

OS IMPACTOS DO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA EMPRESAS DE PEQUENO PORTE

Guilherme Antônio Ramos da Silva.¹
Lacordaire Kemel Pimenta Cury.²

Data de aprovação: 24/06/2024.

Data de submissão: 12/07/2024

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo investigar o potencial e os desafios da aplicação da Inteligência Artificial (IA) na análise preditiva em Empresas de Pequeno Porte (EPPs). Por meio de uma revisão bibliográfica, explorou-se como a IA pode promover a otimização de processos, a personalização da experiência do cliente e a tomada de decisão estratégica. A pesquisa abordou os benefícios da IA em áreas cruciais para o varejo, como gestão de estoque, previsão de demanda, segmentação de clientes e detecção de fraudes, utilizando exemplos de ferramentas e técnicas como *Machine Learning*, *Deep Learning* e Processamento de Linguagem Natural. No entanto, o estudo também identificou os desafios enfrentados pelas EPPs na adoção da IA incluindo a escassez de recursos financeiros e humanos qualificados, a falta de maturidade em relação à gestão de dados, a resistência à mudança cultural e a escassez de pesquisas aplicadas sobre o tema no contexto brasileiro. A análise da literatura revela uma lacuna significativa em estudos de caso e pesquisas empíricas que investiguem a realidade da aplicação de IA em EPPs varejistas no Brasil. O trabalho concluiu que, apesar dos desafios, a IA apresenta um potencial transformador para as EPPs do varejo, e a superação dos obstáculos existentes é crucial para que essas empresas prosperem em um cenário cada vez mais digital e competitivo.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Empresas de pequeno porte. Análise Preditiva.

ABSTRACT

This work aims to investigate the potential and challenges of applying Artificial Intelligence (AI) in predictive analysis in Small Businesses (EPPs). Through a literature review, we explored how AI can promote process optimization, personalization of the customer experience and strategic decision making. The research addressed the benefits of AI in crucial areas for retail, such as inventory management, demand forecasting, customer segmentation and fraud detection, using examples of tools and techniques such as Machine Learning, Deep Learning, and Natural Language Processing. However, the study also identifies the challenges faced by SMEs in adopting AI, including the scarcity of financial resources and qualified personnel, the lack of maturity in data management, resistance to cultural change, and the scarcity of applied research on the subject in the Brazilian context. The literature analysis reveals a significant gap in case studies and empirical research investigating the reality of AI application in retail SMEs in Brazil. The work has concluded that, despite the challenges, AI presents a transformative potential for retail SMEs, and overcoming existing obstacles is crucial for these companies to thrive in an increasingly digital and competitive landscape.

Key Words: Artificial Intelligence. Small Companies. Predictive Analytics.

1. INTRODUÇÃO

¹ Graduando em sistemas de Informação. E-mail: guilherme.antonio@estudante.ifgoiano.edu.br

² Pós-Doutorado em Gestão Organizacional, Professor no Instituto Federal Goiano - Campus Avançado Catalão. E-mail: lacordaire.curry@ifgoiano.edu.br.

Em um cenário de crescente competitividade, as Empresas de Pequeno Porte³ enfrentam o desafio constante de otimizar seus processos, aumentar a eficiência e garantir sua sustentabilidade a longo prazo. A busca por soluções inovadoras que possibilitem a identificação de gargalos e ineficiências nos fluxos de trabalho torna-se crucial para o sucesso dessas empresas. Nesse contexto, a Inteligência Artificial⁴, definida como a ciência e a engenharia voltada para a construção de máquinas inteligentes, especialmente aplicações inteligentes surge como uma ferramenta com alto potencial para auxiliar na gestão e tomada de decisão. (McCarthy, 2007).

A análise preditiva, um ramo da IA que utiliza dados históricos para identificar padrões e tendências, visando realizar previsões sobre eventos futuros (Shmueli 2011 predictive), tem se mostrado promissora na identificação de gargalos e ineficiências em fluxos de trabalho. A análise preditiva, portanto, é uma técnica de análise de dados que utiliza métodos estatísticos e algoritmos de aprendizado de máquina para prever eventos futuros ou comportamentos baseados em dados históricos e atuais. Essa abordagem tem se tornado cada vez mais importante em diversas áreas, como negócios, saúde, finanças, marketing e muitas outras, devido à crescente disponibilidade de dados e ao avanço das tecnologias de processamento de dados. Através da apreciação de dados, a análise preditiva pode auxiliar as EPPs na antecipação de problemas, otimização de processos e alocação eficiente de recursos. As EPPs, contudo, demonstram resistência à adoção de novas tecnologias, incluindo a análise preditiva. Fatores como a falta de conhecimento técnico, receio de altos custos de implementação e a insegurança em relação à adaptação da equipe às novas ferramentas digitais contribuem para a hesitação na incorporação de soluções tecnológicas. Essa resistência pode ser prejudicial para as empresas, limitando seu potencial de crescimento e competitividade em um mercado cada vez mais digitalizado e orientado por dados. (Rodrigues; Guimarães Júnior, 2021).

Stefanini (2018) argumenta que a integração da IA em contextos empresariais pode gerar resultados positivos tanto em termos de eficiência quanto de economicidade. A autora destaca a capacidade da IA em reduzir custos operacionais e aumentar a produtividade, otimizando o fluxo de trabalho e elevando a precisão e a qualidade na execução de tarefas. A minimização de erros, viabilizada pela aplicação da IA, contribui para a redução de desperdícios de recursos e tempo, otimizando o uso de capital humano e material.

Portanto, este artigo tem por objetivo analisar o potencial do uso de sistemas de IA para análise preditiva na identificação de gargalos e ineficiências em EPPs e, para isso serão explorados os benefícios da análise preditiva para a otimização de processos, ainda que as EPPs frequentemente apresentem resistência à implementação de tais ferramentas. O estudo visa contribuir para a compreensão de como a IA pode auxiliar na gestão de EPPs, impulsionando sua eficiência e competitividade no mercado.

Esta pesquisa foi baseada em uma revisão bibliográfica sistemática; vale aqui ressaltar a imensa dificuldade para garimpar material visto que é um tema muito pouco discutido e estudado; com o objetivo principal de analisar as vantagens e desvantagens da utilização de inteligência artificial para análise preditiva na identificação de gargalos e ineficiências em fluxos de trabalho de empresas de pequeno porte com foco no setor de comércio varejista. Por conta dessa dificuldade em obter material para embasamento teórico, empresas, como exemplo a Microsoft, foram excluídas dessa pesquisa, já que não havia material suficiente para tal análise.

³ Podendo ser citado apenas como EPPs.

⁴ Podendo ser citado apenas como IA.

2. A IMPORTÂNCIA DO USO DA IA, SUAS VANTAGENS E DESVANTAGENS

2.1 Materiais e métodos

Para que essa pesquisa fosse realizada o levantamento bibliográfico foi o primeiro passo como objetivo. Após o levantamento de dados a partir das palavras chaves e a delimitação do tempo, optamos por selecionar bibliografias mais relevantes para o tema deste estudo. Foi realizada uma análise pelos títulos de todos os trabalhos encontrados, excluindo-se aqueles que não sugerem vinculação entre as expressões citadas. A busca por artigos científicos para o presente trabalho foi realizada nas bases de dados SciELO, Google acadêmico, IEEE explore e Portal Sebrae, utilizando as seguintes palavras-chave, em português e inglês: “inteligência artificial”, “análise preditiva”, “pequenas empresas”, “IA no comércio”, “indústria 4.0”, “Transformação digital”, e “Transformação digital na pandemia”. Como critério de seleção foram escolhidos artigos que focavam no uso de IA para empresas de pequeno porte, uso de IA e análise preditiva no contexto comercial, vantagens e desvantagens do uso de tecnologia nas empresas. Usamos critérios para exclusão de artigos que não focavam em EPPs e que abordavam outros tipos de inteligência artificial. A próxima seção apresentada traz os conceitos relevantes como embasamento teórico da pesquisa.

2.2 Quais empresas são consideradas de pequeno porte?

No contexto brasileiro, as Empresas de Pequeno Porte são definidas legalmente com base em seu faturamento anual. Segundo a Lei Complementar n.º 123/2006, EPPs são aquelas empresas que apresentam receita bruta anual superior a R\$ 360.000,00 e igual ou inferior a R\$ 4.800.000,00. Essa classificação legal delimita um conjunto específico de empresas que, embora não se enquadrem na categoria de microempresas, ainda assim possuem porte relativamente menor em comparação a grandes corporações. (BRASIL, 2006). Essa definição legal, contudo, não engloba as particularidades e os desafios enfrentados pelas EPPs, aspectos frequentemente explorados na literatura. O SEBRAE (2023) argumenta que a classificação de EPPs deve considerar não apenas o faturamento, mas também outros fatores como número de funcionários, estrutura organizacional e setor de atuação. Essas variáveis adicionais contribuem para uma compreensão mais completa do universo das EPPs e de seus desafios específicos. (SEBRAE, 2023).

Para além da definição do que são EPPs, outro fator a ser considerado é que a pandemia da COVID-19⁵ acelerou a necessidade de transformação digital em diversos setores, incluindo as micro e pequenas empresas (MPEs), visto que, por conta da doença, as pessoas tiveram que manter distanciamento e até isolamento social para que não fossem contaminadas com o vírus da COVID-19. Entretanto, a resistência à adoção de novas tecnologias permanece um desafio significativo para as EPPs, impactando seu desenvolvimento e competitividade. Conforme observado por Rodrigues e Guimarães Júnior (2021) fatores como a falta de conhecimento técnico, receio de altos custos de implementação e a insegurança em relação à

⁵ A pandemia de COVID-19, também conhecida como pandemia de coronavírus, é uma pandemia da doença por coronavírus 2019 (COVID-19), causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2). O vírus foi identificado pela primeira vez a partir de um surto em Wuhan, China, em dezembro de 2019. Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou o surto como Emergência de Saúde Pública de Âmbito Internacional (PHEIC) e, em 11 de março de 2020, como pandemia.

adaptação da equipe às novas ferramentas digitais, contribuem para a hesitação na incorporação de soluções tecnológicas.

Essa resistência pode ser prejudicial para as EPPs, especialmente em um cenário de rápidas mudanças tecnológicas e demandas do mercado. A transformação digital, impulsionada por soluções como plataformas de e-commerce, mídias sociais, sistemas de gestão integrados e ferramentas de análise de dados, oferece oportunidades significativas para as EPPs expandirem seu mercado, otimizarem processos, melhorarem o relacionamento com o cliente e se tornarem mais competitivas. A recusa em se adaptar às novas tecnologias pode resultar em perda de mercado, dificuldade em acompanhar as demandas do consumidor moderno e, conseqüentemente, comprometer a longevidade do negócio (Rodrigues; Guimarães Júnior, 2021).

2.3 Inteligência Artificial

A IA consiste em um campo da ciência da computação que se dedica a desenvolver máquinas capazes de executar tarefas que, normalmente, exigem a inteligência humana. Essa área, vasta e complexa, engloba a criação de algoritmos e sistemas que permitem aos computadores aprenderem com dados, identificar padrões, tomar decisões e interagir com o mundo similarmente à humana. (Peter Norvig, 2003). Essa busca incessante por máquinas capazes de competir com o pensamento humano impulsionou a pesquisa e o desenvolvimento de diversas abordagens e técnicas de IA. Dentre os avanços mais notáveis nesse campo, destacam-se as redes neurais artificiais, algoritmos de aprendizado de máquina e sistemas especialistas (Poole; Mackworth, 2010).

As redes neurais são definidas como sistemas computacionais inspirados na estrutura e funcionamento do cérebro humano, já que elas são projetadas para reconhecer padrões e aprender a partir de dados, imitando, de forma simplificada, o comportamento dos neurônios biológicos. Elas têm sido amplamente utilizadas em diversas aplicações, incluindo reconhecimento de voz e imagem, tradução automática, diagnósticos médicos, e muito mais, devido à sua capacidade de aprender e generalizar a partir de grandes volumes de dados.

Um algoritmo de aprendizagem é um método que permite a uma rede neural artificial (ou outro modelo de aprendizado de máquina) ajustar seus parâmetros para melhorar seu desempenho em uma tarefa específica. Esses algoritmos utilizam dados de treinamento para ensinar o modelo a fazer previsões ou tomar decisões. Os algoritmos de aprendizagem são fundamentais para ensinar modelos de aprendizado de máquina a partir de dados. Os algoritmos de aprendizado de máquinas são ferramentas poderosas para resolver uma variedade de problemas, desde previsão e classificação até *clustering* e aprendizado de políticas ótimas. A escolha do algoritmo depende do tipo de problema, do tamanho e da natureza dos dados e dos objetivos específicos do projeto.

Por fim, os sistemas especialistas são programas de computador desenvolvidos para simular o julgamento e o comportamento de um especialista humano em um domínio específico. Esses sistemas usam conhecimentos especializados e regras inferenciais para resolver problemas complexos que normalmente exigiriam um alto nível de competência humana.

Com isso, podemos afirmar que a IA pode ser definida como a ciência e a engenharia voltada para a construção de máquinas inteligentes, especialmente softwares inteligentes e seu objetivo central reside no desenvolvimento de sistemas

capazes de executar tarefas que, quando realizadas por seres humanos, exigem inteligência, enfatizando a natureza prática da área e sua busca por máquinas que simulem a inteligência humana (McCarthy, 2007).

2.4 Machine Learning

O Machine Learning⁶ é um subcampo da IA e emerge como uma poderosa ferramenta computacional capaz de extrair conhecimento de dados e gerar modelos preditivos sem a necessidade de programação explícita para cada regra ou padrão (Mohri; Rostamizadeh; Talwalkar, 2018). Em contraste com a abordagem tradicional de programação, em que o comportamento do sistema é ditado por instruções rigidamente definidas por humanos, o ML permite que os próprios algoritmos aprendam com os dados fornecidos, identificando padrões, relações ocultas e percepções relevantes. No cerne do processo de aprendizado do ML, residem algoritmos cuidadosamente elaborados que atuam como “aprendizes” computacionais e esses algoritmos, alimentados por conjuntos de dados massivos e representativos do problema em questão, buscam por correlações, tendências e anomalias nos dados, construindo modelos matemáticos que encapsulam o conhecimento adquirido durante o processo de treinamento (Jordan; Mitchell, 2015).

A aplicação de Machine Learning EPPs pode trazer inúmeros benefícios, desde a automação de tarefas repetitivas até a tomada de decisões mais informadas e precisas como aprimorar os *chatbots* e atendimento ao cliente para responder a perguntas frequentes, processar pedidos e fornecer suporte básico ao cliente; automatizar a entrada de dados e a digitalização de documentos, reduzindo erros manuais e economizando tempo. ML também pode ser usada no setor de Marketing e Vendas fazendo análise de feedbacks de clientes em redes sociais e outras plataformas para entender a percepção da marca e ajustar estratégias de marketing; além de segmentar clientes com base em seu comportamento de compra, preferências e histórico, permitindo campanhas de marketing mais direcionadas, além de conseguir realizar previsões de vendas, prevendo tendências de vendas com base em dados históricos, ajudando na gestão de estoque e planejamento de produção.

Outro setor de uma EPP que pode utilizar o ML é a Gestão de Relacionamento com os Clientes que pode prever quais clientes estão mais propensos a deixar de usar os serviços ou produtos da empresa e tomar medidas preventivas para retenção, recomendar produtos ou serviços personalizados para clientes com base em suas preferências e histórico de compras. Nas finanças e contabilidade é possível usar o ML para detectar fraudes, fazer previsões financeiras para tomadas de decisões estratégicas e não correr riscos futuros de possíveis prejuízos. Usar ML para otimizar o gerenciamento de inventário, prever a demanda de produtos e reduzir desperdícios também é um exemplo possível de ser citado, além de roteirizar e melhorar a logística com a ML, para otimizar rotas de entrega e reduzir custos logísticos.

Para além disso, recrutar e gestar pessoas, além de desenvolver produtos podem ser funções do ML em EPPs. Vale destacar que, principalmente por serem de pequeno porte, essas empresas precisam de um cuidado especial visto que qualquer pequeno erro pode levar ao fechamento dela. Diminuir gastos e não dar brecha para falhas humanas podem elevar uma EPP para um Empresa de Grande Porte, por isso o uso dessa ferramenta a IA pode transformar o futuro de uma EPP. Por isso, a adoção de Machine Learning pode trazer melhorias significativas em eficiência, tomada de

⁶ Podendo ser citado apenas como ML.

decisões e inovação para empresas de pequeno porte. Com o uso adequado de ferramentas, serviços de nuvem, e a capacitação da equipe, mesmo pequenas empresas podem aproveitar o poder do ML para se manter competitivas e crescer de forma sustentável.

2.5 Deep Learning

O Deep Learning⁷ emerge como um avanço significativo no campo do ML, impulsionando a capacidade de processamento e aprendizado a partir de dados complexos. Diferentemente dos métodos tradicionais de ML, que frequentemente exigem a extração manual de características relevantes dos dados, o DL se baseia em Redes Neurais Artificiais com múltiplas camadas de neurônios interconectados. Essa arquitetura em camadas permite que os algoritmos de DL aprendam representações hierárquicas dos dados, extraindo automaticamente características complexas e abstratas a partir de um conjunto massivo de exemplos. (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016).

Essa capacidade de processar e aprender com representações de alto nível torna o DL particularmente poderoso na análise de dados não estruturados, como imagens, sons e textos, tradicionalmente desafiadores para os métodos tradicionais de ML e, através de suas múltiplas camadas, as RNAs do DL conseguem capturar as nuances, os detalhes e as interações complexas presentes nesses tipos de dados, abrindo um leque de novas possibilidades em áreas como visão computacional, reconhecimento de fala e processamento de linguagem natural. (Lecun; Bengio; Hinton, 2015).

A análise preditiva configura-se como um conjunto de técnicas estatísticas e de aprendizado de máquina que utiliza dados históricos para identificar padrões e tendências, para realizar previsões sobre eventos futuros. Através da análise de dados, a análise preditiva visa construir modelos que auxiliem na tomada de decisão, antecipando cenários e oferecendo visões estratégicas para empresas e organizações (Shmueli; Koppius, 2010).

Embora seja uma ferramenta poderosa para otimizar processos e melhorar a tomada de decisão em empresas de todos os portes, ainda enfrenta desafios para ser incorporada de forma efetiva por EPPs. Conforme apontado por Becker *et al.* (2023), a falta de recursos financeiros e humanos, a limitada infraestrutura de tecnologia da informação e a ausência de uma cultura organizacional voltada para a inovação são fatores que dificultam a adoção da análise preditiva pelas EPPs, impactando seu potencial de crescimento e competitividade. A IA e a análise preditiva se entrelaçam de forma complementar, impulsionando a capacidade de extrair conhecimento estratégico e preditivo de dados. Shmueli e Koppius (2010) destacam que a IA, através de seus algoritmos de aprendizado de máquina, como redes neurais, árvores de decisão e métodos de regressão, fornece a base para a construção de modelos preditivos, permitindo a identificação de padrões complexos e a realização de previsões precisas. Essa sinergia entre IA e análise preditiva possibilita que empresas, independentemente de seu porte, antecipem tendências, otimizem processos e tomem decisões mais eficazes com base em dados.

Assim como o ML, o DL pode ajudar em diversos setores como Logística, Recursos Humanos, Atendimento ao Cliente, e outros já citados. Um restaurante, por exemplo, pode usar o DL para monitorar os feedbacks dos clientes e fazer alterações

⁷ Podendo ser citado apenas como DL.

em seu menu sempre que for preciso. Uma loja de venda de produtos pode usar o DL para fazer seu e-commerce usando para descrever produtos com detalhes através de imagens, descobrir tendências e fazer previsões de vendas. Uma empresa de logística pode otimizar suas rotas, diminuir seus custos analisar dados de trânsito e dados de entrega. Todos esses benefícios podem ser muito vantajosos para as EPPs.

2.6 Business Intelligence

Segundo Elena *et al.* (2011) o Business Intelligence utiliza técnicas computacionais para explorar e analisar dados de negócios, revelando percepções sobre diversos aspectos, como receitas de vendas por produto ou departamento, bem como custos e receitas associados. As tecnologias de BI oferecem uma visão panorâmica das operações, abrangendo o passado, o presente e o futuro, por meio de análises históricas, em tempo real e preditivas. As ferramentas de BI englobam uma variedade de funções, incluindo relatórios, processamento analítico online, mineração de dados, benchmarking, mineração de texto e análises preditivas, visando apoiar a tomada de decisões estratégicas. Em essência, o BI atua como um sistema de suporte à decisão (SAD), fornecendo informações relevantes e contextualizadas para embasar decisões mais eficazes (Elena *et al.*, 2011).

Os benefícios da implantação do BI em EPPs são vários: decisões mais informadas que fornece insights baseados em dados que ajudam na tomada de decisões mais precisas e estratégicas; uma eficiência operacional que é capaz de identificar áreas de ineficiência e oportunidades de melhoria, otimizando processos e reduzindo custos; uma análise de competitividade que permite que pequenas empresas se mantenham competitivas ao reagir rapidamente a mudanças no mercado e nas preferências dos clientes; além da personalização que ajuda a personalizar a experiência do cliente, aumentando a satisfação e fidelidade.

É válido destacar que para a implantação da BI em EPPs vários cuidados devem ser tomados para obtenção do sucesso. É preciso identificar claramente os objetivos que a empresa deseja alcançar com a implementação de BI, como aumentar as vendas, melhorar a eficiência operacional ou entender melhor os clientes, escolher a ferramenta de BI adequada, considerando, inclusive ferramentas de BI populares que são acessíveis e escaláveis; explorar ferramentas de código aberto; coletar e integrar dados sendo possível identificar e consolidar todas as fontes de dados relevantes, como sistemas de CRM, ERP, plataformas de e-commerce, redes sociais e dados financeiros. Além disso, considerar a criação de um data warehouse para centralizar e organizar os dados de maneira estruturada, gestar a qualidade de dados para garantir que os dados sejam limpos e consistentes, removendo duplicatas, corrigindo erros e preenchendo lacunas, estruturar os dados de forma que possam ser facilmente analisados pelas ferramentas de BI.

É preciso também criar dashboards interativos que permitam aos usuários explorarem os dados de diferentes maneiras e obter insights rapidamente e configurar relatórios automatizados que sejam gerados regularmente, facilitando o monitoramento contínuo. Por fim, se torna fundamental treinar e capacitar funcionários para que eles sejam capazes de utilizar as ferramentas de BI de maneira eficaz e manter o desenvolvimento contínuo deles. É fundamental continuar monitorando os dados e ajustando as estratégias de negócio com base nos insights obtidos. Business Intelligence pode transformar pequenas empresas ao proporcionar uma compreensão mais profunda de seus dados e operações. Ao seguir um processo estruturado de implementação e utilizar ferramentas de BI acessíveis, mesmo pequenas empresas

com recursos limitados podem aproveitar os benefícios dessa poderosa tecnologia para tomar decisões mais informadas, melhorar a eficiência e impulsionar o crescimento. (Elena et. al, 2011).

2.7 Indústria 4.0

A Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, é a integração de tecnologias digitais avançadas na manufatura e em outros setores industriais, visando criar sistemas de produção inteligentes e conectados. A Indústria 4.0, marcada pela integração de tecnologias digitais e físicas nos processos produtivos, apresenta um potencial transformador para as empresas de pequeno porte. Através da incorporação de ferramentas como Internet das Coisas, inteligência artificial, Big Data e computação em nuvem, as EPPs podem otimizar seus processos, aumentar a eficiência, reduzir custos e aprimorar a qualidade de seus produtos e serviços. A automação de tarefas, o monitoramento em tempo real da produção, a análise preditiva para antecipar falhas e a personalização em massa são apenas alguns exemplos das possibilidades que a Indústria 4.0 oferece às EPPs. (Rodrigues; Guimarães Júnior, 2021).

Em exemplos práticos de aplicação da Indústria 4.0 pode apresentar fábricas conectadas onde máquinas e sistemas se comunicam e se autoajustam para otimizar a produção e minimizar tempos de inatividade; a utilização de sensores IoT e análise de dados para prever e prevenir falhas em equipamentos, evitando interrupções na produção, rastrear em tempo real de materiais e produtos, otimização de rotas de entrega e gerenciamento de inventário inteligente, fazer uso de sensores, drones e análise de dados para monitorar e otimizar as condições de cultivo, resultando em maior produtividade e sustentabilidade e utilizar BIM (Building Information Modeling), drones e IoT para monitorar projetos de construção em tempo real, melhorando a eficiência e a segurança.

A Indústria 4.0 representa uma transformação significativa no setor industrial, impulsionada pela integração de tecnologias avançadas que tornam os sistemas de produção mais inteligentes, conectados e eficientes. Embora existam desafios, os benefícios potenciais em termos de eficiência, qualidade, flexibilidade e redução de custos são substanciais. Pequenas e grandes empresas podem se beneficiar da adoção dessas tecnologias, garantindo que estejam bem posicionadas para competir na economia digital moderna.

2.8 Tecnologias existentes

2.8.1 Sistemas Pagos

O Quadro 1 apresenta uma seleção de sistemas de análise preditiva pagos, com potencial aplicação em EPPs. Para cada sistema listado, são fornecidas informações sobre sua descrição e a presença de recursos de IA.

Quadro 1 — Sistemas de Análise Preditiva Pagos para EPPs

Sistema	Descrição	IA
MonkeyLearn	Análise de texto com foco em Machine Learning	✓
Zoho Analytics	BI com recursos de análise preditiva	✓
Tableau	Visualização de dados com análise preditiva	✓
Qlik Sense	Análise de dados com recursos de IA	✓
Sisense	Análise de dados com foco em Machine Learning e IA	✓

Fonte: próprio autor.

A inclusão desse quadro no estudo justifica-se pela necessidade de apresentar às EPPs um conjunto inicial de opções comerciais, permitindo a comparação de funcionalidades, custos e requisitos técnicos. A partir dessa análise preliminar, as empresas podem aprofundar sua pesquisa em plataformas que se mostrem aderentes à sua realidade e aos seus objetivos estratégicos.

2.8.1 Sistemas Gratuitos

De forma complementar ao Quadro 1, o Quadro 2 expande o leque de opções ao apresentar uma lista de sistemas de análise preditiva gratuitos, também acompanhados de suas descrições e indicação da presença de recursos de IA.

Quadro 2 — Sistemas de Análise Preditiva Gratuitos para EPPs

Sistema	Descrição	IA
Google Data Studio	Visualização de dados com funções básicas de análise.	
KNIME Analytics Platform	Software de código aberto para análise de dados e ML	✓
Orange Data Mining	Ferramenta de código aberto para visualização e análise	✓
H2O	Plataforma de machine learning de código aberto	✓
RapidMiner Studio	Plataforma de ciência de dados com recursos limitados	✓

Fonte: próprio autor.

A inclusão de ferramentas gratuitas demonstra a viabilidade da aplicação da análise preditiva em EPPs com recursos financeiros limitados, desmistificando a ideia de que a IA é uma tecnologia inacessível para esse público. Essa democratização do acesso à IA incentiva a experimentação e a familiarização com a tecnologia, permitindo que as EPPs testem diferentes soluções e avaliem seus benefícios antes de realizar investimentos mais robustos.

2.8.3 Vantagens

O Quadro 3 aprofunda a análise das ferramentas apresentadas nos Quadros 1 e 2, detalhando as vantagens de cada uma a partir de informações coletadas diretamente das plataformas.

Quadro 3 — Vantagens de Ferramentas de Análise Preditiva

Ferramenta	Vantagens	Referência
MonkeyLearn	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de uso com interface intuitiva; • Foco em análise de texto com modelos pré-treinados; • Integração com diversas plataformas; • API poderosa para automatização. 	(MONKEYLEARN: . . , s.d.)
Zoho Analytics	<ul style="list-style-type: none"> • Preço acessível; • Ampla gama de recursos de visualização e análise; • Integração com outras ferramentas Zoho; • Suporte a diversas fontes de dados. 	(ZOHO. . . , s.d.)
Sisense	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos avançados de IA e Machine Learning; • Capacidade de lidar com grandes volumes de dados; • Dashboards interativos e personalizáveis; • Ferramentas de colaboração. 	(SISENSE: . . . , s.d.)
Orange Data Mining	<ul style="list-style-type: none"> • Código aberto e gratuito; • Interface visual intuitiva; • Grande variedade de algoritmos de machine learning; • Ampla comunidade de usuários. 	(ORANGE. . . , s.d.)
RapidMiner Studio	<ul style="list-style-type: none"> • Interface visual com recursos de arrastar e soltar; • Grande variedade de operadores e algoritmos; • Automated Machine Learning (AutoML) para automatizar a construção de modelos; 	(RAPIDMINER. . . , s.d.)

Fonte: próprio autor.

A descrição minuciosa das vantagens, como interface amigável, integração com outras plataformas e capacidade de lidar com grandes volumes de dados, visa auxiliar as EPPs na escolha da ferramenta mais adequada aos seus requisitos específicos. As informações disponibilizadas nesta tabela possibilitam uma análise comparativa mais precisa, considerando, aspectos como usabilidade, escalabilidade e funcionalidades extras oferecidas por cada solução.

2.8.4 Desvantagens

Complementando a análise das vantagens, o Quadro 4 apresenta as desvantagens de cada ferramenta, utilizando a mesma metodologia de pesquisa de informações.

Quadro 4 — Desvantagens de Ferramentas de Análise Preditiva

Ferramenta	Desvantagens	Referência
MonkeyLearn	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos limitados para outros tipos de dados além de texto; • Preço pode ser elevado para grandes volumes de dados. 	(MONKEYLEARN: . . . , s.d.)
Zoho Analytics	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidades de IA menos avançadas que outras plataformas; • Interface pode ser complexa para iniciantes. 	(ZOHO. . . , s.d.)
Sisense	<ul style="list-style-type: none"> • Preço elevado; • Curva de aprendizado acentuada para usuários iniciantes. 	(SISENSE: . . . , s.d.)
Orange Data Mining	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos de visualização menos avançados que algumas ferramentas pagas; • Pode exigir conhecimentos de programação para personalização avançada. 	(ORANGE. . . , s.d.)
RapidMiner Studio	<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho pode ser afetada por grandes conjuntos de dados; • Alguns recursos avançados exigem a versão paga. 	(RAPIDMINER. . . , s.d.)

Fonte: próprio autor.

A inclusão desse quadro justifica-se pela necessidade de oferecer às EPPs uma visão abrangente e transparente de cada solução, evitando decisões precipitadas e incentivando uma análise crítica das limitações de cada plataforma. Ao conhecer os pontos fracos de cada ferramenta, como custos ocultos, necessidade de conhecimento técnico avançado ou limitações na integração com sistemas legados, as empresas podem tomar decisões mais estratégicas, ponderando os benefícios e os desafios de cada opção em relação às suas necessidades e recursos disponíveis.

2.9 Resultados e Discussões

Conforme apontado na literatura, a IA apresenta um potencial significativo para impulsionar a competitividade das EPPs, permitindo a otimização de processos, a personalização do atendimento e a tomada de decisão mais assertiva (SEBRAE, 2023). No contexto do varejo, a análise preditiva pode ser aplicada em áreas como gestão de estoque, previsão de demanda, segmentação de clientes e detecção de fraudes, contribuindo para a redução de custos, aumento da lucratividade e aprimoramento da experiência do cliente.

A análise dos quadros 3 e 4 revela um panorama das vantagens e desvantagens de algumas ferramentas de análise preditiva, abrangendo soluções pagas e gratuitas. Plataformas como MonkeyLearn e Zoho Analytics, apesar da interface amigável e de recursos relevantes para análise de dados, podem apresentar limitações em funcionalidades de IA, especialmente quando comparadas a plataformas mais robustas como Sisense. Em contrapartida, soluções de código aberto, como Orange Data Mining e RapidMiner Studio, oferecem flexibilidade e ampla gama de algoritmos, mas podem demandar especialização em programação para personalização avançada. A escolha da ferramenta ideal para EPPs deve ponderar fatores como orçamento disponível, complexidade dos dados, necessidade de integração com sistemas legados.

A comparação entre as ferramentas evidencia plataformas pagas, como o Zoho Analytics, que se destaca por oferecer um conjunto abrangente de recursos de visualização e análise a um custo menor, suportando diversas fontes de dados e integrando-se com outras ferramentas da mesma empresa. Essa característica pode ser atrativa para EPPs que buscam soluções completas e acessíveis. Por outro lado, plataformas open source, como o Orange Data Mining, embora gratuitas, podem requerer conhecimento técnico em programação para personalização avançada, o que pode ser um obstáculo para empresas com recursos humanos limitados. A decisão entre plataformas pagas e gratuitas reside, portanto, em uma análise criteriosa das necessidades e capacidades da EPPs.

A natureza dos dados a serem analisados também influencia a escolha da ferramenta. Enquanto o MonkeyLearn se destaca pela facilidade de uso e foco em análise de texto, com modelos pré-treinados para diferentes tarefas, suas funcionalidades podem ser limitadas para outros tipos de dados. Plataformas como Tableau e Qlik Sense, com foco em visualização de dados, podem ser mais adequadas para lidar com grandes volumes de dados numéricos, especialmente para empresas que necessitam de dashboards interativos para acompanhamento de indicadores chave de performance.

A utilização de ferramentas gratuitas, a exemplo do Google Data Studio para visualização de dados, pode ser uma alternativa para EPPs com recursos financeiros limitados. No entanto, é crucial avaliar se as funcionalidades básicas oferecidas atendem às necessidades da empresa, considerando que a personalização e o acesso a algoritmos mais avançados podem ser restritos. Becker et al. (2023) apontam que a falta de recursos financeiros e humanos nas EPPs impacta diretamente a tomada de decisão em relação à adoção de tecnologias como a IA. Nesse contexto, plataformas de código aberto, como KNIME Analytics Platform e H2O, que oferecem funcionalidades avançadas de aprendizado de máquina sem custo, podem ser uma alternativa, desde que a empresa disponha de profissionais com conhecimento técnico para utilização da plataforma.

A escolha da ferramenta de análise preditiva deve levar em conta os desafios de implementação de IA em EPPs. Um dos principais desafios reside na integração com sistemas legados, frequentemente presentes nesse tipo de empresa (Rodrigues;

Guimarães Júnior, 2021). Optar por ferramentas que possibilitem a integração com os sistemas existentes na empresa minimiza custos e dificuldades na migração de dados. Ferramentas com interface amigável e recursos de automação, como o RapidMiner Studio com seu Automated Machine Learning (AutoML), podem facilitar a adoção da IA por EPPs com menor conhecimento técnico em ciência de dados.

A implementação de IA para análise preditiva depende, fundamentalmente, da disponibilidade de dados relevantes e confiáveis (Analytics, 2016). Entretanto, EPPs frequentemente carecem de infraestrutura e processos robustos de coleta, armazenamento e tratamento de dados, o que pode resultar em informações inconsistentes, incompletas ou inacessíveis para alimentar os algoritmos de IA (Wu *et al.*, 2018). Essa baixa maturidade em relação à gestão de dados pode comprometer a precisão dos modelos preditivos e limitar os benefícios da IA.

Outro desafio reside na infraestrutura de Tecnologia da Informação. EPPs operam geralmente com infraestrutura de TI limitada, o que pode representar um obstáculo para a implementação de soluções de IA, as quais demandam poder computacional, capacidade de armazenamento e softwares específicos. A falta de investimentos em atualização tecnológica e a resistência em migrar para ambientes de computação em nuvem podem inviabilizar a adoção de IA, especialmente para análise preditiva em larga escala.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou analisar o potencial e os desafios da implementação de Inteligência Artificial para análise preditiva em Empresas de Pequeno Porte. A partir de uma revisão bibliográfica, exploramos os benefícios, as ferramentas disponíveis e os obstáculos enfrentados por essas empresas nesse processo de transformação digital. Constatou-se que a IA apresenta um potencial disruptivo para impulsionar a competitividade das EPPs, permitindo a otimização de processos-chave como gestão de estoque, previsão de demanda e relacionamento com o cliente. Ferramentas de Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL) podem auxiliar na análise de grandes volumes de dados, gerando insights poderosos para a tomada de decisão estratégica, enquanto o Processamento de Linguagem Natural (PNL) permite a criação de soluções inovadoras para o atendimento e a comunicação personalizada com o consumidor.

No entanto, a pesquisa evidenciou que a implementação da IA em EPPs no Brasil ainda enfrenta desafios significativos. A escassez de recursos financeiros e de mão de obra qualificada, a falta de maturidade em relação à gestão de dados e a resistência à mudança cultural são obstáculos a serem superados. Além disso, a pesquisa bibliográfica revelou uma lacuna significativa na literatura nacional sobre o tema, com poucos estudos de caso e pesquisas empíricas que investiguem a realidade da aplicação de IA em EPPs varejistas no país. Diante desse cenário, torna-se crucial incentivar o desenvolvimento de pesquisas aplicadas que explorem o potencial da IA nesse contexto específico, compartilhando boas práticas, casos de sucesso e lições aprendidas. É fundamental também democratizar o acesso à informação sobre IA para EPPs, desmistificando a tecnologia e demonstrando seus benefícios tangíveis por meio de linguagem acessível e exemplos práticos. A construção de um ecossistema favorável à inovação tecnológica, com investimentos em educação, infraestrutura e políticas públicas de apoio às pequenas empresas, é essencial para que o Brasil possa aproveitar plenamente o potencial da IA como motor

do crescimento econômico e da competitividade em um cenário global cada vez mais digital e orientado por dados.

4. REFERÊNCIAS

ANALYTICS, McKinsey. **The age of analytics**: competing in a data-driven world. McKinsey Global Institute Research, 2016.

BECKER, M. et al. **Big data em micro e pequenas empresas**: uma revisão sistemática. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 14, n. 3, p. 3420–3442, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i3.1817. Disponível em: [//ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1817](https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1817). Acesso em 8 mai 2024.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123**, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Diário Oficial da União, dezembro 2006. Brasília, DF.

ELENA, Cebotarean et al. Business intelligence. **Journal of Knowledge Management, Economics, and Information Technology**, Citeseer, v. 1, n. 2, p. 1–12, 2011.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. [S.l.]: MIT Press, 2016. Disponível em: <http://www.deeplearningbook.org>. Acesso em: 20 mai 2024.

JORDAN, Michael I; MITCHELL, Tom M. **Machine learning**: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 349, n. 6245, p. 255–260, 2015.

LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. **Deep learning**. *nature*, Nature Publishing Group UK London, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.

MCCARTHY, John. **What is Artificial Intelligence?** 2007. Disponível em: www.jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf. Acessado em: 11 mai 2024.

MOHRI, Mehryar; ROSTAMIZADEH, Afshin; TALWALKAR, Ameet. **Foundations of machine learning**. [S.l.]: MIT press, 2018.

MONKEYLEARN. **The most accurate text analysis data visualization platform**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: www.monkeylearn.com/. Acesso em 02 de Mai 2024.

ORANGE Data Mining. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://orangedatamining.com>. Acesso 10 de Mai 2024.

PETER NORVIG, Stuart Russell. **Artificial intelligence**: A modern approach. 2. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2003.

POOLE, David L.; MACKWORTH, Alan K. **Artificial Intelligence**: Foundations of Computational Agents. [S.l.]: Cambridge University Press, 2010.

RAPIDMINER Studio: Your Data Science Platform. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://rapidminer.com/>. Acesso 10 de Mai 2024.

RODRIGUES, G. P. de A.; GUIMARÃES JÚNIOR, D. S. **Transformação digital em pequenos negócios no contexto da pandemia da COVID-19**: uma revisão da literatura. Desenvolvimento em Debate, v. 10, n. 3, 2021. DOI: 10.18316/desenv.v10i3.8906.

SEBRAE. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa**. Brasília, DF. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Imagens%20SebraeNA/Arquivo%20pesquisas.pdf>. Acesso 15 de Mai 2024.

SHMUELI, Galit; KOPPIUS, O. **Predictive Analytics in Information Systems Research**. [S.l.], 2010. Disponível em: <http://eprints.exchange.isb.edu/297/>. Acesso 25 de Mai 2024.

SISENSE: **The AI-Driven Analytics Platform for Everyone**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.sisense.com>. Acesso 20 de abril 2024.

STEFANINI. **Benefícios da Inteligência Artificial**: quais são os principais. 2018. Disponível em: www.stefanini.com/pt-br/insights/artigos/beneficios-da-inteligencia-artificial-quais-sao-os-principais. Acesso 12 de Mai 2024.

ZOHO Analytics. **Business Intelligence and Data Analytics Software**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.zoho.com/analytics/>. Acesso 02 de Mai 2024.