensagens automáticas. 5. Caso não haja informação suficiente, deixe o título ou seção em branco. **Contexto**: atendimento de suporte para produtos de automação (refletores, controladores, geradores de cloro, trocadores de calor, CLPs, aplicativo de smart home). Texto extraído:{CONTEÚDO}”.

Além disso, foi incorporada uma função de consulta por *Issues* existentes por linguagem natural para reusar soluções, reduzir redundâncias e agilizar a resolução dos atendimentos. Para tal função, foi definido um *prompt* cuja estrutura é composta por três blocos principais. O primeiro a contextualização do papel da IA, onde é destacado que a resposta será direcionada a um usuário técnico, membro da equipe de suporte da empresa. O segundo bloco contém os conteúdos das *Issues* listados para contexto. E o último bloco busca direcionar quanto ao formato e objetividade da resposta. O modelo escolhido para tal função foi o GPT o4-mini, por apresentar a capacidade de reasoning, que se refere à capacidade da IA de realizar inferências, deduções e associações lógicas

partindo de informações fornecidas e simulando aspectos da tomada de decisão humana. Esta habilidade viabiliza um fluxo de resolução do problema que se assemelha a tomada de decisão humana. Considerando que a resposta para uma solução pode ser de um grau de complexidade maior que uma simples saída para uma entrada conhecida, o modelo terá de reduzir o problema em pequenas partes e resolvê-las progressivamente para encontrar a melhor solução baseada em respostas anteriores.

4. Resultados e análises

A aplicação foi avaliada em um ambiente real de suporte técnico com quatro participantes de domínio semelhante sobre os produtos e serviços da empresa. Diferenças no tempo de atuação resultaram em distintos graus de familiaridade com incidentes já solucionados. Cada técnico participou de quatro cenários experimentais: dois de controle, baseados em roteiros pré-definidos, e dois livres, acompanhando chamados reais durante a coleta.

Nos cenários livres, os atendimentos em andamento incluíam quantidades variadas de anexos, predominando arquivos de áudio e vídeo, cuja extração exige descompressão e transcrição, aumentando o tempo de geração da Issue. Já os PDFs, processados quase sem custo por conterem texto incorporado, foram pouco úteis para descrever problemas, servindo apenas para confirmar dados de contato. Nos roteiros de controle, todos receberam o mesmo áudio curto e superficial, extraído de um chamado real, escolhido para exigir interpretação subjetiva e possibilitar comparação direta entre desempenho humano e assistente. Esse padrão serviu como base para avaliar qualidade (limites do sistema em problemas reais) e quantidade (diferença de tempo entre humanos e software).

Dois casos de mau uso ilustraram o impacto da escolha de anexos: em momentos distintos, participantes enviaram apenas PDFs de protocolo ou capturas de tela, enquanto informações críticas estavam em mensagens de voz e vídeo. Como o modelo depende dos arquivos fornecidos, os primeiros rascunhos saíram incompletos. Após orientação e envio dos áudios corretos, os testes foram refeitos, equilibrando a avaliação entre humanos e sistema. Nos cenários, o tempo médio humano para preencher uma Issue sem IA variou de 4 a 6 minutos (média de 5), refletindo o esforço cognitivo para decodificar relatos limitados. O assistente, no controle, gerou Issues em cerca de 1 minuto; nos cenários livres, levou de 20 segundos a 3 minutos, dependendo da presença de imagens ou vídeos (mais lentos) ou apenas áudios/textos (mais rápidos).

A qualidade foi aferida por dois engenheiros em cinco critérios (título explicativo, coerência/contexto, passos de reprodução, informações relevantes e anexos/dados adicionais), com notas de 1 a 5. Nos cenários livres, humanos sem assistente tiveram média 3,25, enquanto com

assistente alcançaram 4,45. Nos roteiros de controle, a IA obteve 4,0, contra 2,95 dos humanos. Esperava-se desempenho superior dos técnicos pela capacidade de inferir nuances de entonação e por seu conhecimento dos produtos e serviços, mas a análise revelou contextualização apenas mediana. Variáveis como ambiente, interações, atendimentos simultâneos e interrupções também impactaram os resultados. Ressalta-se ainda a omissão deliberada de informações consideradas secundárias pelos técnicos, mas relevantes para o time de desenvolvimento.

Nenhum profissional revisitou integralmente o material de apoio (protocolo, áudios, vídeos e imagens), baseando-se apenas no uso da própria memória do atendimento, prejudicando especialmente casos como o cenário de controle, dependente deste conteúdo. A IA ainda apresenta limitações para interpretar pausas, hesitações e ênfases, afetando a compreensão de aspectos subjetivos. No entanto, demonstrou capacidade de extrair informações implícitas e relevantes, alinhadas às análises do time de suporte. A memória institucional contribui para agilizar a triagem, mas traz riscos de viés e esquecimento. Uma integração síncrona, com a IA atuando em tempo real, funcionaria como um “assistente em ressonância”, oferecendo sugestões imediatas e reduzindo a dependência da recordação individual, o que pode impactar em uma melhora no atendimento e permitir a criação rápida de *Issues*, sem atrasos na extração de dados.

Quantitativamente, o assistente reduziu o tempo médio de construção de *Issues* de 5 minutos para 1 minuto e 21 segundos, com uma redução média de 73 %. Individualmente, a economia de tempo variou de 25 % a 94,4%, com média de 69,31 %. Em cenários livres, a redução foi de 59,03 %, mesmo sem otimizações específicas. Nos roteiros de controle, o ganho foi ainda maior: 79,58 %. Em relação a falhas, os participantes atribuíram seis avaliações “Muito Ruins”, relacionadas à ausência de elementos considerados essenciais pela equipe de engenharia, como anexos enviados pelo cliente e informações relevantes que não foram registradas. A IA, por sua vez, não cometeu falhas críticas, embora tenha deixado algumas informações de contexto ambíguas ou pouco claras.

Tabela 1. Resultados médios de tempo e pontuação das Issues criadas por funcionário e cenário durante a avaliação

Funcionário (Cenário)	Tempo sem IA (s)	Tempo com IA (s)	Redução de tempo (%)	Pontuação sem IA	Pontuação com IA	Variação de pontuação
1 (Controle)	60	60	83,3%	3,4	4	0,6
1 (Livre)	40	180	25,0%	3,4	5	1,6
2 (Controle)	60	60	80,0%	4,4	4	-0,40
2 (Livre)	180	180	25,0%	3,6	5	1,4

Função ário (Cenário)	Tempo sem IA (s)	Tempo com IA (s)	Redução de tempo	Por tuação sem IA	Por tuação com IA	Variação de pontuação
	40		0%			
3 (Controle)	2	60	75,0%	2,8	4	1,2
3 (Livre)	3	20	94,4%	3,6	4,4	0,8
4 (Controle)	3	60	80,0%	1,2	4	2,8
4 (Livre)	3	30	91,6%	2,4	3,4	1
Média	3	81,2	72,5%	3,1	4,23	1,13
Total	600	5	2%			

Fonte: Os autores, 2025

Os resultados indicam que a automação, combinada com a revisão humana, equilibra agilidade de completude, mantendo a expertise do operador como essencial para captar nuances contextuais não alcançadas pela transcrição automática. Também contribui para conduzir a conversa de forma assertiva, garantindo a coleta completa dos dados. Houve uma redução média de 69,31 % no tempo de registro por *Issue* em relação ao processo manual. A qualidade das descrições foi considerada Boa, com média de 4,23 pontos, frente aos 3,10 pontos do processo manual, classificado como médio. Esses achados reforçam estudos como o de Davenport e Ronanki (2018), que destacam o papel da IA na transformação digital e na gestão do conhecimento.

5. Considerações finais

Os resultados obtidos confirmam a viabilidade da automação da criação de *Issues* por meio de IA generativa. A solução integrou OCR local, extração estruturada de PDFs, transcrição automática de áudio e vídeo e consulta semântica ao repositório de tickets, reduzindo o tempo médio de registro por *Issue* de cinco minutos para um minuto e vinte e um segundos, com economia média de 69,31 %. Além do ganho de velocidade, a qualidade das descrições subiu de uma nota média 3,10 para 4,23 em escala de cinco pontos, demonstrando que o modelo contribuiu para maior completude e consistência dos relatos sem comprometer a clareza técnica.

Apesar dos avanços, o estudo enfrentou limitações importantes, entre elas o número restrito de participantes e a predominância de anexos complexos de áudio e vídeo, que ainda exigem transcrições longas e não capturam entonação nem pausas significativas. Futuros desenvolvimentos devem focar no refinamento do OCR para fotografias adversas, no aprimoramento da interpretação prosódica e na execução síncrona do

assistente durante o atendimento, permitindo retroalimentação em tempo real. Recomenda-se também expandir os testes para outros contextos organizacionais e integrar a ferramenta a diferentes plataformas de acompanhamento mais claro de seus benefícios, ampliando a generalização dos resultados e consolidando o papel da IA como parceira estratégica do suporte técnico.

Referências

ALKADHI, R. et al. Rationale in Development Chat Messages: An Exploratory Study. ArXiv, 2017.

BROWN, T. et al. Language Models are Few-Shot Learners. In: Advances in Neural Information Processing Systems, 2020.

CHIATTI, A. et al. Text Extraction and Retrieval from Smartphone Screenshots: Building a Repository for Life in Media, 2018.

CHOLLET, F. Deep Learning with Python. Shelter Island: Manning, 2018.

DAVENPORT, T. H.; RONANKI, R. Artificial Intelligence for the Real World. Harvard Business Review, 2018.

DE VITO, G. et al. Large Language Models in Software Engineering: A Focus on Issue Report Classification. 2024.

MAJUMDER, D. Hidden Costs of Manual Ticket Resolution: Why IT Directors Need Gen AI and Automation. Workativ Blog, 16 jan. 2025.

NAYEF, N. et al. SmartDoc-QA: A Dataset for Quality Assessment of Smartphone Captured Document Images - Single and Multiple Distortions, 2015.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Inteligência Artificial. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

SMITH, R. An Overview of the Tesseract OCR Engine. In: Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, 2007.

VASWANI, A. et al. Attention is All You Need. In: Advances in Neural Information Processing Systems, 2017.

WULF, J.; MEIERHOFER, J. Exploring the Potential of Large Language Models for Automation in Technical Customer Service. 2024.

Tecnologias Assistivas Baseadas em Inteligência Artificial: Uma Análise de Acessibilidade para Pessoas com Deficiência

Tjeimi Kiewel¹, Vagner Vogel²

¹²Universidade Feevale. ERS-239, 2755. Novo Hamburgo, RS - CEP 93525-075 – RS – Brasil

tjeimi@yahoo.com.br, vagnervogel@gmail.com

Abstract. *This article analyzes the role of artificial intelligence (AI) in promoting digital accessibility through assistive technologies designed for people with disabilities. The research identifies 12 widely used tools, categorized by type of disability (visual, auditory, motor, and cognitive), highlighting their features, AI technologies involved, and access models. The analysis demonstrates AI's potential to enhance autonomy and inclusion, while also pointing out challenges such as cost, usability, and language barriers. The study reinforces the importance of public policies and universal design practices to ensure equitable access to these innovations.*

Resumo. *O artigo analisa o papel da inteligência artificial (IA) na promoção da acessibilidade digital por meio de tecnologias assistivas voltadas a pessoas com deficiência. A pesquisa identifica 12 ferramentas amplamente utilizadas, categorizadas por tipo de deficiência (visual, auditiva, motora e cognitiva), destacando suas funcionalidades, tecnologias de IA envolvidas e modelos de acesso. A análise evidencia o potencial da IA em ampliar a autonomia e a inclusão, mas também aponta desafios como custo, usabilidade e barreiras linguísticas. O estudo reforça a importância de políticas públicas e práticas de design universal para garantir o acesso equitativo a essas inovações.*

1. Introdução

A acessibilidade digital é um direito fundamental que visa garantir a inclusão de pessoas com deficiência no uso de tecnologias da informação e comunicação. Com os avanços da Inteligência Artificial (IA), surgem novas possibilidades para remover barreiras digitais, por meio de soluções mais inteligentes, adaptativas e personalizadas. Nesse contexto, tecnologias assistivas baseadas em IA têm ganhado destaque por sua

capacidade de ampliar a autonomia, a comunicação e o acesso à informação.

De acordo com Moraes *et al.* (2024), a concepção de deficiência tem evoluído de um modelo puramente médico, que via a deficiência como uma condição individual a ser "curada" ou "corrigida", para um modelo social, que a reconhece como resultado da interação entre as características individuais e as barreiras impostas pelo ambiente. Nesse sentido, pessoa com deficiência é aquela que possui impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. Esta perspectiva é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias assistivas, pois direciona o foco da intervenção para a remoção de barreiras e a promoção da inclusão, em vez de apenas a remediação da condição individual.

Segundo o relatório mais recente da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022), mais de 1,3 bilhão de pessoas vivem com algum tipo de deficiência no mundo, o que representa aproximadamente 16% da população global. No Brasil, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Censo de 2022 identificou cerca de 18,6 milhões de pessoas com deficiência, o equivalente a 8,9% da população brasileira. Esses números evidenciam a importância de políticas e tecnologias voltadas à inclusão, especialmente no ambiente digital, onde barreiras de acesso ainda persistem. Nesse contexto, as tecnologias assistivas baseadas em IA surgem como ferramentas promissoras para ampliar a autonomia e a participação social dessas pessoas.

Para Araújo *et al.* (2024), a IA tem se consolidado como uma aliada estratégica na promoção da inclusão digital, especialmente no desenvolvimento de soluções acessíveis para pessoas com deficiência. Ao permitir a automação de tarefas complexas, a personalização de interfaces e a interpretação de múltiplas formas de comunicação, a IA amplia significativamente as possibilidades de interação com tecnologias digitais. Ferramentas baseadas em IA, como leitores de tela inteligentes, sistemas de reconhecimento de fala e tradutores automáticos de linguagem de sinais, têm contribuído para reduzir barreiras de acesso à informação, à educação e à comunicação. Dessa forma, a IA não apenas complementa as

tecnologias assistivas tradicionais, mas também inaugura novas formas de participação social, autonomia e equidade no ambiente digital.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) estabelece diretrizes fundamentais para garantir a plena participação e igualdade de oportunidades às pessoas com deficiência. Embora a legislação não mencione explicitamente o uso de IA, ela reconhece e incentiva o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias assistivas e soluções baseadas em desenho universal (Tabela 1). Nesse contexto, a IA surge como uma ferramenta estratégica para viabilizar a acessibilidade digital, promovendo autonomia, comunicação e inclusão em ambientes virtuais. A utilização de sistemas inteligentes, como leitores de tela com visão computacional, assistentes de voz e plataformas adaptativas, alinha-se aos princípios da LBI ao ampliar o acesso à informação, à educação e à participação social de forma equitativa e inovadora (BRASIL, 2015).

TABELA 1 – Principais diretrizes da LBI que estabelecem relação com IA

Artigo da LBI	Tema abordado	Relação com IA	Exemplos de aplicação
Art. 3º	Tecnologia assistiva e desenho universal	A IA pode ser incorporada como tecnologia assistiva e aplicada em soluções de desenho universal	Leitores de tela com IA, interfaces adaptativas, sistemas de recomendação personalizados
Art. 14	Direito à educação inclusiva	A IA pode apoiar a aprendizagem personalizada e acessível para estudantes com deficiência	Tutores inteligentes, plataformas educacionais adaptativas, robôs educacionais com IA
Art. 63	Acesso à informação e comunicação	A IA pode viabilizar acessibilidade em meios digitais e comunicação alternativa	Reconhecimento de fala, legendas automáticas, tradutores de Libras com IA
Art. 75	Incentivo à pesquisa e desenvolvimento	A IA pode ser objeto de pesquisa e inovação tecnológica voltada à inclusão	Projetos de IA para acessibilidade, financiamento de soluções inclusivas baseadas em IA

Dos Autores (2025)

Além do respaldo legal nacional, iniciativas internacionais também reconhecem o potencial da IA para promover a inclusão digital. O World Wide Web Consortium (W3C), por meio da Web Accessibility Initiative

(WAI), tem discutido ativamente o papel da IA na acessibilidade, destacando seu uso em tecnologias como reconhecimento de fala, geração automática de legendas e interfaces adaptativas. Embora ainda não exista uma diretriz técnica específica voltada exclusivamente à IA, o W3C recomenda que essas tecnologias sejam desenvolvidas com base em princípios de transparência, explicabilidade e respeito à autonomia do usuário. A integração entre IA e padrões como o WAI-ARIA reforça a importância de soluções acessíveis, éticas e centradas nas necessidades reais das pessoas com deficiência (W3C, 2025).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar a acessibilidade de tecnologias assistivas que utilizam inteligência artificial, com foco em ferramentas já disponíveis e amplamente utilizadas por pessoas com deficiência. A proposta é identificar essas soluções, compreender suas funcionalidades, áreas de aplicação, tipos de deficiência atendidos e os principais desafios enfrentados em sua adoção. Ao reunir essas informações, busca-se oferecer uma visão crítica e atualizada sobre o papel da IA na promoção da inclusão digital, contribuindo para o desenvolvimento de práticas mais acessíveis e para a formulação de políticas públicas e projetos voltados à equidade no acesso às tecnologias digitais.

2. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem exploratória e descritiva, com o objetivo de identificar e analisar tecnologias assistivas que utilizam IA e que são amplamente utilizadas por pessoas com deficiência. Para isso, foram utilizadas ferramentas de busca com suporte a IA, nas quais foi inserido o seguinte prompt: "Num contexto de acessibilidade digital, quais as ferramentas mais utilizadas por pessoas com deficiência que incorporam IA". A partir dessa consulta, foi gerada uma lista de tecnologias relevantes, categorizadas por tipo de deficiência atendida (visual, auditiva, motora e cognitiva).

As informações sobre cada ferramenta foram obtidas por meio de fontes públicas, como sites oficiais dos desenvolvedores, artigos técnicos, relatórios de acessibilidade e documentação de produto. A análise considerou aspectos como funcionalidades oferecidas, tecnologias de IA

empregadas, acessibilidade da interface, tipos de deficiência atendidos e limitações observadas. Essa abordagem permitiu reunir um panorama atual e prático sobre o uso da IA em tecnologias assistivas, com foco na experiência do usuário e na efetividade das soluções para promover a inclusão digital.

3. Resultados e Discussão

3.1. Tecnologias de IA Identificadas

A pesquisa realizada resultou na identificação de 12 ferramentas assistivas que incorporam IA e são utilizadas por pessoas com deficiência (Tabela 2). Essas tecnologias abrangem diferentes tipos de deficiência — visual, auditiva, motora e cognitiva — e demonstram a versatilidade da IA na promoção da acessibilidade digital em múltiplos contextos.

Tipo de deficiência	Ferramenta	Descrição	Tecnologias de IA envolvidas	Modelo de Acesso / Custo
Deficiência Visual	Seeing AI (Microsoft) ¹²	Aplicativo que descreve cenas, lê textos, reconhece rostos e objetos	Visão computacional, OCR, reconhecimento facial	Gratuito para iOS.
	Be My Eyes + IA ³	Plataforma de assistência visual com voluntários e suporte por IA (OpenAI GPT).	Processamento de linguagem natural, visão computacional	Gratuito.
	Envision AI ⁴	Óculos e app que leem textos, identificam objetos e pessoas.	Visão computacional, OCR, IA embarcada	App: gratuito com recursos limitados; versão premium: US\$ 2,99/mês ou US\$ 19,99/ano. Óculos Envision Glasses: a partir de US\$ 3.500
Deficiência Auditiva	AVA ⁵	Transcrição em tempo real de conversas para pessoas surdas ou com perda auditiva.	Reconhecimento de fala, NLP	Plano gratuito com limitações; planos pagos a partir de US\$ 14,95/mês.
	Google Live Transcribe ⁶	Transcrição automática de fala em tempo real.	Reconhecimento de fala, aprendizado de máquina	Gratuito para Android.
	SignAll ⁷	Tradução	Visão	Sob

² <https://www.microsoft.com/en-us/garage/wall-of-fame/seeing-ai/>

³ <https://www.bemyeyes.com/>

⁴ <https://www.letsenvision.com/>

⁵ <https://pt.ava.me/>

⁶

<https://support.google.com/accessibility/android/answer/9350862?hl=pt&sjid=10034060785805382573-SA>

Tipo de deficiência	Ferramenta	Descrição	Tecnologias de IA envolvidas	Modelo de Acesso / Custo
		automática de Língua de Sinais para texto e voz.	computacional, reconhecimento de gestos, NLP	consulta [usado em contextos educacionais e corporativos.]
Deficiência Motora	Voice Access (Google) ⁸	Controle total do smartphone por comandos de voz.	Reconhecimento de fala, NLP	Gratuito para Android.
	Tobii Dynavox ⁹	Comunicação alternativa com rastreamento ocular e IA preditiva.	Eye-tracking, IA preditiva, interfaces adaptativas	Dispositivos a partir de US\$ 1.000 a US\$ 15.000. Softwares como TD Snap: US\$ 49,99 (licença única).
	Brain-Computer Interfaces (BCI)	Interfaces que interpretam sinais cerebrais para controlar dispositivos.	Machine learning, neurociência computacional	Sob consulta
Deficiência Cognitiva / Neurodivergência	CogniAble ¹⁰	Plataforma para apoio a crianças com autismo.	IA preditiva, análise comportamental	Sob consulta [Plataforma voltada a clínicas e escolas.]
	AI Tutors (ex: Squirrel AI) ¹¹	Plataformas de ensino adaptativo para alunos com dificuldades de aprendizagem.	Sistemas de recomendação, IA adaptativa	Sob consulta [usado em escolas na China; modelo B2B.]
	Replika ¹²	Assistente conversacional com foco em suporte emocional.	NLP, IA emocional, aprendizado contínuo	Gratuito com limitações; versão Pro: US\$ 19,99/mês ou US\$ 69,99/ano.

Dos autores (2025)

As ferramentas analisadas utilizam uma variedade de técnicas de IA, como visão computacional, reconhecimento de fala, processamento de linguagem natural, aprendizado de máquina e interfaces cérebro-computador. Elas são aplicadas em diferentes níveis de suporte, desde a leitura de textos e descrição de ambientes para pessoas com deficiência visual, até a comunicação alternativa por meio de rastreamento ocular ou controle por voz para pessoas com deficiência motora.

Além disso, observou-se que essas soluções variam quanto ao modelo de acesso: algumas são totalmente gratuitas, enquanto outras

⁷ <https://futureofinterface.org/signall/>

⁸ <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6151848?hl=pt>

⁹ <https://www.tobiidynavox.com/>

¹⁰ <https://cogniable.tech/>

¹¹ <https://squirrelai.com/>

¹² <https://replika.com/>

exigem aquisição de dispositivos ou assinatura de planos pagos. Essa diversidade reflete tanto o avanço tecnológico quanto os desafios de democratização do acesso a essas ferramentas. A análise também revelou que, embora muitas dessas tecnologias sejam eficazes em suas propostas, ainda existem barreiras relacionadas à linguagem, custo, conectividade e usabilidade, especialmente em contextos de baixa renda ou com infraestrutura limitada.

Esses resultados reforçam o papel da IA como catalisadora da inclusão digital, ao mesmo tempo em que evidenciam a necessidade de políticas públicas e iniciativas de design universal que garantam o acesso equitativo a essas inovações.

3.2 Acessibilidade Econômica das Tecnologias Assistivas com IA

Além da distinção entre ferramentas gratuitas e pagas, é possível observar diferenças significativas em termos de acessibilidade, abrangência funcional e público-alvo. Por exemplo, o Seeing AI, desenvolvido pela Microsoft, é uma ferramenta gratuita voltada a pessoas com deficiência visual, oferecem funcionalidades como leitura de texto, descrição de cenas e reconhecimento facial. Apesar de seu acesso facilitado, está disponível apenas para dispositivos iOS, o que pode limitar seu alcance entre usuários de Android.

Por outro lado, o Envision AI oferece funcionalidades semelhantes, mas com uma versão gratuita bastante limitada e planos pagos que desbloqueiam recursos avançados. Além disso, a empresa comercializa os óculos Envision Glasses, que incorporam IA embarcada, mas cujo custo elevado (acima de US\$ 3.000) torna o produto inacessível para a maioria dos usuários.

No campo da deficiência auditiva, o Google Live Transcribe se destaca por ser gratuito, acessível e altamente funcional, oferecendo transcrição em tempo real com boa precisão. Em contraste, o AVA oferece uma experiência mais personalizada e colaborativa, mas com limitações na versão gratuita e planos pagos a partir de US\$ 14,95 por mês.

Já no caso de tecnologias para deficiência motora, o Voice Access é uma solução gratuita e eficaz para controle por voz em dispositivos Android, enquanto ferramentas como o Tobii Dynavox, que utilizam

rastreamento ocular e IA preditiva, exigem a aquisição de equipamentos especializados com valores que podem ultrapassar os US\$ 10.000.

Além do custo direto de aquisição ou mensalidade, muitas tecnologias assistivas baseadas em IA apresentam um "custo invisível" que pode limitar ainda mais sua acessibilidade e inclusão. Esse custo pode incluir a necessidade de hardware específico e muitas vezes caro, como os óculos Envision Glasses que custam a partir de US\$ 3.500 ou dispositivos Tobii Dynavox que variam de US\$ 1.000 a US\$ 15.000. Além disso, a dependência de uma conexão de internet estável e de alta velocidade é crucial para o funcionamento de muitas soluções baseadas em nuvem, o que pode ser uma barreira em regiões com infraestrutura limitada. Há também o custo de aprendizado e adaptação do usuário, que pode exigir tempo, esforço e, em alguns casos, treinamento especializado, impactando a usabilidade e a efetividade da ferramenta no dia a dia.

Essa comparação evidencia que, embora existam soluções acessíveis e de qualidade, muitas das tecnologias mais avançadas e personalizadas ainda estão restritas a usuários com maior poder aquisitivo ou acesso institucional, o que reforça a necessidade de políticas públicas e incentivos para democratizar o acesso a essas inovações.

4. Considerações Finais

As tecnologias assistivas baseadas em IA representam um avanço significativo na promoção da inclusão digital, oferecendo soluções adaptativas e personalizadas para diferentes tipos de deficiência. No entanto, a análise revela que o acesso a essas ferramentas ainda é desigual, especialmente devido a barreiras econômicas e limitações técnicas. A democratização dessas tecnologias exige esforços coordenados entre governos, setor privado e sociedade civil, com foco em políticas públicas inclusivas, incentivo à pesquisa e desenvolvimento, e práticas de co-design com os usuários. A IA deve ser desenvolvida com base em princípios éticos, centrada nas necessidades reais das pessoas com deficiência, promovendo equidade, autonomia e participação plena na sociedade digital.

6. Referências

Organização Mundial da Saúde (OMS). Global report on health equity for persons with disabilities. Geneva: World Health Organization, 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (IBGE). Censo Demográfico 2022: Características gerais dos domicílios e dos moradores. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

Morais, I.A, Merchan-Hamann, E, Resende, M.C, Pereira, E.L. Modelo biopsicossocial na avaliação da deficiência: Deficiência não é um código da CID.. Cien Saude Colet 2024. Está disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/modelo-biopsicossocial-na-avaliacao-da-deficiencia-deficiencia-nao-e-um-codigo-da-cid/19366?id=19366>. Acessado em: 26 jun. 2025.

W3C (2025). Visão geral dos fundamentos de acessibilidade | Web Accessibility Initiative (WAI). Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/pt-BR>. Acessado em 26 jun. 2025.

Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/conquista/ensino/LEIBRASILEIRADEINCLUSOATUALIZADAATJANEIRODE2025.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2025.

Araujo, J. I. M.; Francisconi, S. B.; Rocha, K. H. De L.; Andrade, M. dos A. R.; OLIVEIRA, S. L. F. O papel da inteligência artificial na promoção da inclusão e acessibilidade no ensino superior. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 11, n. 1, p. 1-15, jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.18012>. Acesso em: 29 jun. 2025.

Application of Artificial Intelligence in the Optimization of Credit Letter Combination in Consortia

Diego Pinheiro da Silva¹, Rafael Schmidt Schneider¹, Luiz Henrique Kirsch²,

Guilherme Cousseau Ferranti³

¹Universidade Feevale

²Faculdade IENH

³Universidade do Vale do Rio dos Sinos

pinheirodiego@outlook.com.br, rafael.schmidt2904@hotmail.com,

luizhkirsch@gmail.com, guilhermecousseau@icloud.com

Abstract. *This paper presents the development and evaluation of an Artificial Intelligence (AI) based solution for optimizing the merging of contemplated consortium credit (LCCC). Using Natural Language Processing (NLP) techniques and dynamic SQL query generation, the system interprets user requests, constructs customized queries, and delivers credit combinations aligned with the defined criteria. A case study with real-world scenarios demonstrated significant gains in operational efficiency and decision-making accuracy compared to manual processes.*

1. INTRODUCTION

The consortium market in Brazil represents a well-established modality for planned acquisition of goods and services, characterized by its growing number of participants and the significant financial volume involved [Vukovic' et al. 2025, Roy et al. 2025, Amato et al. 2024, Nallakaruppan et al. 2024, Bahoo et al. 2024, Passador 2024, Yoshinaga and Castro 2023]. After being awarded a consortium credit letter, either through a lottery or bidding process, the participant acquires the right to use the corresponding amount for the purchase of the desired asset [HS Administradora de Consórcios Ltda. 2024].

However, when the objective involves higher-value assets, such as real estate or high-end vehicles, the credit from a single Letter of Contemplated Consortium Credit (LCCC) may prove insufficient or financially disadvantageous. In this context, the combination of multiple LCCCs emerges as a viable and increasingly adopted strategy, allowing the

aggregation of values from different credit letters to enable the acquisition of larger assets [HS Administradora de Consórcios Ltda. 2024].

The objective of this paper is to explore the application of AI techniques in optimizing the process of combining LCCCs. To this end, the study analyzes performance gains, the quality of the generated credit combinations, and adherence to user needs. As validation of the proposed approach, a case study was conducted with the participation of industry experts, aiming to contribute to scientific knowledge advancement and foster technological innovation within the consortium segment.

2. THEORETICAL BACKGROUND

Artificial Intelligence (AI) has established itself as a transformative technology across multiple economic sectors, with particular emphasis on the financial market, which has been incorporating its applications on a large scale. AI's ability to process and analyze large volumes of data quickly, accurately, and efficiently makes it a strategic tool for process optimization, service personalization, and operational risk mitigation [Vukovic' et al. 2025, Roy et al. 2025].

Recent studies have highlighted the advancement of AI as a decision-support tool in different segments of the financial sector, including consortia. [Zancan et al. 2022] evidenced the application of AI models in the management of intermunicipal consortia, emphasizing operational gains and cost reduction. [Raza 2025] discusses the adoption of AI algorithms in credit risk assessment, pointing to advances in the use of unstructured data and alternatives to promote financial fairness.

An emerging and increasingly relevant aspect in the sector is the combination of LCCCs, a strategy that allows the merging of two or more LCCCs to enable the acquisition of higher-value assets where the credit from a single LCCC is often insufficient or financially suboptimal [Itaú Unibanco 2025, HS Administradora de Consórcios Ltda. 2024].

In this scenario, AI demonstrates its potential impact. AI algorithms, particularly those based on Natural Language Processing (NLP), are capable of simultaneously and exhaustively analyzing all available LCCCs in a database, evaluating different combination scenarios according to the established parameters. Existing literature reinforces the role of AI in optimizing decision-making processes and personalizing financial services [Yoshinaga and Castro 2023, Passador 2024, Bahoo et al. 2024].

3. MATERIALS AND METHODS

To demonstrate the application of AI techniques in optimizing the process of merging LCCCs, an applied analysis was conducted on the ERP system of a company specialized in the commercialization of LCCCs. At the time of the study, the company's database contained over 300 LCCCs available for sale, originating from different administrators.

The system under analysis allows the execution of LCCC combinations that respect two fundamental constraints: all selected LCCCs must belong to the same administrator and the same asset category (real estate or vehicle). The platform automatically calculates several relevant operational parameters, including the total installment value, remaining term, aggregated outstanding balance, down payment value, and other financial variables critical to the decision-making process. Figure 1 presents a real example of an LCCC combination, extracted from the production environment of the company analyzed during the case study.

Figure 1. Example of an LCCC combination

Crédito: R\$ 790.767,00	Taxa de Transferencia: R\$ 9.552,94	# 11303	R\$ 400.000,00
Entrada: R\$ 419.200,00	Seguro de Vida: R\$ 537,76	Imóvel	199x 2467,00
Prazo Médio: 195x	Tempo de Parcelas:		
Primeira Parcela: R\$ 4.968,00	1 à 190: R\$ 4.968,00	# 11333	R\$ 390.767,00
Saldo Devedor: R\$ 968.760,00	191 à 199: R\$ 2.467,00	Imóvel	190x 2501,00

Elaborated by the author

Currently, the process of selecting and combining LCCCs is performed manually by users, who individually analyze each available LCCC to identify combination scenarios that meet their specific needs. This approach, besides being extremely labor-intensive and error-prone, requires significant operational time, often taking hours without guaranteeing the most advantageous combination.

The complexity of this process increases proportionally with the number of available LCCCs, exponentially expanding the space of possible combinations. To guide the generation of customized SQL queries by the AI, a set of input parameters was defined, reflecting the main decision criteria used by users. These parameters include:

- **Installment value** (Valor da parcela): Represents the monthly amount to be paid by the client. The user may choose to prioritize combinations with the lowest possible installment value.
- **Outstanding balance** (Saldo devedor): Corresponds to the total amount still pending payment for the LCCCs involved in the combination. The client may opt for a credit that minimizes the outstanding balance.
- **Down payment** (Valor de entrada): Indicates the initial amount

required for the asset acquisition. The system allows prioritizing combinations with the lowest down payment.

- **Category** (Categoria): Defines the type of asset, requiring specification between *real estate* or *vehicle*. Combinations are restricted to LCCCs belonging to the same category.

- **Administrator** (Administradora): Refers to the company responsible for managing the consortium. This is also a mandatory criterion, ensuring that all combined LCCCs originate from the same institution.

- **Credit** (Credito): Represents the total value desired by the client for the asset acquisition, serving as the central search parameter.

These parameters serve as the foundation for building the SQL instructions by the AI, guiding the generation of all viable combinations according to the requirements set by the user.

Considering that the credit parameter provided by the user does not represent an exact value but rather a reference range for the search, a 10% tolerance margin relative to the requested amount was defined based on the company's business rules. This margin is applied bidirectionally, covering both higher and lower values relative to the specified credit. Such a strategy aims to broaden the spectrum of possible combinations and increase the likelihood of finding solutions that meet the client's needs, without restricting the search to a single fixed value. The implementation of this tolerance range was directly incorporated into the AI's SQL query generation logic.

Architecture

The architecture of the proposed solution adopts a service-oriented approach, focusing on the integration between large-scale Natural Language (NL) models and relational database management systems. At the core of the system, the **GPT-4-turbo** model was used, one of the most recent and efficient versions of the Large Language Models (LLMs) family developed by *OpenAI* [OpenAI, Inc. 2025].

Integration with **GPT-4-turbo** was performed through requests to the official OpenAI RESTful API. During API calls, parameters such as *temperature*, *max tokens*, and *top-p* were configured to balance the creativity of text generation and the accuracy of responses, especially in SQL query construction.

The application layer of the solution was developed in **Python**, using the **mysql-connector-python** library for MySQL database integration, while data manipulation, analysis, and ordering were conducted using

Pandas. Additionally, the **tqdm** module was employed for progress monitoring in iterative loops, and the **json** module for structured data serialization. The computational pipeline of the solution was structured into four main modules, described below.

Database Schema Extraction

The schema extraction module is responsible for establishing a connection with the company's **MySQL** instance and automatically extracting the database metamodel. Through queries to the *INFORMATION SCHEMA*, the system identifies tables, attributes, and their respective data types, creating a formal representation of the existing relational structure. This representation includes table names, columns, and data types, being exported in SQL format. This content is subsequently used as part of the AI model's *prompt*, ensuring that the generated queries are syntactically valid and semantically aligned with the physical data structure.

SQL Query Generation

This module constitutes the core of the solution's intelligence layer, being responsible for transforming NL inputs into complete and validated SQL instructions. The **GPT-4-turbo** model receives three main inputs:

- **Database schema:** Provided by the extraction module, containing the detailed relational structure.
- **Data dictionary:** A set of detailed semantic descriptions for each column, including information about its meaning and business context application.
- **NL query:** Free text entered by the user, describing the query need. E.g., *“Quero um credito de imóvel da administradora X com o menor valor de parcela”*.

The prompt engineering used at this stage guides the model to generate complete SQL queries, incorporating clauses such as WHERE, GROUP BY, ORDER BY, and, when appropriate, LIMIT. The system also applies specific business rules, such as the use of comparison operators like “less than or equal to” ($\leq$) for fields such as valor credito, while avoiding the inclusion of limitations like LIMIT 1, except when explicitly requested by the user.

MySQL Query Execution

The query execution module is responsible for sending the SQL instruction generated by the AI to the MySQL database. Communication is performed using the **mysql-connector-python** library, with security parameter control and prior query validation. The results are imported into a **Pandas DataFrame**, allowing efficient manipulation and temporary data storage. This stage also includes a robust exception handling mechanism, capturing syntax errors, inconsistencies in query parameters, and connection failures with the database.

Filter Generation for the DataFrame

After obtaining the SQL results, the complementary filtering module once again uses **GPT-4-turbo** to interpret, based on the user's original question and the column descriptions, the best column for ordering and the preferred sorting direction (e.g., ascending or descending order by valor parcela). This additional post-processing layer allows for more refined output customization, ensuring that the presented results align with the user's expressed intent. The manipulation of filtered and ordered data is performed directly within the **Pandas** environment, ensuring high performance in local processing.

EXPERIMENTS AND RESULTS

A prototype was developed and integrated into the company's system and database. The results demonstrated the AI-based solution's ability to accurately interpret user requests expressed in NL, converting them into concrete, customized actions aligned with the business rules within the corporate data environment.

One of the most significant outcomes is the model's ability to convert a complex NL request, such as *"Quero um crédito de 500 mil de imóvel da HS Consórcios com o menor valor de parcela"* (I want a 500 thousand real estate credit from HS Consórcios with the lowest installment value), into a precise and optimized SQL query, comparing and retrieving the best result. The AI demonstrated the capability to:

- **Interpret user intent:** Understanding the user's intention regarding the type of asset (e.g., real estate), the credit value (valor credito <= 500000), the desired administrator (administradora = 'HS Consórcios'), and the ordering preference (e.g., ORDER BY valor parcela ASC).
- **Generate valid SQL:** Producing a syntactically correct and

semantically aligned

SQL instruction based on the user's request, appropriately applying filter conditions and ordering criteria.

- **Apply business rules:** Incorporating predefined business rules, such as the mandatory use of “less than or equal to” comparison operators for the valor credito field, and avoiding the inclusion of clauses like LIMIT 1, except when explicitly requested by the user. These constraints are essential to ensure that query generation complies with the company's operational policies and the functional expectations of end users.

For example, for the provided prompt *“quero um credito de imó vel da HS Consó rcios de 500 mil com o menor valor de parcela”*, the system generated the fol- lowing SQL query (Figure 2)

Figure 2. Query example

```
SELECT * FROM NOMEDATABELA
WHERE valor_credito <= 500000
AND categoria = imovel
AND administradora = HS Consorcios
ORDER BY valor_parcela ASC;
```

Elaborated by the author

This result demonstrates the AI's accuracy in mapping NL terms to database fields and operators, resulting in a query that effectively retrieves the LCCCs meeting the user's criteria.

After executing the SQL query, the system initiates a post-processing phase fo- cused on comparing and evaluating all possible result combinations, aiming to refine the final presentation to the user. At this stage, the model interprets, based on the original NL query, the most relevant variable for ordering (e.g., valor parcela) as well as the desired sorting criterion (e.g., ascending order for selecting the lowest installment). This approach allows the result set to be re-ranked in a clear and objective manner, high- lighting the options that best meet the user's preferences and defined criteria. Notably, this refinement is applied even when the original SQL query already contains ordering clauses, ensuring an additional layer of personalization and semantic alignment between the user's intent and the presented results.

This step is fundamental for personalizing the user experience, ensuring that users immediately visualize the most advantageous alternatives for their needs, eliminating the necessity for manual analysis

of large tabular data volumes. The system's ability to interpret expressions such as "*lowest installment*" or "*lowest outstanding balance*" and apply the corresponding ordering represents a technical differentiator that adds significant value to the decision-making process.

Tests and Validation

To evaluate the effectiveness of the proposed solution, a testing and validation process was conducted with the participation of a group of 12 consortium brokers associated with the pilot company. The methodology involved the prior definition of real customer scenarios, considering parameters such as desired credit value, responsible administrator, and other relevant filtering criteria.

Initially, the brokers manually searched for LCCC combinations using the traditional procedures adopted by the company. For security and corporate data confidentiality reasons, the results of the manual searches will not be presented in this paper.

Subsequently, the same scenarios were submitted to the developed AI prototype. In all analyzed cases, the AI-based solution significantly outperformed the manual process, both in execution time (reduced to approximately one minute per query) and in the quality of the suggested combinations, which showed greater adherence to the established criteria and better performance in relation to the client's objectives.

For additional validation purposes, the combinations generated by the AI were manually reconstructed by analysts, confirming that the results indicated by the system indeed represented the best available solutions in the database. Figures 3 and 4 below present an illustrative example of one of the tested cases.

Figure 3. User's question

```
prompt_test = input("Insira sua pergunta: ")
```

Insira sua pergunta: quero um crédito de 1.250.000 de imóvel da HS Consórcios com o menor valor de parcela

Elaborated by the author

Figure 4. Response generated by the model

Soma valor de crédito: R\$ 1.266.890,00
Soma entrada: R\$ 564.800,00
Soma valor de parcela: R\$ 6.977,00
Administradora: HS Consórcios
Cartas: 11153 11335

Elaborated by the author

Based on the user's input in the prompt test, which specified the desire for a credit of R\$ 1,250,000.00 in the *real estate* category, administered by *HS Consórcios*, with the lowest possible installment, the AI system processed the parameters and performed the search considering the 10% tolerance margin defined in the business rules.

As a result, the solution returned an LCCC combination totaling a credit value of R\$ 1,266,890.00, a value within the acceptable range relative to the requested amount. The required down payment totaled R\$ 564,800.00, with a total monthly installment value of R\$ 6,977.00, using LCCCs with codes 11153 and 11335. This result demonstrates the system's ability to correctly interpret the user's intent, apply the predefined filters and business rules, and deliver a combination that simultaneously meets the criteria for credit value, category, administrator, and optimization for the lowest installment.

CONCLUSION

This study demonstrated the potential of applying AI models, specifically those based on PLN, to optimize the process of merging LCCCs. Through the implementation and analysis of a prototype system, the solution's ability to accurately interpret user intents expressed in NL was evidenced, translating these requests into semantically aligned and technically correct SQL queries.

The developed architecture enabled the exhaustive generation and evaluation of all possible LCCC combinations, considering multiple variables such as asset type, administrator, available balance, term, and installment value. Additionally, the application of filtering and ordering mechanisms, inferred from textual interaction with the user, allowed for the delivery of highly personalized results aligned with business objectives.

The results indicate significant gains in terms of operational efficiency, decision-making accuracy, and process accessibility for a wide range of user profiles, including those with low familiarity with database query technologies.

For future work, the solution is planned to be implemented directly into the company's ERP production environment, allowing its continuous use and integration into users' operational workflow. This step will enable the systematic collection of usage data, including monitoring user interactions with the system, NL query patterns (prompts), and qualitative and quantitative feedback on the generated results. These data will serve as the foundation for a continuous process of refinement and

improvement of the AI model through *prompt engineering* adjustments and configuration parameter enhancements.

References

Amato, A., Osterrieder, J. R., and Machado, M. R. (2024). How can artificial intelligence help customer intelligence for credit portfolio management? a systematic literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2):100234.

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.

HS Administradora de Consórcios Ltda. (2024). Regulamento Geral para Formação e Funcionamento de Grupos de Consórcio referenciados em bens móveis, imóveis e serviços. Regulamento geral, HS Administradora de Consórcios Ltda., Dois Irmãos, RS, Brasil. Versão JUL/2024 – registrado em 28 junho 2024 no Registro de Títulos e Documentos de Dois Irmãos, RS.

Itau Unibanco (2025). Consórcio Itau: Simulação carta de crédito. Accessed: 21 June 2025.

Nallakaruppan, M., Chaturvedi, H., Grover, V., Balusamy, B., Jaraut, P., Bahadur, J., Meena, V., and Hameed, I. A. (2024). Credit risk assessment and financial decision support using explainable artificial intelligence. *Risks*, 12(10):164.

OpenAI, Inc. (2025). Openai. Accessed: 22 June 2025.

Passador, P. (2024). Modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais brasileiros. *Revista Gestão e Desenvolvimento*.

Raza, A. (2025). The application of artificial intelligence in credit risk evaluation: Obstacles and opportunities in the path to financial justice. *Center for Management Science Research*, 3(2):240–259.

Roy, P., Ghose, B., Singh, P., Tyagi, P., and Vasudevan, A. (2025). Artificial intelligence and finance: A bibliometric review on the trends, influences, and research directions. *F1000Research*, 14:122.

Vukovic', D., Dekpo-Adza, S., and Matovic', S. (2025). Ai integration in financial ser- vices: a systematic review of trends and regulatory challenges. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12:562.

Yoshinaga, C. and Castro, F. H. (2023). Inteligência artificial: a vanguarda das finanças. *GV-EXECUTIVO*, 22.

Zancan, C., Passador, J. L., and Passador, C. S. (2022). Modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais brasileiros. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 20(2):45–63.

Séries Temporais e Deep Learning para a tomada de decisão na prática de swing trade no mercado financeiro

Rafael Johann¹

¹Ciência da Computação – Universidade Feevale
93525-075 – Novo Hamburgo – RS – Brazil

rafael.johann2@gmail.com

Abstract. *Financial markets offer both fixed-income investments and variable-income options, such as stocks, which carry higher volatility but greater return potential. Strategies like buy and hold, swing trade, and day trade are guided by technical and fundamental analyses. This study simulates swing trade strategies using neural networks, focusing on the Information Technology sector. Models were developed to forecast both stock prices and market trends using historical data and technical indicators. Initial results were unsatisfactory, but a refined model capable of generating buy, sell, or hold signals showed improved performance. Quantitative analysis highlighted the strengths, limitations, and future improvement paths of the approach.*

Resumo. *Os mercados financeiros oferecem investimentos de renda fixa e variável, sendo as ações mais voláteis, porém com maior potencial de retorno. Estratégias como buy and hold, swing trade e day trade são orientadas por análises técnica e fundamentalista. Este estudo simula estratégias de swing trade com redes neurais, focando no setor de Tecnologia da Informação. Foram testados modelos para prever preços e tendências com base em séries temporais e indicadores técnicos. Embora os primeiros resultados tenham sido insatisfatórios, um modelo refinado apresentou sinais de compra e venda mais eficazes. A análise quantitativa destacou vantagens, limitações e possibilidades de aprimoramento.*

1. Introdução

O mercado financeiro oferece investimentos de renda fixa e variável, sendo as ações caracterizadas por maior risco e potencial de retorno [Assaf 2014; Francis 1991; Selan 2015]. Estratégias como *buy and hold*, *swing trade* e *day trade* variam conforme o tempo de manutenção dos ativos e o tipo de análise — técnica ou fundamentalista [Comissão de Valores Mobiliários 2020]. A análise técnica, baseada em padrões gráficos e indicadores, é amplamente usada em operações de curto e médio prazo [Fernandes 2014].

Com o avanço da tecnologia, modelos de inteligência artificial, como redes neurais e algoritmos de *deep learning*, têm sido aplicados na previsão de séries temporais financeiras [Kamalov 2019]. Modelos como LSTM, GRU, CNNs e *Transformers* vêm permitindo maior precisão preditiva.

Este artigo avalia a aplicação de redes neurais em estratégias de *swing trade*, focando na predição de preços e tendências para auxiliar decisões de compra e venda. Inicialmente, foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura para identificar práticas recorrentes, métricas e algoritmos utilizados. A partir disso, foram desenvolvidos modelos preditivos aplicados ao mercado acionário.

O estudo está estruturado em cinco seções. A primeira apresenta o contexto do tema e o cenário atual. Em seguida, a segunda seção descreve a metodologia de pesquisa adotada. A terceira seção discute os resultados obtidos para cada questão de pesquisa. A quarta seção detalha os experimentos realizados. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais.

2. Metodologia

Esta é uma pesquisa aplicada, dedutiva e quantitativa, voltada à aplicação prática de redes neurais em estratégias de *swing trade*. O estudo tem caráter explicativo e fundamenta-se em literatura científica e dados históricos do mercado financeiro. [Prodanov e Freitas 2013].

Foi realizado um mapeamento sistemático da literatura com base no modelo de Petersen et al. (2015), e critérios de leitura e seleção

segundo Keshav (2007). A busca concentrou-se nas bases *SCOPUS* e *Web of Science*, utilizando a *string* abaixo, com foco em redes neurais aplicadas ao mercado financeiro:

(Stock prediction and "time series" and (cnn or rbfn or rnn or lstm or gru or transformer))

A partir disso, foram extraídos insumos teóricos e práticos que embasaram o delineamento dos experimentos, voltados à predição de tendências e preços no contexto do *swing trade*.

2.1 Filtro de Resultados

Os artigos selecionados atenderam aos seguintes critérios de inclusão: publicações entre 2021 e 2023, acesso aberto, apenas artigos e foco em redes neurais. Foram excluídos materiais duplicados, publicações irrelevantes e estudos fora do escopo de redes neurais no mercado financeiro. Após aplicação de filtros e análise preliminar (título, *abstract* e seções), 13 artigos foram selecionados para leitura completa, conforme demonstra a Figura 1.

As questões que nortearam a análise foram agrupadas em Questões Gerais (QG), Focais (QF) e Estatísticas (QE), abordando os tipos de redes utilizadas, técnicas complementares, métricas avaliadas e desempenho preditivo. Os questionamentos desse mapeamento são apresentados na Tabela 1.

Figura 1. Etapas do processo de busca

	Busca inicial	Filtro por CI1		Filtro por CI2		Filtro por CI3		Filtro por CI4		Combinação	Filtro por CE1		Filtro por CE2		Filtro por CE3	
Web of Science	402	33,58%	267	55,06%	120	4,17%	115	81,74%	21		44	38,64%	27	22,22%	21	38,10%
Scopus	689	29,46%	486	68,11%	155	16,13%	130	82,31%	23							
TOTAL	1.091	63,05%	753	123,16%	275	20,3%	245	164,0%	44		44	38,64%	27	22,22%	21	38,10%

Tabela 1. Questões de Pesquisa

ID	Questão
QG1	Quais são os tipos de redes neurais mais abordadas?
QG2	Quais os tipos de renda variável avaliadas? Qual o intervalo de tempo utilizado na predição?
QG3	Nos experimentos foi utilizada a ação de somente uma empresa, ou de um setor, ou de um índice?
QF1	Quais algoritmos e técnicas são agregadas às redes neurais para a previsão do mercado de ações?
QF2	Qual a técnica de rede neural obteve o melhor resultado?
QF3	Quais atributos de uma ação ou índice foram utilizados como entrada para a rede neural?
QE1	Quais as métricas avaliadas para designar a eficiência na predição?
QE2	Qual o grau de eficiência das predições realizadas?

3. Mapeamento Sistemático

Abaixo são apresentados os resultados para cada questão de pesquisa.

3.1 QG1 - Quais são os tipos de redes neurais mais abordadas?

A LSTM foi a mais citada (53,85%), destacando-se pela eficácia em séries temporais [Ma et al. 2022]. GRU e CNN apareceram em 30,77% dos estudos, reconhecidas pela simplicidade e capacidade de extração de padrões [Chen 2023; Zhou et al. 2022]. Modelos híbridos, como CNN-LSTM e CNN-GRU, também foram frequentes (53,85%), superando redes tradicionais em desempenho. Outras arquiteturas (RNN simples, *Transformer*, MLP) foram menos comuns.

3.2 QG2 - Quais os tipos de renda variável avaliadas? Qual o período de tempo utilizado na predição?

A maioria dos estudos analisou ações e índices do mercado chinês (53,85%), seguidos por Estados Unidos (38,46%), Índia, Alemanha e Arábia Saudita. Os dados incluíram índices como *CSI 300*, *S&P 500* e *Nifty 50*, além de commodities e moedas, com séries históricas de até 30 anos.

3.3 QG3 - Nos experimentos foi utilizada a ação de somente uma empresa, ou de um setor, ou de um índice?

Os estudos contemplaram ações específicas, índices amplos e setores diversos. Foram analisados 24 tipos de ações, 14 índices e 7 mercados adicionais. Os setores mais frequentes foram Tecnologia, Serviços Financeiros, Indústria e Energia.

3.4 QF1 - Quais algoritmos e técnicas são agregadas às redes neurais para a previsão do mercado de ações?

Foram integradas técnicas como seleção de atributos (SFLA, algoritmo genético), decomposição de séries (*wavelet*, CEEMDAN), normalização (*MinMaxScaler*) e uso de otimizadores (*Adam*, RMSProp). As funções de perda mais usadas foram MSE e *Huber Loss*. Avaliações estatísticas como ANOVA e T-test complementaram a análise. Os modelos híbridos, como FS-CNN-BGRU e GARCH-ATT-LSTM, destacaram-se nos resultados.

3.5 QF2 - Qual a técnica de rede neural obteve o melhor resultado?

Embora os dados e métricas variassem, os modelos híbridos foram os mais eficazes, superando as redes tradicionais na maioria dos estudos.

3.6 QF3 - Quais atributos de uma ação ou índice foram utilizados como entrada para a rede neural?

As entradas mais frequentes foram: preço de fechamento, volume, preços mínimo, máximo e de abertura. O preço médio e a taxa de variação diária foram pouco utilizados.

3.7 QE1 - Quais as métricas avaliadas para designar a eficiência na predição?

As métricas mais comuns foram MSE (61,54%), MAE (53,85%) e RMSE (38,46%). R^2 (30,77%) e MAPE (23,08%) também apareceram, além de métricas menos usuais como Dstat e Theil's U, voltadas à análise de tendência e proximidade preditiva [Yao, Tan 2000; Makridakis, Hibon 1995; Theil 1966].

3.8 QE2 - Qual o grau de eficiência das predições realizadas?

Os modelos analisados tiveram bom desempenho geral, com destaque para os híbridos. O FS-CNN-BGRU teve o menor MAPE; CNN-LSTM e GARCH-ATT-LSTM apresentaram os melhores RMSE e MAE. LSTM e GRU superaram RNN, especialmente quando combinadas com técnicas complementares.

4. Experimentos Práticos

Os experimentos tiveram como objetivo prever o preço-alvo da ação PETR4.SA (Petrobras), um dos principais ativos do mercado nacional brasileiro, e identificar tendências com potencial de lucro em operações de *swing trade*. As análises foram realizadas em *Python*, via *Google Colab*, com dados históricos do *Yahoo Finance* organizados em janelas de 30 dias. Utilizaram-se indicadores técnicos consolidados, segundo Fernandes (2014): médias móveis de 7 e 21 dias, bandas de *Bollinger* e RSI (Índice de Força Relativa). Esses indicadores foram combinados em diferentes conjuntos para treinar os modelos preditivos. A definição dos conjuntos de variáveis testado foram orientadas pelos resultados do mapeamento sistemático da literatura, que destacou as combinações mais recorrentes e eficazes em estudos relacionados à previsão de preços no mercado financeiro.

4.1 Experimentos para predição de preço alvo

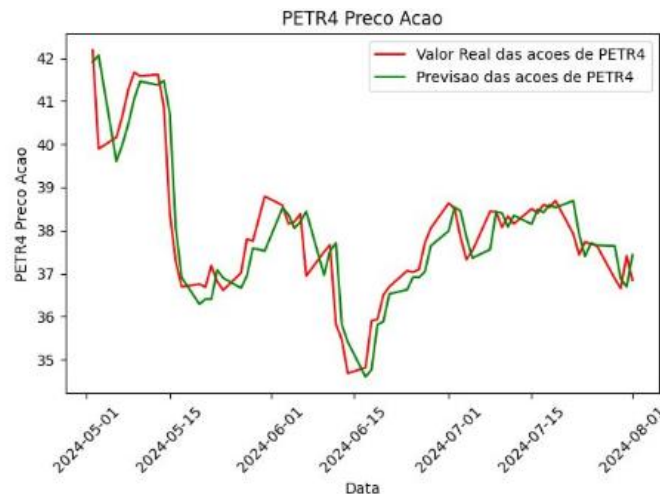
Foram conduzidas três etapas para investigar a relação entre indicadores técnicos e o preço de fechamento do dia seguinte. Utilizou-se LSTM, CNN e LSTM Bidirecional, com variações de entrada e períodos de validação. O treinamento adotou o otimizador *Adam*, função ReLU,

100 épocas e normalização com *MinMaxScaler*. Os dados cobriram o período de 01/05/2022 a 01/05/2024.

4.1.1 Primeiro experimento

Foram realizados 54 testes com diferentes combinações de entradas e modelos. O LSTM obteve o melhor desempenho em 94,45% dos testes, principalmente com validação de 3 meses. A adição de indicadores melhorou o MSE, com destaque para a média móvel de 7 dias (MSE 0,4728) e de 21 dias (MSE 0,5580). Já o CNN teve os piores desempenhos, especialmente com uso isolado do RSI. A Figura 2 demonstra o melhor desempenho obtido.

Figura 2. Predição de valores considerando janela deslizante de 30 dias e média móvel de 7 dias via LSTM (3 meses)



4.1.2 Segundo experimento

As três melhores configurações do experimento anterior (médias móveis de 7 dias, médias móveis de 21 dias e banda inferior de *Bollinger*) foram executadas 10 vezes cada, com remoção de *outliers*. A combinação dos 30 dias anteriores com a média móvel de 21 dias apresentou o melhor desempenho (MSE médio 0,4970), além de alta estabilidade (CV 5,15%). A média móvel de 7 dias apresentou variabilidade maior, e a banda de *Bollinger* inferior teve o pior resultado.

4.1.3 Terceiro experimento

Testou-se a combinação das melhores entradas anteriores (30 dias + médias móveis de 7 dias + médias móveis de 21 dias + banda inferior de *Bollinger*). O desempenho não superou a configuração mais simples, com MSE médio de 0,6013. Isso indicou que a inclusão de múltiplos indicadores nem sempre resulta em maior precisão.

4.1.4 Simulação de compra e venda de ativos

Em uma simulação com dados reais da ação PETR4.SA no intervalo de 3 meses, o modelo mais consistente (30 dias + médias móveis de 21 dias, com LSTM) indicou MSE de 0,5407. Entre 65 previsões, 56,92% acertaram a direção da variação. Apesar de alguns acertos, a diferença percentual variou de -3,80% a +5,75%, mostrando que há margem de erro relevante e espaço para melhorias no modelo de previsão de tendência. A Tabela 2 demonstra uma parte do experimento.

Tabela Preços Preditos x Preços Reais

Data	Preços Preditos	Preços Reais	Diferença Percentual (%)	Subiu Predição x Preço Anterior Real?	Subiu Real x Preço Anterior Real?	Acertou direção
02/05/2024	41,2575	42,1800	-2,1871	-	-	-
03/05/2024	41,4206	39,8900	3,8371	FALSO	FALSO	VERDADEIRO
06/05/2024	39,5481	40,1600	-1,5237	FALSO	VERDADEIRO	FALSO

4.2 Experimento de predição por tendência

Este experimento teve como objetivo classificar a tendência dos preços da ação PETR4.SA em três categorias: manutenção, compra ou venda, com base nos últimos 30 dias de dados históricos e indicadores técnicos (médias móveis de 7 dias, médias móveis de 21 dias, bandas de *Bollinger* e RSI). As classes foram definidas por regras da análise técnica, considerando zonas de sobrecompra, sobrevenda e cruzamentos de médias.

A classe compra foi atribuída quando o preço estava abaixo das médias móveis de 21 dias e da banda inferior de *Bollinger*, ou com RSI abaixo de 30%. A classe venda ocorreu quando o preço estava acima da

O modelo adotado foi uma rede LSTM com duas camadas de 50 unidades e ativação *softmax* na saída. O treinamento usou dados de 2014 a 2023.

Figura 3. Dados de entrada, saída e predições de tendências - Maio/2024



107

de métodos de análise técnica e do uso de redes LSTM em contextos financeiros.

Embora a predição de preços tenha apresentado acertos limitados (56,92%), a abordagem focada em tendências demonstrou maior aplicabilidade, com rentabilidade média de 3,70% em nove meses, superando o desempenho da própria ação PETR4.SA, que teve queda de 4,69%.

As simulações mostraram boa taxa de acerto nas vendas (10 acertos em 11), com rentabilidades entre 3,64% e 5,23%. Contudo, a baixa frequência de operações e o foco em apenas um ativo indicam potencial de expansão.

Como trabalhos futuros, recomenda-se aprimorar as regras de decisão baseadas em indicadores técnicos, incorporar limiares de confiança nas previsões e ampliar os testes para outros ativos e setores, visando modelos mais robustos e aplicáveis à prática real.

Referências Bibliográficas

Assaf, Alexandre Neto. Finanças Corporativas e Valor. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2014.

Chen, Ningyan. Visual recognition and prediction analysis of China's real estate index and stock trend based on CNN-LSTM algorithm optimized by neural networks. PLoS One, 2023.

Chen, Shile; Zhou, Changjun. Stock Prediction Based on Genetic Algorithm Feature Selection and Long Short-Term Memory Neural Network. IEEE Access, v. 9, p. 9066-9072, 2021.

Comissão de Valores Mobiliários. Day Trade, 2020. Disponível em:<https://www.gov.br/investidor/pt-br/educacional/publicacoes-educacionais/cadernos/caderno-cvm-15-day_trade.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2023.

Dey, Polash et al. Comparative Analysis of Recurrent Neural Networks in Stock Price Prediction for Different Frequency Domains. Algorithms, 2021.

- Durairaj, D. M.; Mohan, B. H. K. A convolutional neural network based approach to financial time series prediction. *Neural Computing and Applications*, 2022.
- Fernandes, Alexandre. *Fundamentos da Análise Técnica de Ações*. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2014.
- Francis, Jack Clark. *Investments: analysis and management*. 5ª ed. New York: MacGraw-Hill, 1991.
- Gao, Zidi; Kuruoglu, Ercan Engin. Attention based hybrid parametric and neural network models for non-stationary time series prediction. *Journal Expert Systems*, 2023.
- Kamalov, Firuz. *Forecasting significant stock price changes using neural networks.*, 2019.
- Kaushik, Rohit et al. Performance evaluation of deep neural networks for forecasting time-series with multiple structural breaks and high volatility. *CAAI Transactions of Intelligence Technology*, p. 265-280, 2021.
- Keshav, S. How to read a paper. *SIGCOMM Comput. Commun*, p. 83-84, 2007.
- Li, Chengyu; Qian, Guoqi. Stock Price Prediction Using a Frequency Decomposition Based GRU Transformer Neural Network. *Applied Sciences*, 2022.
- Li, Chengyu; Shen, Luyi; Qian, Guoqi. Online Hybrid Neural Network for Stock Price Prediction: A Case Study of High-Frequency Stock Trading in the Chinese Market. *Econometrics*, 2023.
- Ma, Guifen et al. The Prediction of Enterprise Stock Change Trend by Deep Neural Network Model. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022.
- Makridakis, Spyros; Hibon, Michèle. Evaluating accuracy (or error) measures. *Insead, Boulevard de Constance, France*, p. 1-41, 1995.
- Malibari, Nadeem; Katib, Iyad; Mehmood, Rashid. Predicting Stock Closing Prices in Emerging Markets with Transformer Neural Networks: The Saudi Stock Exchange Case. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 12, p. 876-886, 2021.

- Petersen, Kai; Vakkalanka, Sairam; Kuzniarz, Ludwik. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, v.64, p. 1-18, 2015.
- Prodanov, Cleber Cristiano; Freitas, Ernani Cesar. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*.– 2. Ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.
- Qi, Chenyang; Ren, Jiaying; Su, Jin. GRU Neural Network Based on CEEMDAN–Wavelet for Stock Price Prediction. *Applied Sciences*, 2023.
- Selan, Beatriz. *Mercado financeiro*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Seses, 2015.
- Song, Hyunsun; Choi, Hyunjun. Forecasting Stock Market Indices Using the Recurrent Neural Network Based Hybrid Models: CNN-LSTM, GRU-CNN, and Ensemble Models. *Applied Sciences*, 2023.
- Theil, H. *Applied economic forecasting*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1966.
- Yao, Jingtao; Tan, Chew Lim. A case study on using neural networks to perform technical forecasting of forex. *Neurocomputing*, v. 34, p. 79-98, 2000.
- Zhou, Qihang; Zhou, Changjun; Wang, Xiao. Stock prediction based on bidirectional gated recurrent unit with convolutional neural network and feature selection. *PLoS One*, 2022.

Índice de Representatividade: Mineração de Dados Aplicada à Lei Paulo Gustavo no Rio Grande do Sul

Isaac Lívi dos Santos¹, Marta Rosecler Bez¹, Rafael Schmidt Schneider¹

¹Universidade Feevale

0357007@feevale.br, martabez@feevale.br, 0355010@feevale.br

Abstract. *The article proposes the use of data mining to assess the ethnic representativeness of project proponents under the Paulo Gustavo Law (PGL) in Rio Grande do Sul. Using data from Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (Sefaz RS) and Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Representativeness Index (RI) was created by comparing the proportion of quota-based proponents with the corresponding population proportion. The analysis covered eight intermediate regions of the state and revealed that Indigenous and Black groups are generally underrepresented, while White individuals maintain proportional representation.*

Resumo. O artigo propõe o uso de mineração de dados para avaliar a representatividade étnica de proponentes de projetos da Lei Paulo Gustavo (LPG) no Rio Grande do Sul. Utilizando dados da Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (Sefaz RS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi criado um Índice de Representatividade (IR), comparando a proporção de proponentes por cota com a proporção populacional correspondente. A análise considerou oito regiões intermediárias do estado e revelou que indígenas e negros estão, geralmente, sub-representados, enquanto brancos mantêm uma representação proporcional.

1. Introdução

A Lei Paulo Gustavo (Lei nº 14.454/2022) representa um marco no fomento à cultura no Brasil, com ampla destinação de recursos para o setor artístico, incluindo incentivos a projetos culturais em diferentes territórios. Segundo a SEDAC (2023), no Rio Grande do Sul, a atuação da LPG (Lei Paulo Gustavo) busca reduzir desigualdades culturais entre as regiões imediatas, submetendo indicadores como acessibilidade (atitudinal, arquitetônica e de sistema) a análises georreferenciadas.

Essa descentralização da cultura demanda métodos eficazes para compreender o impacto regional das ações culturais, pois é sabido que regiões distintas possuem características diferenciadas.

Desenvolver a análise de grandes volumes de dados provenientes das bases não é uma tarefa trivial e as técnicas de mineração de dados surgem como ferramentas fundamentais para obter conhecimento a partir dos dados. Define-se mineração de dados, segundo Rossini et al. (2018), como o processo de descoberta de padrões em grandes volumes de dados, buscando a geração de conhecimento que permita a tomada de decisão. Côrtes, Porcaro e Lifschitz (2012) enfatizam o caráter cooperativo entre humano e máquina no reconhecimento de padrões e relacionamentos complexos. Hair (2005) conceitua mineração como a busca por relações e padrões em grandes bancos de dados, reconectando a busca exploratória com finalidades estratégicas.

No setor cultural, a correlação entre dados geoespaciais e indicadores de acessibilidade permite identificar áreas com maior ou menor eficácia na execução dos projetos da LPG. A aplicação de algoritmos de classificação ou agrupamento (clustering) viabiliza a segmentação das regiões intermediárias conforme indicadores de sucesso e alcance dos projetos.

Este artigo propõe a aplicação de técnicas de mineração de dados para extrair padrões significativos dos proponentes de projetos da LPG no Rio Grande do Sul, correlacionando regiões intermediárias com indicadores de representatividade. O objetivo é gerar índices de fácil compreensão para análise posterior, visando compreender a real situação da desigualdade entre os diferentes segmentos de cotas previstos pela lei.

2. Metodologia

Neste trabalho, realizou-se uma análise exploratória dos dados dos proponentes de projetos culturais beneficiados pela LPG, obtidos através de uma planilha fornecida pela Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (Sefaz RS). As análises foram realizadas com técnicas de mineração de dados (data mining), como a contagem dos proponentes por cota e a agregação dos municípios em regiões intermediárias, permitindo o cruzamento de variáveis com o perfil sociodemográfico do

Censo 2022, acessado por meio do sistema SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A territorialização foi feita com base na divisão regional do IBGE em regiões intermediárias e imediatas, conforme estabelecido em 2017. O Rio Grande do Sul é dividido em 8 regiões intermediárias, sendo elas: Porto Alegre, Pelotas, Santa Maria, Uruguaiana, Ijuí, Passo Fundo, Caxias do Sul e Santa Cruz do Sul - Lajeado.

A partir disso, foi realizado um cálculo para determinar o IR (Índice de Representatividade), definido por: porcentagem dos proponentes por cota / porcentagem populacional por cota. É uma pontuação em que um valor menor que 0,8 significa sub-representação, e maior que 1,2 significa sobre-representação [Kohn et al. 2025, Chen et al. 2022, Tahhan et al. 2018]. Por exemplo: se, em uma região intermediária, 30% dos proponentes são pretos/pardos e esse grupo representa 50% da população local, o IR é 0,6 (30/50), indicando sub-representação.

A categorização dos proponentes seguiu as mesmas variáveis utilizadas pela LPG em seu formulário de inscrição, as quais são compatíveis com as do IBGE, mas com agrupamentos específicos para fins de política de cotas:

- **Pretos e pardos:** agrupados em uma única categoria, conforme estabelecido pelas políticas da LPG;
- **Indígenas:** considerado como categoria distinta;
- **Brancos e amarelos:** classificados sob a denominação “Não se aplica” no contexto da LPG.

Importante destacar que pessoas que não responderam o formulário foram classificadas como “não informado”.

Para garantir a comparabilidade dos dados com o censo de 2022 (SIDRA/IBGE), os valores populacionais de pretos e pardos foram somados, assim como brancos e amarelos.

3. Resultados e Discussão

O enfoque deste artigo é a aplicação de mineração de dados sobre o conjunto de informações étnicas dos proponentes dos projetos cadastrados na base analisada, buscando organizar e criar métricas

comparáveis. Para contextualizar essa análise, faz-se necessária a análise do perfil demográfico estadual.

Segundo o Censo IBGE 2022, o Rio Grande do Sul possui 10.882.965 habitantes, com distribuição étnico-racial composta por 78,42% de brancos (8.534.229), 6,52% de pretos (709.837), 14,67% de pardos (1.596.357), 0,31% de indígenas (34.184) e 0,07% de amarelos (8.158). Esses parâmetros populacionais servem como referência fundamental para avaliar as disparidades na representação dos proponentes culturais dentro de suas respectivas regiões intermediárias.

Os proponentes classificados como “não informado”, conforme descrito anteriormente, serão incluídos na base total de análise, mas não serão discutidos nos resultados interpretativos por não permitirem associação com a composição populacional. Assim, quando a soma dos percentuais dos grupos étnicos identificáveis for inferior a 100%, considera-se que a diferença corresponde ao grupo “não informado”.

Dada a contextualização prévia, é possível realizar o estudo das informações geradas a partir da mineração dos dados contidos na base de dados selecionada.

Porto Alegre é a maior, populacionalmente, dentre as 8 regiões intermediárias. Com 4.691.746 habitantes, concentra a maior população absoluta de brancos (3.648.727), pretos (398.936), amarelos (4.936) e pardos (631.326). Quanto à população indígena, registra valores de 0,16%, sendo a terceira maior em números absolutos e percentuais.

A região contém 134 proponentes de projetos, número quase 4 vezes superior à segunda colocada. Distribuem-se, etnicamente, de forma equilibrada entre negros (40,30%) e aqueles não aplicáveis a cotas (56,71%). Sendo assim, os negros estão sobrerrepresentados (1,84 pontos) e o oposto pode ser afirmado acerca das etnias não beneficiadas por cotas (0,73 pontos).

Os proponentes indígenas representam apenas 2,24% do total, entretanto, quando colocados em perspectiva com a população, gera-se um índice de 13,59 pontos.

Tabela 1. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Porto Alegre

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	56,72	40,00	2,24
Percentual demográfico	77,88	21,96	0,16
Pontuação	0,73	1,84	13,59

Dos autores (2025)

Com um total de 980.691 habitantes, Pelotas apresenta predominância branca (76,51%) e registra a maior proporção de pretos (9,95%) e a segunda maior população preta absoluta (97.619). Pardos representam 13,34%, enquanto indígenas (0,13%) e amarelos (0,06%) têm as menores participações relativas.

Entre os 33 proponentes, os negros (39,39%) superaram em 16,09 seu percentual populacional (23,3%), resultando em um IR de 1,69. O grupo não cotista (56,72%) registra 0,75 pontos frente aos 76,6% da base demográfica. A população indígena não teve nenhum representante dentre os proponentes de projetos.

Tabela 2. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Pelotas

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	57,58	39,39	0,00
Percentual demográfico	76,58	23,30	0,13
Pontuação	0,75	1,69	0,00

Dos autores (2025)

Em Santa Maria, encontram-se 729.238 habitantes. Os brancos (79,04%) constituem o grupo predominante, acompanhados por uma significativa população parda (14,19%) que supera a média de várias regiões. Em contraste, os pretos (6,59%) ficam abaixo da média estadual, e indígenas/amarelos juntos somam menos de 0,2%, refletindo uma composição étnica menos diversificada.

Dos 14 proponentes, 14,29% são negros enquanto compõem 20,77% da população (IR = 0,69). Os indígenas, assim como na região anterior, tiveram uma participação de 0%. O grupo não cotista (78,57%) estão bem representados, comprovado pelo IR de 0,99 pontos.

Tabela 3. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Santa Maria

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	78,57	14,29	0,00
Percentual demográfico	79,10	20,77	0,13
Pontuação	0,99	0,69	0,00

Dos autores (2025)

Distinguindo-se por ter a maior proporção de pardos (21,06%) e a menor proporção de brancos (72,03%) entre todas as regiões, Uruguiana abriga 445.081 habitantes. A população preta (6,77%) permanece abaixo da média, enquanto indígenas (0,09%) e amarelos (0,05%) apresentam as menores participações relativas do estado.

Região representada por 5 proponentes, os quais são majoritariamente pessoas não cotistas (80%) resultando em um índice de 1,11 pontos. Os negros compõem 20% dos elaboradores de projetos, marcando 0,72 pontos, tendo em vista a representação demográfica (27,83%). Novamente, nenhum projeto foi proposto por indivíduos autodeclarados indígenas.

Tabela 4. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Uruguiana

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	80,00	20,00	0,00
Percentual demográfico	72,08	27,83	0,09
Pontuação	1,11	0,72	0,00

A intermediária de Ijuí, com seus 760.825 habitantes, une uma maioria branca (78,98%) à segunda maior proporção de pardos (17,82%) e indígenas (1,07%) do estado. Esse perfil contrasta fortemente com a população preta, que registra a menor representação tanto proporcional (2,08%) quanto absoluta (15.847) entre as regiões.

Ao todo, foram cadastrados 10 projetos na intermediária de Ijuí. Destaca-se a falta de proponentes indígenas e negros, apesar de o último grupo corresponder à 19,90% da população da região. O público de proponentes não cotistas chega à um índice de 90%, estabelecendo a marca de 1,14 pontos de IR.

Tabela 5. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Ijuí

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	90,00	0,00	0,00
Percentual demográfico	79,02	19,90	1,07
Pontuação	1,14	0,00	0,00

Dos autores (2025)

Como segunda região mais populosa (1.278.973 habitantes), Passo Fundo possui maioria branca (79,04%) e significativa presença parda (16,97%). Seu maior destaque, porém, é a liderança em população indígena – tanto em proporção (1,08%) quanto em números absolutos (13.826) –, enquanto os pretos (2,86%) têm representação reduzida.

Entre 20 proponentes, os indígenas (10%) apresentam IR de 9,25 pontos mediante os 1,08% da população. Os negros também representam uma parcela de 10% dos proponentes, porém, demonstram sub-representação (0,50 pontos), frente à base demográfica de 19,83%. O grupo não cotista (80%) mantém cobertura consistente, com 1,01 pontos.

Tabela 6. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Passo Fundo

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	80,00	10,00	10,00
Percentual demográfico	19,09	19,83	1,08
Pontuação	1,01	0,50	9,25

Dos autores (2025)

Os 1.223.287 habitantes da região intermediária de Caxias do Sul incluem a segunda maior proporção de brancos (79,73%) entre as regiões. Pardos (16,25%) e pretos (3,86%) ficam abaixo das médias estaduais, e amarelos (0,06%) e indígenas (0,11%) mantêm participações marginais, caracterizando uma composição étnica mais homogênea.

A composição dos 34 proponentes inclui 11,76% de cotistas negros, os quais fazem parte dos 20,11% da população, estando sub-representados (0,59 pontos). Indígenas (2,94%) mostram um índice extremamente expressivo de 27,96 pontos, sendo a maior representação dentre todas as regiões. O grupo não aplicável (79,41%) apresenta um IR de 1,00 pontos.

Tabela 7. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Caxias do Sul

	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	79,41	11,76	2,94
Percentual demográfico	79,79	20,11	0,11
Pontuação	1,00	0,59	27,96

Dos autores (2025)

Com a maior proporção de brancos (84,22%) do estado e 773.124 habitantes, Santa Cruz do Sul - Lajeado também registra as menores proporções de pardos (11,07%) e pretos (4,59%) entre todas as áreas. Indígenas (0,08%) e amarelos (0,04%) completam o perfil com participações mínimas.

Na região, foram registrados 18 proponentes, sendo que a participação de indígenas foi nula, enquanto negros (27,78%) registram pontuação de 1,77, diante dos 15,66% demográficos, e o grupo não cotista (72,22%) apresenta representação de 0,86 pontos.

Tabela 8. IR das cotas dos proponentes da região intermediária de Santa Cruz do Sul - Lajeado

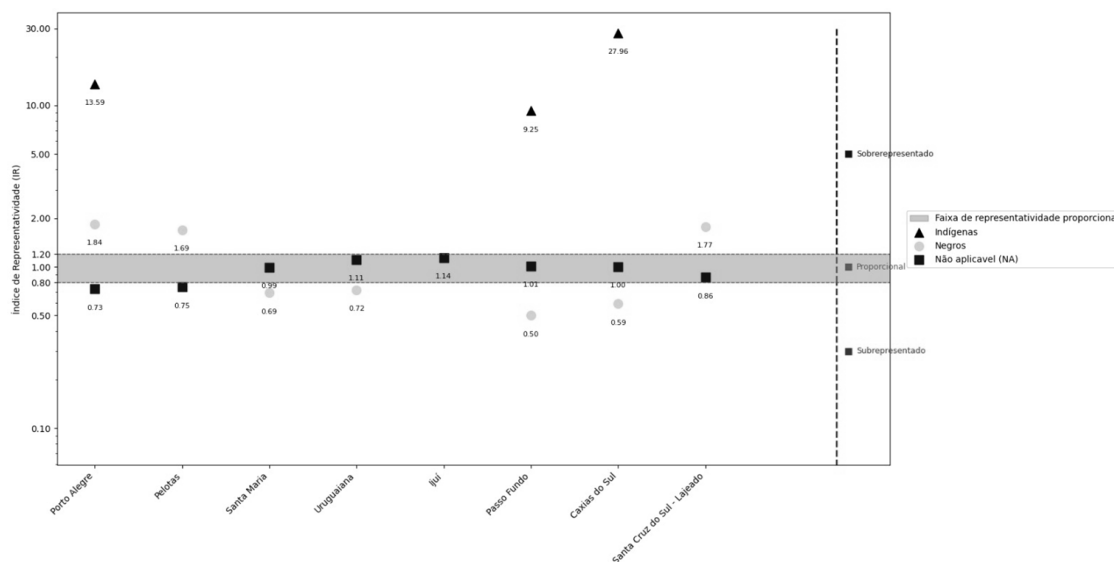
	Não aplicáveis	Negros	Indígenas
Percentual de proponentes	72,22	27,78	0,00
Percentual demográfico	84,26	15,66	0,08
Pontuação	0,86	1,77	0,00

Dos autores (2025)

As métricas estabelecidas para todas as regiões analisadas apresentam caráter claro e objetivo, configurando um conjunto de dados relevantes para investigações futuras. Algumas das descobertas destoaram dos padrões esperados, revelando-se pontos estratégicos para o desenvolvimento de estudos voltados à formulação de intervenções que visem equilibrar as taxas de representatividade entre os diferentes segmentos de cotas.

A figura a seguir apresenta um gráfico com o panorama geral do IR calculado para todos os segmentos de cotas nas oito regiões intermediárias analisadas.

Figura 2. Panorama Geral do IR



Dos autores (2025)

A análise dos resultados permite identificar um padrão recorrente no IR da população não cotista, possivelmente explicado pelo fato de o estado apresentar a maior proporção de pessoas autodeclaradas brancas do país. Ademais, os proponentes negros mantêm, de forma geral, uma sub-representação persistente, ainda que componham parcela significativa da população em diversas regiões. Por fim, observa-se um comportamento extremo nas comunidades indígenas: embora apresentem os maiores índices absolutos de representatividade em algumas localidades, registram ausência completa em grande parte das regiões analisadas.

4. Conclusão

A aplicação de técnicas de mineração de dados demonstrou-se adequada para o exame da representatividade étnica entre os proponentes de projetos da LPG no Rio Grande do Sul. Por meio da integração de bases provenientes da Sefaz RS e do IBGE, foi possível estruturar uma abordagem sistemática que alia procedimentos de pré-processamento, categorização e cálculo do IR. Essa metodologia propiciou não apenas a criação de métricas de fácil interpretação, mas também a exploração de padrões regionais

Ao considerar as oito regiões intermediárias definidas pelo IBGE, o estudo evidenciou variações consistentes na participação de grupos étnico-raciais. Embora reconheça as limitações inerentes ao uso de bases secundárias, especialmente no que tange ao preenchimento de informações voluntárias, a abordagem adotada conferiu robustez aos resultados, ao estabelecer critérios claros de comparação entre proporções de proponentes e proporções populacionais. Dessa forma, o IR mostrou-se um indicador valioso para sinalizar tanto pontos de desigualdade quanto possíveis conquistas de equidade em nível regional.

Com o auxílio desses achados, os órgãos governamentais responsáveis podem promover análises culturais e socioeconômicas a fim de desenvolver estratégias mais eficazes para reduzir as desigualdades nos Índices de Representatividade entre as diferentes regiões intermediárias, promovendo uma gestão pública adaptada às necessidades específicas de cada localidade.

Referências

- Campos, A. d., Galafassi, C., Bastiani, E., Josende Paz, F., Leite Campos, R., Krug Wives, L., Cesar Cazella, S., Berni Reategui, E., and Augusto Couto Barone, D. (2020). Mineração de dados educacionais e learning analytics no contexto educacional brasileiro: um mapeamento sistemático. *Informática na educação: teoria & prática*, 23(3 Set/Dez).
- Chen, S., Li, J., and Shu, M. (2022). Use of participation to prevalence ratio for evaluating the representation status of women in oncology clinical trials. *JAMA Oncology*, 8(3):479–480.
- Côrtes, A., Porcaro, M., and Lifschitz, A. (2016). Mineração de dados como processo cooperativo. *Revista ESPACIOS*, 37(04).
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., and Black, W. C. (2005). *Análise Multivariada de Dados*. Bookman, Porto Alegre, 5 edition.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2023). Censo demográfico 2022: População residente por cor ou raça e sexo - tabela 9605. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/9605>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- Kohn, R., Sheu, D., Ferrante, E. B., Lieberman, A., Maitra, M. R., Drakes, J., Stephens- Shields, A. J., Okoh, A. K., Fanaroff, A. C., Morris, A. A., Ogunniyi, M. O., Dickert, N. W., Halpern, S. D., and Lane-Fall, M. B.

- (2025). Who are we missing? reporting of ethnicity, race, and sex-specific populations in clinical trials. *Journal of the American Heart Association*, 14(1):e037375.
- Rossini, L. A. S., Silva, R. R. d. P., Sotto, E. C. S., and Araújo, L. S. d. (2018). Data mining: conceitos e consequências. *Revista Interface Tecnológica*, 15(2):50–59.
- Tahhan, A. S., Vaduganathan, M., Greene, S. J., Fonarow, G. C., Fiuzat, M., Jessup, M., Lindenfeld, J., O'Connor, C. M., and Butler, J. (2018). Enrollment of older patients, women, and racial and ethnic minorities in contemporary heart failure clinical trials: A systematic review. *JAMA Cardiology*, 3(10):1011–1019.

Uso de Prontuários Eletrônicos e Inteligência Artificial para Otimizar a Interoperabilidade de Dados Clínicos em Pacientes com COVID-19

Juliana de Oliveira Alves¹, Blanda Helena de Mello², Marta Rosecler Bez³

¹Medicina – Universidade Feevale

²Doutora em Computação Aplicada – Unisinos
Novo Hamburgo, RS

³ Doutora em Informática na Educação – Universidade Feevale
Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brasil

Juliaami97@hotmail.com

Abstract. *Introduction: The COVID-19 pandemic highlighted the need for interoperability in clinical data. Methodology: A hybrid model using Natural Language Processing and Machine Learning was developed to extract data from electronic health records of six hospitals in Porto Alegre. Results: The model accurately annotated and extracted clinical entities, normalizing data to HL7 FHIR and openEHR standards.*

Conclusion: The approach improves semantic interoperability, reduces manual workload, and supports clinical decisions, with potential to advance digital health in Brazil.

Keywords: COVID-19; Electronic Health Records; Natural Language Processing.

Resumo. *Introdução: A pandemia de COVID-19 evidenciou a necessidade de interoperabilidade em dados clínicos. Metodologia: Desenvolveu-se um modelo híbrido usando Processamento de Linguagem Natural e Aprendizado de Máquina para extrair dados de prontuários eletrônicos de seis hospitais em Porto Alegre. Resultados: O modelo anotou e extraiu entidades clínicas com alta precisão, normalizando os dados conforme padrões HL7 FHIR e openEHR. Conclusão: A abordagem melhora a interoperabilidade semântica, reduz o trabalho manual e apoia decisões clínicas, com potencial para ampliar a saúde digital no Brasil.*

Palavras-chave: COVID-19; Prontuário Eletrônico do Paciente; Processamento de Linguagem Natural.

1. Introdução

A transformação digital na área da saúde tornou-se um processo fundamental para garantir a sustentabilidade do ambiente de assistência. De acordo com Woods et al. (2023), a saúde digital refere-se ao uso da tecnologia para fornecer e dar suporte a serviços de saúde. Dessa forma, e considerando o cenário atual, o envelhecimento populacional e as desigualdades em saúde estão crescendo, e a saúde digital pode proporcionar a oportunidade de aprimorar o atendimento em escala, reduzindo custos consideráveis. Conforme destacado por Mougin, Hollis e Soualmia (2022), a saúde digital pode ser fundamental para auxiliar na redução das desigualdades e disparidades em saúde. A pandemia da COVID-19 introduziu diversos desafios para a comunidade científica e os serviços de saúde em todo o mundo. Esses desafios incluem o registro, o gerenciamento e o monitoramento de dados clínicos de pacientes em diferentes níveis de assistência à saúde e, o fomento de procedimentos eficazes, integrados e seguros (SIM et al., 2023; HEYMANN; SHINDO, 2020). Um sistema de saúde eficiente e interoperável é crucial no combate a essas ameaças (GANSEL; MARY; BELKUM, 2019) e impulsionou o desenvolvimento de métodos para coletar, padronizar, disseminar e reutilizar dados de saúde globalmente (MOUGIN; HOLLIS; SOUALMIA, 2022).

Um Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) é um sistema projetado para registrar dados de saúde de forma processável, permitindo armazenamento e comunicação seguros, facilitando o compartilhamento de dados e preservando as informações do paciente, de forma eficiente e com alta qualidade ao longo da vida do paciente (ISO18308, 2011).

O objetivo desse artigo é estruturar dados eletrônicos obtidos de prontuários eletrônicos de pacientes de 6 hospitais da cidade de Porto Alegre no período da COVID de 2020 a 2021. Esses dados foram em um formato que pudesse representar fielmente as informações semanticamente, garantindo o significado bem como sua interpretação ao permitir a interoperabilidade semântica dos dados entre hospitais.

2. Metodologia

A metodologia usada nesta pesquisa tem um caráter aplicado e exploratório. Foi avaliada por meio do desenvolvimento de um protótipo. Esta abordagem visa abordar as limitações atuais no processamento de informações não estruturadas e integração de dados, especificamente no contexto da saúde brasileira, e criar um modelo flexível que possa tratar dados do mundo real de forma mais eficaz na estruturação e compartilhamento de dados. Esta pesquisa faz parte do projeto MyDigitalHealth, uma colaboração entre a universidade e seis hospitais de Porto Alegre, que forneceram dados de pacientes hospitalizados que testaram positivo para COVID-19. De forma a garantir um contexto de problemas do mundo real no processamento de dados em saúde. Os dados foram selecionados e categorizados em entidades, em um processo denominado anotação de dados: atributo clínico, resultado, doença ou síndrome, sinal ou sintoma, procedimento diagnóstico, procedimentos invasivo ou terapêutico. No total obteve-se seis entidades com 18.666 anotações em 314 documentos, permitindo a criação de um dataset para Covid-19. Utilizando os dados anotados e validados por profissionais da saúde, o dataset foi empregado para extração empregando técnicas de reconhecimento de entidade nomeada (REN), com posterior análise de profissionais da tecnologia. Com objetivo à garantir interoperabilidade dos dados extraídos entre os diferentes provedores propôs-se um modelo que envolve técnicas híbridas para extração destes dados. Após aplicação de REN foi feita a normalização lexical e um estudo para harmonização de padrões a serem utilizados, como HL7 FHIR, openEHR. Assim, definiu-se para a pesquisa um conjunto de experimentos empregando aprendizado de máquina, combinando a arquitetura Transformers para reconhecimento de entidades com processamento de linguagem natural para normalização lexical e correspondência semântica. Por fim, demonstra os dados extraídos em uma ontologia proposta como representação intermediária.

3. Resultados

Extração de dados

Nesta fase, o modelo proposto tem o objetivo de extrair dados das bases não estruturais, seguindo as etapas (1) localizar e reconhecer

entidades; (2) com base no primeiro resultado, extrair as relações entre as entidades reconhecidas; (3) explorar o uso de representações de dados em grafos para permitir a Desambiguação de Entidades Nomeadas (também chamada de Frase de Ligação) categorizadas com mais de um conceito.

a) Anotação de dados

A anotação de dados não é o contexto para extração de informações, mas está relacionada, pois é uma parte vital do processo. De acordo com Lopes, Teixeira e Oliveira (2019), para criar um modelo de aprendizado de máquina que execute tarefas, como o reconhecimento de entidades nomeadas, precisamos de uma coleção de textos anotados, usados tanto no treinamento quanto no teste dos dados.

Por um lado, este dataset criado pelos autores Lopes, Teixeira e Oliveira (2019) tem dados rotulados em português de Portugal, notas clínicas, uma das contribuições do trabalho do NER Clínico Português. Por outro lado, algumas características dos dados rotulados necessitam de anotações sobre o contexto brasileiro nos registros de saúde. Por esta razão, para a presente pesquisa, também foram conduzidas sessões anotações de notas clínicas de pacientes hospitalizados com COVID-19 para esta pesquisa.

Figura 1. Os estágios da camada de extração de informações



Dos autores (2025)

A figura 1 mostra os estágios do processamento dos dados desde a coleta de dados, extração, formatação até a representação gráfica. O método de aquisição de dados foi obtido por meio dos prontuários já

citados. A pré-normalização é referente a retirada de dados pessoais dos pacientes, de forma a manter o sigilo médico, seguindo a legislação médica. O pré-processamento foram os ajustes na catalogação dos dados que será explicado logo a seguir. A informação extração e formato de entrega foram etapas desenvolvidas pela equipe de t.i em que os dados foram trabalhados para ser possibilitado a interoperabilidade.

Catalogação dos dados

Um dos maiores desafios encontrados na categorização dos dados foi a normalização, a escrita médica é representada por uma variação de termos empregados por médicos e especialistas, comumente denominada Variabilidade dentro do campo de estudo de processamento de linguagem. Por vezes termos utilizados pelos profissionais sejam escrito de diversas formas, a exemplo abreviações de medicações como pipetazo (Piperacilina e Tazobactam), DM (diabetes), dificultando assim a catalogação para extração dos dados. Uma vez que, para ser usado no contexto da tecnologia é necessária uma padronização. Dessa forma, os dados foram etiquetados nos seguintes grupos:

Processo diagnóstico, doença ou síndrome, resultado, sinal ou sintomas, processo invasivo ou terapêutico e atributos clínicos. Subentidades de relação manejo do paciente, estado do paciente, desfecho, pre-existente, resultado *res_exame*, *nota_explicativa*. Depois da catalogação, foram extraídos e realizado uma legenda para termos repetidos, mas que tinham o mesmo significado.

Reconhecimento de Entidades Nomeadas

Uma vez que o dataset tenha sido criado, iniciou-se a fase de extração de informações. Em que empregou-se a arquitetura Transformer, especificamente diferentes implementações do modelo BERT, um Codificador Bidirecional (modelo de linguagem treinada com dados de contexto aberto. De acordo com Devlin et al. (2018)) e, posteriormente, aplicou-se uma técnica de ajuste fino para maximizar o alcance do vocabulário de dados após a inclusão de um domínio. Dessa forma, o objetivo é desenvolver um modelo para explorar dados em saúde especializado no contexto do *dataset* construído. A fim de aprimorar os resultados no reconhecimento e extração de

relacionamentos, a partir dos vocabulários atualizados e especializados para o contexto de dados de COVID-19.

Em termos práticos, a tarefa de Reconhecimento de Entidades Nomeadas refere-se à identificação de termos catalogados, como aplicação mais comum para nome de pessoa, local e organização. É comum que se estenda o uso da técnica para absorver uma gama de informações. Nesta pesquisa se estende a um domínio exclusivo de registros de saúde de pacientes internados com COVID-19 positivo, para identificar essas entidades específicas.

Os autores em Vretinaris et al. (2021) discutem esse problema usando o exemplo com uma equipe de saúde, onde alguém pode usar "distúrbio renal" e "doença renal" no prontuário do paciente para se referir à entidade definida como "nefrose". Além disso, outro cenário, em que os prontuários do paciente contêm uma sigla como IRA, e essa entidade poderia se referir a "insuficiência renal aguda" ou "insuficiência respiratória aguda" em um contexto médico, são alguns exemplos práticos de dados do mundo real. Usando uma estrutura semântica de ontologias, a pesquisa propõe-se a enriquecer as informações extraídas em classes com outras definições e sinônimos para corresponder ao conhecimento médico a partir de dados contextualizados que unem as entidades extraídas. Os algoritmos de reconhecimento e extração de entidades apresentam os dados de saída em um formato estruturado, geralmente JSON. Esses dados contêm as entidades reconhecidas a partir dos métodos empregados. Esta fase de extração esgota as técnicas para identificar e extrair informações e entidades usando os algoritmos de aprendizado. Para representação dos dados extraídos utilizou-se o formato JSON.

Análise de dados

Com os dados extraído e qualificados, em uma estrutura semântica adequada, foi possível criar uma base de dados organizada, qualificada e enriquecida com terminologias baseadas em termos normalizados. O dataset desenvolvido representa um resultado interessante para pesquisas futuras, assim como os dados estruturados a partir da extração e representação em uma estrutura semântica ontológica permite explorar outras técnicas para estudos complexos, como bases de dados ligados e outras arquitetura mais robustas de aprendizado de máquina, como redes neurais em grafos. Isso permite

avançar na obtenção de relações semânticas, o que pode garantir melhores alinhamentos com demais terminologias da área da saúde de forma automatizada.

4. Conclusão

Diante desse cenário, a pesquisa propôs um modelo conceitual para garantir a interoperabilidade semântica em notas clínicas não estruturadas escritas em português, utilizando abordagens híbridas de PNL e ML para extração de entidades. Os experimentos conduzidos demonstraram alta precisão, especialmente na extração de entidades complexas como Doenças ou Síndromes e Procedimentos Diagnósticos, que são essenciais para a análise de registros médicos. Esta abordagem não só melhora a capacidade de processar dados clínicos, mas também aborda uma lacuna crítica: a ausência de terminologias e ontologias de saúde padronizadas e robustas em português.

O modelo desenvolvido melhora a extração de informações essenciais de dados não estruturados e as representa em uma estrutura ontológica formal e semântica. Essa estrutura pode ser compartilhada entre profissionais de saúde e facilita a integração com sistemas de PES, pois foi harmonizada com os principais padrões de saúde, HL7 FHIR e openEHR3. Na prática, isso pode levar à redução da carga de trabalho manual associada à leitura e interpretação de grandes volumes de texto, permitindo a identificação e extração automática de entidades médicas relevantes.

Com o avanço dos modelos de linguagem de larga escala (LLMs), torna-se possível trabalhar com esses dados de maneira mais eficiente, explorando diversas funcionalidades. Isso permite que hospitais realizem análises clínicas, em múltiplos contextos de forma mais ágil e prática, possibilitando intervenções precoces nas doenças e, consequentemente, melhores desfechos clínicos. No entanto, é fundamental ressaltar que o uso da tecnologia na área da saúde tem o papel de auxiliar, e jamais substituir o julgamento e a tomada de decisão dos profissionais médicos.

Além disso, são necessários mais estudos e testes nessa área para fomentar novas descobertas e promover avanços na saúde pública. O modelo proposto oferece suporte direto à tomada de decisões médicas,

fator especialmente relevante em situações críticas, como a vivenciada durante a pandemia de COVID-19.

Referencias

WOODS, Leanna et al. Show me the money: how do we justify spending health care dollars on digital health? The Medical Journal of Australia, Wiley, v. 218, n. 2, p. 53, 2023.

MOUGIN, Fleur; HOLLIS, Kate Fultz; SOUALMIA, Lina F. Inclusive digital health. Yearbook of Medical Informatics, Georg Thieme Verlag KG, v. 31, n. 01, p. 002–006, 2022.

SIM, Jin-ah et al. Natural language processing with machine learning methods to analyze unstructured patient-reported outcomes derived from electronic health records: A systematic review. Artificial intelligence in medicine, Elsevier, p. 102701, 2023.

HEYMANN, David L; SHINDO, Nahoko. Covid-19: what is next for public health? The lancet, Elsevier, v. 395, n. 10224, p. 542–545, 2020.

GANSEL, Xavier; MARY, Melissa; BELKUM, Alex van. Semantic data interoperability, digital medicine, and e-health in infectious disease management: a review. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, Springer, v. 38, n. 6, p. 1023–1034, 2019.

MOUGIN, Fleur; HOLLIS, Kate Fultz; SOUALMIA, Lina F. Inclusive digital health. Yearbook of Medical Informatics, Georg Thieme Verlag KG, v. 31, n. 01, p. 002–006, 2022.

ISO18308. ISO 18308:2011(en), Health informatics — Requirements for an Electronic Health Record Architecture. 2011. Available at: .

MELLO, Blanda Helena de. *A semantic interoperability model based on NLP for nonstructured health data*. 2024. 167 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2024.

Aplicações da Inteligência Artificial na Gestão de Projetos: Uma Revisão Teórica

Luiza Baggio Reinhart¹, Cristiane Froehlich²

¹Mestranda em Administração – Universidade Feevale
Caixa Postal 93525-075 – Novo Hamburgo – RS – Brasil

²Docente do Mestrado em Administração – Universidade Feevale
Novo Hamburgo – RS – Brasil

{lureinhart@gmail.com, cfroehlich@feevale.br}

Resumo. *Esse artigo tem como objetivo analisar como a inteligência artificial pode ser aplicada na gestão de projetos para otimizar processos e aprimorar a tomada de decisões. Por meio de uma revisão teórica com a técnica de bola de neve nas bases Scopus e Google Acadêmico, identificaram-se aplicações práticas da IA, como automação de tarefas, previsão de prazos e gerenciamento de riscos. Os resultados indicam que a IA contribui para a eficiência dos projetos, embora existam desafios relacionados à qualidade dos dados, ética e resistência à mudança. O estudo destaca que a IA deve complementar, e não substituir habilidades humanas.*

Abstract. *This article aims to analyze how artificial intelligence can be applied in project management to optimize processes and enhance decision-making. Through a theoretical review using the snowball sampling technique in the Scopus and Google Scholar databases, practical applications of AI were identified, such as task automation, deadline prediction, and risk management. The results indicate that AI contributes to project efficiency, although challenges remain regarding data quality, ethics, and resistance to change. The study highlights that AI should complement, not replace, human skills.*

1. Introdução

Ao longo do tempo, guias oficiais de gerenciamento de projetos, como o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI), têm evoluído para refletir as

mudanças no mercado e as novas necessidades dos profissionais da área. Originalmente focado em uma abordagem tradicional, com processos rígidos e preditivos, o guia tem se adaptado para incluir práticas mais ágeis e flexíveis, reconhecendo a importância da inovação tecnológica, agilidade e da adaptabilidade. A 7ª edição do PMBOK, por exemplo, destaca princípios e resultados, permitindo o uso de metodologias ágeis e híbridas, marcando a transição para um modelo mais dinâmico, alinhado às exigências de projetos cada vez mais rápidos, interconectados e tecnológicos (PMBOK, 2021).

A Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia promissora e uma ferramenta estratégica que otimiza processos e até decisões. Ela permite a análise de grandes volumes de dados, a identificação de padrões complexos e a automação de tarefas rotineiras, contribuindo significativamente para a eficiência e precisão no Gerenciamento de Projetos (GP). Esses atributos permitem uma gestão mais eficiente e com maior precisão nas previsões. Como exemplo, a IA pode ser utilizada para prever custos e prazos, otimizar a alocação de recursos, gerenciar riscos e automatizar tarefas, proporcionando maior agilidade, precisão e controle (Rasera, 2024).

A escolha do tema se justifica por ser especialmente relevante no mercado atual, marcado pela crescente complexidade dos projetos e pela demanda por maior eficiência por meio de automação e otimização de processos. Para a sociedade, a adoção dessa tecnologia tem o potencial de gerar um impacto significativo ao reduzir custos e aumentar a competitividade das empresas. A automação de processos por meio de IA, como discutido por Schwalbe (2021), pode liberar os profissionais de tarefas repetitivas, permitindo que se concentrem em aspectos mais estratégicos e criativos dos projetos.

No contexto acadêmico, a pesquisa oferece novas perspectivas e teorias sobre como as tecnologias emergentes podem transformar práticas tradicionais. Como observam Amabile e Kramer (2011), a integração de IA no contexto do gerenciamento de projetos pode desafiar e enriquecer os modelos existentes, abrindo novas áreas de estudo sobre como as organizações podem adaptar seus processos a essas inovações tecnológicas.

Diante disso, o objetivo da pesquisa consiste em analisar, por meio de revisão teórica, como a inteligência artificial pode ser integrada

à gestão de projetos para aprimorar a tomada de decisão, otimizar processos e aumentar a eficiência na execução dos projetos.

Para tal pesquisa, utilizou-se a técnica de bola de neve nas bases de dados *Scopus* e *Google Acadêmico* para identificar artigos que relacionavam os temas Inteligência Artificial e Gestão de Projetos. Esse tipo de amostragem, de acordo com Vinnuto (2014) é uma forma de amostra não probabilística, que utiliza cadeias de referência.

2. Referencial teórico

Holzmann *et al.* (2022) dizem que a IA avançou significativamente e tem o potencial de oferecer um suporte importante aos gerentes de projeto. Para Pinkowski (2023) a IA pode ser uma aliada na gestão de projetos, dado o seu rápido avanço tecnológico, que oferece uma variedade de técnicas e aplicações. Embora existam demandas e variáveis que influenciam o GP, a IA oferece recursos que facilitam a superação desses desafios, permitindo o aprimoramento do planejamento, a automação de tarefas repetitivas e a análise de dados complexos. Ainda assim, é comum que haja dificuldades em compreender como esses dois campos se complementam, dada a complexidade e a inovação que a IA traz ao contexto tradicional do GP.

Schwalbe (2021) menciona como a complexidade das tecnologias emergentes, incluindo a IA, pode criar lacunas de entendimento e barreiras de integração na gestão de projetos. Enquanto isso, Holzmann *et al.* (2022) ressaltam que as expectativas dos gerentes de projeto em relação à IA são elevadas, especialmente no que diz respeito à possibilidade de aprimorar os processos diretamente sob sua responsabilidade.

Diante disso, verifica-se que a IA pode ser uma ferramenta no GP, auxiliando em diversas áreas com base em sua capacidade de: 1) planejamento e previsão; 2) automação de tarefas repetitivas; 3) gerenciamento de riscos; 4) tomada de decisões baseadas em dados; e 5) monitoramento e relatórios. No que se refere ao planejamento e à previsão, Rasera (2024) aborda que a IA pode otimizar o planejamento ao considerar fatores complexos e dinâmicos que influenciam os projetos, permitindo estimativas mais precisas e cenários de previsão.

Quanto à automação, Schwalbe (2021) destaca que a IA reduz a carga de trabalho humano em tarefas repetitivas, minimizando erros e otimizando o uso do tempo. Além disso, Rasera (2024) reforça que ferramentas de IA, como *chatbots*, podem responder a dúvidas comuns das equipes, agilizando a comunicação. Pinkowski (2023) cita como aplicações funcionais da IA no GP: (1) a estimativa e previsão de valores e situações potencialmente desfavoráveis aos projetos; (2) a automação de processos; (3) o suporte ao planejamento e programação; (4) a tomada de decisão em vários níveis; (4) Assistentes virtuais e visão computacional. Além da velocidade no processamento e resposta e processamento de grandes volumes de dados.

No gerenciamento de riscos, uma das sete áreas do conhecimento da gestão de projetos, Schwalbe (2021) menciona que sistemas baseados em IA são capazes de calcular a probabilidade de riscos e gerar planos de contingência de forma mais detalhada e ágil do que métodos tradicionais. Amabile e Kramer (2011) acrescentam os sistemas inteligentes de monitoramento de projetos que podem aumentar a transparência e melhorar o engajamento das equipes, fornecendo relatórios instantâneos e precisos. Além disso, segundo Rasera (2024), a IA oferece um grande potencial para transformar a gestão de projetos, com sua capacidade de analisar grandes volumes de dados e automatizar tarefas, possibilitando decisões mais assertivas e a otimização de recursos.

Apesar dos benefícios promissores, autores como Wachnik (2022) e Kumar (2025) alegam que a implementação da IA na gestão de projetos apresenta inúmeros desafios. Embora a IA já seja utilizada em áreas selecionadas do GP, ela ainda não foi implementada de forma abrangente e estruturada em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Wachnik (2022) alega que o desenvolvimento de ferramentas de IA que apoiam a gestão de projetos é dinâmico e não é possível substituir um gerente de projetos humano por inteligência artificial. As ferramentas de IA utilizadas no GP auxiliam apenas de forma limitada em áreas precisamente definidas.

A baixa qualidade dos dados e preocupações com privacidade e segurança, representa uma limitação significativa ao uso da IA na gestão de projetos. Além disso, dilemas éticos relacionados à transparência e imparcialidade algorítmica tornam-se críticos, especialmente quando a

tecnologia impacta decisões como contratações, avaliações ou alocação de recursos (Kumar, 2025).

Além disso, é essencial entender como a IA pode complementar habilidades humanas, como liderança, resolução de conflitos e criatividade - atributos nos quais a presença humana permanece insubstituível (Amabile & Kramer, 2011; Schwalbe, 2021). Esse campo continua a exigir mais investigações, principalmente em termos de integração da IA em diferentes estágios do ciclo de vida dos projetos e seu impacto nas dinâmicas de equipe e na tomada de decisões.

Nenni *et al.* (2024) ressaltam que superar esses desafios requer capacitação contínua, envolvimento ativo das partes interessadas para construir confiança nas tecnologias de IA e investimentos estratégicos em segurança e no desenvolvimento de competências. Garantindo assim, e mitigando os riscos, de uma utilização responsável e eficiente da IA. Entre as principais barreiras à adoção, destacam-se a resistência à mudança, a escassez de conhecimento técnico e os elevados custos iniciais de implementação.

Kumar (2025) cita que também há uma barreira de resistência à mudança, principalmente pelo medo de demissão ou desconfiança em sistemas automatizados. Além disso, há uma lacuna de habilidades, com muitos profissionais de projeto sem o conhecimento técnico necessário para trabalhar efetivamente com tecnologias de IA.

3. Conclusões

O objetivo do estudo foi analisar, por meio de revisão teórica, como a inteligência artificial pode ser integrada à gestão de projetos para aprimorar a tomada de decisão, otimizar processos e aumentar a eficiência na execução dos projetos.

Este estudo pôde trazer contribuições teóricas sobre as vantagens da IA na redução de tarefas repetitivas e revisão de dados estatísticos, por exemplo, como também pontos de atenção que os gestores precisam ter ao inserirem a inteligência artificial no processo de gerenciamento de projeto. Principalmente treinando e equipando gerentes de projetos no que se refere a ética e fomento da cultura e adaptabilidade para orientar o uso responsável da IA garantindo que as

práticas de projeto sejam justas e transparentes, e as informações confiáveis e seguras. Além disso, as organizações devem focar em criar um ecossistema entre a IA e o humano, deixando claro que a ferramenta tem o objetivo de facilitar o trabalho, e não substituir o pensamento crítico, inteligência e criatividade humana.

Como contribuição adicional, este estudo propõe duas proposições teóricas que emergem da análise realizada. A primeira proposição teórica é que a integração da IA na gestão de projetos potencializa a eficiência e a qualidade das decisões ao automatizar tarefas repetitivas, mas também reconfigura papéis tradicionalmente desempenhados por gestores, transferindo parte da autonomia para a própria tecnologia. A segunda proposição teórica é que o uso da IA em projetos tende a gerar maior valor quando compreendido como complementar às capacidades humanas (como liderança, criatividade e julgamento ético) em vez de substituir, fortalecendo tanto a eficiência operacional quanto a credibilidade das decisões gerenciais.

Quanto às limitações destaca-se tratar de um estudo teórico em andamento. Como sugestão de futuras pesquisas, recomenda-se uma pesquisa com estudo de caso em projetos que adotam ou adotaram a IA para a sua gestão. E futuras pesquisas sobre IA em contextos específicos de projetos.

Referências

- Amabile, T. M., & Kramer, S. J. (2011). *The progress principle: Using small wins to ignite joy, engagement, and creativity at work*. Harvard Business Review Press.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo* (3ª ed.). Edições 70.
- Fontelles, M. J., Simões, M. G., Farias, S. H., & Fontelles, R. G. S. (2009). Metodologia da pesquisa científica: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. *Revista Paraense de Medicina*, 23(3), 1–8. <http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>
- Fridgeirsson, T. V., Ingason, H. T., Jonasson, H. I., & Jonsdottir, H. (2021). An authoritative study on the near future effect of artificial intelligence on project management knowledge areas. *Sustainability*, 13(4), 2345. <https://doi.org/10.3390/su13042345>

- Holzmann, V., Zitter, D., & Peshkess, S. (2022). The expectations of project managers from artificial intelligence: A Delphi study. *Project Management Journal*, 53(1). <https://doi.org/10.1177/87569728211061779>
- Kumar, A. (2025). Challenges of artificial intelligence in project management. *International Journal of Research in Finance and Management*, 8(1), 425–429. <https://doi.org/10.33545/26175754.2025.v8.i1e.463>
- Nenni, M. E., Felice, F., De Luca, C., & Forcina, A. (2024). How artificial intelligence will transform project management in the age of digitization: A systematic literature review. *Management Review Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00418-z>
- Pinkowski, M. L. (2023). *Aplicação da inteligência artificial na gestão de projetos: Aderência, impacto e grau de desenvolvimento* (Dissertação de Mestrado). Universidade Nove de Julho – UNINOVE.
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7ª ed.). Project Management Institute.
- Rasera, L. S. (2024). O futuro da gestão de projetos na PMPR: Inteligência artificial como ferramenta estratégica. *Brazilian Journal of Development*, 10(10), 1–22.
- Schwalbe, K. (2021). *Information technology project management* (8ª ed.). Cengage Learning.
- Vinuto, J. (2014). A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: Um debate em aberto. *Temáticas*, 22(44), 203–220. <https://doi.org/10.20396/tematicas.v22i44.10977>
- Wachnik, B. (2022). Analysis of the use of artificial intelligence in the management of Industry 4.0 projects: The perspective of Polish industry. *Production Engineering Archives*, 28(1), 56–63. <https://doi.org/10.30657/pea.2022.28.07>
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (2ª ed.). Bookman.

Inteligência Artificial como Dispositivo de Mediação na Formação Inicial Docente: uma Experiência com Graduandos em Pedagogia

Marijane Rechia¹, Adriana Moreira da Rocha Veiga²

¹Centro de Educação - Programa de Pós-Graduação em Educação –
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
CEP: 97105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

²Departamento de Fundamentos da Educação, Centro de Educação –
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
CEP: 97105-900– Santa Maria – RS - Brasil.
mjrechia@gmail.com, adrianaufsm@gmail.com

Abstract *This study investigated the use of Generative Artificial Intelligence (GAI) as a pedagogical mediation tool in the education of undergraduate Pedagogy students. Grounded in the investigation-formation approach (Maciel, 2006), the bioecological (Bronfenbrenner, 1996), and the concept of the ZPD (Vygotsky, 1978), the research involved three sessions (one virtual and two in-person) with twenty-four participants. The activities combined hands-on experiences with GAI and critical reflection. Results showed that 52,4% of the participants perceived GAI as a practical resource for everyday teaching. The sessions were evaluated as both educational and transformative. It is concluded that GAI is a promising tool when used critically, ethically, and responsibly in teacher education.*

Resumo. *Este estudo analisou o uso da inteligência artificial Generativa (IAG) como dispositivo de mediação pedagógica na formação de graduandos em Pedagogia, com base na investigação-formação (Maciel, 2006), na teoria bioecológica (Bronfenbrenner, 1996) e no conceito da ZDP (Vygotsky, 1978). Foram realizados três encontros (um virtual e dois presenciais) com vinte e quatro participantes, combinando atividades práticas com IAG e reflexão crítica. 52,4% dos graduandos, percebem a IAG como um dispositivo prático para o cotidiano docente. Os encontros foram avaliados como didáticos e transformadores. Conclui-se que a IAG é uma ferramenta promissora quando utilizada com criticidade, ética e responsabilidade.*

1. Introdução

O avanço tecnológico, especialmente a integração da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na educação tem oportunizado a personalização das aprendizagens e “assim como ocorreu com tecnologias anteriores, torna-se necessário refletir criticamente sobre seu uso no processo de ensino e aprendizagem]...” (Santos et.al,2023, p. 62). Impulsionada pelo lançamento do ChatGPT em 2022, essa nova onda tecnológica tem gerado transformações profundas no cenário educacional. Inicialmente recebidas com fascínio e apreensão, as ferramentas baseadas em IA passaram a demandar uma reflexão crítica por parte de educadores e pesquisadores, voltada ao seu potencial para reconfigurar as práticas pedagógicas.

Contudo, o simples acesso à informação não garante aprendizagem significativa, podendo, inclusive, fomentar passividade e desmotivação discente (Moran, 2024). Diante disso, torna-se fundamental que a integração da IAG seja guiada pela intencionalidade pedagógica explícita, mediada pelo docente e orientada para o fortalecimento da inteligência coletiva, como propõe Pierre Levy (2003).

2. Inteligência artificial e Mediação Pedagógica: Fundamentos Teóricos

Quando utilizada de forma ética e crítica, a IAG é percebida como um recurso estratégico de apoio ao professor na construção de uma trajetória de aprendizagem personalizada, respeitando estilos, ritmos e interesses dos estudantes, sem , no entanto, substituir o papel essencial da mediação docente (Moran, 2024). Sua efetividade, porém, depende de dois elementos fundamentais: (1) a formação dos futuros professores para usá-la com intencionalidade pedagógica e (2) a adoção de métodos estruturados que possibilitem personalizar as solicitações à IAG, considerando diferentes contextos escolares.

Também é essencial que os docentes estejam preparados para observar e analisar os resultados de aprendizagens obtidos nas atividades sugeridas com o apoio da IAG, tomando decisões pedagógicas mais assertivas (Bondie e Zusho, 2023). Essas práticas precisam ser sólidas seguindo estratégias da diferenciação pedagógica e das metodologias ativas. Este artigo relata uma experiência formativa com graduandos e Pedagogia. Para isso, é necessário que essas práticas estejam ancoradas em estratégias sólidas, como diferenciação pedagógica e as metodologias ativas.

Este artigo relata a experiência formativa com uma turma de

graduandos do 5º semestre do curso de Pedagogia, na qual ferramentas como chatGPT e Gemini e outras IAG foram utilizadas como dispositivo de mediação pedagógica, integradas ao modelo ALL-ED (All Learners Learning Every Day) (Bondie e Zusho, 2023) e as metodologias ativas (Bachici e Moram, 2018), com o objetivo de investigar seu potencial para inovar o planejamento docente e fomentar práticas mais equitativas e significativas.

3. Diferenciação Pedagógica e Metodologias Ativas

A diferenciação pedagógica é uma abordagem de ensino que reconhece a necessidade do professor estar preparado para identificar e atender às diferentes formas de aprendizagem dos estudantes, considerando seus níveis de conhecimento, interesses e ritmos. Com base nesse princípio, Bondie e Zush (2023) desenvolveram o método ALL-ED que é uma estrutura de tomada de decisão sustentada por rotinas práticas que auxiliam os professores a adaptarem seu ensino de acordo com as necessidades de cada estudante.

Para as autoras essas rotinas contribuem para ampliar o olhar docente no acompanhamento das aprendizagens dos estudantes, favorecendo adaptações pedagógicas e estimulando um pensamento ágil, “[...]capacidade do professor de perceber oportunidades e desafios para a aprendizagem e depois reagir, ajustando o ensino[...]” (2023, p.109).

Entre as rotinas, destacam-se as verificações do PACS (Pertencimento, Autonomia, Competência e Significado) que permitem observar os fatores motivacionais dos alunos e identificar quais dimensões necessitam de maior dedicação para garantir que todos aprendam; e do CARR (Clareza, Acesso, Rigor e Relevância), que assegura que as propostas pedagógicas sejam, compreensíveis, acessíveis, desafiadoras e significativas.

Ao aplicar essas rotinas, o professor amplia sua responsabilidade às necessidades da turma e conquista maior agilidade no planejamento, liberando tempo para escutar, observar e interagir de forma intencional com os estudantes. Desse modo, cria-se um ambiente no qual o protagonismo estudantil é fortalecido, favorecendo aprendizagens equitativas e inclusivas.

4. Metodologia: uma Experiência de Investigação-formação

A pesquisa adota abordagem de investigação-formação (Maciel, 2006) que integra pesquisa e formação docente, valorizando a escuta ativa, a reflexão sobre a prática e a construção coletiva de

conhecimento. Trata-se de um processo contínuo em espiral, articulando ação, reflexão, decisão e inovação para práticas pedagógicas transformadoras.

O referencial teórico ancora-se na teoria bioecológica do desenvolvimento humano (Bronfenbrenner, 1969), inspirada em Vygotsky(1979), com ênfase na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Nesse marco, a IAG foi concebida como dispositivo de mediação pedagógica, potencializando avanços na ZDP dos graduandos de pedagogia.

Participaram da pesquisa vinte e quatro graduandos de uma das turmas do curso de pedagogia de uma universidade pública. Em três encontros (um virtual e dois presenciais). Os objetivos foram (1) promover reflexões críticas sobre o uso da IAG na docência. (2) Vivenciar práticas pedagógicas com o apoio da IAG e (3) fomentar o uso de metodologias ativas e diferenciação pedagógica.

A partir da investigação-formação, os encontros foram planejados para escutar e compreender o conhecimento dos graduandos sobre o uso da IAG, metodologias ativas e diferenciação pedagógica e promover a vivência prática de novas metodologias com a IAG como mediadora entre o conhecimento já adquirido pelos graduandos, conteúdos e estudos já consolidados e atividades diferenciadas sugeridas pelo ChatGPT e analisadas pelos mesmos.

Durante o encontro virtual, na atividade principal, os graduandos foram organizados em quatro salas temáticas do Google meet. Cada grupo recebeu um caso relacionado a dificuldades de aprendizagem de estudantes e, a partir dele, deveriam inicialmente analisar a situação apresentada, propor possíveis atividades pedagógicas e, em seguida, selecionar uma ou mais ferramentas de IAG para buscar sugestões, utilizando prompts (comandos ou instruções escritos pelo usuário que orientam a IA na geração de respostas) fundamentados no caso recebido.

Nas aulas presenciais, foram realizadas algumas rotinas da diferenciação pedagógica, como o "burburinho" utilizado como bilhete de entrada, a fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Em seguida, participaram de uma rotação por estações, com diferentes atividades práticas. As aulas foram finalizadas com uma roda de conversa, promovendo a partilha dos aprendizados vivenciados. Durante as aulas, foram utilizadas algumas estratégias da diferenciação pedagógica, aprofundamento sobre o conceito das metodologias ativas e o conceito da ZDP de Vygotsky. Ao concluir o último encontro, vinte e um graduandos aceitaram participar da pesquisa e responderam o questionário final da formação, sistematizando as percepções sobre os encontros e o uso da IAG como dispositivo de mediação pedagógica.

5. Discussão e Resultados

A partir da organização das respostas em macrotemas, observa-se que a percepção dos graduandos sobre a IAG, após a formação foi majoritariamente positiva, destacando-se sua aplicabilidade prática, potencial criativo e valor estratégico na atuação docente. A seguir, discutem-se os resultados por categoria:

A categoria “planejamento e apoio à prática docente” foi a mais mencionada, com 52,4% indicando que os graduandos veem a IAG como um dispositivo prático e imediato para o cotidiano docente. A “inovação, criatividade e diversidade” (23,8%), quase um quarto das respostas destaca a IAG como promotora de inovação metodológica, estímulo à criatividade docente e à personalização do ensino.

Os graduandos perceberam que o uso com inteligência, criticidade, ética e responsabilidade sobre essas ferramentas pode ampliar o repertório de estratégias de ensino, além de permitir abordagens diferenciadas para atender à diversidade de estilos e ritmos de aprendizagem. Alguns graduando reforçam a preocupação com a “ética, consciência e formação continuada” (14,3%). Ainda que em menor número, algumas respostas apontaram a IAG como uma ferramenta útil “suporte à pesquisa” (9,5%), conforme percentuais das 21 respostas. a seguinte pergunta:

Após a formação, como você percebe o potencial da Inteligência Artificial para inovar suas práticas pedagógicas e contribuir para a reinvenção da sua docência?

Tabela 1: Percepções dos Graduandos sobre o Potencial da IAG na Docência

Categorias	%
Planejamento e apoio à prática docente	52,4
Inovação, criatividade e diversidade	23,8
Ética, consciência e formação continuada	14,3
Suporte à pesquisa	9,5
Total	100

Fonte: Arquivos autoras

Entre as atividades dos encontros presenciais, em uma delas foram realizadas pesquisas na IAG, com perguntas direcionadas para a sugestão de atividades que contribuísse com a aprendizagem de alunos

com dificuldades de aprendizagem. Os graduandos tinham autonomia para escrever seu prompt e uma das duplas que seguiram o prompt com solicitação das rotinas da diferenciação pedagógica, recebeu como retorno do ChatGPT a atividade “Meu Mundo em Palavras” foi o grande destaque para uma atividade diferenciada seguindo as estruturas PACS e CARR.

Esse resultado reforça a potencialidade da IAG de atuar como dispositivo de mediação pedagógica nos processos proximais docentes, expandindo horizontes pedagógicos dos futuros professores. Isso, não contraria a lógica da inteligência humana, mas reforça a oportunidade de agilidade no processo e sugestões mais rápidos para adaptação ao contexto, sempre com ética e responsabilidade de revisar todo conteúdo produzido pela IAG.

6. Considerações Finais

A experiência formativa demonstrou que a IAG, quando integrada a uma intencionalidade pedagógica e associada a referenciais robustos como a diferenciação pedagógica e as estratégias do método (ALL-ED) contribuem com sugestões de atividades mais engajadoras. Ao utilizar nos prompts a solicitação de um plano de aula com base nos fatores motivacionais PACS e verificação CARR e metodologias ativas, os resultados foram mais potentes.

Os dados analisados apontam para um impacto transformador da formação na visão das graduandas a respeito do uso pedagógico dessas tecnologias. A IAG passou a ser reconhecida como um dispositivo de mediação pedagógica, com potencial para sugerir práticas que contribuam com o trabalho docente. A revisão do professor é necessária, pois há possibilidade de erros pela IAG.

Os principais ganhos percebidos estão na organização pedagógica, na criatividade docente, na otimização do tempo e na possibilidade de criar práticas mais inclusivas e centradas no aluno. Essa mudança de percepção é relevante para a formação inicial, pois demonstra que, com apoio didático e abordagem crítica, é possível preparar futuros professores para integrar a IAG de forma ética, eficaz e consciente.

Por fim, cabe destacar que os resultados desta investigação dialogam com o modelo bioecológico de Bronfenbrenner (1996), ao evidenciar a importância dos processos proximais estabelecidos na formação, em especial no nível do microssistema, onde a interação, a escuta e a experimentação prática potencializaram a apropriação da IAG pelos futuros docentes. Ao mesmo tempo, apontam para a necessidade de considerar o mesossistema, isto é, as articulações entre universidade, contexto escolar e políticas públicas, para que a

integração da IA não se restrinja a iniciativas pontuais, mas se converta em prática sustentável, aprendizagem coletiva e transformadora.

Referências

- Bondie, R. e Zusho, A. (2023) Diferenciação Pedagógica na Prática: Rotinas para Engajar Todos os Alunos
- Bronfenbrenner, U. (1996) A ecologia do desenvolvimento humano. Porto Alegre: Artmed.
- Lévy, P.(2003) A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 4. ed. São Paulo: Loyola.
- Maciel, A. M. da R. (2006). Verbetes. MOROSINI, M. Enciclopédia de Pedagogia Universitária: Glossário. Vol. 2. Brasília: INEP.
- Moran, J. M.; Banchini, J. (2018) Metodologias Ativas para uma educação inovadora. São Paulo: Papirus.
- Moran, J.(2024) O uso equilibrado da Inteligência Artificial na Educação. Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2024/06/uso_IA_edu.pdf Acesso 05 mai 2025.
- Moran, J. (2024) Impactos da Inteligência Artificial na Educação. Disponível em: <https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2024/03/Impactos.pdf> Acesso em: 06 maio 2025.
- Santo, Eniel do Espírito; Rosa, Flávia Goulart Mota Garcia; Silva, Camila Bezerra da; Bordas, Miguel Angel Garcia. (2023) Um mosaico de ideias sobre a Inteligência Artificial Generativa no contexto da educação. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: REFLETINDO SOBRE OS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS. Liynn Alves, organizadora. Salvador:EDUFBA; Feira de Santana UEFS Editora.
- VIGOTSKI, L. S. (1978) Mind and society: the development of higher mental processes. London: Englewood.

Inteligência Artificial no Contexto comercial: uma revisão bibliométrica com ênfase em temas emergentes

Paulo Coutinho¹, Cristiane Froehlich²

¹Mestrado em Administração – Universidade Feevale
Caixa Postal 93525-075 – Novo Hamburgo – RS – Brasil

²Docente do Mestrado em Administração – Universidade Feevale
Novo Hamburgo – RS – Brasil

{pfcout@yahoo.com, cfroehlich@feevale.br}

Resumo. Este estudo investiga a aplicação da IA na área comercial, com base em 913 artigos da Web of Science e análise qualitativa de 34 deles. Os achados destacam foco em automação, personalização e eficiência, com uso de CRMs e previsão de vendas. Observa-se escassez de estudos em PMEs e barreiras como baixa literacia digital. Propõe-se integrar fatores humanos e estratégicos para aprofundar a compreensão do tema.

Abstract. *This study investigates the application of IA in the commercial area, based on 913 Web of Science articles and qualitative analysis of 34 of them. The customers highlight focus on automation, personalization and efficiency, with use of CRMs and sales forecasting. There is a scarcity of studies in SMEs and barriers such as low digital literacy. It is proposed to integrate human and strategic factors to deepen understanding of the issue.*

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) tem promovido mudanças estruturais nos processos comerciais, ao automatizar tarefas repetitivas, personalizar interações e gerar inteligência preditiva baseada em grandes volumes de dados (Sterne & Davenport, 2024; Santos et al., 2024). Tecnologias como machine learning, algoritmos preditivos e análise de linguagem natural vêm transformando a atuação das equipes de vendas, tornando as decisões mais rápidas e eficazes (Cardinali & Miklian, 2022; Fischer et al., 2022).

Ao integrar recursos como CRMs automatizados, assistentes virtuais e sistemas de recomendação, a IA amplia a capacidade das organizações de converter dados em ações estratégicas (Rodriguez & Peterson, 2023). Aplicações como chatbots, previsão de demanda e análise de conversas estão reformulando práticas tradicionais de captação de leads, qualificação e previsão de vendas, promovendo maior integração entre pessoas, dados e algoritmos (Paschen *et al.*, 2020; Flaherty, 2024).

Esse avanço se reflete também na academia. Análise bibliométrica na *Web of Science* mostra o crescimento das publicações sobre IA aplicada à área comercial, com ênfase em termos como “venda”, “desempenho” e “big data”. Apesar disso, a literatura ainda se mostra fragmentada entre abordagens técnicas, organizacionais e estratégicas, com poucas iniciativas que sistematizem os temas emergentes (Rodriguez & Peterson, 2023; Barba *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, este estudo busca responder: quais são os temas centrais emergentes na produção científica sobre IA no contexto comercial? Para isso, realiza-se uma análise bibliométrica e temática, identificando tendências e lacunas teóricas. Metodologicamente, combinam-se: (1) análise bibliométrica, operacionalizada com apoio do Bibliometrix, SciSpace e Excel; e (2) análise temática de conteúdo, fundamentada em Bardin (2011).

2. Referencial teórico

A IA refere-se a sistemas computacionais capazes de executar tarefas associadas à inteligência humana, como percepção, aprendizado, tomada de decisão e linguagem natural (Sterne & Davenport, 2024). No ambiente organizacional, a IA é considerada uma tecnologia de propósito geral, com potencial para reconfigurar processos, modelos de negócios e formas de interação com clientes (OCDE, 2024).

Sua aplicação empresarial tem sido viabilizada pelo avanço de técnicas como *machine learning*, redes neurais e processamento de linguagem natural (NLP), que ampliaram o escopo da IA em setores intensivos em dados e interação com clientes (Gupta, 2024; Paschen *et al.*, 2020). No setor comercial, essas tecnologias permitem prever comportamentos de compra, personalizar comunicações e automatizar tarefas operacionais (Paschen *et al.*, 2020; Wahyunindsih, 2018).

Modelos como o ChatGPT vêm sendo utilizados para criar campanhas, responder clientes em múltiplos canais e apoiar a tomada

de decisão (Bapat *et al.*, 2023; Fischer *et al.*, 2022). Tais recursos estão cada vez mais integrados a plataformas de CRM, sistemas de recomendação e ferramentas de automação da força de vendas, promovendo ações personalizadas e eficientes (Santos *et al.*, 2024; Rodriguez & Peterson, 2023; Flaherty, 2024).

Estudos também destacam ganhos em produtividade e precisão na previsão de demanda, geração de leads e qualificação de clientes, com o uso de algoritmos como XGBoost, redes neurais e regressão (Biswas *et al.*, 2023); Li, 2023). Ao automatizar rotinas analíticas, a IA libera os vendedores para atividades de maior valor, como o relacionamento com clientes.

A literatura sugere, portanto, que o uso estratégico da IA deve priorizar a aumentação, a colaboração entre humanos e algoritmos, em vez da substituição do fator humano (Lichtenthaler, 2019; Raisch & Krakowski, 2021). Para isso, é necessário promover transparência, governança e explicabilidade nos sistemas, sobretudo em processos que envolvem clientes e decisões críticas (Maslej *et al.*, 2024).

Em síntese, a IA vem se consolidando como um recurso estratégico na área comercial, combinando automação, personalização e suporte à decisão. Sua adoção requer não apenas tecnologia, mas também novos modelos de governança, competências humanas e equilíbrio ético no uso dos dados (MacClure *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2024).

3. Metodologia

Adotou-se o protocolo SPAR-4-SLR (Paul *et al.*, 2021), estruturado em três etapas: Montagem (seleção de fontes e critérios), Arranjo (organização e análise dos dados) e Avaliação (síntese de contribuições e identificação de lacunas). Complementarmente, foi aplicada uma análise bibliométrica segundo Zupic e Čater (2015), operacionalizada com o pacote *Bibliometrix* em R, conforme Aria e Cuccurullo (2017).

3.1 Montagem

A estratégia de busca combinou termos organizados em dois eixos: (a) aplicações práticas da IA (vendas, CRM, automação, previsão) e (b)

fundamentos organizacionais (conceituais, estratégicos, tecnológicos). A coleta e o processamento foram realizados no RStudio, via *Bibliometrix*, com uso das funções *mergeDbSources* e *removeDuplicateArticles*. O resultado foi uma base consolidada de 913 artigos únicos, divididos entre WoSA (n = 648) e WoSB (n = 287), que fundamentaram as análises posteriores.

3.2 Arranjo

Os dados foram filtrados por ano (1948-2024), área (Negócios, Gestão e Contabilidade), tipo de documento (artigos finais de periódicos) e idiomas (inglês e português). Foram excluídos anais, teses e capítulos para focar em artigos revisados por pares, que oferecem maior consistência e atualidade (Paul *et al.*, 2021).

3.3 Avaliando

A etapa de avaliação foi conduzida a partir do protocolo SPAR-4-SLR (Paul *et al.*, 2021), com ênfase na identificação de temas emergentes sobre inteligência artificial no contexto comercial. Foram analisados 34 artigos da base *Web of Science*, selecionados com base em indicadores bibliométricos e considerados suficientes após atingir o ponto de saturação teórica (Eisenhardt, 1989). A análise foi realizada no RStudio (Bibliometrix/Biblioshiny) e no Excel, priorizando três frentes: (i) caracterização das informações principais; (ii) identificação de tópicos de tendências; e (iii) coocorrência de palavras-chave por meio de técnicas de agrupamento e acoplamento bibliográfico.

3.3.1 Informações principais

A análise bibliométrica dos 913 documentos extraídos da base *Web of Science* revela uma média de 21,29 citações por artigo, indicando um nível relevante de impacto acadêmico. O período analisado compreende os anos de 1948 a 2025, com uma taxa média de crescimento anual de 5,73%. A produção foi disseminada em 333 fontes científicas, com contribuição de 2.528 autores, dos quais 127 publicaram individualmente. Destaca-se ainda que 30,12% das publicações envolvem coautoria internacional, evidenciando a natureza colaborativa e global das pesquisas sobre Inteligência Artificial no contexto comercial.

Figura 1 – Informações Principais



Dos autores (2025)

3.3.2 Tópico de tendências

A análise dos tópicos de tendências evidencia a consolidação de temas como “inteligência artificial” (116 ocorrências), “previsão de vendas” (79) e “transformação digital” (67) como os mais recorrentes no campo. Tendências mais recentes, como “aprendizado de máquina” e “cadeia de suprimentos”, refletem o avanço das aplicações da IA em áreas operacionais e estratégicas. Termos como “sistemas de recomendação” e “filtragem colaborativa” também aparecem, indicando foco crescente em personalização e automação. A Tabela 1 foi gerada a partir da função “tópicos de tendências” disponível no Biblioshiny.

Tabela 1. Tópicos de tendências

Prazo	Frequência	Ano (q1)	Ano (mediana)	Ano (q3)
inteligência artificial	116	2021	2023	2024
previsão de vendas	79	1976	1997	2016
Transformação digital	67	2020	2022	2024
Aprendizado de máquina	48	2022	2023	2024
cadeia de suprimentos	19	2019	2021	2024
Recomendação personalizada	18	2008	2015	2018
Sistema de recomendação	16	2008	2010	2019
Previsão de demanda	15	2010	2016	2020
Sistemas de recomendação	14	2014	2018	2021
Filtragem colaborativa	13	2008	2011	2017

Fonte: Elaboração dos autores com base em Biblioshiny.

3.3.3 Coocorrência de palavras-chave: Agupamento Acoplamento

Com base na Tabela 2, a análise de clusters por coocorrência de palavras-chave revelou seis grupos temáticos centrais na literatura sobre Inteligência Artificial aplicada ao contexto comercial, extraídos

com apoio do Biblioshiny. Essa abordagem possibilita identificar padrões de associação entre termos, fornecendo uma estrutura conceitual emergente do campo (Spinak, 1996).

Tabela 2. Clusters Temáticos por Coocorrência de Palavras-chave

Cluster	Palavras-chave principais	Documentos	Densidade	Silhueta
1	Sistema de recomendação, Recomendação personalizada, E-commerce;	28	0.19	1.0
2	Aprendizado de máquina, Aprendizado profundo, E-commerce;	53	0.302	1.0
3	Inteligência Artificial, Transformação Digital, IA;	120	0.499	1.0
4	Inteligência Artificial, Aprendizado de máquina, Aprendizado profundo;	32	0.473	1.0
5	Previsão de vendas, Previsão, Colaborativo;	6	0.285	1.0
6	Previsão de vendas, Exportação, Modelos de ponto de mudança;	11	0.174	1.0

Fonte: Elaboração do autor com base em Biblioshiny.

- a) Cluster 1. Temas principais: sistema de recomendação, recomendação personalizada e e-commerce. Esse grupo representa o uso da IA para personalização de ofertas e automação de interações com clientes em ambientes digitais.
- a) Cluster 2. Temas principais: aprendizado de máquina, aprendizado profundo e e-commerce. Mostra a integração de técnicas de aprendizado avançado com aplicações comerciais, especialmente voltadas à predição de comportamento e personalização em ambientes de vendas online.
- b) Cluster 3. Temas principais: inteligência artificial, transformação digital e IA. É o cluster mais expressivo, representando a integração estratégica entre IA e digitalização organizacional em processos comerciais.
- c) Cluster 4. Temas principais: inteligência artificial, aprendizado de máquina e aprendizado profundo. Foca em abordagens técnicas, indicando o avanço dos estudos metodológicos relacionados às aplicações da IA no setor.
- d) Cluster 5. Temas principais: previsão de vendas, previsão e colaborativo. Relaciona-se a práticas de previsão comercial baseadas em colaboração e uso de dados históricos.
- e) Cluster 6. Temas principais: previsão de vendas, exportação e modelos de ponto de mudança. Aponta para estudos específicos

em contexto internacional, com ênfase em análise preditiva de mercados.

3.4 Análise de conteúdo

Complementando a etapa bibliométrica, esta seção apresenta a análise qualitativa de conteúdo de 34 artigos relevantes sobre a aplicação da IA no contexto comercial. A seleção foi realizada com apoio da ferramenta Bibliometrix/Biblioshiny, com base no índice h dos artigos, e o processo foi interrompido ao se atingir o ponto de saturação teórica quando novas leituras deixaram de acrescentar categorias ou contribuições analíticas, conforme proposto por Eisenhardt (1989).

Para sistematizar a análise qualitativa, utilizou-se a plataforma SciSpace, que viabilizou a extração estruturada de três componentes fundamentais dos artigos: problema de pesquisa, objetivo do estudo e abordagem metodológica. Essa estratégia possibilitou a padronização das categorias e a codificação temática assistida, acelerando a análise e garantindo maior rigor (Dewi & Irawati, 2024; Kritandani, 2024).

- a) Problema de Pesquisa: Grande parte dos artigos destaca desafios práticos enfrentados por organizações na adoção da IA em atividades comerciais. Dentre os principais problemas, aparecem a imprecisão na previsão de vendas (Li & Yu, 2023; Barba et al., 2024), a limitação de infraestrutura tecnológica em PMEs (Chatterjee, 2023), a dificuldade de integrar IA aos sistemas legados (Fischer et al., 2022) além da resistência cultural por parte das equipes de vendas (Chen & Zhou (2022). Muitos estudos também apontam a lacuna entre o potencial técnico da IA e sua aplicação prática, sobretudo na personalização do relacionamento com o cliente (MacClure et al., 2024; Santos et al., 2024).
- b) Objetivo do Estudo: Os artigos analisados possuem, em sua maioria, objetivos voltados à proposição e validação de modelos mais eficazes para previsão de vendas, comportamento de consumo e classificação de clientes (Biswas et al., 2023); Hirt, 2020; Jin, 2024). Outros visam avaliar o impacto da IA na performance comercial (Taguimdje, 2020), desenvolver frameworks conceituais para adoção estratégica (Rodriguez & Peterson, 2023), ou entender os fatores que influenciam a aceitação da IA entre usuários finais (Chen & Zhou (2022). Estão presentes ainda investigações voltadas à integração de IA com CRMs (Falardo, 2022), à automatização de campanhas (Capelo, 2019) e à criação de assistentes inteligentes baseados em linguagem natural (Paschen et al., 2020).

- c) **Abordagem Metodológica:** As abordagens utilizadas variam entre métodos quantitativos, qualitativos e híbridos. Modelos preditivos com técnicas de aprendizado de máquina — como XGBoost, LSTM, Random Forest e ARIMA — são amplamente empregados nos estudos focados em previsão de vendas (Sun, 2024; Lecher, 2021; Li, 2023). Há também o uso de deep learning para análise de sentimentos e conversão de vendas com base em reviews (Li, 2023). No campo qualitativo, prevalecem estudos exploratórios com entrevistas, estudos de caso e surveys (Fischer et al., 2022; Cardinali & Miklian, 2022), frequentemente aplicados a setores como varejo digital, exportação ou PMEs (Sohrabpour, 2021; Wahyuningsih, 2018).

A partir das três colunas analisadas, emergem três grandes linhas temáticas recorrentes na literatura: (i) a aplicação da IA para aumentar a eficiência e assertividade comercial (previsão, automação, recomendação); (ii) o uso da IA na personalização do relacionamento com o cliente (chatbots, análise de conversas, CRM inteligente); e (iii) os fatores críticos para adoção organizacional da IA, como capacitação, aceitação e alinhamento estratégico.

Essa análise de conteúdo, articulada com os achados da etapa bibliométrica, fornece uma base robusta para compreender como a IA tem sido estudada e aplicada no contexto comercial, ao mesmo tempo em que revela lacunas importantes a serem exploradas por futuras pesquisas.

4. Conclusões

O objetivo deste estudo foi analisar, por meio de uma revisão teórica, como a Inteligência Artificial (IA) tem sido aplicada ao contexto da área comercial, com ênfase em sua contribuição para a tomada de decisão, automação de tarefas e aumento da eficiência dos processos. A pesquisa combinou revisão sistemática, análise bibliométrica e análise de conteúdo, a partir de 913 documentos da base Web of Science e uma avaliação qualitativa de 34 artigos selecionados.

Os resultados revelam que a produção científica tem se concentrado no uso intensivo de modelos preditivos, como XGBoost, LSTM e ARIMA, voltados à previsão de vendas, automação de processos e melhoria da produtividade comercial. Termos como “previsão de demanda” e “machine learning” ocupam posições centrais nas redes de coocorrência, refletindo o amadurecimento do campo em torno da eficiência orientada por dados.

Além disso, observa-se a ampla adoção de ferramentas baseadas em IA para personalizar o relacionamento com os clientes, por meio de CRMs inteligentes, chatbots, assistentes virtuais e sistemas de recomendação. Essas tecnologias têm contribuído para melhorar a experiência do cliente e aumentar as taxas de conversão, consolidando a IA como um recurso estratégico no marketing e nas vendas.

Por outro lado, a literatura também aponta desafios importantes para a adoção organizacional da IA, como a baixa literacia digital, a resistência cultural e a falta de infraestrutura tecnológica adequada — barreiras especialmente presentes em pequenas e médias empresas. Esses obstáculos aparecem com frequência em estudos que abordam liderança, integração organizacional e transformação digital.

Apesar dos avanços, a produção científica sobre o tema ainda se mostra fragmentada, com poucos estudos que integrem de forma articulada as dimensões tecnológicas, humanas e estratégicas. Essa limitação dificulta o avanço de agendas teóricas mais robustas sobre a adoção da IA no setor comercial. Como contribuição, este estudo mapeia tendências e lacunas emergentes, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de abordagens mais integradas. Futuras pesquisas podem aprofundar o tema com estudos de caso empíricos, análises multivariadas e investigações voltadas a contextos setoriais específicos.

Referências

- Atienza-Barba, M., Álvarez-García, J., Meseguer-Martínez, Á., & Barba-Sánchez, V. (2025). The family business in the digital era: Advancing towards artificial intelligence. *Journal of Family Business Management*, 15(1), [sem numeração de páginas no proof]. <https://doi.org/10.1108/JFBM-09-2024-0215>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bapat, G., Mahindru, R., Kumar, A., Rroy, A. D., Bhoyar, S., & Vaz, S. (2023). Leveraging ChatGPT for empowering MSMEs: A paradigm shift in problem solving. *Engineering Proceedings*, 59(197), 1–10. <https://doi.org/10.3390/engproc2023059197>

- Biswas, B., Sanyal, M. K., & Mukherjee, T. (2023). AI-based sales forecasting model for digital marketing. *International Journal of E-Business Research*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.4018/IJEER.317888>
- Capelo, C. (2019). O impacto da inteligência artificial na gestão comercial. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 10(5), 1–15. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/inteligencia-artificial-na-gestao>
- Cardinali, S., & Miklian, J. (2022). The role of artificial intelligence in B2B sales. *Mestrado em Economia e Comércio Internacional, Universidade Politécnica de Marche, Faculdade de Economia “Giorgio Fuà”*.
- Chatterjee, S. (2023). Adoption of AI integrated partner relationship management (AI-PRM) in B2B sales channels: Exploratory study. *Industrial Marketing Management*, 108, 164–177. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.12.014>
- Chen, J., & Zhou, W. (2022). Drivers of salespeople’s AI acceptance: What do managers think? *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 42(2), 107–120. <https://doi.org/10.1080/08853134.2021.2016058>
- Dewi, N. P. A. A., & Irwati, N. P. (2024). Pemanfaatan teknologi Scispace untuk meningkatkan efektivitas penelusuran literatur ilmiah. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 12(1).
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10-11), 1105–1121. [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E)
- Falardo, J. S. (2022). A utilização de ferramentas de inteligência artificial na gestão comercial. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 5(9), 141–158. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/administracao/ferramentas-de-inteligencia>
- Fischer, H., Seidenstricker, S., Berger, T., & Holopainen, T. (2022). Artificial intelligence in B2B sales: Impact on the sales process. *Artificial Intelligence and Social Computing*, 28, 135–142. <https://doi.org/10.54941/ahfe1001456>

- Flaherty, K. (2024). Inteligência artificial no processo de vendas: Como transformar conversas em performance. RAIN Group. Recuperado de <https://www.rainsalestraining.com/blog/ia-no-processo-de-vendas>
- Gupta, S. (2024). From vineyard to table: Uncovering wine quality for sales management through machine learning. *Journal of Business Research*, 176, 114576. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114576>
- Hirt, R., Kühl, N., Peker, Y., & Satzger, G. (2020). How to learn from others: Transfer machine learning with additive regression models to improve sales forecasting. Preprint. Karlsruhe Institute of Technology (KIT).
- Jin, K., Zhong, Z. Z., & Zhao, E. Y. (2024). Sustainable digital marketing under big data: An AI random forest model approach. *International Journal of Technology and Engineering Studies*, 10(2), 45–68.
- Kritandani, W., Putra, A. W., Mali, Y. C. G., & Isharyanti, N. (2024). SciSpace for finding relevant literature in English language education contexts: A technology review. *Indonesian Journal of English Language Studies (IJELS)*, 10(2), 108–117. <https://doi.org/10.24071/ijels.v10i2.9146>
- Lecher, C., & Barrot, C. (2021). Hybrid machine learning models for enhanced sales forecasting. *Journal of Business Research*, 134, 310–321. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.056>
- Li, Q., & Yu, M. (2023). Achieving sales forecasting with higher accuracy and efficiency: A new model based on modified Transformer. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(4), 1990–2006. <https://doi.org/10.3390/jtaer18040100>
- Lichtenthaler, U. (2019). An intelligence-based view of firm performance: Profiting from artificial intelligence. *Journal of Innovation Management*, 7(1), 7–20. https://doi.org/10.24840/2183-0606_007.001_0002
- MacClure, C., Johnston, W., & Marshall, G. (2024). AI in sales: Laying the foundations for future research. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 44(1), 25–38.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. (2024). OECD framework for classifying AI systems (OECD Artificial

Intelligence Papers, No. 9). OCDE.
<https://www.oecd.org/publications/oecd-framework-for-classifying-ai-systems-1ed7e6f4-en.htm>

Paschen, J., Kietzmann, J., & Kietzmann, T. (2020). Artificial intelligence (AI) and its implications for market knowledge in B2B marketing. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(9), 1410–1419. <https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2019-0448>

Paul, J., & Rosado-Serrano, A. (2021). Gradual internationalization vs born-global/international new venture models: A review and research agenda. *International Marketing Review*, 36(6), 830–858. <https://doi.org/10.1108/IMR-10-2018-0280>

Raisch, S., & Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation–augmentation paradox. *Academy of Management Review*, 46(1), 192–210. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072>

Rodriguez, M., & Peterson, R. M. (2023). Leveraging technology in sales management: Current trends and future directions. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 43(2), 97–110. <https://doi.org/10.1080/08853134.2023.2185623>

Santos, P. H. A., Borges, J. H. G., & Florian, F. (2024). Estudo da integração de inteligência artificial (IA) em sistemas de recomendação (SR): Revisão bibliográfica. *Revista Future Technologies*, 29(140), [sem páginas]. <https://doi.org/10.69849/revistaft/fa10202411101906>

Spinak, E. (1996). Scientific productivity and citation analysis: A bibliometric approach. *Scientometrics*, 37(2), 195–214.

Sohrabpour, V., Oghazi, P., Toorajipour, R., & Nazarpour, A. (2021). Export sales forecasting using artificial intelligence. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120480. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120480>

Sterne, J., & Davenport, T. H. (2024). Improving voice of the customer analysis with generative AI. *Applied Marketing Analytics*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.69554/VYPB2186>

Sun, Y. (2024). Sales prediction based on machine learning approach. In R. Magdalena et al. (Eds.), *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Social Sciences and Economic Development (ICSSSED*

2024) (pp. 1016–1023). *Advances in Economics, Business and Management Research*, 289. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-459-4_113

Taguimdje, R. B., Song, J. S., Siringi, E. M., & Bitok, J. K. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance of e-commerce companies. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(11), 465–474. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no11.465>

Wahyuningsih, D. W. (2018). The influence of sales force automation and sales training on medical representative performance to improve sales effectiveness. *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAR)*, 2(4), 61–66. <http://www.jurnal.stie-aas/ijebar>

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(2), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

A geração de foley e efeitos sonoros com inteligência artificial: um mapeamento preliminar

Rafael Slechticius da Silva¹, Chrístian Langaro Vaisz²

¹Bolsista BICT/IFRS (bolsa de iniciação científica). Aluno do 3º ano do curso Técnico Integrado em Produção de Áudio e Vídeo do IFRS - Campus Alvorada.

²Professor de Produção Fonográfica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Alvorada.

rafael.silva@aluno.alvorada.ifrs.edu.br,
christian.vaisz@alvorada.ifrs.edu.br

Abstract. *Sound design is a field that consists in the creation and manipulation of sound objects that compose an artistic work, be it cinematic, theatrical, radiophonic or musical. The aim of this research is to map the available audio synthesis tools, evaluating their applicability. Thus, a bibliographic survey was carried out, in addition to research in search engines in order to find available tools. The tools are capable of sonorizing videos with just visual material and a prompt, however, there wasn't any research found that explores workflows or ways to integrate these tools in the sound design process in a practical and empirical manner.*

Resumo. O design sonoro é um campo que consiste na criação e manipulação de objetos sonoros que vão compor uma obra artística. O objetivo desta pesquisa é mapear as ferramentas de síntese de áudio disponíveis, avaliando suas aplicabilidades. Para isto, foi realizado um levantamento bibliográfico, além de pesquisa em buscadores a fim de encontrar ferramentas disponíveis. A partir desta pesquisa, foram encontradas treze ferramentas de síntese sonora. As ferramentas são capazes de sonorizar vídeos com apenas material visual e um prompt, porém, não foram encontradas pesquisas que exploram workflows ou maneiras de integrar

estas ferramentas no processo de design sonoro, de forma prática e empírica.

1. Introdução

O design sonoro é um campo que consiste na criação e manipulação de objetos sonoros que vão compor uma obra artística, seja ela cinematográfica, teatral, radiofônica ou musical. No audiovisual, o *sound designer* é responsável pela criação da narrativa sonora, gravando e processando sons, ou utilizando sons já existentes. O artista de *foley* atua na recriação de efeitos sonoros sincronizados ao vídeo, durante a fase da pós-produção, para enriquecer a expressividade da cena. [Iwamizu, 2014]

Inicialmente, o uso de inteligência artificial para separar, remover ou manipular sons surgiu para o aperfeiçoamento do design sonoro onde soluções não-algorítmicas eram inviáveis. Por exemplo, não há falta de aplicativos que removem o ruído de um áudio, ou que diminuem a reverberação de um sinal por meio de algoritmos. Dentro do aspecto produtivo do design de som também existem desafios: como a falta de acesso a equipamentos de captação, softwares de edição e bancos de som. O recente surgimento de ferramentas de síntese de áudio ajuda a resolver esse problema. A síntese sonora por inteligência artificial pode incluir vários tipos: geradores de efeitos sonoros, geradores de *foley*, síntese de voz e geradores de música. Nessa pesquisa focaremos apenas nos geradores de efeitos sonoros e de *foley*.

Atualmente, existem diversas ferramentas de inteligência artificial voltadas à geração de efeitos sonoros e narrativas sonoras. Algumas dessas ferramentas utilizam prompts em linguagem natural para gerar sons isolados (*text-to-audio*), enquanto outras são voltadas à produção de sons, como por exemplo, efeitos sonoros, *foley* e sons do ambiente a partir de um vídeo e uma descrição em texto para os sons sincronizados com a imagem (*video-to-audio*).

Geração de som, ou 'geradores de efeitos sonoros', geralmente são aplicativos amplamente disponíveis para criar efeitos sonoros para filmes, vídeos, músicas, rádios ou videogames. Através de um prompt descritivo, um usuário pode gerar sons de alta qualidade, de forma rápida, gratuita e sem autoria.

A síntese de *foley* envolve uma entrada de vídeo que passa por um algoritmo complexo que (em certas ferramentas, com o auxílio de um prompt) gera uma trilha de som sincronizada com as ações do vídeo, muito como um artista de *foley* reproduziria seus efeitos sonoros em tempo real.

Essas ferramentas variam amplamente em funcionalidades, modelos, disponibilidade e capacidade. Portanto, para entender o possível impacto destas tecnologias, além de suas capacidades e limitações, é necessário que estas ferramentas sejam identificadas, avaliadas e compreendidas tecnicamente através de um mapeamento sistemático. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é mapear as ferramentas de síntese de áudio disponíveis, avaliando suas aplicabilidades.

2. Metodologia

A metodologia consistiu em um levantamento bibliográfico, além de pesquisa em buscadores a fim de encontrar as ferramentas disponíveis. Foram utilizados o Google Acadêmico e o portal da CAPES para pesquisar por artigos com os seguintes termos: *sound design*, *artificial intelligence*, inteligência artificial, design sonoro, cinema, *foley*. Foram encontrados diversos artigos, que em seguida, foram classificados em duas categorias: teórica e técnica. Foram classificados como artigos de teor técnico, os que abordaram as ferramentas a partir da perspectiva de *machine learning* e engenharia da computação. Na categoria de artigos teóricos foram considerados aqueles cujo conteúdo aborda as ferramentas de maneira conceitual e reflexiva.

A busca por ferramentas de IA deu-se de duas formas. Além da pesquisa em buscadores como o Google e arXiv, foram mapeados os aplicativos e ferramentas de *foley* e *sound design* que são citados nos artigos pesquisados para o arcabouço teórico. Desta forma, a pesquisa não se limitou a ferramentas comerciais, pois alguns artigos encontrados apresentavam protótipos de ferramentas desenvolvidas no âmbito acadêmico. As ferramentas foram mapeadas com a seguinte informação: título, artigo adjacente, link para o site, autor(es), função, tipos de modelos e especificações, disponibilidade, data de publicação e revisão. Este mapeamento pode ser observado na Tabela 1.

3. Mapeamento

Tabela 1. Mapeamento das ferramentas de inteligência artificial aplicadas no Design Sonoro

Ferramenta	Autor	Função	Tipo de modelo e especificações	Disponibilidade	Data de publicação
WaveGAN	Chris Donahue, Julian McAuley, Miller Puckette	Geração de ondas sonoras convertidas a som.	Não condicional: não utiliza prompts, treinado somente em sons de bateria e pássaros GANs (generative adversarial networks)	Artigo apenas.	2018/02
SpecGAN	Sanchita Ghose, John J. Prevost	Geração de trilha <i>foley</i> para vídeos.	Video-to-Audio CNNs (convolutional neural networks); RNNs (recurrent neural networks); TRNs (temporal relation network)	Artigo apenas.	2020/02
AutoFoley			CNNs são utilizadas para entender o vídeo/imagens, as RNNs entendem as mudanças no vídeo ao decorrer do tempo, e as TRNs entendem a sequência desses eventos em tempo.		
FoleyGAN	Sanchita Ghose, John J. Prevost	Geração de trilha <i>foley</i> para vídeos.	Video-to-Audio GANs (generative adversarial networks); CNNs (convolutional neural networks); TRNs (temporal relation network)	Artigo apenas.	2021/07
			CNNs entendem o espectrograma do vídeo, e as GANs geram um espectrograma correspondente ao áudio, que se torna um áudio em si depois de ser convertido usando um <i>Short-Time Fourier Transform</i> , seja lá o que é isso.		
AudioLDM	Haohe Liu, Zehua Chen, Yi Yuan, Xinhao Mei, Xubo Liu, Danilo Mandic, Wenwu Wang, Mark D. Plumbley	Geração de efeitos sonoros por prompt.	Text-to-Audio Diffusion (latent diffusion models)	Demo disponível.	2023/01
Diff-Foley	Simtan Luo, Chuanhao Yan, Chenxu Hu, Heng Zhao	Geração de trilha <i>foley</i> para vídeos.	Video-to-Audio Diffusion (latent diffusion models)	Disponível através do Github, porém requer conhecimento em programação e <i>machine learning</i> .	2023/06
AudioLDM 2	Haohe Liu, Yi Yuan, Xubo Liu, Xinhao Mei, Quqiang Kong, Qiao Tian, Yiping Wang, Wenwu Wang, Yuxuan Wang, Mark D. Plumbley	Geração de efeitos sonoros por prompt.	Text-to-Audio Diffusion (latent diffusion models)	Demo disponível.	2023/08
Auffusion	Jinlong Xue, Yayue Deng, Yingming Gao, Ya Li	Geração de efeitos sonoros por prompt.	Text-to-Audio Diffusion (latent diffusion models)	Demo disponível.	2024/01
T-FOLEY	Yoonjin Chung, Junwon Lee, Juhan Nam	Geração de trilha <i>foley</i> por prompt de texto.	Video-to-Audio Diffusion (latent diffusion models); VAE (variable autoencoders)	Demo disponível.	2024/01
Seeing and Hearing	Yazhou Xing, Yingqing He, Zeyue Tian, Xintao Wang, Qiteng Chen, HKUST, ARC Lab, Tencent PCG	Geração de trilhas sonoras, vídeo e audiovisual.	Joint Video-Audio (Joint-VA); Video-to-Audio (V2A); Audio-to-Video (A2V); Image-to-Audio (I2A)	Demo disponível.	2024/02
ElevenLabs		Geração de efeitos sonoros por prompt.	Diffusion (latent diffusion models) Treinado na <i>ImageBind</i> . Text-to-Audio	Aplicativo disponível	2024/05
FoleyCrafter	Yiming Zhang, Yicheng Gu, Yanhong Zeng, Zhenning Xing, Yuancheng Wang, Zhizheng Wu, Kai Chen	Geração de efeitos sonoros e <i>foley</i> por prompt ou sem prompt.	Video-to-Audio CNNs (convolutional neural networks); RNNs (recurrent neural networks); TRNs (temporal relation network)	Demo disponível.	2024/07
MultiFoley	Ziyang Chen, Prem Seetharaman, Bryan Russell, Oriol Nieto, David Bourgin, Andrew Owens, Justin	Geração de trilha <i>foley</i> para vídeos.	Multimodal (prompt, vídeo e exemplos em áudio.) Diffusion (LDM)	Somente vídeo demonstrações.	2024/11

A partir desta pesquisa, foram encontradas treze ferramentas de síntese sonora. Quatro ferramentas são geradores de efeitos sonoros, enquanto sete são geradores de *foley*. Esta divisão está relacionada com a forma como o algoritmo gera o som a partir dos elementos que são fornecidos na entrada. Ferramentas de vídeo para áudio são geradores de *foley*, enquanto as de texto para áudio se encaixam na geração de efeitos sonoros. Os termos ‘*video-to-audio*’ e ‘*text-to-audio*’ dividem as ferramentas em suas modalidades. Isto é, a entrada e saída. As ferramentas ‘multimodais’ possuem uma variedade de entradas (texto, áudio, vídeo). Como exemplo, a ferramenta MultiFoley requer um vídeo como entrada, e o processo do algoritmo pode ser controlado por um texto descritivo ou um som de referência do qual a inteligência artificial se baseará para gerar o som sincronizado.

Onze das treze ferramentas são condicionais, ou seja, requerem uma entrada e uma saída. As únicas ferramentas não-condicionais são a WaveGAN e SpecGAN, redes treinadas em efeitos sonoros, apenas limitado à geração de sons específicos (bateria, pássaros, piano). Isto é atípico das inteligências artificiais condicionais, a maioria que se encontram na atualidade.

Há sete ferramentas que utilizam modelos de difusão latente (LDM), três ferramentas de redes adversariais generativas (GANs), e três ferramentas que utilizam redes neurais artificiais no geral. Modelos de difusão, em termos leigos, realizam um processo onde gradualmente é adicionado ruído a um sinal, e um algoritmo aprende a desfazer este ruído num processo inverso onde ruído vira informação [Song *et al.*, 2021]. Modelos de difusão são eficientes na geração de imagens, e mais recentemente no áudio. Redes generativas adversariais são algoritmos que consistem em duas redes neurais competindo entre si: uma rede geradora, responsável por criar dados sintéticos, e uma rede discriminadora, que consegue distinguir entre dados reais e dados gerados. Inicialmente, a rede discriminadora é treinada para identificar ruído e padrões reais, aprendendo a diferenciar entre ambos. Em seguida, a rede geradora é ajustada para enganar a discriminadora, produzindo dados cada vez mais realistas. Esse processo adversarial leva à melhora progressiva da qualidade dos dados sintéticos gerados, até que estes se tornem indistinguíveis dos dados reais. Redes generativas adversariais são amplamente usadas na geração de imagem,

apesar de serem notoriamente difíceis de treinar, devido à demanda cognitiva das duas redes independentes. [Anantrasirichai; Bull, 2021]

A disponibilidade destas ferramentas também foi avaliada. São disponíveis demonstrações, que, no entanto requerem conhecimento intermediário a avançado em *machine learning*, utilizam um sistema de créditos limitados para uso diário e oferecem planos pagos para uso ilimitado. Os aplicativos em si são disponíveis para treinamento, porém requerem alto poder computacional e forte uso de linguagens de programação. Como consequência, algumas ferramentas como MultiFoley, Auffusion, T-FOLEY, AudioLDM e Diff-Foley foram empiricamente inacessíveis. A única ferramenta considerada de uso comercial foi a ElevenLabs, cujo aplicativo é gratuito, intuitivo e amplamente divulgado.

Todas as ferramentas mapeadas possuem resultados em vídeo, porém só as ferramentas FoleyCrafter e ElevenLabs possuem demonstrações disponíveis. Dentro da plataforma Hugging Face, foi possível realizar testes preliminares da ferramenta FoleyCrafter, e o aplicativo da ElevenLabs está disponível para uso gratuito e livre. Foi a partir destes testes e das amostras que realizamos a maior parte das observações estéticas da pesquisa.

4. Resultados

Através da pesquisa vimos que a habilidade cognitiva destas ferramentas se deve a desenvolvimentos nas tecnologias da inteligência artificial como: As redes neurais artificiais, como as redes convolucionais (CNN), que identificam padrões em imagens e sons; as redes recorrentes (RNN), eficazes no processamento de sequências; e as redes temporais (TRN), que ajudam a compreender relações entre eventos que acontecem sequencialmente [Anantrasirichai; Bull, 2021]. Além disso, há a recente adaptação dos modelos de difusão latente (LDM) no áudio, a qual o uso virou predominante na geração de sons [Chung, 2024; Xing, 2024; Xue, 2024]. Também são relevantes os usos das redes generativas adversariais (GAN), aplicadas à geração de espectrogramas e formas de onda, que são convertidos em som [Donahue, 2019; Prevost; Ghose, 2021]. Outras inovações recentes incluem a aplicação de técnicas de pré-treinamento contrastivo, como o

Contrastive Language-Image Pretraining (CLIP) e o *Contrastive Language-Audio Pretraining* (CLAP), que permitem o alinhamento semântico entre texto, imagem e áudio; portanto aperfeiçoando o condicionamento dos prompts. [Chen et al., 2025; Liu et al., 2023; Luo et al., 2023]

5. Conclusão

As ferramentas são capazes de sonorizar vídeos com apenas material visual e um prompt, criar trilhas de *foley* sincronizadas com as ações de um vídeo, estender trilhas sonoras parciais em áudio completo e criar efeitos sonoros a partir de um prompt, imagem, vídeo ou som de referência.

Entretanto, deve ser notado que a maioria das ferramentas listadas só possuem demonstrações que requerem um grau de conhecimento em *machine learning* e linguagens de programação, que não é comum no campo do design sonoro. Além disso, os resultados verificáveis apresentam certos obstáculos: os sons *foley* e ambiente são exportados em uma só pista, dificultando a edição de camadas sonoras individuais, além de falta de fidelidade sonora e sincronia em alguns dos resultados. Para o fluxo de trabalho de edição sonora para obras audiovisuais, é imprescindível uma separação dos sons para permitir mais flexibilidade e controle na etapa de mixagem, sobretudo para formatos *surround* ou imersivos, como é o caso de salas de cinema ou plataformas de *streaming*. Com estas características, conclui-se que os resultados gerados pelas ferramentas de IA avaliadas ainda não estão de acordo com o que é esperado na edição sonora profissional destinada a filmes e séries.

A partir da pesquisa bibliográfica foi encontrada uma riqueza de dados empíricos, porém, nos artigos analisados, os efeitos sonoros ou trilhas de *foley* sincronizadas ao vídeo são avaliadas de forma positiva ou negativa baseados na qualidade subjetiva. Observou-se no referencial encontrado que estas novas tecnologias são avaliadas em eixos de qualidade ou realismo, ao invés de o quão aplicável estas ferramentas se integram aos processos de produção sonora para audiovisual. Não foram encontradas pesquisas que exploram *workflows* ou maneiras de

integrar estas ferramentas no processo de design sonoro, de forma prática e empírica.

Referências

ANANTRASIRICHA, Nantheera; BULL, David. Artificial intelligence in the creative industries: a review. **Artificial Intelligence Review**, v. 55, p. 589-656, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2007.12391>. Acesso em: 03 jul. 2025.

CHEN, Ziyang *et al.* **Video-Guided Foley Sound Generation with Multimodal Controls**. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2411.17698>. Acesso em: 06 jul. 2025.

CHUNG, Yoonjin; LEE, Junwon; NAM, Juhan. **T-FOLEY: A Controllable Waveform-Domain Diffusion Model for Temporal-Event-Guided Foley Sound Synthesis**. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2401.09294>. Acesso em: 06 jul. 2025.

DONAHUE, Chris; MCAULEY, Julian; PUCKETTE, Miller. **Adversarial Audio Synthesis**. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1802.04208>. Acesso em: 06 jul. 2025.

LIU, Haohe *et al.* **AudioLDM: Text-to-Audio Generation with Latent Diffusion Models**. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2301.12503>. Acesso em: 06 jul. 2025.

LUO, Simian *et al.* **Diff-Foley: Synchronized Video-to-Audio Synthesis with Latent Diffusion Models**. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2306.17203v1>. Acesso em: 06 jul. 2025.

IWAMIZU, Rosana Stefanoni. **Foley no Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27161/tde-26052015-121357/>. Acesso em: 03 jul. 2025.

PREVOST, John; GHOSE, Sanchita. **AutoFoley: Artificial Synthesis of Synchronized Sound Tracks for Silent Videos with Deep Learning**. 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2002.10981>. Acesso em: 06 jul. 2025.

- PREVOST, John; GHOSE, Sanchita. **FoleyGAN: Visually Guided Generative Adversarial Network-Based Synchronous Sound Generation in Silent Videos.** 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2107.09262>. Acesso em: 06 jul. 2025.
- RUCĂREANU, Dan-Ștefan; LĂZĂRESCU-THOIS, Laura. **The Impact of AI in the Field of Sound for Picture. A Historical, Practical, and Ethical Consideration.** 2024. Disponível em: <https://concept.unatcpres.ro/index.php/cpt/article/view/209..> Acesso em: 3 jul. 2025.
- SONG, Yang *et al.* **Score-Based Generative Modeling Through Stochastic Differential Equations.** 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2011.13456>. Acesso em: 8 jul. 2025.
- XING, Yazhou *et al.* **Seeing and Hearing: Open-domain Visual-Audio Generation with Diffusion Latent Aligners.** 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2402.17723>. Acesso em: 06 jul. 2025.
- XUE, Jinlong *et al.* **Auffusion: Leveraging the Power of Diffusion and Large Language Models for Text-to-Audio Generation.** 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2401.01044>. Acesso em: 06 jul. 2025.

Avaliação do ChatGPT como tutor clínico simulado no ensino do raciocínio diagnóstico em Quiropraxia: estudo exploratório baseado em casos clínicos simulados

Marcos Gonsalves¹, Juan Pablo Vallejo Bernal²

¹Universidade Feevale – Novo Hamburgo – RS – Brazil

²Instituto Tecnológico Metropolitano ITM – Medellín - Colômbia

Resumo: O raciocínio clínico é crucial na formação em Quiropraxia, porém difícil de desenvolver nos estágios iniciais. Este estudo exploratório avaliou o ChatGPT na formulação de hipóteses diagnósticas e condutas iniciais a partir da anamnese de sete casos fictícios musculoesqueléticos. O modelo, instruído a atuar como quiropraxista sênior, fez perguntas progressivas; suas respostas foram julgadas pela coerência, clareza e aderência às diretrizes profissionais. O ChatGPT identificou bem padrões simples, mas falhou diante de cenários complexos, oferecendo respostas genéricas e alguns diagnósticos incorretos quando exigida integração de múltiplas informações. Apesar dessas limitações, mostrou potencial como tutor simulado em situações de baixa complexidade, desde que usado com supervisão e integrado a estratégias pedagógicas seguras. Novos protocolos e estudos com amostras maiores são necessários para validar seu uso em larga escala.

Palavras-chave: inteligência artificial; ensino clínico; quiropraxia; ChatGPT.

Abstract: *Clinical reasoning is crucial to chiropractic training, but difficult to develop in the early stages. This exploratory study evaluated ChatGPT in formulating diagnostic hypotheses and initial management based on the anamnesis of seven fictional musculoskeletal cases. The model, instructed to act as a senior chiropractor, asked progressive questions; its*

responses were judged for coherence, clarity, and adherence to professional guidelines. ChatGPT identified simple patterns well, but failed in complex scenarios, providing generic answers and some incorrect diagnoses when integration of multiple information was required. Despite these limitations, it showed potential as a simulated tutor in low-complexity situations, provided it is used with supervision and integrated with sound pedagogical strategies. New protocols and studies with larger samples are needed to validate its use on a large scale.

Keywords: *artificial intelligence; clinical teaching; chiropractic; ChatGPT.*

1. Introdução

O desenvolvimento do raciocínio clínico representa um desafio constante nos cursos da área da saúde, incluindo a formação em Quiropraxia. Apesar de avanços na regulamentação e reconhecimento profissional em diversos países, ainda há lacunas significativas na uniformização curricular, no uso de metodologias ativas e na consolidação de uma cultura diagnóstica baseada em competências (Johnson et al., 2024; Who, 2005).

Estudos indicam que estudantes enfrentam dificuldades para transferir conhecimentos teóricos à prática clínica, especialmente nos estágios iniciais da formação (Nieuwenhuis, 2022). A falta de oportunidades de experiências reais ou simuladas limita o desenvolvimento de habilidades como anamnese, formulação de hipóteses e tomada de decisão terapêutica. Neste contexto, o uso de simulações clínicas tem ganhado espaço, mas sua adoção sistemática na Quiropraxia ainda é restrita.

Com o avanço das tecnologias baseadas em inteligência artificial, novas possibilidades pedagógicas têm sido propostas. Modelos como o ChatGPT permitem criar ambientes de aprendizagem simulada, com interações que favorecem a reflexão clínica, a formulação diagnóstica e o raciocínio sequencial, mesmo sem o uso de pacientes reais (Sallam, 2023; Malerbi et al., 2023). Apesar do interesse crescente, a aplicação dessa tecnologia na formação quiroprática ainda é pouco explorada.

Diante disso, este artigo propõe uma análise exploratória da performance do ChatGPT em simulações clínicas voltadas à Quiropraxia. O foco recai sobre sua capacidade de reconhecer padrões sintomáticos, propor hipóteses diagnósticas coerentes e sugerir condutas iniciais alinhadas às diretrizes profissionais, contribuindo assim para o aprimoramento do ensino clínico na área.

2. Objetivo

Analisar, de forma exploratória, a qualidade e a coerência das respostas geradas pelo modelo ChatGPT em simulações de casos clínicos aplicados à Quiropraxia. A proposta visa compreender a capacidade da ferramenta em reconhecer padrões clínicos, formular hipóteses diagnósticas plausíveis e propor condutas alinhadas às diretrizes da profissão, considerando diferentes perfis de pacientes simulados.

3. Fundamentação teórica

3.1 A formação clínica em Quiropraxia: desafios e lacunas

A formação clínica em Quiropraxia enfrenta desafios significativos relacionados à heterogeneidade curricular, à integração entre teoria e prática e à escassez de metodologias padronizadas de avaliação da competência clínica (Johnson et al., 2024; Nieuwenhuis, 2022). Essa desconexão contribui para o "knowing-doing gap", dificultando a transição do conhecimento teórico para a tomada de decisão clínica (Palmgren; Bolander Laksov, 2015).

Palmgren e Bolander Laksov (2015) destacam que os estudantes vivenciam inicialmente o ambiente educacional como parte de uma comunidade profissional, mas na etapa clínica essa experiência se torna mais isolada, com pouca articulação entre teoria e prática. A reconhecida falta de integração curricular reforça a necessidade de recursos pedagógicos inovadores, como simulações clínicas e ambientes digitais de aprendizagem.

Apesar do reconhecimento da Quiropraxia como profissão da saúde pela OMS (Who, 2005), muitas instituições de ensino ainda não

dispõem de estruturas adequadas para a formação baseada em competências (Johnson et al., 2024; McGregor; Giuliano, 2012).

3.2 Inteligência Artificial no ensino clínico da saúde

O uso de Inteligência Artificial (IA) na educação em saúde tem crescido, promovendo simulações clínicas digitais, aprendizado personalizado e apoio ao raciocínio diagnóstico (Sallam, 2023; Malerbi et al., 2023; Karalis et al., 2024).

Plataformas como o ChatGPT têm sido empregadas para exercitar habilidades cognitivas superiores, especialmente em estágios iniciais da formação, onde o contato com pacientes reais é limitado (masters, 2019). Segundo Piryani et al. (2023), o raciocínio clínico precisa ser ensinado de forma deliberada e supervisionada, com apoio de tecnologias que favoreçam a prática reflexiva.

No entanto, Rabaan et al. (2022) e Mitsala et al. (2021) alertam que esses modelos têm limitações, como a ausência de julgamento clínico contextualizado, podendo induzir a erros se utilizados sem orientação docente.

3.3 O ChatGPT como tutor clínico simulado

O ChatGPT, baseado na arquitetura Transformer, tem se destacado como tutor clínico artificial por sua capacidade de manter diálogos contextuais coerentes (sallam, 2023). A construção de prompts clínicos bem elaborados é essencial para garantir relevância pedagógica e segurança no uso educacional (Alongi et al., 2024).

Estudos como o de McGregor e Giuliano (2012) demonstram que simulações baseadas em manequins aumentam a satisfação estudantil e favorecem a consolidação da aprendizagem, sobretudo quando integradas ao currículo. O uso do ChatGPT como simulador textual amplia esse conceito para ambientes digitais, com acessibilidade e escalabilidade.

A utilização da IA como ferramenta de suporte não pretende substituir a supervisão humana, mas complementar a prática com experiências simuladas e interativas.

3.4 Estudos similares e lacuna na Quiropraxia

A IA tem sido amplamente empregada na formação em Medicina e Enfermagem (Sallam, 2023; Rabaan et al., 2022), mas ainda há poucos estudos que explorem seu uso em contextos quiropráticos (Palmgren; Bolander Laksov, 2015).

A ausência de investigações específicas nessa área representa uma lacuna relevante. McGregor e Giuliano (2012) sugerem que a introdução de simulações estruturadas em ambientes de aprendizagem quiroprática pode promover integração entre conteúdo básico e prática clínica.

Assim, estudos exploratórios como o presente são importantes para testar a viabilidade do uso do ChatGPT na formação clínica e contribuir para a inovação pedagógica na Quiropraxia.

4. Metodologia

Este estudo exploratório e qualitativo teve como objetivo avaliar a capacidade do modelo de linguagem ChatGPT em formular hipóteses diagnósticas e sugerir condutas iniciais com base em simulações clínicas voltadas à Quiropraxia. As simulações foram construídas exclusivamente com base na anamnese dos pacientes, sem acesso a exames físicos ou complementares.

Foram elaborados sete casos clínicos simulados, envolvendo condições comuns na prática quiroprática, como lombalgia, cervicalgia, disfunções articulares e síndromes musculoesqueléticas. Os casos foram redigidos por um pesquisador com formação em saúde, que assumiu o papel de "paciente simulado", representando perfis variados (adultos jovens, idosos, comorbidades, entre outros).

O modelo ChatGPT foi instruído a atuar como um quiropraxista experiente, com o uso de um prompt base estruturado com foco pedagógico. Esse prompt seguia princípios do modelo CRISPE e orientava o modelo a: (1) formular perguntas de maneira progressiva e objetiva; (2) adaptar a linguagem ao perfil do paciente; e (3) evitar conclusões diagnósticas prematuras.

As interações foram realizadas em português, utilizando a versão gratuita do ChatGPT 4.0, sem plugins ou extensões adicionais. Todas as conversas foram registradas integralmente para posterior análise qualitativa.

As respostas geradas pelo modelo foram avaliadas com base em cinco critérios: (1) clareza e progressão do raciocínio clínico; (2) adequação das perguntas formuladas; (3) coerência entre sintomas relatados e hipótese diagnóstica; (4) conduta proposta em conformidade com diretrizes profissionais; e (5) linguagem profissional e compreensível.

A partir dessa avaliação, cada caso foi classificado em uma das três categorias: (1) diagnóstico correto com justificativa plausível; (2) diagnóstico incompleto ou superficial; ou (3) diagnóstico incorreto ou inconclusivo.

5. Resultados

Os resultados obtidos com os sete casos simulados revelaram que o ChatGPT apresentou desempenho variável, com maior efetividade em casos de menor complexidade diagnóstica. Apenas um caso (ciatalgia clássica) foi corretamente diagnosticado, com raciocínio adequado, conduta compatível com a prática clínica e linguagem profissional. Nos demais, apesar da linguagem sempre apropriada, foram observados erros diagnósticos ou conclusões incompletas, mesmo quando a conduta sugerida era coerente com a apresentação sintomática.

Tabela 1. Desempenho do ChatGPT nos casos simulados

Caso	Diagnóstico	Raciocínio	Conduta	Justificativa
Neuropatia diabética	Errou	Bom	Bom	Muito bom
Enxaqueca (AVC)	Errou	Médio	Bom	Muito bom
Metástase pulmonar	Errou	Médio	Médio	Muito bom
Síndrome do desfiladeiro torácico	Errou	Médio	Bom	Muito bom
Ciatalgia clássica	Acertou	Bom	Bom	Muito bom
Disfunção sacroilíaca	Errou	Médio	Bom	Muito bom
Hérnia de disco cervical	Errou	Médio	Bom	Muito bom

Dos autores (2025)

No total, o modelo errou o diagnóstico em seis dos sete casos. Mesmo assim, demonstrou raciocínio clínico estruturado na maioria das interações, com perguntas relevantes e progressão coerente. A conduta proposta foi considerada adequada em quase todos os casos, o que indica que o modelo pode fornecer orientações iniciais plausíveis mesmo quando não identifica corretamente a causa principal do problema. A linguagem, em todos os casos, foi classificada como "muito boa", reforçando seu potencial como ferramenta pedagógica em ambientes simulados.

6. Discussão

Os resultados apontam que o ChatGPT demonstrou boa capacidade em reconhecer padrões clínicos e formular hipóteses diagnósticas plausíveis, especialmente em casos com sintomas bem delimitados. Tal desempenho está alinhado a estudos que destacam o potencial da IA no apoio ao raciocínio clínico (Karalis, 2024; Lazarus et al., 2024; Sallam, 2023).

Por outro lado, observou-se variação na qualidade das respostas conforme a especificidade das informações fornecidas, bem como episódios de "alucinações diagnósticas" – respostas verossímeis, mas incorretas (Rabaan et al., 2022; Karalis, 2024).

A discussão reforça a necessidade de que o uso do ChatGPT seja integrado a metodologias ativas com supervisão docente, evitando uso acrítico da tecnologia (Masters, 2019; Malerbi et al., 2023). Tal integração pode fortalecer o ensino clínico, sobretudo em instituições com limitações de acesso a pacientes.

Também se evidenciaram lacunas na padronização curricular em Quiropraxia, o que pode ser parcialmente suprido com o uso criterioso da IA (Johnson et al., 2024). Finalmente, ressaltam-se os cuidados éticos, como a transparência na tomada de decisões e a proteção de dados (Karalis, 2024; Malerbi et al., 2023).

7. Conclusão

Este estudo exploratório demonstrou que o ChatGPT apresenta potencial como ferramenta de apoio ao raciocínio clínico em ambientes educacionais voltados à formação em Quiropraxia. A partir da análise de simulações baseadas exclusivamente em história clínica, observou-se que o modelo foi capaz de formular hipóteses diagnósticas plausíveis e sugerir condutas iniciais condizentes com a prática clínica em diversos casos.

Apesar de seus acertos, o ChatGPT apresentou limitações relevantes, como a tendência a ignorar dados clínicos críticos, propor diagnósticos genéricos e incorrer em “alucinações” diagnósticas em situações mais complexas. Tais limitações reforçam a necessidade de que sua utilização seja supervisionada por docentes e integrada a metodologias pedagógicas que promovam o pensamento crítico e o julgamento clínico contextualizado.

Conclui-se que, embora o ChatGPT não substitua a experiência prática nem o raciocínio humano, seu uso como tutor clínico simulado pode contribuir significativamente para o desenvolvimento das competências diagnósticas em estudantes de Quiropraxia. Para isso, recomenda-se a criação de protocolos específicos de uso, adaptação dos prompts à realidade da profissão e novos estudos que validem sua eficácia em contextos educacionais ampliados.

Referências

- Johnson, C. D., Ammendolia, C., Bussi res, A. E., Côté, P., De Carvalho, D. E., Kawchuk, G., ... & Schneider, M. J. (2024). Global status of chiropractic education research: A scoping review protocol. *JB1 Evidence Synthesis*, 22(7), 1401–1407. <https://doi.org/10.11124/JBIES-23-00226>
- Karalis, V. D., Vasileiou, P., Tsiamaki, E., Bekiari, E., & Karalis, G. (2024). The integration of artificial intelligence into clinical practice: Challenges, opportunities, and future perspectives. *BMC Medical Education*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06201-8>

- Lazarus, M. D., Truong, M., Douglas, P., & Selwyn, N. (2022). Artificial intelligence and clinical anatomical education: Promises and perils. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 249–262. <https://doi.org/10.1002/ase.2221>
- Masters, K. (2019). Artificial intelligence in medical education. *Medical Teacher*, 41(9), 976–980. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2019.1595557>
- Malerbi, D. A., Damasceno, M. R., Bastos, R. R., Nogueira, A. A., & Tavares, M. C. (2023). Artificial intelligence in medical education: A scoping review. *Medical Education*, 57(12), 1163–1173. <https://doi.org/10.1111/medu.15878>
- Rabaan, A. A., Al-Ahmed, S. H., AlMatrafi, M. J., Alhumaid, S., Al-Tawfiq, J. A., & Al-Omari, A. (2022). Artificial intelligence applications and challenges in medical education: A review. *Healthcare*, 10(2), 252. <https://doi.org/10.3390/healthcare10020252>
- Sallam, M. (2023). ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: Systematic review on the promising perspectives and valid concerns. *Healthcare*, 11(6), 887. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- World Health Organization. (2005). WHO guidelines on basic training and safety in chiropractic. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43352>
- Alongi, M., Bevilacqua, F., Casella, C., ... & Giordano, G. (2024). Digital education for the deployment of artificial intelligence in clinical practice: A scoping review. *Frontiers in Digital Health*. <https://doi.org/10.2196/43333>
- McGregor, M., & Giuliano, D. (2012). Manikin-based clinical simulation in chiropractic education. *Journal of Chiropractic Education*, 26(1), 14–23. <https://doi.org/10.7899/1042-5055-26.1.14>

- Mitsala, A., Koulocheri, D., & Zarifis, G. K. (2021). Artificial intelligence in medical training: Risks and promises. *Journal of Medical Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01725-1>
- Nieuwenhuis, H. (2023). Chiropractic students' perception and practice of patient education on management of musculoskeletal conditions at a tertiary education teaching clinic (Doctoral dissertation). <https://doi.org/10.51415/10321/4913>
- Palmgren, P. J., & Bolander Laksov, K. (2015). Exploring chiropractic students' experiences of the educational environment. *BMC Medical Education*, 15, 128. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0417-z>
- Piryani, R. M., Piryani, S., & Bhattarai, M. (2023). Teaching clinical reasoning skills to medical students in South Asia. *Journal of Gandaki Medical College*, 16(2), 64–65. <https://doi.org/10.3126/jgmcn.v16i2.60333>

Proposta de um Sistema de IA para Prescrição Segura de Treinos de Musculação Baseado em Anamnese Digital: Uma Revisão e Proposta Conceitual

Guilherme Klein Klug

Abstract. *This paper reviews the applications of Artificial Intelligence (AI) in healthcare and proposes a conceptual adaptation of these techniques for the safe prescription of weight-training workouts. Based on works such as Kaia Health [3], which uses Natural Language Processing (NLP) to interpret descriptions of physical conditions, the architecture of a hypothetical system is outlined. This system would integrate a digital anamnesis form with an NLP model and a database of exercises and contraindications, aiming to fill a gap identified in the literature for the gym context. The potential, challenges, and ethical aspects of such development are discussed.*

Resumo. Este artigo realiza uma revisão das aplicações de Inteligência Artificial (IA) na área da saúde e propõe uma adaptação conceitual dessas técnicas para o contexto da prescrição segura de treinos de musculação. Com base em trabalhos como o da Kaia Health [3], que utiliza Processamento de Linguagem Natural (PLN) para interpretar descrições de condições físicas, delineia-se a arquitetura de um sistema hipotético. Este sistema integraria um formulário de anamnese digital com um modelo de PLN e um banco de dados de exercícios e contraindicações, visando preencher uma lacuna identificada na literatura para o contexto de academias. Discute-se o potencial, os desafios e os aspectos éticos de tal desenvolvimento.

1. Introdução

A prescrição inadequada de exercícios é reconhecida como um fator significativo para o surgimento de lesões musculoesqueléticas em

ambientes de academia, especialmente entre iniciantes [1, 2]. Este artigo tem como objetivo principal realizar uma revisão de literatura sobre soluções de IA aplicadas a contextos de saúde semelhantes e, a partir dela, elaborar uma proposta conceitual para um sistema destinado especificamente à prescrição de musculação. O trabalho se inspira na abordagem de sistemas como o desenvolvido pela Kaia Health [3] para fisioterapia, adaptando-a para um novo domínio.

2. Revisão da Literatura e Fundamentação

2.1. A Lacuna na Prescrição Personalizada

A literatura aponta consistentemente para a falta de ferramentas escaláveis que permitam uma avaliação individualizada precisa nas academias [1, 2]. Instrutores, frequentemente sobrecarregados, não dispõem de tempo para realizar anamneses detalhadas com cada aluno, resultando em prescrições genéricas que ignoram históricos de lesões, dores crônicas e outras limitações individuais.

2.2. O Estado da IA para Prescrição de Exercícios

Sistemas pioneiros, como o da Kaia Health [3], demonstram a viabilidade do uso de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para interpretar descrições textuais de condições físicas de pacientes, convertendo-as em dados estruturados. Outros trabalhos, como os de Silva et al. [4] e Santos et al. [5], validaram a superioridade de abordagens híbridas, que combinam modelos de machine learning (como Random Forests) com regras de segurança baseadas em diretrizes clínicas consolidadas (ex.: ACSM [6]), para tarefas de recomendação e filtragem de risco. A sinergia entre a capacidade de generalização dos modelos e a precisão das regras mostrou-se eficaz em reduzir falsos positivos.

3. Proposta Conceitual do Sistema

Com base na revisão realizada, propõe-se a arquitetura conceitual de um sistema destinado ao contexto de academias. O objetivo é servir como um roteiro para desenvolvimento futuro, detalhando os módulos necessários e suas interações.

3.1. Módulo de Coleta de Dados (Anamnese Digital)

A interface do sistema seria um formulário digital, acessível via web ou aplicativo, dividido em:

Campos Estruturados: Histórico médico (doenças, cirurgias, medicamentos), experiência prévia com exercício, objetivos.

Campo de Texto Livre: Para que o usuário descreva, com suas próprias palavras, dores, desconfortos e limitações (ex.: "sinto uma pontada no ombro quando levanto peso acima da cabeça").

3.2. Módulo de Processamento e Núcleo de IA

Este é o cerne da proposta, composto por:

1. Componente de PLN: Utilizaria um modelo como o BERTimbau [3], fine-tuned para o português, para extrair entidades do texto livre:

- Localização anatômica (e.g., "ombro", "lombar").
- Intensidade e natureza da dor (e.g., "pontada", "dor leve").
- Gatilhos (e.g., "ao agachar", "quando levanto o braço").

2. Componente de Classificação de Risco: Um classificador (e.g., Random Forest) receberia as entidades extraídas, combinadas com os dados estruturados (idade, IMC, experiência), para atribuir um perfil de risco ao usuário.

3. Módulo de Regras de Segurança: Um conjunto de regras baseadas em diretrizes (ex.: ACSM [6]) e conhecimento especializado filtraria o banco de dados de exercícios, eliminando aqueles contraindicados para o perfil identificado. Este módulo garante um piso de segurança.

3.3. Módulo de Saída e Banco de Dados

- Banco de Dados de Exercícios: Um repositório fundamental, que deveria conter centenas de exercícios catalogados com seus músculos-alvo, instruções de execução e, crucialmente, contraindicações associadas a condições específicas.

- Prescrição Final: O sistema geraria um plano de treino personalizado, substituindo exercícios de risco por alternativas seguras, e fornecendo

justificativas técnicas para cada adaptação, aumentando a transparência e a confiança do usuário.

4. Discussão: Potencial, Desafios e Considerações Éticas

4.1. Potencial Impacto

Um sistema como o proposto tem o potencial de:

- Aumentar a segurança dos praticantes de musculação, especialmente iniciantes.
- Funcionar como uma ferramenta de apoio à decisão para instrutores, agilizando o processo de prescrição.
- Democratizar o acesso a orientação mais personalizada.

4.2. Desafios e Limitações Enfrentados

A implementação prática desta proposta esbarraria em vários desafios:

- Qualidade dos Dados Textuais: A performance do sistema depende criticamente da riqueza e detalhe das descrições fornecidas pelos usuários.
- Construção do Banco de Dados: Compilar e curar um banco de dados de exercícios com contraindicações validadas é uma tarefa monumental que exige colaboração com profissionais de educação física e saúde.
- Viés e Generalização: Um sistema treinado com dados de uma região ou perfil demográfico específico pode não generalizar bem para outras populações.

4.3. Considerações Éticas

- Responsabilidade: O sistema deve ser encarado como uma ferramenta de apoio, e não um substituto para o julgamento de um profissional qualificado.
- Privacidade de Dados: Dados de saúde são sensíveis. Sua coleta e processamento devem seguir rigorosamente leis como a LGPD, garantindo anonimização e segurança.

- Transparência: O usuário deve ser informado sobre como seus dados são utilizados e o sistema deve ser capaz de explicar, em termos compreensíveis, o motivo de uma recomendação.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou uma proposta conceitual para um sistema de IA destinado à prescrição segura de treinos de musculação, baseada em uma revisão de literatura sobre aplicações similares em saúde. A arquitetura detalhada serve como um mapa para pesquisas e desenvolvimentos futuros. Como próximos passos naturais para materializar esta proposta, devemos realizar a construção e validação de um banco de dados de exercícios robusto e clinicamente fundamentado.

Em seguida desenvolver de um protótipo do módulo de PLN, com fine-tuning em um corpus de termos de musculação e queixas comuns.

E por fim realizar estudos de viabilidade e usabilidade em parceria com academias e profissionais da área.

Referências

- [1] Andreoli, C. V. et al. (2021). Lesões musculoesqueléticas em academias: análise epidemiológica de 1.200 casos. Revista Brasileira de Medicina do Esporte.
- [2] Nguyen, T. et al. (2022). AI-Based Injury Prediction in Sports: A Systematic Review. Journal of Sports Science and Medicine.
- [3] Kaia Health. (2024). White Paper: NLP in Physiotherapy. Disponível em: [link]
- [4] Silva, P. et al. (2023). Rule-Based Exercise Prescription Systems: Limitations and Opportunities. Journal of Medical Systems.
- [5] Santos, M. et al. (2022). Deep Learning for Injury Prevention in Gym Environments. IEEE Transactions on Biomedical Engineering.
- [6] ACSM. (2022). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.

Aprendizado Autodirigido com LLMs: Um Relato sobre Análise de Métricas Web

Luccas C. Specht

Abstract: This article presents an experience report on the use of Large Language Models (LLMs) as a support tool for self-directed learning. We explore how tools like ChatGPT were used in the author's daily routine to learn new technical topics, with an emphasis on analyzing data generated by web performance metric tools such as Core Web Vitals. The study discusses the benefits, limitations, and effective strategies identified throughout the process, highlighting the potential of LLMs as personalized mentors for continuous learning.

Resumo: Este artigo apresenta um relato de experiência sobre o uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) como ferramenta de apoio ao aprendizado autodirigido. Exploramos como ferramentas como o ChatGPT foram utilizadas no cotidiano do autor para aprender novos tópicos técnicos, com ênfase na análise de dados gerados por ferramentas de métricas de desempenho web, como o Core Web Vitals. O estudo discute os benefícios, limitações e estratégias eficazes identificadas durante o processo, destacando o potencial dos LLMs como mentores personalizados para aprendizado contínuo.

Introdução

O aprendizado autodirigido, caracterizado pela autonomia e iniciativa do indivíduo em seu processo de aquisição de conhecimento, tem ganhado crescente destaque na era digital. Diante da ampla disponibilidade de informações e da acelerada evolução tecnológica, a capacidade de aprender de forma independente e contínua tornou-se uma competência essencial para profissionais de diversas áreas.

Nesse cenário, o surgimento e a popularização dos Modelos de Linguagem de Grande Escala (Large Language Models – LLMs), como o ChatGPT, têm ampliado as possibilidades de suporte a esse tipo de aprendizagem, oferecendo novos meios de interação e construção de conhecimento [1][2].

Tradicionalmente, o aprendizado de tópicos técnicos, especialmente aqueles que envolvem análise de dados e métricas

complexas, demanda significativa dedicação à pesquisa em múltiplas fontes, prática intensiva e, em muitos casos, orientação especializada. No entanto, o acesso a tais recursos pode ser limitado, tornando o processo mais lento e desafiador. A capacidade dos LLMs de gerar respostas contextualizadas e linguisticamente coerentes os posiciona como potenciais facilitadores desse processo, atuando como mentores personalizados e fontes de informação acessíveis para o aprendizado autodirigido [3][4].

Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a utilização de LLMs — em especial o ChatGPT — como ferramenta de apoio ao aprendizado autodirigido. O foco da experiência está centrado na aquisição de conhecimentos técnicos relacionados à análise de dados provenientes de métricas de desempenho web, com ênfase nas Core Web Vitals. Trata-se de um conjunto de indicadores proposto pelo Google para avaliar a experiência do usuário em páginas web, abrangendo aspectos como tempo de carregamento, interatividade e estabilidade visual [5][6]. A compreensão e otimização dessas métricas são cruciais para o sucesso de websites contemporâneos, uma vez que impactam diretamente a experiência do usuário e o posicionamento em mecanismos de busca [7][8].

Por meio deste relato, discutem-se os benefícios percebidos, as limitações encontradas e as estratégias eficazes adotadas para maximizar o potencial dos LLMs como ferramentas de apoio à aprendizagem. O objetivo é fornecer subsídios práticos a aprendizes autodirigidos e pesquisadores interessados no papel dessas tecnologias no desenvolvimento de competências técnicas.

Referencial Teórico

O aprendizado autodirigido (Self-Directed Learning - SDL) é um processo no qual o indivíduo assume a iniciativa e a responsabilidade por seu próprio aprendizado, incluindo a identificação de necessidades, a formulação de objetivos, a seleção de recursos e estratégias, e a avaliação dos resultados [9]. Em um mundo em constante mudança, a capacidade de engajar-se em SDL é fundamental para o desenvolvimento profissional contínuo e a adaptação a novas demandas de conhecimento. Os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) representam um avanço significativo no campo da Inteligência Artificial, sendo capazes de compreender, gerar e interagir com a linguagem humana de forma sofisticada [10]. Ferramentas como o ChatGPT,

baseadas em arquiteturas de transformadores, demonstraram habilidades impressionantes em tarefas como sumarização, tradução, geração de código e resposta a perguntas, tornando-se recursos valiosos para a exploração de novos conhecimentos [11]. A interseção entre LLMs e aprendizado autodirigido tem sido objeto de crescente interesse. Estudos recentes indicam que as ferramentas de IA generativa, incluindo LLMs, mostram grande potencial para apoiar o SDL, atuando como tutores virtuais, fornecendo explicações, sugerindo recursos e auxiliando na resolução de problemas [1][2]. A personalização do aprendizado, um dos pilares do SDL, pode ser significativamente aprimorada pela capacidade dos LLMs de adaptar suas respostas e o conteúdo às necessidades e ao estilo de aprendizado de cada usuário [3][13]. No contexto da análise de dados, especialmente em áreas técnicas como o desempenho web, os LLMs podem atuar como assistentes inteligentes. As Core Web Vitals (CWV) – Largest Contentful Paint (LCP), Interaction to Next Paint (INP) e Cumulative Layout Shift (CLS) – são métricas essenciais para avaliar a experiência do usuário e o desempenho de websites [8]. A análise e otimização dessas métricas frequentemente envolvem a interpretação de grandes volumes de dados e a compreensão de conceitos técnicos complexos. LLMs podem auxiliar na explicação dessas métricas, na interpretação de relatórios de desempenho e na sugestão de otimizações de código ou infraestrutura.[14]

Em suma, o referencial teórico aponta para o potencial dos LLMs como ferramentas transformadoras no aprendizado autodirigido, especialmente em domínios técnicos que exigem análise de dados complexos, como as Core Web Vitals. A capacidade de fornecer suporte personalizado e acesso facilitado a informações relevantes posiciona os LLMs como aliados poderosos para o desenvolvimento contínuo de habilidades.

Materiais e Métodos

O presente relato de experiência fundamenta-se na trajetória do autor na utilização de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), com ênfase no ChatGPT, como instrumento de apoio ao aprendizado autodirigido. A metodologia adotada baseou-se na observação participante e na análise reflexiva das interações estabelecidas com a ferramenta, ao longo de um período dedicado ao estudo de métricas de desempenho web, com foco nas Core Web Vitals. Core Web Vitals.

Cenário de Aplicação

O presente estudo foi conduzido em um contexto de aprendizado autodirigido voltado à aquisição de conhecimentos técnicos relacionados à otimização de websites, com ênfase na compreensão e aprimoramento das métricas Core Web Vitals. O autor, embora detentor de conhecimentos prévios em desenvolvimento web, não possuía expertise aprofundada em análise de desempenho e interpretação de dados vinculados às CWV. Nesse contexto, o ChatGPT foi empregado como recurso central de apoio ao processo de aprendizagem, desempenhando os seguintes papéis:

- **Compreensão de Conceitos:** Obtenção de explicações detalhadas a respeito de métricas como Largest Contentful Paint (LCP), Interaction to Next Paint (INP), Cumulative Layout Shift (CLS), Total Blocking Time (TBT), Time To First Byte (TTFB) e outros termos técnicos relacionados.
- **Interpretação de Relatórios:** Apoio na análise e interpretação de dados e gráficos gerados por ferramentas como PageSpeed Insights, Lighthouse e Web Page Test.
- **Sugestão de Otimizações:** Geração de recomendações e exemplos de código voltados à melhoria do desempenho de páginas web, com base nas diretrizes estabelecidas pelas métricas da Core Web Vitals.
- **Resolução de Problemas:** Apoio na depuração de problemas de desempenho específicos, como a identificação de tarefas longas que afetam o tempo de bloqueio total (TBT) e a análise de interações lentas que impactam a métrica INP, sugerindo estratégias para reduzir atrasos na resposta aos eventos do usuário.

Interações com o LLM (ChatGPT)

As interações realizadas com o ChatGPT ao longo do processo foram registradas e posteriormente categorizadas para fins de análise qualitativa. As estratégias empregadas incluíram:

- **Formulação de Perguntas Diretas:** Questionamentos específicos acerca de conceitos, definições técnicas e boas práticas.
- **Solicitação de Explicações:** Pedidos para a apresentação de conteúdos complexos de forma acessível, frequentemente acompanhados de analogias ou exemplos práticos.
- **Construção de Cenários:** Descrição de situações reais ou simuladas com o intuito de obter sugestões de abordagem, análise ou solução.

- **Revisão e Refinamento de Conteúdo:** Submissão de trechos de código ou descrições técnicas para revisão, explicação ou otimização.

Avaliação da Eficácia

A eficácia do ChatGPT como ferramenta de apoio ao aprendizado autodirigido foi avaliada com base em critérios qualitativos, definidos a partir da experiência do autor, tais como:

- **Clareza e Precisão das Respostas:** Análise da coerência, completude e correção técnica das informações fornecidas pela ferramenta.
- **Relevância do Conteúdo:** Verificação do alinhamento das respostas em relação às demandas e objetivos de aprendizado identificados.
- **Capacidade de Aprofundamento:** Observação da capacidade do LLM de fomentar o raciocínio investigativo, a curiosidade e a busca por fontes complementares.
- **Redução Percebida no Tempo de Aprendizado:** Consideração subjetiva da agilidade no processo de aquisição de conhecimento, especialmente quando comparado a métodos tradicionais de pesquisa e estudo.

Limitações

Cabe ressaltar que este estudo se configura como um relato de experiência individual, e, portanto, suas conclusões não devem ser generalizadas sem a devida cautela. A efetividade do uso de LLMs pode variar em função de fatores como o grau de familiaridade prévia do usuário com os temas abordados, a complexidade dos tópicos explorados e a qualidade das interações estabelecidas. Ademais, a eventual dependência excessiva da ferramenta, sem a devida validação cruzada das informações obtidas, pode resultar na assimilação de dados imprecisos, desatualizados ou enviesados.

Resultados e Discussão

A experiência de utilizar LLMs como ferramenta de apoio ao aprendizado autodirigido, com foco nas métricas de Core Web Vitals, revelou uma série de benefícios e desafios, bem como estratégias eficazes para maximizar seu aprendizado.

Benefícios Identificados

- **Acesso Imediato a Informações:** A principal vantagem foi a capacidade de obter respostas rápidas e diretas para dúvidas específicas, eliminando a necessidade de extensas buscas em múltiplas fontes. Isso acelerou significativamente o processo de compreensão de conceitos e a resolução de problemas.
- **Explicações Personalizadas e Simplificadas:** O LLM demonstrou habilidade em adaptar a complexidade das explicações ao nível de compreensão do autor, utilizando analogias e exemplos práticos que facilitaram a assimilação de tópicos complexos, como a otimização do INP por meio de funções assíncronas.

Limitações e Desafios

- **Alucinações e Informações Desatualizadas:** Em alguns momentos, o LLM forneceu informações incorretas ou desatualizadas, especialmente em relação a mudanças recentes nas diretrizes das Core Web Vitals. Isso reforça a necessidade de validação cruzada das informações com fontes oficiais
- **Falta de Contexto Profundo:** Embora o LLM seja excelente em fornecer explicações, ele não possui a capacidade de compreender o contexto específico de um projeto ou a nuance de um problema de forma tão aprofundada quanto um especialista humano. Isso exigiu que o autor fornecesse prompts muito detalhados e específicos.

Referências

Generative AI in Self-Directed Learning: A Scoping Review (2024). Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2411.07677> Acesso em: 10 jul. 2025.

Large Language Models Will Change The Way Children Think About Technology And Impact Every Interaction Paradigm (2025). Disponível em: <https://arxiv.org/html/2504.13667v1> Acesso em: 10 jul. 2025.

The role of large language models in personalized learning (Springer, 2025). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-01094-z> em: 10 jul. 2025.

Reconceptualizing Self-Directed Learning in the Era of Generative AI (Purdue University). Disponível em

<https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=edcipubs> em: 13 jul. 2025.

Understanding Core Web Vitals and Google search results (Google Developers). Disponível em: <https://developers.google.com/search/docs/appearance/core-web-vitals> em: 13 jul. 2025.

Web Vitals | Articles - web.dev (Google Developers). Disponível em: <https://web.dev/articles/vitals> em: 13 jul. 2025.

Core Web Vitals: How to measure and improve your site's UX (Search Engine Land). Disponível em: <https://searchengineland.com/guide/core-web-vitals> em: 13 jul. 2025.

The Most Important Core Web Vitals Metrics in - NitroPack (NitroPack). Disponível em: <https://nitropack.io/blog/post/most-important-core-web-vitals-metrics> em: 13 jul. 2025.

Assessing the effectiveness of self-directed learning as a teaching intervention in urban planning education. Disponível em: <https://jpaap.ac.uk/JPAAP/article/view/632> em: 13 jul. 2025.

ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266734522300024X> em: 13 jul. 2025.

Examination of ChatGPT's Performance as a Data Analysis Tool - PMC (PMC,). Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11696938/> em: 13 jul. 2025.

Embracing Artificial Intelligence to Improve Self- Directed Learning (ERIC). Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1417288.pdf> em: 13 jul. 2025.

Large language models for whole-learner support (Frontiers). Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence/articles/10.3389/frai.2024.1460364/full> em: 13 jul. 2025.

I asked ChatGPT to improve our website's Core Web Vitals. Here's what happened next. (Blue Triangle). Disponível em: <https://bluetriangle.com/blog/can-chatgpt-help-improve-core-web-vitals-heres-what-it-can-and-cant-do> em: 13 jul. 2025.

Encerramento

Agradecemos a todos os participantes, autores e apoiadores que contribuíram para o sucesso deste evento.

Para mais informações, acesse o site oficial ou entre em contato com a organização.

FUI

PARA

O BAR!

bar