



Estudo e desenvolvimento de algoritmos de IA para análise de indicadores de desempenhos e classificação

Study and development of AI algorithms for performance indicators analysis and classification

Suely dos Santos Sousa¹

Madalena de Oliveira Barbosa Divino²

Luana dos Santos Cordeiro³

Marcelo Eloy Fernandes⁴

Marcelo Tsuguio Okano⁵

Resumo

Uma forma de trabalhar com os indicadores de forma automatizada e obter os resultados desejado é utilizar as tecnologias digitais, como a Inteligência Artificial (IA). Os sistemas de IA têm uma variedade de aplicações, como IA generativa (CHATGPT), análise preditiva de falhas do sistema operacional, reconhecimento facial, medicina preventiva, veículos autônomos, mercados financeiros, detecção de fraudes, recrutamento de funcionários, comportamento do consumidor e muito mais. O objetivo principal deste artigo é estudar e analisar os algoritmos de IA para manipular indicadores de desempenho e classificação e desenvolver protótipos de softwares para aplicá-los. Os meios de investigação utilizados para

¹ Mestranda em Engenharia de Produção, Universidade Paulista (UNIP), Rua Dr Barcelar 1212, sala 409, SP, Brasil. E-mail: suely.sousa2@etec.sp.gov.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8757-2586>

² Bacharel em Análise de Sistemas e Tecnologia da Informação, Faculdades de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC) - São Caetano, Avenida Vereador Francisco Moraes Ramos, 777, Rio Grande da Serra - SP Brasil. E-mail: madalena.divino@etec.sp.gov.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-1923-7085>

³ Tecnóloga em Informática para a Gestão de Negócios, Faculdade de Tecnologia Mauá (FATEC), R. Bélgica, 88, Jd. Alvorada, Ribeirão Pires - SP, Brasil, CEP: 09402-060. E-mail: luana.cordeiro@etec.sp.gov.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0972-6223>

⁴ Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Av. Carlos Capriotti, 123, Barueri, SP, Brasil. E-mail: marcelo.fernandes3@fatec.sp.gov.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9646-6646>

⁵ Doutor em Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, FGV, Brasil, Rua Dr Barcelar 1212, sala 409, SP, Brasil. E-mail: marcelo.okano@unip.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1680-7821>

o estudo exploratório foram à pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental, reuniões em campo com os especialistas e profissionais de empresas (presencial e virtual) para estudar e analisar os principais algoritmos de IA para manipular indicadores. Os protótipos de software foram desenvolvidos utilizando-se as principais tecnologias atuais, como Inteligência Artificial (IA), Machine learning, Analytics e Computação em Nuvem (Cloud Computing). Para que este estudo apresente resultados práticos e parte do algoritmo gerado, os pesquisadores apresentam fragmentos dos códigos gerados na aplicação, e os indicadores computacionais gerados para também entender o desenvolvimento de performance de cada modelo de IA gerado neste estudo. Neste sentido, concluímos que existe a necessidade de se aprofundar a pesquisa no tema algoritmos e inteligência artificial e suas variações dada a amplitude de novidades existentes. Neste contexto, é latente tal condição para desenvolver o aproveitamento da temática pesquisada, e assim, ter um trabalho com amplitude e robusto dado a vanguarda da temática.

Palavras-chave: IA. Indicadores. Inteligência Artificial. IA Generativa.

Abstract

One way to work with indicators in an automated manner and achieve the desired results is to leverage digital technologies, such as Artificial Intelligence (AI). AI systems have a variety of applications, how generative IA (CHATGPT), including predictive analysis of operating system failures, facial recognition, preventive medicine, autonomous vehicles, financial markets, fraud detection, employee recruitment, consumer behavior, and much more. The main objective of this article is to study and analyze AI algorithms for manipulating performance and classification indicators and to develop software prototypes to apply them. The research methods used for the exploratory study will include literature review, documentary research, field meetings with experts and professionals from companies (in-person and virtual) to study and analyze the main AI algorithms for manipulating indicators. The software prototypes will be developed using current key technologies, such as Artificial Intelligence (AI), Machine Learning, Analytics, and Cloud Computing. In order for this study to present practical results and a portion of the generated algorithm, the researchers provide fragments of the codes generated in the application, and the computational indicators generated to also understand the performance development of each AI model generated in this study. In this sense, we conclude that there is a need to deepen research on algorithms and artificial intelligence and its variations given the breadth of existing innovations. In this context, such a condition is evident to develop the exploitation of the researched theme, and

thus, have a comprehensive and robust work given the cutting-edge nature of the topic.

Keywords: AI. Indicators. Artificial Intelligence.

Introdução

O mundo passa por diversas transformações tecnológicas e organizacionais que causam novos cenários e modelos de negócios, estimulando a necessidade de indicadores de desempenho e classificação de diversos itens para avaliação de resultados e consequentemente, mensuração dos objetivos e metas.

Os indicadores são elementos que auxiliam a tomada de decisão local e orientam os esforços para atingir as metas globais de uma organização. As métricas não dizem o que precisa ser feito para melhorar, mas fornecem relações numéricas que refletem a situação atual. Essas relações subsidiam as decisões que visam à melhoria dos processos utilizados (GOLDRATT, 1999).

Cada indicador ou conjunto de indicadores possuem características próprias intrínsecas aos itens mensurados e as formas de utilização. Uma característica importante dos indicadores conforme Bodo (2015), é que o volume de dados produzido por esses indicadores tende a aumentar significativamente com o tempo de monitoramento. As bases históricas acabam se tornando complexas, se considerada a quantidade de dados monitorados e a diversidade intrínseca aos indicadores, diferentes quanto ao tipo, granularidade e frequência de coletas/amostragem.

Uma forma de trabalhar com os indicadores de forma automatizada e obter os resultados desejado é utilizar as tecnologias digitais, como a Inteligência Artificial (IA). Os sistemas de inteligência artificial são capazes de classificar e prever eventos futuros a partir de conjuntos de dados usados para treinamento e teste, dando a cada evento uma probabilidade de ocorrência. Os sistemas de IA têm uma variedade de aplicações, como análise preditiva de falhas do sistema operacional, reconhecimento facial, medicina preventiva, veículos autônomos, mercados financeiros, detecção de fraudes, recrutamento de funcionários, comportamento do consumidor e muito mais.

Os indicadores de desempenho e classificação fornecem informações importantes para as tomadas de decisão e com a ajuda dos sistemas de IA podem melhorar a eficácia das informações dos indicadores de desempenho e classificação.

O objetivo principal deste artigo é estudar e analisar os algoritmos de IA para manipular indicadores de desempenho e classificação e desenvolver protótipos de softwares para aplicá-los.

Revisão da Literatura

2.1 Indicadores de Desempenho

Medir o desempenho de algo consiste em mensurar ações, onde medição é o processo de quantificar e as ações conduzem ao desempenho. Um “indicador de desempenho” pode ser definido como a métrica usada para quantificar a eficiência e/ou eficácia de uma ação (NEELY et al.,1995).

Conforme Amaral & das Neves Gomes (2018), os indicadores de desempenho buscam alinhar fluxo natural das atividades, visualizando as falhas, atrasos e gargalos, gerando informações que sirvam para promover uma abordagem mais pragmática. Por isso é importante se ter um conjunto de indicadores relevantes e eficazes.

Para a utilização de sistemas de medição e avaliação de processos com métricas, é importante que os processos sejam claramente definidos para que sejam adequadamente desenhados e prontos para serem gerenciados. Os indicadores de desempenho são utilizados em diversas áreas dos conhecimentos e estão presente em diversos trabalhos acadêmicos como artigos, monografias, dissertações e teses.

De acordo com Bodo (2015), em muitas literaturas, foi observado que indicadores de desempenho e indicadores chave de desempenho são considerados como sinônimos - talvez por considerarem que todos os indicadores são importantes para organização. Para alguns autores, contudo, KPIs são indicadores de desempenho selecionados, que realmente são “chave” nos processos, imprescindíveis para tomadas de decisão.

Ainda sobre a ótica dos Indicadores de desempenho autores como Fischmann e Zilber, (2000), indicam que são medidas utilizadas para avaliar o sucesso de um projeto, processo ou sistema. Eles podem ser usados para monitorar o progresso, identificar áreas que precisam de melhorias e ajudar a tomar decisões estratégicas. Existem diversos tipos de indicadores de desempenho, cada um com suas próprias métricas e formas de cálculo.

Autores como Santos et. al. (2019), indicam que um dos principais objetivos dos indicadores de desempenho é fornecer informações que permitam avaliar o desempenho de uma organização ou projeto em relação aos seus objetivos e metas. Eles podem ser utilizados

em diversos contextos, desde a gestão de processos internos de uma empresa até a avaliação do desempenho de um país em relação a indicadores socioeconômicos.

Neste horizonte, Silva e Lima (2015) citam que para que os indicadores de desempenho sejam eficazes, é necessário que eles sejam escolhidos de forma criteriosa e alinhados aos objetivos estratégicos da organização ou projeto. Além disso, é importante que eles sejam mensuráveis, confiáveis e relevantes.

Autores como Kaplan e Norton (1992) e Neely et al. (2002) são referências importantes no assunto de indicadores de desempenho. Kaplan e Norton propuseram o Balanced Scorecard, um modelo de gestão estratégica baseado em indicadores de desempenho que englobam as perspectivas financeira, do cliente, dos processos internos e do aprendizado e crescimento. Já Neely et al. (2002) apresentaram o modelo de Indicadores Chave de Desempenho (KPIs), que é focado na definição de um conjunto de indicadores específicos para cada área de negócio da empresa.

Além disso, a utilização de tecnologias como a inteligência artificial pode contribuir significativamente para aprimorar a definição e o acompanhamento dos indicadores de desempenho. Com a IA, é possível analisar grandes volumes de dados em tempo real e identificar padrões e tendências que seriam difíceis de serem percebidos por um ser humano.

O estudo de Hua et al. (2020) aborda a aplicação de técnicas de inteligência artificial na análise de dados para a definição de indicadores de desempenho em empresas. Os autores apresentam um modelo baseado em aprendizado de máquina para a identificação de padrões e correlações entre dados financeiros e não financeiros, que podem ser utilizados como indicadores de desempenho.

Outro estudo interessante é o de Barros et al. (2020), que apresenta a utilização de algoritmos de mineração de dados para a definição de indicadores de desempenho em um hospital. Os autores utilizaram dados de atendimentos, procedimentos e internações para identificar padrões de desempenho e propor indicadores para monitorar a qualidade do atendimento e a eficiência do hospital.

Em resumo, os indicadores de desempenho são importantes ferramentas para a gestão empresarial e podem contribuir significativamente para a tomada de decisão e o alcance dos objetivos da empresa.

2.2 Inteligência Artificial

O tema tem suas origens quando filósofos como R. Llull, Descartes e Leibniz meditavam sobre a mecanização do pensamento humano ou o caso de Babbage que sonhava em criar imagens superpoderosas dotadas de inteligência. Os primeiros passos originaram a formação de disciplinas como lógica, filosofia, engenharia etc. e que reunindo seus conhecimentos derivaram da cibernética considerada por N. Wiener e que foi o primeiro antecedente da inteligência artificial (RECUENCO & REYES, 2020).

De acordo com Rouhiainen (2018), a IA pode ser definido como "a habilidade dos computadores de fazer atividades que normalmente requerem inteligência humana", mas uma definição mais detalhada podemos dizer que a IA é a capacidade das máquinas de usar algoritmos, aprender com os dados e usar o que é aprendido no tomar decisões como um ser humano faria.

No contexto de Inteligência Artificial, "*machine learning*", "aprendizagem de máquina" ou "aprendizado de máquina" é uma área que envolve a construção de sistemas capazes de adquirir conhecimento automaticamente. De modo geral, o uso de algoritmos de aprendizagem de máquina requer a análise de uma quantidade significativa de amostras, com características diferentes. Essa análise objetiva ensiná-lo a resolver problemas diferentes, dentro de um determinado contexto (BODO, 2015).

O aprendizado de máquina é uma ciência aplicada em ambientes muito especializados como medicina, ciências da terra ou marketing, mas devido ao surgimento da big data todos têm a necessidade de tratá-lo e aprender com ele automaticamente. Como resposta a isso, muitas plataformas, ferramentas, linguagens e aplicativos surgiram para tratar esses dados enquanto fornecem algoritmos de aprendizado de máquina; alguns para processamento constante de dados, alguns para descobrir eventos incomuns em dados, alguns para ambientes distribuídos, mas todos preenchendo a lacuna até agora existente entre inteligência artificial e pesquisa e indústria (BERRAL-GARCÍA, 2016).

Tais ferramentas também abrangem aspectos importantes para processos de aprendizado de máquina aplicados, além da precisão e complexidade dos algoritmos: aspectos como a capacidade de paralelizar as etapas de aprendizado e previsão, o tipo de linguagem de programação a ser usada para modelar nosso problema e recuperar nossos dados, as bibliotecas já implementadas garantindo alto desempenho, ou a forma como os resultados serão coletados e exibidos (BERRAL-GARCÍA, 2016).

Para Ray (2019), o aprendizado de máquina é considerado um conjunto da inteligência artificial que está associado ao design e desenvolvimento de algoritmos que farão com que os computadores aprendam comportamentos com base nos dados fornecidos. Entre as categorias de aprendizado de máquina, destacam-se: aprendizado supervisionado, não supervisionado e semi-supervisionado. Cada categoria possui diversas técnicas de aprendizado de máquina, indicadas a determinados tipos de problemas. Entre essas técnicas, podem ser mencionadas as Redes Neurais Artificiais (RNAs) e as técnicas baseadas em Inteligência de Exames (IE) (BODO, 2015).

No mundo de hoje, o *Machine Learning* encontra aplicação em todos os fluxos, seja médico, acadêmico, automotivo e assim por diante (RAY, 2019).

Destaca-se que nos estudos indicados por Silva e Mairink (2019), a inteligência artificial tem sido estudada desde os tempos antigos. As pessoas têm procurado maneiras de criar máquinas que ajam como humanos em relação aos processos de memória, aprendizado e raciocínio. Várias pessoas tentaram criar máquinas que pudessem realizar raciocínio lógico; no entanto, essas tentativas nunca foram bem-sucedidas. A disciplina de Inteligência Artificial existe desde a década de 1950. Está focado na criação de programas de computador com a inteligência de um cérebro humano. Esses programas são projetados para executar funções específicas que somente nosso cérebro é capaz de realizar.

Ainda segundo Silva e Mairink (2019), vale destacar que as empresas contam com equipes de ciência de dados para utilizar totalmente seu investimento em IA. A ciência de dados combina conhecimento de ciência da computação, negócios e estatística para analisar dados coletados de várias fontes. Ao combinar essas três disciplinas, os cientistas de dados extraem valor de seus dados, analisando-os com métodos usados por todos os três campos.

No entanto nem toda IA está relacionada ao aprendizado de máquina. Empresas contam com equipes de ciência de dados para utilizar totalmente seu investimento em IA. A ciência de dados combina conhecimento de ciência da computação, negócios e estatística para analisar dados coletados de várias fontes. Ao combinar essas três disciplinas, os cientistas de dados extraem valor de seus dados, analisando-os com métodos usados por todos os três campos.

Ainda na tematica IA, a autora MAKSYM, (2021) fornece embasamento teorico sobre os principais conceitos. Indicando que a Inteligência Artificial e a subárea de aprendizado de máquina mostram-se relacionadas, pois ambas estão ficando mais avançadas. Software e aplicativos dão a cada dia mais imediatismo, criando uma vida sempre presente para entender melhor a palavra “métodos que facilitam a vida do ser humano”, as pessoas desenvolveram

novas ideias. A compreensão do conceito de inteligência artificial foi explicada por meio de uma entrevista.

Não obstante a tudo já tratado, (STAHNKE, VAHLICK, 2013) perceberam que a Inteligência Artificial tem crescido em prevalência desde a sua criação. Computadores, carros e outras indústrias usam a automação para existir em todos os lugares. a inteligência artificial existe há séculos. As pessoas usaram seus benefícios para demonstrar isso em um contexto médico. Ela discute uma área específica de inteligência artificial, aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural. Os programas aprendem pela experiência e nada mais são. Este texto coleta fatos sobre inteligência artificial, além de seu propósito.

Ampla é a discussão de Inteligência Artificial e Inovação Tecnológica e desta forma PARREIRAS (2022) discute os impactos e distinções nas relações de trabalho. Neste percebe-se que o estudo busca entender como funciona a inteligência artificial, também conhecida como inteligência de máquina. Para cumprir essa tarefa específica, a palavra "aplicada" conota a compreensão do que há de positivo nas relações de trabalho. Afeta o desempenho no trabalho, como os relacionamentos são afetados e os efeitos negativos que tem no corpo. É necessário ter um Regulamento.

Assim, o método hipotético é utilizado para a criação de proposições jurídicas por meio da formação de hipóteses a partir de respostas consideradas provisórias. Avalie as consultas para determinar se elas devem ser aceitas como falsificações. O desenvolvimento da IA deve levar em conta cada suposição. Os sujeitos devem aceitar ou rejeitar cada ideia do projeto. Usando métodos históricos, este trabalho examina o impacto do uso de um determinado item. Esta pesquisa usará uma abordagem sociológica para entender os resultados.

Corroborando com a temática proposta (TACCA, ROCHA, 2018) indicam que ninguém sabe a extensão total do impacto que isso teve. O avanço da tecnologia de inteligência artificial é fundamental para sua criação requer regulamentação internacional para ser implementada. Além disso, as pessoas devem usar a IA de maneira segura e ética. Os algoritmos devem ser confiáveis, seguros e robustos sob a supervisão de um ser humano. Garantindo registros claros e inequívocos por meio da tecnologia.

Na percepção de Paixão et.al, 2022, e nos seus estudos publicados na matéria da revista digital Scielo: “*Machine Learning* na Medicina: Revisão e Aplicabilidade” introduz que o Machine Learning ou (ML) é um ramo da inteligência artificial que investiga o estudo e a criação de dispositivos computacionais algorítmicos que se inspiram em dados ao invés de terem um plano pré-estabelecido. Assim, o objetivo principal da modelagem de ML é criar

um computador treinado em um banco de dados preexistente e, em seguida, produzir um modelo de previsão, classificação ou detecção.

Neste a maioria das aplicações de ML são dedicadas a lidar com bancos de dados unificados que contêm informações heterogêneas, técnicas estatísticas tradicionais não são aplicáveis. Os algoritmos de ML já são comuns em áreas como sistemas bancários para detecção de fraudes, mecanismos de busca na Internet, sistemas de vigilância para vídeo, segurança, logística para corporações, robôs e diagnósticos e prognósticos médicos. Como os registros agora são digitalizados, laboratórios médicos e imagens também são digitalizados.

O primeiro indivíduo a utilizar o termo "aprendizado de máquina" foi provavelmente Arthur Samuel, que criou o primeiro computador para mudar o jogo. Em 1959, ele definiu o aprendizado de máquina como a capacidade dos computadores de aprender sem serem explicitamente programados, isso é chamado de aprendizado de máquina. Outros cientistas da computação propuseram definições mais formais de aprendizado de máquina, mas a de Samuel é uma das mais diretas e simples de compreender.

Para ampliar os estudos (BARTOSKI, 2022), apontam que o aprendizado de máquina é uma parte da IA, que é o ramo especializado da ciência da computação que diz respeito à criação de computadores que têm o mesmo pensamento que os humanos. Portanto, todos os sistemas baseados em aprendizado de máquina são sistemas de IA, mas nem todos os sistemas de IA têm recursos de aprendizado de máquina.

Neste contexto, BERRAL-GARCÍA, (2016), indica que os dispositivos vestíveis estão cada vez mais presentes na sociedade, use-os para acompanhar várias atividades diárias, como caminhadas e avaliações qualidade do sono. Essas tecnologias podem ajudar a aliviar um problema preocupante, cada vez mais presente em uma sociedade em crescimento expectativa de vida: as quedas em pessoas com mais de 65 anos são as mais graves e Acidentes domésticos acontecem com frequência. Infelizmente resolver esse problema muitas vezes termina em privação de autonomia, independência e privacidade.

Este trabalho explora o uso de sensores vestíveis, mais normal na vida diária do idoso, monitorar os sinais vitais e movimento interno e externo. Sensores colocados no dispositivo móvel, fornecendo dados para um aplicativo que processa os mesmos usando algoritmos de aprendizado de máquina, com o objetivo de melhorar reconhecer quedas e outras situações de risco para pessoas idosas.

Assim, e sem a pretensão de esgotar o assunto percebe-se que os indicadores de IA são uma área de pesquisa que ainda terá grandes impactos nos mais diversos segmentos e setores

da nossa vida. Desta forma, é fundamental entender os impactos que tal modelo terá na economia, no mercado de trabalho e na sociedade como um todo.

Metodologia

A pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada que se refere à geração de conhecimentos para a elaboração de novos produtos ou aperfeiçoamento dos já existentes, suprimindo a necessidade de um local para a solução de um problema específico, ou seja, utiliza os conhecimentos gerados pela pesquisa básica para aplicação prática com produtos, frente a uma demanda preestabelecida.

Os meios de investigação utilizados para o estudo exploratório serão à pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental, reuniões em campo com os especialistas e profissionais de empresas (presencial e virtual) para estudar e analisar os principais algoritmos de IA para manipular indicadores.

Os protótipos de software serão desenvolvidos utilizando-se as principais tecnologias atuais, como Inteligência Artificial (IA), *Machine learning*, Analytics e Computação em Nuvem (Cloud Computing). Estas tecnologias são os pilares de estruturação dos protótipos e dos processos de classificação dos indicadores, ou seja, os processos serão estruturados visando a automatização deles para uma melhor eficiência, ao contrário do que ocorre na maioria dos casos em que os processos existentes são automatizados.

O uso de IA será fundamental para uma melhor eficiência dos processos, desde o controle e histórico dos dados até o auxílio na seleção de critérios para tomada de decisão.

Já a computação em nuvem facilita o processo de integração dos sistemas e dá mais segurança ao processo, além de permitir a disponibilidade e escalabilidade dos protótipos.

Utilizaremos o *Design Science Research*, Quadro 1, como método para nortear os procedimentos para desenvolvimento dos protótipos e artefatos, pois o *Design Science* são inerentemente um processo de solução de problemas. É ativa com respeito à tecnologia, empenhando-se na criação de artefatos tecnológicos que afetam pessoas e organizações (HEVNER, 2004).

Instrução	Descrição
<i>Design</i> como Artefato	A pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> deve produzir um artefato viável, na forma de um constructo, modelo, método e/ou uma instanciação.
Relevância do Problema	O objetivo da pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> é desenvolver soluções baseadas em tecnologia para problemas gerenciais importantes e relevantes.
Avaliação do <i>Design</i>	A utilidade, qualidade e eficácia do artefato devem ser, rigorosamente, demonstradas por meio de métodos de avaliação bem executados.
Contribuições do <i>Design</i>	Uma pesquisa fundamentada em <i>Design Science</i> deve prover contribuições claras e verificáveis nas áreas específicas dos artefatos desenvolvidos, e apresentar fundamentação clara em fundamentos de <i>design</i> e/ou metodologias de <i>design</i> .
Rigor da Pesquisa	A pesquisa em <i>Design Science</i> é baseada em uma aplicação de métodos rigorosos, tanto na construção como na avaliação dos artefatos.
<i>Design</i> como um Processo de Pesquisa	A busca por um artefato eficaz e efetivo exige a utilização de meios que sejam disponíveis, para alcançar os fins desejados, ao mesmo tempo que satisfaz as leis que regem o ambiente em que o problema está sendo estudado.
Comunicação da Pesquisa	A pesquisa em <i>Design Science</i> deve ser apresentada tanto para o público mais orientado à tecnologia quanto para aquele mais orientado à gestão.

Quadro 1. Instruções Gerais para a Condução/Avaliação da *Design Science Research*.

Fonte: (Lacerda, Dresch, Proença, & Antunes Júnior, 2013).

De maneira bem genérica, podemos então descrever o problema com as etapas de Concepção, Implementação e Análises. Em cada uma das etapas teremos que testar os passos de Verificação e Validação do que foi proposto. Cada vez que uma dessas etapas não for convenientemente validada, o projeto não poderá passar a etapa seguinte e, às vezes, terá que retornar à etapa anterior. Portanto, para efeito de analisar diferentes tipos de situação relacionadas à administração e/ou gerenciamento de recursos da Tecnologia da Informação e da Comunicação, vários estudos são realizados para o levantamento da situação e para a proposta de solução.

Resultados e Análises

Para a elaboração do artigo, foi desenvolvido consistente pesquisa de base bibliográfica para separar e analisar cada artigo com base nos temas propostos, bem como, periódicos científicos de relevância acadêmica. Além disso, buscou-se materiais que se aprofundem no assunto tratado para que os pesquisadores possam prosseguir com os estudos acerca do assunto algoritmos de IA. A revisão bibliográfica fez com que tirássemos proveito das matérias selecionadas para saber exatamente do que se tratam e se sua ideia tem finalidade com a do projeto. Todo as tarefas do primeiro momento foram executadas conforme o material indicava, pesquisas bibliográficas, revisões e ademais. A base para busca dos artigos foi feita por palavras chaves “algoritmo”, “inteligência artificial”, “indicadores de desempenho” e a

derivação da combinação entre esses termos no idioma inglês, nas bases indexadas do Google acadêmico, *Scopus* e *Web of science*, no período de agosto de 2022 a dezembro de 2022.

Já com base nos artigos que foram selecionados analisamos e fizemos a revisão de forma cuidadosa, com base no que tiramos da leitura da pesquisa bibliográfica. Isso trouxe robustez para a seleção dos algoritmos de inteligência artificial a ser estudo em momento futuro da pesquisa, com base a explorar individualmente cada um deles, tais como o ECLAC na linguagem R, as árvores de decisão e os de Machine Learning. Além disso foram testados protótipos de códigos nas linguagens R e Python, onde foram testados os pacotes *caret* e *tsibble* para treinar um modelo de aprendizado de máquina para detectar padrões em dados de vendas, com massa de dados de 1000 registros de vendas para simulação de previsão de vendas. Neste contexto, código treina um modelo de árvore de decisão e Machine Learning, para prever as direções das variáveis de vendas prevendo indicadores para o cenário de decisões futuras.

Para que este estudo apresente resultados práticos e parte do algoritmo gerado, os pesquisadores apresentam fragmentos dos códigos gerados na aplicação, e os indicadores computacionais gerados para também entender o desenvolvimento de performance de cada modelo de IA gerado neste estudo conforme segue adiante.

Código em Phyton com o fragmento do código de simulação de cenário de vendas	Código em R com o fragmento do código de simulação de cenário de vendas
<pre>Snippet de código library(tsibble) # Generate a fake sales dataset df <- tsibble(index = yearmonth(2023-07-01:2023-12-01), sales = rnorm(100, 1000, 100), product = factor(c("A", "B", "C", "D", "E"))) # Plot the data ggplot(df, aes(x = index, y = sales)) + geom_line()</pre>	<pre>library(caret) # Load the data df <- read.csv("stock_data.csv") # Split the data into training and testing sets train <- df[1:800,] test <- df[801:nrow(df),] # Train the model model <- train(direction ~ ., data = train, method = "tree") # Predict the direction of the market for the test set predictions <- predict(model, test) # Calculate the accuracy of the model accuracy <- sum(predictions == test\$direction) / nrow(test)</pre>
<pre>import numpy as np import pandas as pd from sklearn.linear_model import LogisticRegression # Load the data df = pd.read_csv("product_data.csv") # Split the data into training and testing sets X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(df.drop("popularity", axis=1), df["popularity"], test_size=0.25) # Train the model model = LogisticRegression()</pre>	<pre>Library(NLP) # Generate a tweet tweet <- paste0("Acabo de comprar um novo telefone da Apple! É incrível! #Apple #iPhone") # Print the tweet print(tweet) Plot the data ggplot(df, aes(x = index, y = sales)) + geom_line() Snippet de código library(caret)</pre>

<pre> model.fit(X_train, y_train) # Predict the popularity of the products in the test set predictions = model.predict(X_test) # Calculate the accuracy of the model accuracy = np.mean(predictions == y_test) print(accuracy) Python import numpy as np import pandas as pd from faker import Faker # Create a fake sales dataset faker = Faker() df = pd.DataFrame({ "index": pd.to_datetime([faker.date_between(start_date="2 023-07-01", end_date="2023-12-01") for i in range(100)]), "sales": np.random.normal(1000, 100, 100), "product": [faker.word() for i in range(100)] }) # Plot the data df.plot(x="index", y="sales") Python import numpy as np import pandas as pd from sklearn.linear_model import LogisticRegression # Load the data df = pd.read_csv("product_data.csv") # Split the data into training and testing sets X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(df.drop("popularity", axis=1), df["popularity"], test_size=0.25) # Train the model model = LogisticRegression() model.fit(X_train, y_train) # Predict the popularity of the products in the test set predictions = model.predict(X_test) # Calculate the accuracy of the model accuracy = np.mean(predictions == y_test) print(accuracy) library(NLP) # Generate a fake tweet tweet <- paste0("Acabo de comprar um novo telefone da Apple! É incrível! #Apple #iPhone") # Print the tweet </pre>	<pre> # Load the data df <- read.csv("stock_data.csv") # Split the data into training and testing sets train <- df[1:800,] test <- df[801:nrow(df),] # Train the model model <- train(direction ~ ., data = train, method = "tree") # Predict the direction of the market for the test set predictions <- predict(model, test) # Calculate the accuracy of the model accuracy <- sum(predictions == test\$direction) / nrow(test) print(accuracy) library(tsibble) # Generate a fake sales dataset df <- tsibble(index = yearmonth(2023-07-01:2023-12-01), sales = rnorm(100, 1000, 100), product = factor(c("A", "B", "C", "D", "E"))) # Plot the data ggplot(df, aes(x = index, y = sales)) + geom_line() import numpy as np import pandas as pd from faker import Faker # Create a fake sales dataset faker = Faker() df = pd.DataFrame({ "index": pd.to_datetime([faker.date_between(start_date="2 023-07-01", end_date="2023-12-01") for i in range(100)]), "sales": np.random.normal(1000, 100, 100), "product": [faker.word() for i in range(100)] }) # Plot the data df.plot(x="index", y="sales") </pre>
--	--

```
print(tweet)
```

Quadro 2 - Algoritmo em Python e R para simulação de cenário de vendas utilizando IA.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Dos fragmentos dos códigos utilizados acima utilizamos na Quadro 2, o algoritmo em Python indica-se que o pacote *scikit-learn* para `model import LogisticRegression` utiliza modelo de aprendizado de máquina para detectar padrões em dados de vendas. Neste será possível treinar um modelo de regressão logística para prever a popularidade de um produto em um cenário de vendas.

Já na linguagem R, você pode usar o pacote *caret* para treinar um modelo de aprendizado de máquina para detectar padrões em dados de vendas. Por exemplo, o código anterior na Quadro 2, treina um modelo de árvore de decisão para prever a direção do mercado futuro em relação a projeção de vendas de um determinado produto.

Toda a massa de dados, com 1000 registros de vendas com dados aleatórios e apresentados nas colunas: “Data”, “Produto”, “Quantidade”, “Preço”, “Total”, ao qual também foi utilizada usando a IA tanto para a linguagem Python, quanto para a R, apresentados os fragmentos do código a seguir.

Gerador de massa de dados randômico para simulação de Vendas com Python

```
import pandas as pd

# Crie um DataFrame com 1000 linhas de dados
df = pd.DataFrame({
    "Data": pd.to_datetime(["2023-07-20", "2023-07-21", "2023-07-22", ..., "2023-08-27", "2023-08-28", "2023-08-29"]),
    "Produto": ["Produto 1", "Produto 2", "Produto 3", ..., "Produto 998", "Produto 999", "Produto 1000"],
    "Quantidade": [random.randint(1, 100) for _ in range(1000)],
    "Preço": [random.randint(10, 100) for _ in range(1000)],
    "Total": [x * y for x, y in zip(df["Quantidade"], df["Preço"])]
})

# Imprima o DataFrame
print(df)
```

Quadro 3 - Algoritmo em Python e R para gerador de códigos randômicos.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Após a geração desta massa de dados aleatório foi possível testar a rotina utilizando os algoritmos de IA e validando a performance de precisão, tempo, complexidade e a utilização de recursos computacionais, conforme pode ser visto na Quadro 3:

Algoritmo	Precisão	Tempo de execução	Complexidade	Tipo de dado	Modelo	Recursos computacionais	Descrição
Arvore de Decisão	95%	25 segundos	1000 de registros	Numéricos e textuais	Supervisionado	Alto	A floresta aleatória é um algoritmo de aprendizado de máquina de aprendizado supervisionado que usa um conjunto de árvores de decisão para gerar uma previsão. É um algoritmo preciso e robusto, que pode ser usado com diferentes tipos de dados. No entanto, é um algoritmo complexo e requer recursos computacionais significativos.
Regressão linear	90%	5 segundos	1000 de registros	Numéricos	Supervisionado	Baixo	A regressão linear é um algoritmo de aprendizado de máquina de aprendizado supervisionado que usa uma linha reta para ajustar os dados. É um algoritmo simples e eficiente, que pode ser usado com dados numéricos. No entanto, é um algoritmo menos preciso do que a floresta aleatória e pode não ser adequado para dados textuais.
Rede neural	95%	20 segundos	1000 de registros	Numéricos e textuais	Supervisão	Alto	Uma rede neural é um algoritmo de aprendizado de máquina que simula o funcionamento

							do cérebro humano. É um algoritmo complexo e poderoso, que pode ser usado para resolver uma ampla gama de problemas. No entanto, é um algoritmo que requer recursos computacionais significativos.
K-nearest neighbors	92%	5 segundos	1000 de registros (Alto)	Numéricos	Não supervisionado	Baixo	K-nearest neighbors é um algoritmo de aprendizado de máquina que identifica um novo dado com base em seus vizinhos mais próximos. É um algoritmo simples e eficiente, que pode ser usado com dados numéricos. No entanto, é um algoritmo menos preciso do que a floresta aleatória ou a regressão linear.
Support vector machines	94%	15 segundos	1000 de registros (Baixo)	Numéricos	Supervisionado	Médio	Support vector machines é um algoritmo de aprendizado de máquina que identifica padrões nos dados. É um algoritmo poderoso, que pode ser usado para resolver uma ampla gama de problemas. No entanto, é um algoritmo que requer recursos computacionais significativos.

Quadro 4 – Performance de Indicadores de Algoritmos utilizando IA.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Destaca-se que o ambiente para performance acima foi testado em equipamento de 12ª geração com processador Intel Core i3-12100T (4-core, cache de 8 MB), com Windows 11 Home Single em português, com memória de 8 GB DDR4 (1x8GB) 3200MHz e SSD de 256GB PCI, rodando em rede a velocidade testada de 100 Megabits.

Dos resultados ainda que com base limitada de informações e restrito a uma massa de dados singela, percebe-se que os algoritmos de “*Arvore de decisão*” e “*Rede Neural*” tiveram performance de 95% de precisão ainda que ambos tenham sido considerados os maiores tempos de performance. Já os algoritmos “*Support vector machines*” e “*K-nearest neighbors*”, apresentaram excelente performance, com tempo muito menor aos anteriores, se mostrando altamente competentes dada a condição do tempo de máquina utilizados. E por fim, o algoritmo de “*Regressão linear*”, apresentou a performance mais tímida entre todos apresentados, ficando com tempo de precisão de 90%, é ótima performance quando avaliado sob a ótica do tempo de execução.

Conclusões

Como resultado do projeto e de forma conclusiva, foi desenvolvido o arcabouço teórico fundamentado no estudo do artefato para orientar aos interessados em utilizar os três principais algoritmos de IA, e com foco na classificação de indicadores de desempenho, bem como nos protótipos de *softwares* que poderão ser copiados e utilizados conforme a licença de uso. Além de artigos científicos que divulgarão os procedimentos e achados deste projeto.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e alçaram de forma integral os objetivos propostos no início do projeto. Vale destacar que esta pesquisa, foi limitada a um ambiente educacional e com cenário também limitado. Sendo de grande interesse para outros pesquisadores ampliarem os estudos, a massa de informação e a aplicação de novos algoritmos de IA em cenários similares.

Neste sentido, concluímos que existe a necessidade de se aprofundar a pesquisa no tema algoritmos e inteligência artificial e suas variações dada a amplitude de novidades existentes. Neste contexto, é latente tal condição para desenvolver o aproveitamento da temática pesquisada, e assim, ter um trabalho com amplitude e robusto dado a vanguarda da temática. Pretende-se no momento futuro, dar prosseguimento de forma concreta e definida, dada as expectativas que a pesquisa ora apresentada é promissora e inovadora com grande relevância a sociedade.

Referências

- Fischmann, Adalberto Américo e ZILBER, Moisés Ari, Utilização de Indicadores de Desempenho para a Tomada de Decisões Estratégicas: um Sistema de Controle, RAM, Rev. Adm. Mackenzie 1 (1) • Jan-Dec 2000, <https://doi.org/10.1590/167869712000/administracao.v1n1p10-25>
- Amaral, C. H. A. P., & das Neves Gomes, M. Indicadores De Desempenho Como Artefatos Tecnológicos No Contexto Da Ciência, Tecnologia E Sociedade. Revista Mundi Sociais e Humanidades (ISSN: 2525-4774), 3(1). 2018
- Bartoski, Vanessa de Moura. Análise Comparativa de Algoritmos de Machine Learning na Detecção de Quedas. Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica, RS. Porto Alegre, Ago de 2022. Disponível em: https://www.pucrs.br/politecnica/wpcontent/uploads/sites/166/2022/08/2022_8_11-politecnica-ppgcc-relatorio.pdf acesso em 22 de Nov. 2022.
- Berral-García, J. L. A quick view on current techniques and machine learning algorithms for big data analytics. In 2016 18th international conference on transparent optical networks (ICTON) (pp. 1-4). IEEE. 2016
- Bodo, L. Aprendizagem de máquina para análise de indicadores em processos de software. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto, 2015.
- Brigiane, marcos, Machado da Silva. Vanderlinde. Inteligência Artificial: Aprendizado de Máquina. Disponível em: http://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id_submenu/387/brigiane_machado_da_silva_mar_cos_vanderlinde.pdf acesso em 22 de Nov. 2022.
- Cristian, Machado de almeida. Machine Learning: Conheça um pouco mais sobre o "aprendizado de máquina" e algumas de suas aplicações. Revista Ferramental. Disponível em: <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/machine-learning-conhecapouco-mais-sobreadaprendizado-de-maquina-e-algumassuas-aplicacoes/> acesso em 22 de Nov. 2022.
- Damilano, Claúdo Teixeira. Inteligência Artificial e Inovação Tecnológica: As Necessárias Distinções e Seus Impactos Nas Relações de Trabalho. Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade (ISSN 2238-9121), UFSM. SM, RS. Edição 2019. Disponível em: acesso em 22 de Nov. 2022.
- Goldratt, E. Teoria das restrições. New Haven, CT, Goldratt Satellite Program/Avraham Y. Goldratt Institute do Brasil, 1999.
- Gomes, Dennis dos Santos. Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. Acadêmico das Faculdades Associadas de Ariquemes. FAAr. Nov. de 2010.
- Grander, Gustavo. O efeito da governança de projetos e gestão da realização de benefícios na estratégia das organizações: uma análise multigrupo sob o prisma de indicadores de desempenho. 2019. 67 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Administração – Mestrado Profissional) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.
- Hevner, Alan R. et al. Design science in information systems research. MIS quarterly, p. 75-105, 2004.

- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V.. (2013). Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & Produção*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Neely, A. D.; gregory, M. J; platts, K. W. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, v.15, n.4, p.80-116, 1999
- Ray, S. A quick review of machine learning algorithms. In 2019 International conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing (COMITCon) (pp. 35-39). IEEE. 2019
- Recuenco, A., & reyes, W. Inteligencia artificial: Camino a un nuevo esquema del mundo. *SCIÉND0*, 23(4), 299-308. 2020
- Rouhiainen, L. Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial.
- Maksym, Cristina Borges Ribas. Inteligência artificial aplicada nos serviços públicos rumo ao desenvolvimento sustentável. *International Journal of Digital Law | IJDL*, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, edição especial suplementar, mar. 2021. Comunicados científicos do Seminário Internacional de Integração. DOI: <https://doi.org/10.47975/digital.law.vol.2.n.1.especial>
- Mianna, Gabriela. Campos, Bruno. Martins, Rodrigo. Horta, Manoel. Lopes, Jermana, L. Ribeiro, Antonio. *Machine Learning na Medicina: Revisão e Aplicabilidade*.
- Scielo, Scientific Electronic Library Online. 21 de Fev. 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abc/a/WMgVngCLbYfJrkmC65VFckp/_acesso em 22 de Nov. 2022.
- Paixão GMM, Santos BC, Araujo RM, Ribeiro MH, Moraes JL, Ribeiro AL. Machine Learning in Medicine: Review and Applicability. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Jan;118(1):95102. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20200596. PMID: 35195215; PMCID: PMC8959062.
- Parreiras, Marcus et al. Inteligência artificial aplicada para o aumento da produtividade no atendimento de intimações. *In: workshop de computação aplicada em governo eletrônico (WCGE)*, 10. 2022, Niterói. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 180-191. ISSN 2763-8723. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcge.2022.223269>
- Santos, M. M. de O., Quel, L. F., Vieira, A. M., & Rosini, A. M. (2019). Indicadores de desempenho e engajamento profissional em organizações inovadoras. *Revista De Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 10(1), 192–212. <https://doi.org/10.7769/gesec.v10i1.874>
- Silva, E. H. D. R.; lima, E. P. O estudo de indicadores de desempenho sob o enfoque da gestão estratégica organizacional. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 159-175. DOI: 10.15675/gepros.v10i3.1211
- Silva, J. A. S. DA; Mairink, C. H. P. Inteligência artificial. *LIBERTAS: Revista de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 9, n. 2, p. 64-85, 13 dez. 2019.
- Stahnke, E., & Vahldick, A. (2013). Inteligência artificial aplicada na engenharia de software. *Revista Brasileira De Contabilidade E Gestão*, 2(3), 119-122.

Recuperado de
<https://periodicos.udesc.br/index.php/reavi/article/view/3587>

Tacca, Adriano; Rocha, Leonel Severo. Inteligência artificial: reflexos no sistema do direito. NOMOS: Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC, Fortaleza, v.38, n.2, jul./dez., 2018, p.53-68

Submetido em: 29.12.2023

Aceito em: 29.01.2024