



XI Encontro Científico

Livro de Atas

eCl'25

Santarém, 27 junho de 2025

Organização

Apoio institucional

Media Partner



ATAS

eCI'25

XI Encontro Científico do Centro de Investigação, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Santarém, 27 de junho de 2025

Organização

Apoio institucional

Media Partner



FICHA TÉCNICA

Título

Livro de Atas do eC'25 - XI Encontro Científico do Centro de Investigação, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Editores

Domingos Martinho

Patrícia Reis

Isabel Reis

António Pratas

António Ribeiro

Edição

ISLA Santarém – Instituto Politécnico, junho 2025

ISBN

978-989-96995-9-5

Data

27 de junho de 2025

Design de Logótipo

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Produção

Tiragem editorial

Secretariado do XI Encontro Científico do Centro de Investigação, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

2000-241 Santarém, Portugal

Tel.: +351 243 305 880

Website: <http://encontro.i2es.islasantarem.pt/>

Organização: Centro de Investigação, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

<https://i2es.islastr.com/>

EIXOS TEMÁTICOS

Gestão & Marketing

Turismo

Ciências Sociais Aplicadas

Informação & Tecnologia

Qualidade, Ambiente, Saúde & Segurança no Trabalho

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente:

Patrícia Reis, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Vice-Presidente:

Isabel Pinto dos Reis, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Vogais:

António Pratas, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

António Ribeiro, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

COMISSÃO CIENTÍFICA

Presidente:

Maria Fátima Pina, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Vice-Presidente:

Rui Veiga, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Vogais:

Sandra Morgadinho, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Rui Carvalho, ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Ana Filipa Joaquim, ISLA Santarém, Gestão, Marketing

Andreia Domingues, ISLA Santarém, Ciências Informáticas

António Dionísio, ISLA Santarém, Gestão

António Pratas, ISLA Santarém, Ciências Informáticas

António Ribeiro, ISLA Santarém, SHT

Armando Bastos, ISLA Santarém, Gestão

Carlos Diogo, ISLA Santarém, Ciências Informáticas

Domingos Martinho, ISLA Santarém, Ciências Informáticas

Eduardo Ganiho, ISLA Santarém, Gestão da Qualidade, Sustentabilidade, Ambiente

Hélder Ferreira, ISLA Santarém/Universidade Europeia, Marketing

Fernando Bento, ISLA Santarém, Ciências Informáticas

Filipa Martinho, ISLA Santarém, Gestão de RH
Isabel Pinto dos Reis, ISLA Santarém, Gestão de RH
Joana Tudella, ISLA Santarém, Química
João Farinha, ISLA Santarém, Gestão, Marketing
João Reis, ISLA Santarém/AMilitar, Gestão
João Simões, ISLA-Santarém, Turismo
João Thomaz, ISLA Santarém/AMilitar, Gestão
Jorge Farromba, IP Luso / ISLA Santarém, Marketing
Jorge Vieira, ISLA Santarém, Gestão, Marketing
Jorge Rio Cardoso, ISLA Santarém, Comportamento Organizacional, Economia
Luís Ferreira, ISLA Santarém, Engenharia Mecânica
Marco Tereso, ISLA Santarém, Ciências Informáticas
Margarida Tribuna, ISLA Santarém, Gestão de RH
Maria Emília Baltazar, ISLA Santarém/ISEC Lisboa, Ciências Aeronáuticas
Maria José Nunes da Silva, ISLA Santarém, Turismo
Nuno Nogueira, ISLA Santarém, SHT
Patrícia Araújo, ISMAT / ISLA Santarém, Gestão de RH
Patrícia Reis, ISLA Santarém, Turismo
Pedro Ferreira, ISLA Santarém, Ergonomia, SHT
Pedro Ramos, ISLA Santarém, Gestão, Economia
Pedro Sobreiro, IPSantarém/ISLA Santarém, Ciências Informáticas
Ricardo Marcão, ISLA Santarém, Gestão
Ricardo Vardasca, ISLA Santarém, Ciências Informáticas
Rui Frade, ISLA Santarém, Gestão, Marketing
Teresa Guarda, ISLA Santarém, Ciências Informáticas
Vasco Ribeiro, IP Tomar / ISLA Santarém, Turismo, Marketing

SECRETARIADO

Alberto Ferreira

AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora e a Comissão Científica expressam o seu agradecimento a todos os Revisores que participaram no processo de *Blind Review* dos trabalhos científicos, bem como a todos os autores, participantes e colaboradores que cooperaram para a divulgação e para o sucesso do 'XI Encontro Científico do Centro de Investigação do ISLA Santarém – Instituto Politécnico 2025' (ECI'25).

Índice

DIGITAL PLATFORMS AND URBAN TRANSFORMATION: NAVIGATING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN EUROPEAN AND PORTUGUESE CITIES.....	2
Victor Lima ¹ ; Ana Filipa Joaquim ²	2
PERSONALIZAÇÃO COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: LIMITES ÉTICOS E PERCEÇÃO DO CONSUMIDOR	10
<i>PERSONALIZATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: ETHICAL LIMITS AND CONSUMER PERCEPTION</i>	10
Nuno Militão ¹ ; Patrícia Pereira ²	10
ADOÇÃO DE ESG NAS PMES: DIAGNÓSTICO DE BARREIRAS E PROPOSTA DE QUESTIONÁRIO PRÁTICO DE APOIO.....	12
<i>ESG ADOPTION IN SMES: DIAGNOSIS OF BARRIERS AND PROPOSAL FOR A PRACTICAL SUPPORT QUESTIONNAIRE</i>	12
¹ Nuno Militão; ² João Farinha; ³ Maria de Fátima Pina; ⁴ Filomena Aranha.....	12
MODA SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL: FATORES QUE INFLUENCIAM A REUTILIZAÇÃO DE ARTIGOS TÊXTEIS	14
<i>SUSTAINABLE FASHION IN PORTUGAL: DETERMINANTS OF TEXTILE REUSE</i>	14
¹ Susana Rijo; ² Alcina Ferreira; ³ Cátia Crespo.....	14
A INFLUÊNCIA DO TIKTOK NA ESCOLHA DE RESTAURANTES POR JOVENS CONSUMIDORES	16
<i>THE INFLUENCE OF TIKTOK ON YOUNG CONSUMERS' CHOICE OF RESTAURANTS</i>	16
Afonso Sansana; Bruno Zibaia; Cristina Oliveira; João Quitério; Nuno Militão; Patrícia Pereira	16
PLANO DE MARKETING DIGITAL: V&V STORE.....	18
<i>DIGITAL MARKETING PLAN: V&V STORE</i>	18
¹ Marta Alves; ² Vasco Ribeiro	18
CULTURA ORGANIZACIONAL E FELICIDADE NO TRABALHO: QUE RELAÇÃO?	20
<i>ORGANIZATIONAL CULTURE AND HAPPINESS AT WORK: WHAT RELATIONSHIP?</i>	20
¹ Lidiane Rodrigues de Oliveira; ² Isabel Reis	20
IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE PRODUÇÃO NO DESEMPENHO DO PROCUREMENT.....	22
<i>IMPACT OF PRODUCTION MANAGEMENT OPTIMIZATION ON PROCUREMENT PERFORMANCE</i>	22
Tiago Rodrigues; Pedro Ramos	22
DA LIDERANÇA TRANSFORMACIONAL À LIDERANÇA HOLÍSTICA COMO RESPOSTA ESTRATÉGICA A UM MUNDO BANI E SOCIEDADE 5.0.....	24
<i>FROM TRANSFORMATIONAL TO HOLISTIC LEADERSHIP AS A STRATEGIC RESPONSE TO A BANI WORLD AND SOCIETY 5.0</i>	24
João Garrudo	24
SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA EM 2020: ANÁLISE DOS FATORES E PROPOSTAS DE PREVENÇÃO NA PROVÍNCIA DE CABINDA - PROJECTO MAIS VIDAS NAS ESTRADAS	26
<i>ROAD ACCIDENTS IN 2020: ANALYSIS OF FACTORS AND PREVENTION PROPOSALS IN THE PROVINCE OF CABINDA MORE LIVES ON THE ROADS PROJECT</i>	26
¹ João Samuel Pola Gomes	26
TURISMO ACESSÍVEL E OLIVOTURISMO: EXPERIÊNCIAS IMERSIVAS E ESTRATÉGIAS DE INCLUSÃO E VALORIZAÇÃO TERRITORIAL EM ÁREAS RURAIS .	29

ACCESSIBLE TOURISM AND OLIVE TOURISM: IMMERSIVE EXPERIENCES AND STRATEGIES FOR INCLUSION AND TERRITORIAL ENHANCEMENT IN RURAL AREAS	29
¹ Pedro Martins; ² Eunice Lopes.....	29
TURISMO NÁUTICO E SUSTENTABILIDADE SOCIAL	31
NAUTICAL TOURISM AND SOCIAL SUSTAINABILITY.....	31
¹ Eunice Lopes; ² Jakson Soares; ³ Xosé Solla	31
O CAFÉ COMO PRODUTO TURÍSTICO INTEGRADO: PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UMA EMPRESA DE ANIMAÇÃO TURÍSTICA EM CAMPO MAIOR.....	33
COFFEE AS AN INTEGRATED TOURISM EXPERIENCE: A BUSINESS PROPOSAL FOR A TOURISM ENTERTAINMENT COMPANY IN CAMPO MAIOR.....	33
^{1,2} Patrícia Reis; ² Isabel Correia	33
RAÍZES DA NOSSA TERRA: PROJETO DE ANIMAÇÃO TURÍSTICA COM FOCO EM CAMINHADAS NO RIBATEJO.....	35
ROOTS OF OUR LAND: TOURISM PROJECT FOCUSING ON WALKING IN THE RIBATEJO	35
^{1,2} Patrícia Reis; ² Diana Santana	35
CAMINHOS CRIATIVOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS ITINERÁRIOS TURÍSTICOS CRIATIVOS NA REDE DE CIDADES CRIATIVAS DA UNESCO EM PORTUGAL	37
CREATIVE PATHS: EVALUATING THE IMPACT OF CREATIVE TOURISTIC ITINERARIES IN THE UNESCO CREATIVE CITIES NETWORK IN PORTUGAL	37
^{1,2} Patrícia Reis; ^{1,2} Rui Carvalho	37
MUSEU RURAL E ETNOGRÁFICO DE ALVIOBEIRA (MREA): DINAMISMO CULTURAL E INCLUSÃO TERRITORIAL.....	40
ALVIOBEIRA RURAL AND ETHNOGRAPHIC MUSEUM: CULTURAL DYNAMISM AND TERRITORIAL INCLUSION	40
¹ Diogo Santos; ² Eunice Lopes.....	40
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: CAMINHOS PARA UM ENSINO MAIS HUMANO E INOVADOR	50
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION: TOWARDS A MORE HUMAN-CENTERED AND INNOVATIVE TEACHING APPROACH.....	50
Jorge Rio Cardoso	50
COMO EDUCAR PARA OS MEDIA QUANDO NÃO SE CONSUME INFORMAÇÃO DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO?.....	61
HOW CAN TEACH MEDIA LITERACY WHEN NEWS MEDIA ARE NOT BEING CONSUMED?.....	61
Andreia Fernandes Silva.....	61
FORMAÇÃO COM PROPÓSITO: A PERTINÊNCIA SOB A PERSPETIVA DOS TRABALHADORES	63
TRAINING WITH PURPOSE: RELEVANCE FROM THE WORKER'S PERSPECTIVE.....	63
¹ Magda Geada Jacinto; ² Lígia Nascimento; ³ Maria de Fátima Pina; ⁴ Patrícia Araújo; ⁵ Rosina Fernandes	63
A IMPORTÂNCIA DA SAÚDE MENTAL PARA A REDUÇÃO DO ABSENTISMO LABORAL	65
THE IMPORTANCE OF MENTAL HEALTH IN REDUCING ABSENTEEISM FROM WORK.....	65
¹ Beatriz Sofia Alves; ² Filipa Martinho; ³ Ricardo Marcão	65
A IMPORTÂNCIA DA INTELIGÊNCIA EMOCIONAL NA LIDERANÇA	67
THE IMPORTANCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN LEADERSHIP	67
¹ Maria Leonor Matos; ² Filipa Martinho; ² Ricardo Marcão	67
A INFLUÊNCIA DA CULTURA ORGANIZACIONAL NO DESEMPENHO	69
THE INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL CULTURE ON PERFORMANCE	69
¹ Cecília Sêco; ² Filipa Martinho; ³ Ricardo Marcão	69

QUANDO O CAREER CALLING NÃO BASTA: TRABALHO DIGNO COMO CHAVE PARA O BEM-ESTAR LABORAL	71
<i>WHEN CAREER CALLING IS NOT ENOUGH: DECENT WORK AS THE KEY ROLE TO WELL-BEING AT WORK</i>	71
¹ Sofia Porto; ² Liliana Faria.....	71
MEDIAÇÃO MODERADA ENTRE TRABALHO DIGNO E INTENÇÃO DE SAÍDA: O PAPEL DO BURNOUT E DO CALLING DE CARREIRA.....	73
<i>MODERATE MEDIATION BETWEEN DECENT WORK AND INTENTION TO LEAVE: THE ROLE OF BURNOUT AND CAREER CALLING</i>	73
¹ Sofia Porto; ² Liliana Faria.....	73
APLICAÇÃO DE BUISNESS INTELLIGENCE NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: DA EXPLORAÇÃO DOS DADOS À OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO	76
<i>APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE IN SMALL AND MEDIUM-SIZED COMPANIES: FROM DATA EXPLORATION TO BUSINESS OPPORTUNITY</i>	76
Daniel Oliveira ¹ ; Domingos Martinho ²	76
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE INCÊNDIOS RURAIS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	89
<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN RURAL FIRE MANAGEMENT: SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE</i>	89
João Pedro Costa ¹ ; Domingos Martinho ²	89
O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	105
<i>THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON PROGRAMMING LEARNING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW</i>	105
¹ Luís Beirante; ² Domingos Martinho; ³ Ricardo Vardasca	105
MÚSICA ANTROPOFÁGICA: IA PARA DEGRADAÇÃO SONORA PROGRESSIVA	125
<i>ANTHROPOPHAGIC MUSIC: AI FOR PROGRESSIVE SOUND DEGRADATION</i>	125
Frederico Cláudio ¹ ; Domingos Martinho ²	125
APRENDIZAGEM DE INDIVÍDUOS COM SÍNDROME ASPERGER – UMA ABORDAGEM BASEADA EM IA	136
<i>LEARNING IN INDIVIDUALS WITH ASPERGER'S SYNDROME – AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED APPROACH</i>	136
Diogo Conceição ¹ ; Domingos Martinho ²	136
MONITORIZAÇÃO DE FRUTOS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	146
<i>FRUIT MONITORING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE</i>	146
Fábio Guerra ¹ ; Domingos Martinho ² ; Ricardo Vardasca ³	146
A UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PERSONALIZAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO UTILIZADOR EM LOJAS ONLINE.....	164
<i>THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZING THE USER EXPERIENCE IN ONLINE STORES</i>	164
Rafael Letra; Domingos Martinho; Ricardo Vardasca.....	164
O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INTERPRETAÇÃO ENTRE LÍNGUAS	174
<i>THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INTERPRETATION BETWEEN LANGUAGES</i>	174
Amadu Cande ¹ ; Domingos Martinho ²	174
EASYFLOWCHART – APLICAÇÃO WEB PARA CONVERSÃO BIDIRECIONAL ENTRE PSEUDOCÓDIGO E FLUXOGRAMAS	176
<i>EASYFLOWCHART – A WEB APPLICATION FOR BIDIRECTIONAL CONVERSION BETWEEN PSEUDOCODE AND FLOWCHARTS</i>	176
¹ Luís Beirante; ² Ricardo Vardasca	176
IMPLEMENTAÇÃO DE I18N E L10N NO FRONT ACCOUNTING	178

<i>IMPLEMENTATION OF I18N AND L10N IN FRONT ACCOUNTING</i>	178
Rafael Letra; Fernando Bento	178
<i>ANÁLISE DE BI SOBRE MORTES E POPULAÇÃO POR IDADES E PAÍSES DA EUROPA</i>	180
<i>BI ANALYSIS ON DEATHS AND POPULATION BY AGE AND COUNTRIES IN EUROPE</i>	180
Daniel Oliveira; Rafael Letra; Ricardo Vardasca	180
<i>APLICAÇÃO DE BUSINESS INTELLIGENCE E TÉCNICAS DE DATA MINING NA</i> <i>ANÁLISE DA PANDEMIA DE COVID-19</i>	182
<i>APPLYING BUSINESS INTELLIGENCE AND DATA MINING TECHNIQUES TO ANALYZE THE</i> <i>COVID-19 PANDEMIC</i>	182
¹ Fábio Guerra; ² Luís Beirante; ³ Ricardo Vardasca	182
<i>FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO TRABALHO: NOVOS DESAFIOS E</i> <i>A URGÊNCIA DA REQUALIFICAÇÃO</i>	185
<i>ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN THE WORKPLACE: NEW CHALLENGES AND THE</i> <i>URGENCY OF RESKILLING</i>	185
¹ Laura Pinheiro; ² Bruna Calado; ³ Nuno Nogueira; ⁴ João Farinha; ⁵ Maria Pina; ⁶ Filipa Martinho	185

Gestão & Marketing

DIGITAL PLATFORMS AND URBAN TRANSFORMATION: NAVIGATING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN EUROPEAN AND PORTUGUESE CITIES

Victor Lima¹; Ana Filipa Joaquim²

ISLA SANTARÉM

vitor.mpf.lima@gmail.com¹; filipa.joaquim@islasantarem.pt²

Abstract

Introduction: The proliferation of digital platforms has significantly reshaped European urban landscapes, influencing housing, mobility, data governance, labor markets, and local commerce. These platforms offer opportunities for innovation but also pose complex equity, sustainability, and governance challenges.

Methodology: This article draws on recent empirical research (2022–2025) and employs a qualitative, comparative approach focused on European and Portuguese urban contexts. Special attention is given to medium-sized cities such as Santarém, where the lack of comprehensive open data does not preclude the observation of platform-related urban phenomena.

Findings: Digital platforms are transforming urban systems in multiple domains. In the housing sector, short-term rental platforms exacerbate affordability issues, disproportionately affecting vulnerable populations, including migrants. Labor markets are increasingly shaped by platform-mediated work, often resulting in precarious conditions for migrant workers, particularly from Southeast Asia, who also face inadequate housing and limited access to social protection. Local commerce is adapting unevenly to digitalization, with varying degrees of integration into e-commerce and online marketplaces.

Discussion: These developments highlight the dualistic nature of digital platforms as both drivers of innovation and sources of disruption. The absence of open data in smaller cities limits evidence-based policy but does not eliminate the need for responsive governance. Successful platform integration demands a nuanced regulatory framework and multi-level cooperation.

Conclusion: Effective responses to platform urbanism should prioritize data-sharing frameworks, balanced regulatory approaches, support for local enterprises, collaborative governance mechanisms, and enhanced protections for migrant workers, ensuring inclusive and sustainable urban development.

Keywords: *digital platforms, urban transformation, smart cities, European cities, Portuguese urban development*

Resumo

Introdução: A proliferação de plataformas digitais tem reconfigurado profundamente os territórios urbanos na Europa, influenciando os mercados da habitação, a mobilidade, a governação de dados, os mercados laborais e o comércio local. Embora promovam inovação, estas plataformas colocam igualmente desafios complexos em termos de equidade, sustentabilidade e governação.

Metodologia: Este artigo baseia-se em investigação empírica recente (2022–2025) e adota uma abordagem qualitativa e comparativa centrada em contextos urbanos europeus e portugueses. Dá-se especial atenção a cidades de média dimensão, como Santarém, onde a ausência de dados abertos abrangentes não impede a observação de fenómenos urbanos associados às plataformas digitais.

Resultados: As plataformas digitais estão a transformar os sistemas urbanos em múltiplas dimensões. No setor da habitação, as plataformas de arrendamento de curta duração agravam os problemas de acessibilidade, afetando de forma desproporcionada populações vulneráveis, nomeadamente migrantes. Os mercados laborais evidenciam uma crescente precarização decorrente do trabalho mediado por plataformas, com impacto acentuado sobre trabalhadores migrantes, em particular oriundos do Sudeste Asiático, que enfrentam também condições habitacionais precárias e fraca proteção social. O comércio local adapta-se de forma desigual à digitalização, com diferentes graus de integração no comércio eletrónico.

Discussão: Estes desenvolvimentos sublinham a natureza dual das plataformas digitais como motores de inovação e fatores de disrupção. A ausência de dados abertos em cidades médias limita a ação política baseada em evidência, mas não elimina a necessidade de governação eficaz e sensível ao contexto.

Conclusão: Recomenda-se o desenvolvimento de quadros de partilha de dados, regulação equilibrada, apoio ao comércio local, governação colaborativa e reforço da proteção aos trabalhadores migrantes, promovendo um desenvolvimento urbano mais inclusivo e sustentável.

Palavras-chave: plataformas digitais, transformação urbana, cidades inteligentes, cidades europeias, desenvolvimento urbano português

INTRODUCTION

Digital platforms increasingly mediate urban environments, facilitating various services from accommodation and transportation to retail and labor. These platforms introduce new interaction modalities within cities, altering traditional urban dynamics and challenging established governance frameworks. The rapid proliferation of platform-based services accelerated during and after the COVID-19 pandemic, has contributed to what scholars describe as "platform urbanism," characterized by the growing influence of digital intermediaries in shaping urban life (Barns, 2020; van der Graaf & Ballon, 2019). Understanding the multifaceted impacts of these platforms is essential for developing policies that harness their benefits while mitigating adverse effects, a balancing act that proves particularly challenging in practice. This is especially relevant in the European context, where cities often juggle technological innovation with strong public service provision, social equity, and the preservation of cultural heritage. The unique blend of historical urban fabric and emerging digital ecosystems in Portuguese cities provides pertinent case studies for examining these dynamics. While major metropolitan areas like Lisbon and Porto are frequently studied, the effects on medium-sized towns such as Santarém warrant consideration. However, specific research and open data sources remain notably limited despite observable platform-related phenomena in these urban contexts.

This article addresses several key research questions:

- i. How are digital platforms transforming urban environments across different domains in European and Portuguese cities?
- ii. What regulatory approaches have emerged to govern platform activities?
- iii. How can cities balance innovation with equity and sustainability concerns?
- iv. Crucially, how can the digital transformation of cities serve the needs of all urban residents, including vulnerable populations such as migrant workers facing precarious conditions?

The analysis is structured around key domains where digital platforms have significantly impacted urban life: housing, mobility, data governance, labor markets, and local commerce. Emphasis is placed on the transformation of local commerce and the dynamics of the platform-mediated labor market, including the role and conditions of migrant workers.

THEORETICAL FRAMEWORKS AND DIGITAL PLATFORMS IN URBAN CONTEXTS

Recent scholarship provides several theoretical frameworks for understanding the relationship between digital platforms and urban transformation. The "platform urbanism" perspective conceptualizes cities as increasingly organized around digital platforms that mediate various aspects of urban life (Barns, 2020; van der Graaf & Ballon, 2019). The "socio-technical" perspective views urban digital innovation as a dynamic process involving both technological systems and social actors. Helmi et al. (2024) argue that "integrating these technologies into urban innovation processes transcends a purely technical approach, evolving into a socio-technical and dynamic change process" (2024, p. 3). Regarding this argument, the "platform political economy" approach examines how digital platforms redistribute value, power, and resources within urban environments (Srnicek, 2017).

Recent empirical studies document various facets of urban transformation through digital platforms. In the tourism sector, Mendieta-Aragón et al. (2024) analyzed how digital sharing

economy platforms transform traditional tourism models, revealing spatial inequalities in platform usage across European regions. In urban governance, Rezende et al. (2024) examined the challenges of using technological innovations to improve governance and service delivery, noting that the urban digital infrastructure needs to be dissociated from technocentric discourses. Despite a growing body of literature, several research gaps persist. Limited research focuses on medium-sized European cities like Santarém, with most studies concentrating on global metropolises.

While Portugal is experiencing rapid digital transformation, context-specific studies remain relatively scarce, particularly concerning the interplay between platforms, traditional urban forms, and specific demographic groups like migrant populations; for cities like Santarém, the lack of comprehensive open data sources presents a significant barrier to research, though platform-related phenomena can be observed through field studies and qualitative approaches.

DIGITAL PLATFORMS AND URBAN HOUSING MARKETS

Short-term rental (STR) platforms like *Airbnb* have significantly altered housing markets in European cities, especially tourist destinations. These platforms facilitate the conversion of residential properties into tourist accommodations, contributing to housing shortages and price increases (Aguilera et al., 2023). Research indicates a shift towards capitalist forms of for-profit management, with short-term rental generation and investors using housing as an asset (Mendieta-Aragón et al., 2024, quoting Cocola-Gant & Gago, 2021).

In Portuguese cities, particularly Lisbon and Porto, the proliferation of STRs has been pronounced. Lestegás et al. (2023) found substantial increases in *Airbnb* listings, corresponding decreases in long-term rental availability, and significant rent hikes in central Lisbon between 2016 and 2022. This transformation contributes to gentrification and displacement, particularly affecting lower-income residents. The housing crisis disproportionately impacts vulnerable groups, including migrants, who often face precarious employment and lower salaries, making affordable housing increasingly inaccessible (Reuters, 2024). European cities have implemented various regulations to address STR challenges, with mixed success, for example, Barcelona introduced strict licensing and enforcement, Amsterdam limited rental days, and Paris implemented registration requirements (Aguilera et al., 2023).

Portugal's regulatory approach has evolved from initially embracing STRs for urban regeneration to implementing more restrictive measures, such as containment zones prohibiting new STR licenses in saturated areas (Lopes & Tulumello, 2023). While comprehensive data for medium-sized cities like Santarém is lacking, observational evidence suggests similar, if less intense, patterns of STR growth and housing market pressures without the robust data infrastructure available in larger urban centers.

MOBILITY AND DATA GOVERNANCE IN PLATFORM CITIES

Digital ride-hailing platforms have transformed mobility patterns in European cities, complementing and competing with traditional public transit. Since its legalization in 2018, ride-hailing has rapidly expanded in Portugal, particularly in Lisbon and Porto (Machado et al., 2023). Integration efforts vary across Europe, with *Helsinki's Whim* pioneering *Mobility-as-a-Service* (MaaS) combining various transport modes on a single platform. However, integration is less developed in Portugal due to fragmented governance and limited data-sharing frameworks that hinder seamless multimodal travel (Machado et al., 2023).

Digital platforms produce substantial volumes of urban data, which are essential for urban planning, service optimization, and evidence-based policymaking (Helmi et al., 2024). Across Europe, innovative urban initiatives increasingly harness such data, frequently within the framework of public-private partnerships. In Portugal, programs such as *Smart Cities*

Portugal promote data-driven urban management in cities like Lisbon, Porto, and Cascais (OECD, 2024). However, the collection of urban data via digital platforms raises critical concerns regarding privacy, security, and ethics.

Empirical research on Portuguese smart cities highlights notable deficiencies in transparency, public awareness, and mechanisms for obtaining meaningful consent concerning data usage (Carvalho & Silva, 2023). While public-private partnerships are commonly utilized to manage urban data ecosystems, tensions often arise due to the divergent objectives of private entities—typically driven by profit—and the public sector's focus on equity, accountability, and transparency (Rezende et al., 2024).

For medium-sized cities such as Santarém, the absence of a robust open data infrastructure poses a significant obstacle to implementing evidence-based urban governance. Despite the increasing integration of platform-mediated services, this lack of data access hampers local governments' ability to monitor and regulate platform activities effectively, thereby exacerbating governance capacity disparities between larger and smaller municipalities.

LABOUR MARKET DYNAMICS AND MIGRANT WORKERS

Digital labor platforms have created jobs and transformed work arrangements, often leaning towards precarity (Lata, 2023; Workers in the Gig, Platform Economy and Poverty, 2023). The platform-mediated gig economy has expanded significantly in urban areas. It provides flexibility but often lacks job security, benefits, and protection. Algorithmic management can restrict worker autonomy and bargaining power (Lata, 2023).

Studies in Portugal show platform workers, particularly in food delivery, often lack access to social protections such as sick leave or pensions (Martins & Costa, 2023). Migrant workers, including those from Southeast Asia, frequently find platform work an accessible entry point into the labor market due to lower entry barriers (ResearchGate, 2024; Global Citizen Solutions, 2024). However, this accessibility often comes at the cost of profound precarity. Research highlights how platform workers in Southeast Asian regions can be "normatively disembodied from social protections" (Wood et al., 2019). This vulnerability is exacerbated by challenging housing conditions, with reports indicating that migrants in Portugal struggle disproportionately with the housing crisis, facing unaffordable rents and sometimes resorting to temporary shelters like tents (Reuters, 2024; InfoMigrants, 2024). Observations in cities like Lisbon suggest a significant presence of migrant workers in the food delivery sector, particularly from South Asia and Southeast Asia. While offering an accessible entry into the labor market, this concentration raises complex social dynamics.

Recent news (RTP, 2025) points to tensions between migrant groups operating within the platform economy. However, robust academic research on specific dynamics within Lisbon's delivery sector is limited and requires careful, evidence-based investigation.

The platforms' reliance on a workforce often facing limited alternatives can benefit platform business models seeking flexibility and cost minimization (ADB, 2025). The influx of migrant workers into the platform economy has tangible impacts on local housing markets. The demand for affordable accommodation often leads to overcrowded living conditions, with multiple workers sharing rooms or apartments ('shared dormitories'), placing strain on local housing markets (Reuters, 2024; Taylor & Francis, 2025). This dynamic interacts with the broader housing crisis, where an insufficient supply of affordable housing is aggravated by tourism-driven property speculation (Reuters, 2024; Lestegás et al., 2023).

DIGITAL PLATFORMS AND LOCAL COMMERCE TRANSFORMATION

E-commerce platforms have significantly reconfigured the retail landscape, presenting considerable challenges to traditional brick-and-mortar establishments (McKinsey, 2024). In Portugal, e-commerce accounted for 12.5% of total retail sales in 2023, reflecting a

substantial increase from 7.8% in 2019 (ACEPI, 2023). This upward trend is accelerating the transformation of commercial districts in major urban centers such as Lisbon and Porto, and it may also influence medium-sized cities like Santarém, though local impacts exhibit notable variation.

Across Europe, local businesses are responding to these shifts by adopting omnichannel strategies that integrate physical and digital retail experiences (McKinsey, 2024). In Portugal, there is a growing uptake of digital tools among retailers, although small and medium-sized enterprises (SMEs) continue to face significant barriers to digitalization. Government initiatives such as *Comércio Digital* aim to address these challenges by providing targeted support (OECD, 2024).

Digital marketplaces have emerged as key intermediaries, offered expanded distribution channels while simultaneously introduced new challenges, including high commission fees and concerns over data ownership (Rezende et al., 2024). In response, European cities have adopted diverse strategies, such as investing in digital infrastructure, promoting “shop local” campaigns, and implementing regulatory measures for delivery services.

Portugal has launched several modernization programs—such as *Comércio Investe* and Lisbon’s *Lojas com História*—to support commercial revitalization and preserve historic retail establishments. In Porto, the municipal initiative *Porto Digital* developed a city-owned digital platform that connects local businesses, offering an alternative to global e-commerce providers (Helmi et al., 2024).

Immigrant entrepreneurs also play a significant role in the revitalization of commercial districts, often leveraging digital tools to support their businesses. This trend highlights the intersection of migration dynamics with local economic resilience (Global Citizen Solutions, 2024).

In medium-sized cities such as Santarém, despite the absence of a comprehensive open data infrastructure, observable trends suggest that local commerce is undergoing a similar digital transformation, albeit with distinct dynamics compared to larger metropolitan areas. The lack of detailed data hinders precise quantification of these impacts; however, field observations point to the growing presence of e-commerce platforms, food delivery services, and digital payment systems—developments that are gradually reshaping traditional commercial practices.

DISCUSSION AND POLICY IMPLICATIONS

The analysis of housing, mobility, data governance, labor, and commerce reveal recurring themes. Digital platforms consistently present dualities – opportunities alongside significant challenges related to equity, sustainability, and governance (Helmi et al., 2024; Mendieta-Aragón et al., 2024). Their impacts are spatially uneven, creating new inequalities within and between cities (Mendieta-Aragón et al., 2024). A central tension exists between platforms' global, standardized logic and urban life's specific, place-based realities, driving many governance challenges.

Portuguese approaches to platform governance have often been characterized as more initially market-friendly or adaptive, evolving regulations in response to emerging impacts rather than imposing strict proactive controls from the outset (Lopes & Tulumello, 2023).

This reflects national priorities that balance economic growth and digital transformation with growing concerns about social impacts like housing affordability and labor precarity (Reuters, 2024; Martins & Costa, 2023).

Based on the reviewed evidence, several policy directions emerge: (1) Develop robust data-sharing frameworks to ensure municipal access for planning while protecting privacy, with particular attention to addressing data gaps in medium-sized cities like Santarém; (2) Implement nuanced regulations to address negative externalities without stifling innovation;

(3) Provide targeted support for local businesses' digital adaptation; (4) Establish multi-stakeholder mechanisms for decision-making; (5) Address the specific vulnerabilities of migrant platform workers through targeted labor protections, housing support, and integration policies.

Further research is needed on the longitudinal impacts on urban commercial districts and housing markets, comparative regulatory analysis across diverse European cities, municipal digital infrastructure as an alternative, citizen/worker experiences focusing on equity and access, and migrant labor dynamics within the platform economy in cities like Lisbon. For medium-sized cities like Santarém, developing better data collection mechanisms is essential to enable evidence-based governance of platform activities.

CONCLUSION

Digital platforms undeniably reshape European urban ecosystems, presenting complex challenges and opportunities. Effective governance requires adaptive, context-sensitive strategies that balance innovation with equity and sustainability (Helmi et al., 2024). The Portuguese experience highlights this dynamic interplay, evolving from initial embrace to more regulated approaches as social costs, particularly in housing and labor markets, become evident (Lopes & Tulumello, 2023; Reuters, 2024).

The transformation of local commerce illustrates both disruption and adaptation, with omnichannel strategies and local initiatives offering pathways for resilience (McKinsey, 2024; Helmi et al., 2024). However, the precarious conditions many platform workers face, especially migrants in sectors like food delivery and living in strained housing, demand urgent attention (Martins & Costa, 2023; InfoMigrants, 2024). Governing platform urbanism effectively requires moving beyond technological determinism to address socio-spatial consequences. It necessitates robust data governance, fair labor standards, support for local economies, and inclusive planning processes. Rezende et al. (2024) suggest that aligning public services and digital transformation with citizens' needs is key to strengthening trust and improving urban quality of life. For cities like Santarém, where platform-related phenomena are observable but comprehensive open data is lacking, developing better information infrastructure represents a crucial step toward more effective governance of digital platforms and their urban impacts.

REFERENCES

- Aguilera, T., Artioli, F., & Colomb, C. (2023). Governing the platform city: Airbnb regulation in European cities. *European Urban and Regional Studies*, 30(1), 3-20.
- Barns, S. (2020). *Platform urbanism: Negotiating platform ecosystems in connected cities*. Palgrave Macmillan.
- Carvalho, L., & Silva, S. (2023). Data governance in Portuguese smart cities: Challenges and opportunities. *Journal of Urban Technology*, 30(2), 65-82.
- Cocola-Gant, A., & Gago, A. (2021). Airbnb, buy-to-let investment and tourism-driven displacement: A case study in Lisbon. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 53(7), 1671-1688.
- Global Citizen Solutions. (2024, December 17). How immigration is revitalizing Portugal's economy and addressing the public deficit. <https://www.globalcitizensolutions.com/intelligence-unit/briefings/how-immigration-is-revitalizing-portugals-economy-and-addressing-the-public-deficit/>

- Helmi, A., Bastidas, V., Oti-Sarpong, K., & Schooling, J. (2024). Sustainable urban digital innovation: A socio-technical competency-based approach to evaluation. *Sustainable Cities and Society*, 117, 105946. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105946>
- InfoMigrants. (2024, August 7). Migrants in Portugal struggle to cope amid the housing crisis. <https://www.infomigrants.net/fr/post/58972/migrants-in-portugal-struggle-to-cope-amid-housing-crisis>
- Lata, M. (2023). New tech, old exploitation: Gig economy, algorithmic control, and migrant labor. *Sociology Compass*, 17(3), 13–29.
- Lestegás, I., Seixas, J., & Lois-González, R. C. (2023). Commodifying Lisbon: A study on the spatial distribution of short-term rentals. *European Planning Studies*, 31(5), 950-969.
- Lopes, A., & Tulumello, S. (2023). From boosterism to regulation: Governing short-term rentals in Portuguese cities. *International Journal of Housing Policy*, 23(1), 76-94.
- Machado, C., Sousa, J. F., & Rocha, J. (2023). Mobility-as-a-Service implementation challenges in medium-sized Portuguese cities. *Research in Transportation Business & Management*, 46, 100-115.
- Martins, P., & Costa, H. (2023). Platform work and social protection gaps in Portugal: A case study of food delivery workers. *International Social Security Review*, 76(2), 45–63.
- McKinsey & Company. (2024, November 28). European nongrocery retail: Transition and transformation. <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/state-of-retail-europe>
- Mendieta-Aragón, A., Rodríguez-Fernández, L., & Navio-Marco, J. (2024). Tourism usage of digital collaborative economy platforms in Europe: Situation, behaviors, and implications for the digital policies. *Telecommunications Policy*, 49(1), 102874. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102874>
- OECD. (2024, June 21). Modernization of the Justice Sector in Portugal. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/modernisation-of-the-justice-sector-in-portugal_08c45955/cbde9a7a-en.pdf
- Reuters. (2024, August 6). Migrants struggle to cope with Portugal's 'suffocating' housing crisis. <https://www.reuters.com/world/europe/migrants-struggle-cope-with-portugals-suffocating-housing-crisis-2024-08-06/>
- Rezende, D. A., Almeida, G. G. F., & Fumagalli, L. A. W. (2024). Strategic Digital City: Multiple Projects for Sustainable Urban Management. *Sustainability*, 16(13), 5450. <https://doi.org/10.3390/su16135450>
- Srnicek, N. (2017). *Platform capitalism*. Polity Press.
- van der Graaf, S., & Ballon, P. (2019). Navigating platform urbanism. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 364-372.
- Wood, A. J., Graham, M., Lehdonvirta, V., & Hjorth, I. (2019). Networked but Commodified: The (Dis)Embeddedness of Digital Labour in the Gig Economy. *Sociology*, 53(5), 931–950. <https://www.jstor.org/stable/26972314>
- Workers in the Gig, Platform Economy and Poverty. (2025, April 13). Appendix 08. <https://familja.gov.mt/wp-content/uploads/2025/04/Appendix-08-Workers-in-the-Glg-Platform-Economy-and-Poverty.pdf>

Victor Manuel Parreira Figueiredo Lima¹

Coordenador e docente do MBA em Marketing Digital do ISLA Santarém. Licenciado em Marketing e Consumo, pela ESGTS, Pós-graduado em Marketing e Negócios Internacionais pelo INDEG.

Esta acreditado pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, na área de Marketing.

Ana Filipa Vieira Lopes Joaquim²

Docente no ISLA Santarém.

Licenciada em Marketing pelo IADE – *Creating Creators*, mestre em Ensino de Economia e de Contabilidade e encontra-se na fase final da investigação da tese de doutoramento em Estudos sobre a Globalização, pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, da Universidade NOVA.

Detém, também, também, os títulos de especialista na área 345 – Gestão e Administração e na área 342 – Marketing e Publicidade.

Endereço postal dos autores:

ISLA Santarém
Largo Cândido dos Reis
Santarém, Portugal

PERSONALIZAÇÃO COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: LIMITES ÉTICOS E PERCEÇÃO DO CONSUMIDOR

PERSONALIZATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: ETHICAL LIMITS AND CONSUMER PERCEPTION

Nuno Militão ¹; Patrícia Pereira ²

¹²ISLA Santarém – Instituto Politécnico; ²ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹nuno.militao@islasantarem.pt; ²patricia.pereira@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A Inteligência Artificial, enquanto pilar da Sociedade 5.0, tem revolucionado o Marketing Digital ao permitir níveis avançados de personalização na experiência do consumidor em ambientes digitais. Esta capacidade resulta da análise de grandes volumes de dados comportamentais, possibilitando a adaptação de mensagens, ofertas e conteúdos em tempo real. No entanto, a utilização intensiva de Inteligência Artificial levanta preocupações éticas relevantes, designadamente no que respeita à privacidade, à manipulação das decisões e a transparência dos algoritmos. Este estudo tem como objetivo analisar a perceção dos consumidores relativamente à personalização com Inteligência Artificial e refletir criticamente sobre os limites éticos praticados pelas organizações.

Método: Trata-se de um estudo exploratório e confirmatório com uma abordagem mista. A componente quantitativa será desenvolvida através da aplicação de questionários online a uma amostra não probabilística por conveniência, constituída por consumidores digitais com idades entre os 18 e os 45 anos. A componente qualitativa consistirá na realização de entrevistas semiestruturadas a especialistas em Marketing Digital e Ética Tecnológica, com o objetivo de enriquecer a análise com uma perspetiva profissional e crítica. Os dados recolhidos serão cruzados com o objetivo de identificar padrões de aceitação e rejeição relativamente às práticas de personalização suportadas por Inteligência Artificial.

Resultados: Espera-se identificar um paradoxo na perceção dos consumidores, que valorizam a conveniência da personalização digital, mas manifestam desconforto face à recolha excessiva de dados, à falta de controlo e à ausência de transparência dos algoritmos. Fatores como a confiança na marca, o tipo de conteúdo personalizado e o grau de controlo percebido deverão ser determinantes na aceitação ou rejeição da personalização assistida por Inteligência Artificial.

Discussão: A discussão centrar-se-á na necessidade de equilibrar os objetivos comerciais das estratégias de personalização com as expectativas éticas dos consumidores. Será analisada a importância da adoção de práticas de Inteligência Artificial explicável (Explainable Artificial Intelligence), bem como de uma comunicação transparente por parte das marcas, como forma de mitigar riscos e reforçar a confiança dos utilizadores.

Conclusão: A personalização com Inteligência Artificial representa um avanço estratégico relevante no marketing contemporâneo, mas exige uma gestão ética rigorosa e centrada no consumidor. Este estudo procura contribuir para uma compreensão crítica do fenómeno e propor orientações que sustentem uma aplicação da Inteligência Artificial mais transparente, equilibrada e socialmente responsável no contexto digital.

Palavras-chave: *Inteligência Artificial; Personalização; Ética; Perceção do Consumidor; Marketing Digital; Confiança.*

Abstract

Introduction: Artificial Intelligence, as a pillar of Society 5.0, has revolutionised digital marketing by enabling advanced levels of personalisation in the consumer experience in digital environments. This capability results from the analysis of large volumes of behavioural data, making it possible to adapt messages, offers and content in real time. However, the intensive use of Artificial Intelligence raises relevant ethical concerns, particularly with regard to privacy, the manipulation of decisions and the transparency of algorithms. This study aims to analyse consumers' perceptions of personalisation with Artificial Intelligence and critically reflect on the ethical limits practised by organisations.

Method: This is a confirmatory study of a descriptive nature, using a mixed methods approach. The quantitative component will be developed by applying online questionnaires to a non-probabilistic convenience sample of digital consumers aged between 18 and 45. The qualitative component will consist of semi-structured interviews with experts in Digital Marketing and Technological Ethics, with the aim of enriching the analysis with a professional and critical perspective. The data collected will be

cross-referenced to identify patterns of acceptance and rejection of AI-supported personalisation practices.

Results: We expect to identify a paradox in the perception of consumers, who value the convenience of digital personalisation but are uncomfortable with the excessive collection of data, the lack of control and the lack of transparency of algorithms. Factors such as trust in the brand, the type of personalised content and the degree of perceived control should be decisive in the acceptance or rejection of Artificial Intelligence-assisted personalisation.

Discussion: The discussion will focus on the need to balance the commercial objectives of personalisation strategies with the ethical expectations of consumers. The importance of adopting Explainable Artificial Intelligence practices will be analysed, as well as transparent communication on the part of brands, as a way of mitigating risks and strengthening user trust.

Conclusion: Personalisation with Artificial Intelligence represents a significant strategic advance in contemporary marketing, but it requires rigorous ethical and consumer-centred management. This study seeks to contribute to a critical understanding of the phenomenon and propose guidelines to support a more transparent, balanced and socially responsible application of Artificial Intelligence in the digital context.

Keywords: *Artificial Intelligence; Personalisation; Ethics; Consumer Perception; Digital Marketing; Trust.*

ADOÇÃO DE ESG NAS PMES: DIAGNÓSTICO DE BARREIRAS E PROPOSTA DE QUESTIONÁRIO PRÁTICO DE APOIO

ESG ADOPTION IN SMES: DIAGNOSIS OF BARRIERS AND PROPOSAL FOR A PRACTICAL SUPPORT QUESTIONNAIRE

¹Nuno Militão; ²João Farinha; ³Maria de Fátima Pina; ⁴Filomena Aranha

¹, ^{2,3,4}ISLA Santarém – Instituto Politécnico; ²NECE – Universidade da Beira Interior, GOVCOPP – Universidade de Aveiro; ³ISR – UC Instituto de Sistemas e Robótica da Universidade de Coimbra

¹nuno.militao@islasantarem.pt; ²joao.farinha@islasantarem.pt; ³maria.pina@islasantarem.pt; ⁴filomena.aranha@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: Apesar da crescente atenção ao papel das práticas ESG (Ambientais, Sociais e de Governança) no desempenho empresarial, a sua implementação nas Pequenas e Médias Empresas (PMEs) portuguesas continua a ser limitada. A falta de conhecimento, de recursos e de orientações operacionais específicas tem dificultado a adoção destas práticas de forma eficaz e estratégica. Este estudo tem como objetivo identificar os principais desafios enfrentados pelas PMEs na adoção do ESG e com base nessa análise, propor um questionário de autoavaliação que funcione como ferramenta prática de apoio à integração sustentável.

Método: Será adotada uma abordagem qualitativa, centrada na realização de entrevistas semiestruturadas com gestores de PMEs de diferentes setores de atividade. A amostra incluirá empresas com interesse declarado na temática da sustentabilidade, mas sem um sistema ESG consolidado. As entrevistas terão como foco a perceção dos gestores sobre o conceito de ESG, as principais barreiras à sua implementação e as necessidades concretas de apoio. A análise dos dados será realizada com recurso a codificação temática, permitindo identificar padrões comuns e lacunas críticas.

Resultados: Espera-se encontrar um conjunto recorrente de obstáculos à adoção de ESG nas PMEs, nomeadamente a ausência de métricas adaptadas, falta de formação interna, perceção de complexidade e ausência de incentivos claros. Estes resultados permitirão identificar os domínios em que as PMEs mais necessitam de suporte e serão a base para a estruturação de um questionário de autoavaliação, simples e adaptado à sua realidade.

Discussão: A discussão incidirá sobre a forma como a transformação destes obstáculos em indicadores de avaliação pode ajudar as PMEs a compreender melhor o seu nível de maturidade ESG. Será discutida a utilidade prática do questionário como ferramenta inicial de planeamento estratégico, sensibilização e orientação para ações futuras. Além disso, abordar-se-á o potencial de utilização do questionário como instrumento de diagnóstico institucional por entidades de apoio ao tecido empresarial.

Conclusão: O estudo visa não só compreender os entraves à adoção de ESG nas PMEs portuguesas, mas também proporcionar-lhes uma proposta concreta e útil: um questionário de autoavaliação concebido a partir das reais necessidades identificadas no terreno. Esta ferramenta poderá apoiar as PMEs no seu percurso rumo à sustentabilidade, reforçando a sua competitividade e alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: ESG, Estratégia Empresarial, Desempenho Empresarial, ODS, Pequenas e Médias Empresas, Portugal.

Abstract

Introduction: Despite growing attention to the role of ESG (Environmental, Social and Governance) practices in business performance, their implementation in Portuguese Small and Medium Enterprises (SMEs) remains limited. The lack of knowledge, resources and specific operational guidelines has made it difficult to adopt these practices effectively and strategically. This study aims to identify the main challenges faced by SMEs in adopting ESG and, based on this analysis, to propose a self-assessment questionnaire that works as a practical tool to support sustainable integration.

Method: A qualitative approach will be adopted, centred on semi-structured interviews with SMEs managers from different sectors of activity. The sample will include companies with a declared interest

in sustainability, but without a consolidated ESG system. The interviews will focus on managers' perceptions of the ESG concept, the main barriers to its implementation and concrete support needs. The data will be analysed using thematic coding to identify common patterns and critical gaps.

Results: We expect to find a recurring set of obstacles to ESG adoption in SMEs, namely the lack of adapted metrics, lack of internal training, perceived complexity and lack of clear incentives. These results will make it possible to identify the areas in which SMEs most need support and will form the basis for structuring a simple self-assessment questionnaire adapted to their reality.

Discussion: The discussion will focus on how transforming these obstacles into assessment indicators can help SMEs better understand their level of ESG maturity. The practical usefulness of the questionnaire as an initial tool for strategic planning, sensitisation and guidance for future actions will be discussed. In addition, the questionnaire's potential use as an institutional diagnostic tool by business support organisations will be addressed.

Conclusion: The study aims not only to understand the obstacles to the adoption of ESG in Portuguese SMEs, but also to provide them with a concrete and useful proposal: a self-assessment questionnaire designed on the basis of the real needs identified in the field. This tool could support SMEs on their journey towards sustainability, strengthening their competitiveness and alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: ESG, Business Strategy, Business Performance, SDGs, Small and Medium Enterprises, Portugal.

MODA SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL: FATORES QUE INFLUENCIAM A REUTILIZAÇÃO DE ARTIGOS TÊXTEIS

SUSTAINABLE FASHION IN PORTUGAL: DETERMINANTS OF TEXTILE REUSE

¹Susana Rijo; ²Alcina Ferreira; ³Cátia Crespo

¹CARME, Instituto Politécnico de Leiria; ²CARME, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria; ³CARME, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria

¹susana.maria.rijo@gmail.com; ²alcina.gaspar@ipleiria.pt; ³catia.crespo@ipleiria.pt

Resumo

Introdução: A pegada ecológica do consumo global é, atualmente, maior do que a biocapacidade total do planeta. O crescimento da população, as mudanças no estilo de vida e consumo excessivo, levaram ao esgotamento dos recursos naturais da terra. A indústria de moda é uma das que mais contribui para este problema, representando uma força económica global muito significativa. As autoridades mundiais salientam a urgência de introduzir mudanças nos modelos económicos e sociais praticados.

Neste contexto, têm surgido modelos de negócio mais sustentáveis, como modelos de negócio circulares visando a substituição de materiais virgens por alternativas de origem biológica e o prolongamento do ciclo de vida das peças de vestuário, através da sua reutilização, com recurso a serviços de revenda e aluguer ou reciclagem e *upcycling*.

Tendo em conta a existência de poucos estudos neste âmbito, no contexto português, considerou-se adequada a sua realização. Pretende-se identificar fatores que influenciam a adoção de comportamentos de reutilização, mais especificamente, analisar os efeitos da consciência ambiental, da perceção da eficácia dos comportamentos pelos consumidores, da consciência de moda e da importância atribuída à funcionalidade na adoção de comportamentos de reutilização de artigos de moda.

Método: Foi realizado um estudo quantitativo através de um questionário online junto de 272 consumidores portugueses e os dados foram analisados através de modelos de equações estruturais, finalizando com análise multigrupo.

Resultados: Confirmou-se que a consciência ambiental é determinante para aumentar a reutilização, especialmente em consumidores com menos rendimentos. A valorização da funcionalidade também influencia positivamente a reutilização, especialmente para as mulheres. No entanto, a consciência de moda e a perceção de eficácia do seu comportamento por parte dos consumidores não demonstraram um efeito estatisticamente significativo na reutilização de artigos de moda.

Discussão: Apoiando a literatura os resultados confirmam a relação positiva entre a consciência ambiental e o consumo sustentável, assim como com a perceção de eficácia, por parte dos consumidores. Por sua vez, a perceção de eficácia dos consumidores não se mostrou positivamente relacionada com comportamentos de reutilização, contrariando as expectativas e podendo indicar que os consumidores não identificam a reutilização de vestuário como uma prática sustentável similar a outras formas de consumo sustentável.

Ao nível da consciência de moda, verificou-se que a sua relação com os comportamentos de reutilização não é estatisticamente significativa, evidenciando-se, porém, uma diferença entre mulheres e homens. As mulheres com maior nível de consciência de moda terão menos tendência para a reutilização de vestuário. Por outro lado, em congruência com outros estudos, os nossos resultados confirmam que os consumidores, especialmente mulheres, que dão importância à funcionalidade dos artigos de vestuário que adquirem terão maior tendência para reutilizar ou promover a sua reutilização.

Conclusão: A sensibilização dos consumidores para as questões ambientais, e a sua relação com os resíduos têxteis, especialmente consumidores com maiores rendimentos, pode contribuir para aumentar os comportamentos de reutilização. Além disso, as mulheres com maiores níveis de consciência de moda deverão entender o valor dos artigos de maior qualidade e com maior longevidade e os efeitos positivos para a sustentabilidade.

Palavras-Chave: consciência ambiental, perceção de eficácia, consciência de moda, funcionalidade, reutilização

Abstract

Introduction: The global ecological footprint of consumption currently exceeds the planet's total biocapacity. Population growth, combined with changes in lifestyle and excessive consumption patterns, has led to the depletion of natural resources beyond the Earth's regenerative capacity. Among the most impactful sectors contributing to this crisis is the fashion industry, a significant global economic player. International authorities have emphasized the need to adopt new economic and social models.

In this context, more sustainable business models have emerged, particularly circular business models. These aim to replace virgin materials with bio-based alternatives and to extend the life cycle of clothing through reuse via resale, rental services, recycling, and upcycling.

Given the limited number of studies in this area within the Portuguese context, this research seeks to address that gap. The aim is to identify factors that influence the adoption of reuse behaviors, more specifically, to analyze the effects of environmental consciousness, consumers' perceived behavioral efficacy, fashion consciousness, and the importance attributed to functionality on the adoption of clothing reuse behaviors.

Method: A quantitative study was conducted using an online survey of 272 Portuguese consumers. Data were analyzed using structural equation modeling, followed by multigroup analysis.

Results: The findings confirmed that environmental consciousness is a key driver of clothing reuse, particularly among lower-income consumers. The importance attributed to functionality also positively influenced reuse behavior, especially among women. However, fashion consciousness and perceived behavioral efficacy did not show a statistically significant effect on clothing reuse.

Discussion: Consistent with existing literature, the results confirm a positive relationship between environmental consciousness and sustainable consumption behaviors, as well as with perceived efficacy. However, perceived efficacy was not positively related to reuse behaviors, contrary to expectations. This may suggest that consumers do not perceive clothing reuse as a sustainable practice on par with other forms of sustainable consumption.

Regarding fashion consciousness, no significant relationship was found with reuse behaviors. Nonetheless, gender differences were observed: women with higher fashion consciousness were less inclined to engage in clothing reuse. In contrast, women who prioritized functionality in their clothing choices were more likely to participate in or promote reuse practices, aligning with prior research.

Conclusion: Raising consumer awareness about environmental issues and their connection to textile waste, particularly among those with higher incomes, may encourage greater engagement in reuse behaviors. In addition, women with higher levels of fashion consciousness should understand the value of higher quality items with greater longevity and the positive effects on sustainability.

Keywords: *environmental consciousness, perceived efficacy, fashion consciousness, functionality, reuse*

A INFLUÊNCIA DO TIKTOK NA ESCOLHA DE RESTAURANTES POR JOVENS CONSUMIDORES

THE INFLUENCE OF TIKTOK ON YOUNG CONSUMERS' CHOICE OF RESTAURANTS

Afonso Sansana; Bruno Zibaia; Cristina Oliveira; João Quitério; Nuno Militão; Patrícia Pereira

ISLA Santarém - Instituto Politécnico

afonsosansana@gmail.com; brunomrzibaia@gmail.com; cristina_oliveira85@hotmail.com;

jpquiterio2002@gmail.com; nuno.militao@islasantarem.pt; patricia.pereira@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A escolha de restaurantes por jovens consumidores está cada vez mais influenciada por experiências digitais, especialmente através do TikTok. Esta rede social, com forte adesão entre os jovens, destaca-se pelos seus conteúdos visuais e curtos, que despertam curiosidade e influenciam diretamente a decisão de escolha de restaurantes. O presente artigo tem como objetivo investigar de que forma o TikTok influencia essas escolhas, analisando o impacto de vídeos gastronómicos, sugestões de *influencers* e tendências virais no comportamento do consumidor.

Método: A investigação irá adotar uma abordagem exploratória de natureza mista. A componente quantitativa incluirá um inquérito por questionário a uma amostra de cerca de 150 jovens entre os 18 e os 30 anos, utilizadores do TikTok e com experiências gastronómicas recentes fora de casa. Este estudo irá focar-se na análise da perceção dos jovens consumidores em relação aos conteúdos partilhados no TikTok. A investigação irá focar-se em vídeos com experiências reais, recomendações de *influencers* e tendências virais. Serão consideradas variáveis como a estética dos vídeos, a música utilizada, as legendas e os comentários, com o objetivo de compreender o impacto destes elementos na predisposição do consumidor. A investigação irá procurar ainda perceber se os utilizadores demonstram diferentes níveis de confiança consoante a origem das experiências partilhadas, de utilizadores comuns ou de perfis com elevada notoriedade. A componente qualitativa será complementada com entrevistas a um pequeno grupo de participantes para aprofundar perceções, motivações e credibilidade atribuída aos conteúdos.

Resultados: O principal resultado esperado é em fornecer pistas relevantes sobre a forma como os restaurantes podem adaptar as suas estratégias de marketing digital, aproveitando o TikTok como meio eficaz de comunicação e atração de clientes. Espera-se identificar quais os elementos que mais influenciam os jovens consumidores e de que forma esses elementos se podem traduzir em visitas reais aos estabelecimentos.

Discussão: A discussão será centrada na interpretação dos dados recolhidos, relacionando-os com estudos anteriores sobre influência digital e comportamento do consumidor. Será analisada a eficácia dos diferentes tipos de conteúdo e perfis no TikTok na criação de interesse e confiança nos jovens consumidores, bem como o papel do conteúdo visual e emocional na formação da decisão. A análise permitirá perceber se há um padrão claro de influência ou se as preferências variam consoante o tipo de consumidor.

Conclusão: Este estudo pretende contribuir para uma melhor compreensão do papel das redes sociais no comportamento de consumo alimentar e fornecer pistas úteis para profissionais da restauração e marketing digital. Este estudo pretende contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que condicionam as escolhas dos consumidores, numa era intensamente digitalizada, ajudando os restaurantes a tirar maior proveito das oportunidades oferecidas pelo TikTok.

Palavras-chave: comportamento do consumidor, escolha de restaurantes, marketing digital, redes sociais, TikTok

Abstract

Introduction: Young consumers restaurant choices are increasingly influenced by digital experiences, especially through TikTok. This social network, which is very popular among young people, stands out for its short, visual content that arouses curiosity and shapes preferences. This article aims to investigate how TikTok influences these choices, analyzing the impact of food videos, influencer suggestions and viral trends on consumer behavior.

Method: The research will adopt a mixed exploratory approach. The quantitative component will include a questionnaire survey of a sample of around 150 young people aged between 18 and 30,

TikTok users with recent dining experiences outside the home. This study will focus on analyzing young consumers' perceptions of content shared on TikTok, namely videos with real experiences, recommendations from influencers and viral trends. Variables such as the aesthetics of the videos, the music used, the captions and comments will be considered, seeking to understand the impact of these elements on the consumer's predisposition to choose a restaurant. The research will also seek to understand whether users show greater trust in experiences shared by regular users or by profiles with a large number of followers. The qualitative component will be complemented with interviews with a small group of participants to deepen perceptions, motivations and credibility attributed to the content.

Results: The main expected result is to provide relevant clues on how restaurants can adapt their digital marketing strategies, taking advantage of TikTok as an effective means of communication and attracting customers. The aim is to identify which elements most influence young consumers and how these elements can translate into real visits to establishments.

Discussion: The discussion will focus on the interpretation of the data collected, relating it to previous studies on digital influence and consumer behavior. The effectiveness of different types of content and profiles on TikTok in creating interest and trust among young consumers will be analyzed, as well as the role of visual and emotional content in shaping decision-making. The analysis will allow us to understand whether there is a clear pattern of influence or whether preferences vary depending on the type of consumer.

Conclusion: This study aims to contribute to a better understanding of the role of social media in food consumption behavior and provide useful insights for restaurant and digital marketing professionals. It offers insights into how restaurants can better leverage TikTok in a digitalized consumer landscape.

Keywords: consumer behavior, digital marketing, restaurant choice, social media, TikTok

PLANO DE MARKETING DIGITAL: V&V STORE

DIGITAL MARKETING PLAN: V&V STORE

¹Marta Alves; ²Vasco Ribeiro

^{1,2}ISLA Santarém – Instituto Politécnico; ²NECE – Universidade da Beira Interior, GOVCOPP – Universidade de Aveiro, Techn&Art

¹martasealves@gmail.com; ²vasco.ribeiro@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: O presente projeto aborda o desenvolvimento e aplicação de estratégias de marketing digital na loja online V&V Store, criada por mim no ano anterior com o objetivo de reforçar a presença digital da marca. Apesar de a loja online ter sido entregue às proprietárias com uma estrutura funcional e um design apelativo, verificou-se que, sem um plano marketing digital, não foi possível alcançar os resultados desejados em termos de visibilidade e vendas. Neste contexto, o projeto atual tem como propósito identificar e aplicar estratégias de marketing digital adequadas ao contexto de uma pequena loja online de moda, com o intuito de aumentar a sua visibilidade no ambiente digital, melhorar a taxa de conversão através de ações como a otimização para motores de busca (SEO), campanhas de publicidade paga e marketing de conteúdos, bem como promover a fidelização de clientes por via da automação de e-mail marketing. Estes objetivos estão alinhados com a necessidade de estruturar uma abordagem prática e eficaz que permita maximizar o desempenho da V&V Store no meio digital.

Método: O estudo adopta uma abordagem quantitativa, recorrendo ao método de estudo de caso centrado na V&V Store. Embora não tenham sido recolhidos dados empíricos até ao momento, foram definidos resultados esperados com base na aplicação das estratégias propostas.

Resultados: Entre esses resultados, destaca-se o aumento da visibilidade através da aplicação de estratégias de SEO, como a otimização técnica do site, utilização de palavras-chave e melhoria das descrições dos produtos. Paralelamente, prevê-se um crescimento das conversões com recurso a campanhas de publicidade paga no Google Ads e redes sociais, e à criação de conteúdo direcionado em blog e redes sociais. A automação de e-mail marketing será usada para fidelização.

Discussão: Os resultados esperados serão enquadrados com base em estudos semelhantes no sector da moda online, de modo a analisar se as estratégias delineadas estão alinhadas com práticas já validadas ou se poderão representar contributos inovadores adaptados à realidade da V&V Store.

Conclusão: Em conclusão, este projeto destaca-se pela sua importância prática, demonstrando como uma estratégia de marketing digital bem estruturada pode otimizar o desempenho de uma pequena loja online, contribuindo para o conhecimento na área do marketing digital em contextos de pequena escala empresarial.

Palavras-chave: Marketing Digital, Estratégia digital, loja online, V&V Store.

Abstract

Introduction: This project addresses the development and implementation of digital marketing strategies for the online store V&V Store, which I created last year with the aim of strengthening the brand's digital presence. Although the online store was delivered to the owners with a functional structure and an appealing design, it became evident that, without a digital marketing plan, it was not possible to achieve the desired results in terms of visibility and sales. In this context, the current project aims to identify and implement digital marketing strategies suited to the context of a small online fashion store, with the objective of increasing its digital visibility, improving the conversion rate through actions such as search engine optimization (SEO), paid advertising campaigns, and content marketing, as well as fostering customer loyalty through email marketing automation. These objectives are aligned with the need to establish a practical and effective approach that allows V&V Store to maximize its performance in the digital environment.

Method: The study adopts a quantitative approach, using a case study method focused on V&V Store. Although no empirical data has been collected so far, expected results were defined based on the application of the proposed strategies.

Results: Among these results, there is a notable increase in visibility through the application of SEO strategies, such as technical website optimization, keyword usage, and improvement of product descriptions. At the same time, growth in conversions is expected through paid advertising campaigns.

on Google Ads and social media, and through the creation of targeted content on blogs and social networks. Email marketing automation will be used for customer loyalty.

Discussion: The expected results will be framed based on similar studies in the online fashion sector, in order to analyse whether the outlined strategies are aligned with already validated practices or if they may represent innovative contributions adapted to the reality of V&V Store.

Conclusion: In conclusion, this project stands out for its practical importance, demonstrating how a well-structured digital marketing strategy can optimise the performance of a small online store, contributing to knowledge in the field of digital marketing within small business contexts.

Keywords: Digital Marketing, Digital Strategy, Online Store, V&V Store.

CULTURA ORGANIZACIONAL E FELICIDADE NO TRABALHO: QUE RELAÇÃO?

ORGANIZATIONAL CULTURE AND HAPPINESS AT WORK: WHAT RELATIONSHIP?

¹Lidiane Rodrigues de Oliveira; ²Isabel Reis

¹ISLA Santarém Instituto Politécnico

¹lidianero04@gmail.com; ²isabel.reis@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: Esta dissertação investiga a influência de diferentes tipos de cultura organizacional na percepção de felicidade no trabalho em empresas portuguesas. O estudo considera o contexto sociocultural nacional, caracterizado por uma baixa distância de poder e pela valorização das relações interpessoais. A análise teórica apoia-se no modelo dos Valores Concorrentes de Cameron e Quinn, que classifica as culturas organizacionais em quatro tipologias: Clã, Adhocracia, Mercado e Hierarquia. A investigação incorpora também o constructo Person–Organization Fit como variável moderadora, bem como as necessidades psicológicas básicas segundo a Teoria da Autodeterminação.

Método: Recorrendo a uma abordagem metodológica mista, o estudo combinou instrumentos quantitativos e qualitativos. Foram aplicados questionários estruturados, com base na escala PERMA Profiler para mensurar o bem-estar, e realizadas entrevistas semiestruturadas com colaboradores e gestores. A seleção intencional de quatro organizações com perfis culturais distintos procurou representar a diversidade do tecido empresarial português. A investigação identificou o estilo cultural predominante em cada organização, analisando a sua relação com o bem-estar no trabalho e a influência de práticas organizacionais relacionadas com o reconhecimento, o desenvolvimento profissional e o equilíbrio entre vida pessoal e profissional. A análise de dados incluiu estatísticas descritivas, correlação de Pearson e análise temática de conteúdo, com recurso à triangulação metodológica para reforçar a validade e a fiabilidade dos resultados.

Resultados: Os resultados esperados sugerem que culturas organizacionais do tipo Clã e Adhocracia, orientadas para a cooperação e inovação, se associam a níveis mais elevados de felicidade no trabalho, traduzindo-se em maior envolvimento, satisfação e bem-estar subjetivo.

Discussão: Este estudo contribui para o avanço da literatura ao explorar esta relação num contexto ainda pouco investigado, oferecendo implicações práticas para gestores e profissionais de Recursos Humanos interessados em alinhar estratégias culturais com a promoção da qualidade de vida no trabalho. As descobertas reforçam a relevância da cultura organizacional como fator estruturante para o desenvolvimento de ambientes saudáveis e sustentáveis nas organizações contemporâneas.

Conclusão: Em suma, o trabalho demonstra a importância da cultura organizacional na promoção da felicidade e do bem-estar nas empresas, fornecendo perspetivas valiosas para a criação de ambientes laborais mais positivos e eficazes.

Palavras-chave: Cultura organizacional, felicidade no trabalho, person-organization fit, estilos culturais, bem-estar organizacional.

Abstract

Introduction: This dissertation investigates the influence of different types of organizational culture on the perception of happiness at work in Portuguese companies. The study considers the national sociocultural context, characterized by low power distance and the valuing of interpersonal relationships. The theoretical analysis is based on Cameron and Quinn's Competing Values Framework, which classifies organizational cultures into four typologies: Clan, Adhocracy, Market, and Hierarchy. The research also incorporates the Person–Organization Fit construct as a moderating variable, as well as basic psychological needs according to Self-Determination Theory.

Method: Employing a mixed-methods approach, the study combined quantitative and qualitative instruments. Structured questionnaires, based on the PERMA Profiler scale to measure well-being, were administered, and semi-structured interviews were conducted with employees and managers. The intentional selection of four organizations with distinct cultural profiles aimed to represent the diversity of the Portuguese business landscape. The research identified the predominant cultural style in each organization, analyzing its relationship with well-being at work and the influence of

organizational practices related to recognition, professional development, and work-life balance. Data analysis included descriptive statistics, Pearson correlation, and thematic content analysis, using methodological triangulation to enhance the validity and reliability of the results.

Results: The expected results suggest that Clan and Adhocracy organizational cultures, oriented towards cooperation and innovation, are associated with higher levels of happiness at work, translating into greater engagement, satisfaction, and subjective well-being.

Discussion: This study contributes to the advancement of the literature by exploring this relationship in a still underexplored context, offering practical implications for managers and Human Resources professionals interested in aligning cultural strategies with the promotion of quality of life at work. The findings reinforce the relevance of organizational culture as a structuring factor for the development of healthy and sustainable environments in contemporary organizations.

Conclusion: In summary, this work demonstrates the importance of organizational culture in promoting happiness and well-being in companies, providing valuable insights for the creation of more positive and effective work environments.

Keywords: Organizational culture; Workplace happiness; Person-Organization Fit; Cultural styles; Organizational well-being.

IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE PRODUÇÃO NO DESEMPENHO DO PROCUREMENT

IMPACT OF PRODUCTION MANAGEMENT OPTIMIZATION ON PROCUREMENT PERFORMANCE

Tiago Rodrigues; Pedro Ramos

ISLA Santarém – Instituto Politécnico; ISLA Santarém – Instituto Politécnico
tmprodrigues94@gmail.com; pedro.ramos@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: Num cenário económico global cada vez mais competitivo e exigente, as organizações cada vez mais procuram estratégias eficazes que lhes permitam otimizar os seus processos internos e reforçar o seu posicionamento junto de fornecedores estratégicos. A presente investigação incide sobre o impacto da otimização da gestão de produção no desempenho do *procurement*, com especial foco no setor da indústria transformadora. O objetivo central do estudo é compreender de que forma a melhoria da capacidade produtiva e a aplicação de metodologias *Lean* podem contribuir para o fortalecimento do poder de negociação junto de fornecedores atuais e potenciais, sobretudo aqueles que operam com quantidades mínimas de encomenda elevadas, o que dificulta a obtenção de materiais a um preço mais competitivo.

Método: A metodologia adotada baseia-se num estudo de caso aplicado a uma empresa do setor industrial, recorrendo a uma abordagem qualitativa. A recolha de dados incluiu entrevistas a responsáveis da organização, visitas às instalações e aplicação de questionários. A amostra integrou profissionais com responsabilidades na gestão de produção e *procurement*. A análise permitiu identificar as práticas de gestão produtiva em vigor, os principais constrangimentos enfrentados, como os processos podem ser melhorados e as estratégias adotadas para melhorar o desempenho logístico e de negociação.

Resultados: Os resultados obtidos demonstram que a implementação de práticas de melhoria contínua, como o *Lean Manufacturing*, e o desenho e conceção de processos produtivos eficientes resultaram num aumento da eficiência operacional e numa maior capacidade de resposta às exigências do mercado. Espera-se uma melhoria no desempenho da produção, redução de desperdícios e maior flexibilidade organizacional, o que permitirá à empresa negociar condições mais favoráveis com os seus fornecedores. Além disso, prevê-se uma correlação positiva entre a maturidade da gestão de produção e o fortalecimento do *procurement*, que se irá traduzir numa capacidade de atrair fornecedores mais robustos e estratégicos.

Discussão: A discussão dos resultados tem como objetivo confirmar a tendência apontada por diversos estudos, segundo os quais a integração entre operações internas e gestão de compras potencia o desempenho global da cadeia de abastecimento, impulsiona a empresa no mercado e torna-a capaz de superar os desafios do mercado. O presente trabalho reforça a ideia de que uma produção eficiente e previsível constitui um ativo negocial decisivo, validando a importância de alinhar estratégias operacionais e de *procurement* numa lógica de competitividade sustentável e de crescimento constante. A investigação vem, assim, preencher uma lacuna no que respeita à análise empírica do impacto direto da gestão de produção no poder de negociação com fornecedores na indústria transformadora.

Conclusão: Conclui-se que este estudo é relevante por evidenciar a importância da gestão de produção como elemento estratégico na gestão de compras e na construção de relações comerciais mais vantajosas. Os resultados obtidos têm o intuito de demonstrar que a otimização da produção não só melhora o desempenho interno, como amplia o leque de oportunidades no aprovisionamento, contribuindo para a robustez e sustentabilidade da cadeia de abastecimento da organização.

Palavras-chave: gestão de produção, *procurement*, *lean manufacturing*, poder de negociação, cadeia de abastecimento.

Abstract

Introduction: In a growing, competitive and demanding global economic landscape, organizations are constantly seeking effective strategies that enable them to optimize their internal processes and strengthen their positioning with strategic suppliers. This research focuses on the impact of production

management optimization on procurement performance, with particular emphasis on the manufacturing industry. The central aim of the study is to understand how enhancing production capacity and applying Lean methodologies can contribute to strengthening negotiation power with both current and potential suppliers, especially those operating with high minimum order quantities, which makes it more difficult to obtain materials at competitive prices.

Method: The methodology adopted is based on a case study applied to a company in the industrial sector, using a qualitative approach. Data collection included interviews with organizational leaders, on-site visits, and the administration of questionnaires. The sample consisted of professionals responsible for production management and procurement. The analysis identified current production management practices, the main constraints faced, potential areas for process improvement, and the strategies adopted to enhance logistical and negotiation performance.

Results: The results show that the implementation of continuous improvement practices, such as Lean Manufacturing, along with the design and development of efficient production processes, led to increased operational efficiency and a greater ability to respond to market demands. Improvements in production performance, waste reduction, and increased organizational flexibility are expected, enabling the company to negotiate more favorable conditions with its suppliers. Furthermore, a positive correlation is anticipated between the maturity of production management and the strengthening of procurement, resulting in the ability to attract more robust and strategic suppliers.

Discussion: The discussion of the results aims to confirm the trend highlighted by several studies, which suggest that the integration of internal operations with procurement enhances overall supply chain performance, boosts the company's market presence, and enables it to overcome market challenges. This study reinforces the notion that efficient and predictable production is a decisive negotiation asset, validating the importance of aligning operational and procurement strategies within a framework of sustainable competitiveness and continuous growth. Thus, this research addresses a gap in the empirical analysis of the direct impact of production management on negotiation power with suppliers in the manufacturing industry.

Conclusion: It is concluded that this study is relevant as it highlights the importance of production management as a strategic element in procurement and in building more advantageous commercial relationships. The findings aim to demonstrate that optimizing production not only improves internal performance but also expands procurement opportunities, contributing to the robustness and sustainability of the organization's supply chain.

Keywords: production management, procurement, lean manufacturing, negotiation power, supply chain.

DA LIDERANÇA TRANSFORMACIONAL À LIDERANÇA HOLÍSTICA COMO RESPOSTA ESTRATÉGICA A UM MUNDO BANI E SOCIEDADE 5.0

FROM TRANSFORMATIONAL TO HOLISTIC LEADERSHIP AS A STRATEGIC RESPONSE TO A BANI WORLD AND SOCIETY 5.0

João Garrudo

ISLA Santarém Instituto Politécnico

jgarrudo@sapo.pt

Resumo

Introdução: Este artigo tem como objetivo investigar a transição da liderança transformacional para a liderança holística podendo ser uma resposta eficiente e eficaz às exigências e desafios de um mundo BANI (frágil, ansioso, não linear e incompreensível), analisando também de que forma esta transição pode contribuir para a construção da Sociedade 5.0, tendo em conta que esta sociedade pretende integrar os avanços tecnológicos no bem-estar humano e na sustentabilidade social. Explorando também a relação entre os dois estilos de liderança, analisando como as organizações, ao utilizarem um determinado estilo, podem beneficiar de uma abordagem mais coerente e inclusiva, com capacidade para responder adequadamente à volatilidade e complexidade do mundo contemporâneo.

Método: Através de uma revisão sistemática, procurou-se analisar e investigar a liderança holística como transição da liderança transformacional, pelas suas características únicas, verificar se o que as distingue será uma forma de liderar e responder aos desafios do mundo BANI, e auxiliar na construção de uma Sociedade 5.0 mais justa, que nos permitiria, sem dúvida, responder às necessidades da Humanidade; garantindo o avanço do conhecimento, mas sem deixar de promover a cooperação, a inovação e o equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e as necessidades sociais.

Resultados: A transição da liderança transformacional para a holística responde estrategicamente ao mundo BANI e à Sociedade 5.0. A transformacional, centrada na inspiração e desenvolvimento interno, mobiliza colaboradores e impulsiona a cultura organizacional. Já a holística adota uma visão integrada, equilibrando individual e coletivo, sustentabilidade, responsabilidade social e adaptação contínua, promovendo resiliência e ética tecnológica.

Discussão: Confirmou-se que a liderança holística amplia responsabilidade social e ambiental, e reforçam aprendizagem organizacional interna contínua. Complementa a liderança transformacional ao integrar ética tecnológica que pode contribuir positivamente para Sociedade 5.0 e responde aos desafios do Mundo BANI. Constatou-se ainda que ultrapassa os limites da liderança transformacional.

Conclusão: Líderes com uma abordagem e visão holística poderão dar-nos garantias de que a implementação de novas tecnologias, como a inteligência artificial, a robótica ou a Internet das Coisas, será feita num ambiente inclusivo e ético, visando a melhoria da qualidade de vida das pessoas e uma maior equidade social. Podem ser a solução para a convergência entre o mundo físico e o digital, garantindo que as soluções tecnológicas são sustentáveis e procuram acompanhar as necessidades humanas em prol do bem maior.

Palavras-chave: Liderança Transformacional; Liderança Holística; Mundo BANI; Sociedade 5.0.

Abstract

Introduction: This article aims to investigate the transition from transformational leadership to holistic leadership, which can be an efficient and effective response to the criteria and challenges of a BANI (fragile, anxious, non-linear and incomprehensible) world, also analyzing how this transition can contribute to the construction of Society 5.0, taking into account that this society aims to integrate technological advances in human well-being and social sustainability. It also explores the relationship between the two leadership styles, analyzing how organizations, by using a specific style, can benefit from a more coherent and inclusive approach, with the capacity to respond to the volatility and complexity of the contemporary world.

Method: Through a systematic review, we sought to analyze and investigate holistic leadership as a transition from transformational leadership, due to its unique characteristics, to verify whether what distinguishes them will be a way of leading and responding to the challenges of the BANI world, and to assist in the construction of a fairer Society 5.0, which would undoubtedly allow us to respond to the

needs of Humanity; ensuring the advancement of knowledge, but without failing to promote cooperation, innovation and the balance between technological development and social needs.

Results: The transition from transformational to holistic leadership responds strategically to the BANI world and Society 5.0. Transformational leadership, focused on inspiration and internal development, mobilizes employees and drives organizational culture. Holistic leadership adopts an integrated vision, balancing individual and collective, sustainability, social responsibility and continuous adaptation, promoting resilience and technological ethics.

Discussion: It was confirmed that holistic leadership increases social and environmental responsibility and reinforces continuous internal organizational learning. It complements transformational leadership by integrating technological ethics that can contribute positively to Society 5.0 and responds to the challenges of the BANI World. It was also found that it goes beyond the limits of transformational leadership.

Conclusion: Leaders with a holistic approach and vision can guarantee that the implementation of new technologies, such as artificial intelligence, robotics or the Internet of Things, will be carried out in an inclusive and ethical environment, aiming to improve people's quality of life and greater social equity. They can be the solution for the convergence between the physical and digital worlds, ensuring that technological solutions are sustainable and seek to keep up with human needs for the greater good.

Keywords: Transformational Leadership; Holistic Leadership; BANI World; Society 5.0.

SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA EM 2020: ANÁLISE DOS FATORES E PROPOSTAS DE PREVENÇÃO NA PROVÍNCIA DE CABINDA - PROJECTO MAIS VIDAS NAS ESTRADAS

ROAD ACCIDENTS IN 2020: ANALYSIS OF FACTORS AND PREVENTION PROPOSALS IN THE PROVINCE OF CABINDA MORE LIVES ON THE ROADS PROJECT

¹João Samuel Pola Gomes

¹ISLA Santarém Instituto Politécnico; ¹Departamento de Trânsito e Segurança em Cabinda

¹joaopolajohnson@gmail.com

Resumo

Introdução: A sinistralidade rodoviária representa uma das maiores preocupações no campo da segurança viária, afetando diretamente a mobilidade urbana e a integridade física dos usuários das vias. Este estudo tem como objetivo geral analisar medidas de combate à sinistralidade rodoviária na província de Cabinda, visando à redução dos acidentes de trânsito nas suas estradas por meio de estratégias preventivas e propostas concretas. Também busca identificar os principais fatores causadores de acidentes e os trechos mais críticos.

Método: A investigação baseou-se numa abordagem quantitativa, utilizando dados de acidentes de viação ocorridos no ano de 2020. A amostra foi composta por 461 ocorrências registadas em zonas urbanas. Os dados foram recolhidos junto às autoridades de trânsito competentes e tratados com recurso a ferramentas estatísticas para identificar os padrões mais recorrentes.

Resultados: Os principais fatores identificados foram a imprudência por parte dos automobilistas, o excesso de velocidade, a falta de prudência dos peões, ultrapassagens irregulares, não cedência de prioridade de passagem, condução sob efeito do álcool, deficiente iluminação dos veículos, ausência ou deficiência de iluminação pública e presença de pontos negros. Os trechos com maior incidência de acidentes foram: Cabassango–Futula (vice-versa), rotunda do Aeroporto–São Pedro, estrada vulgo Maweth, Rua do Tchizo e a Estrada Nacional nº 100.

Discussão: Os resultados evidenciam que o comportamento dos condutores, associado à má infraestrutura viária, constitui um dos principais fatores de risco. A imprudência dos automobilistas e dos peões reflete falhas na educação para o trânsito, enquanto os problemas de iluminação e os pontos negros apontam para a necessidade urgente de melhorias na engenharia viária. Estes achados estão em consonância com outros estudos na área, que reforçam a importância de políticas públicas integradas — envolvendo fiscalização, requalificação das vias e ações educativas — para a redução efetiva da sinistralidade.

Conclusão: Este estudo demonstra que a sinistralidade rodoviária é resultante de múltiplos fatores interligados. Intervenções focadas na reeducação dos usuários, na melhoria das infraestruturas e no reforço da fiscalização podem contribuir significativamente para a redução dos acidentes. Os dados apresentados fornecem uma base sólida para ações mais eficazes em prol da segurança viária na província de Cabinda.

Palavras-chave: sinistralidade rodoviária, imprudência, fatores de risco, Cabinda, segurança rodoviária.

Abstract

Introduction: Road traffic accidents represent one of the greatest concerns in the field of road safety, directly affecting urban mobility and the physical integrity of road users. This study aims to analyze measures to combat road traffic accidents in the province of Cabinda, with a view to reducing traffic accidents on its roads through preventive strategies and concrete proposals. It also seeks to identify the main causes of accidents and the most critical stretches.

Method: The research was based on a quantitative approach, using data from traffic accidents that occurred in the year 2020. The sample consisted of 461 occurrences recorded in urban areas. The data were collected from the competent traffic authorities and processed using statistical tools to identify the most recurring patterns.

Results: The main factors identified were the recklessness of drivers, speeding, the lack of caution from pedestrians, irregular overtaking, failure to yield right of way, driving under the influence of alcohol, insufficient vehicle lighting, absence or deficiency of street lighting, and the presence of black spots. The sections with the highest incidence of accidents were: Cabassango–Futula (vice-versa), the

Airport roundabout–São Pedro, the road known as Maweth, Rua do Tchizo, and National Road No. 100.

Discussion: The results highlight that driver behavior, combined with poor road infrastructure, constitutes one of the main risk factors. The recklessness of motorists and pedestrians reflects deficiencies in traffic education, while lighting issues and black spots indicate an urgent need for improvements in road engineering. These findings are consistent with other studies in the field, which reinforce the importance of integrated public policies — involving enforcement, road rehabilitation, and educational actions — for the effective reduction of accidents.

Conclusion: This study demonstrates that road traffic accidents result from multiple interconnected factors. Interventions focused on re-educating users, improving infrastructure, and strengthening enforcement can significantly contribute to reducing accidents. The presented data provides a solid foundation for more effective actions in favor of road safety in the province of Cabinda.

Keywords: road accidents, recklessness, risk factors, Cabinda, road safety.

Turismo

TURISMO ACESSÍVEL E OLIVOTURISMO: EXPERIÊNCIAS IMERSIVAS E ESTRATÉGIAS DE INCLUSÃO E VALORIZAÇÃO TERRITORIAL EM ÁREAS RURAIS

ACCESSIBLE TOURISM AND OLIVE TOURISM: IMMERSIVE EXPERIENCES AND STRATEGIES FOR INCLUSION AND TERRITORIAL ENHANCEMENT IN RURAL AREAS

¹Pedro Martins; ²Eunice Lopes

¹Instituto Politécnico de Tomar, Portugal; ²TECHN&ART- Instituto Politécnico de Tomar, CiTUR- IPLeiria, GOVCOPP-Aveiro

¹pedroalvesmartins26@gmail.com ; ²eunicelopes@ipt.pt

Resumo

Introdução: A sustentabilidade cultural em áreas rurais é crucial para o desenvolvimento equilibrado dos territórios e o olivoturismo (turismo do azeite), surge como uma prática inovadora que pode ser adaptada para promover experiências imersivas e acessíveis. O envelhecimento da população e o aumento progressivo do rendimento das pessoas com deficiência e/ou incapacidade conduzirão a um aumento significativo de pessoas com mobilidade reduzida que podem viajar. Este tipo de turismo (olivoturismo), centrado na valorização dos lagares e da produção de azeite, não só promove a coesão territorial e a identidade local, mas também oferece oportunidades únicas para a inclusão de pessoas com diferentes necessidades, garantindo que todos possam desfrutar das riquezas culturais e naturais da região. O objetivo do estudo é perceber a importância atribuída à acessibilidade e à criação de produtos baseados em experiências imersivas, no desenvolvimento do olivoturismo como segmento de nicho no turismo enquanto estratégia de valorização territorial em áreas rurais.

Método: A metodologia deste estudo, baseou-se na observação participante do território (concelho de Idanha-a-Nova), com consultas bibliográficas e aplicação de inquérito por questionário para recolha de dados. Entendendo-se que o olivoturismo integra experiências diversas e pode ser adaptado para garantir acessibilidade a pessoas com mobilidade ou necessidades especiais. Durante a observação do território foram considerados os princípios do turismo acessível ao avaliar acessos físicos, bem como informação inclusiva. A observação permitiu identificar práticas locais de olivoturismo, influenciando a elaboração e a materialização do questionário, realizado via Google Forms em abril de 2025 (n=41).

Resultados: Os resultados indicam que o olivoturismo desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável das áreas rurais, com o objetivo de valorizar o património olivícola. Este estudo revela que os turistas valorizam experiências e vivências em contexto rural associadas ao património oleícola (37,8%), e que o turismo contribui para o desenvolvimento da região (86,7%), que o olivoturismo é reconhecido com uma marca do destino de Idanha-a-Nova, (68,9). A gastronomia, a localização e a acessibilidade, são critérios principais para a experiência turística. A pesquisa destaca a importância de criar produtos e promover a comunicação interna para capacitar a comunidade local.

Discussão: O olivoturismo impulsiona o desenvolvimento sustentável do território, integrando várias dimensões do património regional, como cultura, gastronomia, arquitetura e paisagem. A adaptação de produtos acessíveis, como a criação de itinerários acessíveis e a disponibilização de informações em formatos acessíveis, é crucial para garantir que o turismo seja verdadeiramente inclusivo. Ações de sensibilização e consultas periódicas aos *stakeholders* são recomendadas para fortalecer a identidade e a economia local.

Conclusão: Conclui-se que o olivoturismo, quando adaptado para ser acessível, não só reforça a identidade local e promove a coesão territorial, mas também contribui para uma gestão mais consciente e sustentável dos recursos endógenos. A implementação de práticas de turismo acessível exige o envolvimento ativo da comunidade e a valorização dos produtos locais, em especial o azeite. Esta abordagem promove uma ligação mais profunda entre o território e os seus habitantes, garantindo que todos, independentemente das suas capacidades, possam desfrutar e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região, contribuindo por essa via, para a inclusão e valorização territorial em áreas mais rurais.

Palavras-chave: turismo acessível; olivoturismo; desenvolvimento territorial; sustentabilidade; experiência imersiva.

Abstract

Introduction: Cultural sustainability in rural areas is crucial for the balanced development of territories, and olive tourism (olive oil tourism) emerges as an innovative practice that can be adapted to promote immersive and accessible experiences. The aging of the population and the progressive increase in the income of people with disabilities and/or impairments will lead to a significant increase in the number of people with reduced mobility who can travel. This type of tourism (olive tourism), focused on the valorization of olive oil mills and olive oil production, not only promotes territorial cohesion and local identity but also offers unique opportunities for the inclusion of people with different needs, ensuring that everyone can enjoy the cultural and natural riches of the region. The aim of the study is to understand the importance attributed to accessibility and the creation of products based on immersive experiences, in the development of olive tourism as a niche segment in tourism as a strategy for territorial valorization in rural areas.

Method: The methodology of this study was based on participant observation of the territory (the municipality of Idanha-a-Nova), supplemented by bibliographical consultations and a questionnaire-based survey for data collection. Understanding that olive tourism integrates diverse experiences and can be adapted to guarantee accessibility for people with mobility or special needs. During the observation of the territory, the principles of accessible tourism were considered when evaluating physical access, as well as inclusive information. The observation enabled the identification of local olive tourism practices, which influenced the development and implementation of the questionnaire, conducted via Google Forms in April 2025 (n=41).

Results: The results indicate that olive tourism plays a crucial role in the sustainable development of rural areas, to enhance the olive heritage. This study reveals that tourists value experiences and experiences in a rural context associated with olive heritage (37.8%), and that tourism contributes to the development of the region (86.7%), and that olive tourism is recognized as a brand of the Idanha-a-Nova destination (68.9%). Gastronomy, location, and accessibility are the main criteria for the tourist experience. The research highlights the importance of creating products and promoting internal communication to empower the local community.

Discussion: The olive tourism drives the sustainable development of the territory, integrating various dimensions of regional heritage, such as culture, gastronomy, architecture, and landscape. Adapting accessible products, such as creating accessible itineraries and making information available in accessible formats, is crucial to ensuring that tourism is truly inclusive. Awareness-raising actions and regular consultations with stakeholders are recommended to strengthen local identity and the local economy.

Conclusion: It is concluded that olive tourism, when adapted to be accessible, not only reinforces local identity and promotes territorial cohesion but also contributes to a more conscious and sustainable management of endogenous resources. The implementation of accessible tourism practices requires the active involvement of the community and the appreciation of local products, especially olive oil. This approach promotes a deeper connection between the territory and its inhabitants, ensuring that everyone, regardless of their abilities, can enjoy and contribute to the sustainable development of the region, thus contributing to territorial inclusion and appreciation in more rural areas.

Keywords: *accessible tourism; olive tourism; territorial development; sustainability; immersive experience.*

TURISMO NÁUTICO E SUSTENTABILIDADE SOCIAL

NAUTICAL TOURISM AND SOCIAL SUSTAINABILITY

¹Eunice Lopes; ²Jakson Soares; ³Xosé Solla

¹TECHN&ART-Polytechnic University of Tomar, CiTUR-Polytechnic University of Leiria, GOVCOPP-Aveiro University; ²Tourist Experience Research Group (Exper. Turs). Faculty of Tourism. University of A Coruña; ³University of Santiago de Compostela

¹eunicelopes@ipt.pt; ²jakson.soares@udc.gal; ³xosemanuel.santos@usc.es

Resumo

Introdução: O(s) território(s) cada vez mais suscitam instrumentos de gestão que sustentem as dinâmicas sociais, económicas, culturais e ambientais para garantir de algum modo a equidade no uso dos recursos. É o caso do turismo náutico enquanto oferta turística da região da Albufeira de Castelo de Bode (região Centro de Portugal). Este estudo pretende caracterizar a experiência turística dos praticantes da modalidade de wakeboard na sua relação com a comunidade local.

Método: Seguiu-se a recolha de dados, através da aplicação de um inquérito por questionário e análise quantitativa. Foi aplicado ao universo de participantes da modalidade de wakeboard na praia fluvial de Fernandaires (2024), (n=46). Os dados foram recolhidos através de formulário *online* (Google Forms), apresentados em tablet e «in situ». Procedeu-se à sua análise através do programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

Resultados: Os resultados obtidos permitem uma caracterização da experiência turística dos praticantes da modalidade de wakeboard, relacionada com os atrativos turísticos intrínsecos às praias fluviais, contribuindo para o enriquecimento da sua experiência. O turismo aliado à prática da modalidade náutica de wakeboard na Albufeira de Castelo de Bode desempenha um papel importante na diversificação da economia local/regional. Elementos fundamentais a considerar dentro do contexto de gestão náutica, comunidade local e sustentabilidade social.

Discussão: A valorização do produto náutico associado à modalidade náutica de wakeboard, permite registar algumas orientações de qualificação dos recursos hídricos e das comunidades locais, face às dinâmicas associadas às práticas e interações socioculturais. O estudo de caso apresentado é um ponto de partida interessante de reflexão no debate territorial sobre a importância da gestão náutica, em territórios, cujo recurso água é o seu principal atrativo. Uma linha de investigação futura permitirá aprofundar, em particular, os benefícios sócio-culturais e sustentáveis que esta prática poderá trazer para as comunidades locais, tendo em conta a sua ligação aos territórios.

Conclusão: Com base nos resultados ainda em aprofundamento, verifica-se como notas conclusivas, que a otimização dos recursos endógenos disponíveis a nível local e regional devem se encontrar associados a atividades de turismo e lazer ancoradas no recurso hídrico-fluvial existente no território. Pelo impacto socioeconómico e cultural, este deve ser valorizado, mas ao mesmo tempo monitorizado para garantir a sustentabilidade social. A estruturação e organização do setor turístico, na perspetiva da sustentabilidade, deve estar cada vez mais próxima da comunidade local, para capacitar não só os residentes, mas também todos os agentes do destino turístico. Neste sentido, os interesses sociais, económicos e ambientais devem implicar a existência de princípios e orientações que estabeleçam condições adequadas para que o uso e a prática de wakeboard contribua para a sustentabilidade social.

Palavras-chave: Turismo náutico, Sustentabilidade social, Recursos hídricos, Wakeboard

Abstract

Introduction: Territories are increasingly requiring management instruments that support social, economic, cultural, and environmental dynamics to ensure equity in resource use. This is the case of nautical tourism as a tourist offer in the Albufeira de Castelo de Bode region (Central region of Portugal). This study aims to characterize the tourist experience of wakeboarders in their relationship with the local community.

Method: Data collection was conducted through the application of a questionnaire and quantitative analysis. It was applied to the universe of wakeboard participants at Fernandaires River Beach (2024),

(n=46). Data were collected through an online form (Google Forms), presented on a tablet, and “in situ”. Data were analyzed using the SPSS program (Statistical Package for Social Sciences).

Results: The results obtained allow a characterization of the tourist experience of wakeboarders, related to the tourist attractions intrinsic to river beaches, contributing to the enrichment of their experience. Tourism combined with the practice of wakeboard in the Albufeira de Castelo de Bode plays an important role in the diversification of the local/regional economy. Fundamental elements to be considered within the context of nautical management, local community, and social sustainability.

Discussion: The enhancement of the nautical product associated with the nautical modality of wakeboard allows us to record some guidelines for qualifying water resources and local communities, given the dynamics associated with sociocultural practices and interactions. The case study presented is an interesting starting point for reflection in the territorial debate on the importance of nautical management in territories whose water resources are their main attraction. A future line of research will allow us to delve deeper, in particular, into the sociocultural and sustainable benefits that this practice could bring to local communities, given its connection with the territories.

Conclusion: Based on the results still being analyzed in depth, it can be concluded that the optimization of endogenous resources available at the local and regional level must be associated with tourism and leisure activities anchored in the water-river resources existing in the territory. Due to the socioeconomic and cultural impact, this must be valued, but at the same time, monitored to ensure social sustainability. The structuring and organization of the tourism sector, from a sustainability perspective, must be increasingly closer to the local community, to train not only residents, but also all agents of the tourist destination. In this sense, social, economic, and environmental interests must imply the existence of principles and guidelines that establish adequate conditions so that the use and practice of wakeboard contribute to social sustainability.

Keywords: Nautical tourism, Social sustainability, Water resources, Wakeboard

O CAFÉ COMO PRODUTO TURÍSTICO INTEGRADO: PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UMA EMPRESA DE ANIMAÇÃO TURÍSTICA EM CAMPO MAIOR

COFFEE AS AN INTEGRATED TOURISM EXPERIENCE: A BUSINESS PROPOSAL FOR A TOURISM ENTERTAINMENT COMPANY IN CAMPO MAIOR

^{1,2} **Patrícia Reis; ² Isabel Correia**

¹GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Portugal; CITUR, Politécnico de Leiria, Portugal; CI, ISLA Santarém, Instituto Politécnico ; ², ISLA Santarém, Instituto Politécnico

patricia.reis@islasantarem.pt; isabelmcorreia3@gmail.com

Resumo

Introdução: Num contexto turístico cada vez mais orientado para experiências autênticas, sensoriais e regeneradoras, o café destaca-se como um produto cultural com enorme potencial para criar vivências únicas. O turismo de café, que valoriza os aspetos históricos, sociais, gastronómicos e produtivos associados a este produto, tem vindo a ganhar destaque promovendo uma profunda conexão emocional entre visitantes e o território. Em Campo Maior, Portugal — sede da reconhecida marca Delta Cafés — este recurso ganha uma importância simbólica e económica ímpar. Este projeto propõe a criação da empresa 'Raízes do Café', uma Empresa de Animação Turística centrada no café enquanto produto turístico, combinando as vertentes cultural, gastronómica e de saúde e bem-estar. O objetivo é valorizar o território e oferecer experiências diferenciadoras, capazes de estimular todos os sentidos e gerar laços emocionais duradouros com visitantes.

Método: A metodologia adotada baseou-se numa abordagem qualitativa e exploratória, dividida em duas fases principais. Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre turismo gastronómico, turismo de café e turismo de saúde e bem-estar, bem como sobre o impacto das experiências sensoriais e emocionais no comportamento do visitante. Paralelamente, procedeu-se à caracterização da região de Campo Maior e ao enquadramento legal da animação turística. Na segunda fase, desenvolveu-se um plano de negócios detalhado, que incluiu uma análise da concorrência, benchmarking de destinos com produtos turísticos similares, e elaboração de um plano de viabilidade económica e financeira.

Resultados: A análise identificou uma clara oportunidade para a criação de uma empresa inovadora e sustentável, com o café como elemento diferenciador. O portefólio de atividades foi organizado em quatro eixos temáticos: (1) café como produto cultural e criativo, com visitas guiadas a locais históricos ligados à cultura do café, passeios pedestres urbanos e rurais com storytelling e ateliers de barista; (2) gastronomia e turismo sensorial, com jantares vírico-gastronómicos harmonizados com café, workshops de pastelaria com base neste ingrediente e experiências de torrefação manual, promovendo uma imersão sensorial completa; (3) Turismo de saúde e bem-estar com sessões de yoga, meditação e mindfulness acompanhadas de aromaterapia de café, banhos de imersão com extratos de café e plantas autóctones, e caminhadas energizantes ao nascer do sol; (4) turismo educativo e familiar, com oficinas criativas para crianças e famílias, incluindo pintura com café e jogos sensoriais. Estas atividades são concebidas para estimular os cinco sentidos e fomentar uma ligação emocional profunda entre os visitantes e a cultura local, respondendo às expectativas de autenticidade, sustentabilidade e conexão com o território.

Discussão: O estudo confirma a viabilidade estratégica e financeira da empresa, com potencial para dinamizar a economia local e fortalecer o posicionamento de Campo Maior como destino turístico. A proposta diferencia-se por integrar de forma inovadora a cultura do café com práticas de saúde, relaxamento e experiências sensoriais, acrescentando valor singular ao destino. Além disso, a iniciativa poderá gerar emprego local, valorizar saberes tradicionais e promover o desenvolvimento social da região, enquanto oferece experiências emocionalmente marcantes aos visitantes.

Conclusão: Este projeto revela-se uma proposta turística relevante e inovadora, centrada no café como eixo de experiências culturais, sensoriais e terapêuticas. Ao alinhar-se com as motivações do visitante contemporâneo e ao apostar na criação de memórias emocionais, a empresa tem potencial para revitalizar o turismo local, promover o bem-estar e reforçar a identidade territorial de Campo Maior como um destino sustentável.

Palavras-chave: animação turística, sustentabilidade, turismo de café, experiências autênticas.

Abstract

Introduction: In a tourism context increasingly geared towards authentic, sensory, and regenerating experiences, coffee stands out as a cultural product with enormous potential for creating unique experiences. Coffee tourism, which values this product's historical, social, gastronomic, and productive aspects, has been gaining prominence, promoting a deep emotional connection between visitors and the territory. This resource is gaining unique symbolic and economic importance in Campo Maior, Portugal - home to the renowned Delta Cafés brand. This project proposes the creation of the company 'Raízes do Café', a Tourist Animation Company focused on coffee as a tourist product, combining cultural, gastronomic, and health and well-being aspects. The aim is to enhance the territory and offer differentiating experiences, stimulating all the senses and generating lasting emotional bonds with visitors.

Method: The methodology adopted was based on a qualitative and exploratory approach, divided into two main phases. Initially, a literature review was carried out on gastronomic tourism, café tourism, and health and wellness tourism, as well as the impact of sensory and emotional experiences on visitor behavior. At the same time, the Campo Maior region was characterized, and the legal framework for tourist entertainment was studied. In the second phase, a detailed business plan was developed, including an analysis of the competition, benchmarking destinations with similar tourism products, and preparing an economic and financial viability plan.

Results: The analysis identified a clear opportunity to create an innovative and sustainable company, with coffee as a differentiating element. The portfolio of activities was organized around four themes: (1) coffee as a cultural and creative product, with guided tours of historical sites linked to coffee culture, urban and rural walking tours with storytelling and barista workshops; (2) gastronomy and sensory tourism, with wine and gastronomic dinners harmonized with coffee, pastry workshops based on this ingredient and manual roasting experiences; (3) health and wellness tourism with yoga, meditation and mindfulness sessions accompanied by coffee aromatherapy, immersion baths with coffee extracts and Indigenous plants, and energizing sunrise walks with sensory tastings; (4) educational and family tourism, with creative workshops for children and families, including painting with coffee and sensory games. These activities are designed to stimulate the five senses and foster a deep emotional connection between visitors and the local culture, responding to expectations of authenticity, sustainability, and connection with the territory.

Discussion: The study confirms the company's strategic and financial viability, potentially boosting the local economy and strengthening Campo Maior's position as a tourist destination. The proposal stands out for innovatively integrating coffee culture with health practices, relaxation, and sensory experiences, adding unique value to the destination. In addition, the initiative could generate local employment, enhance traditional knowledge, and promote the region's social development, while offering visitors emotionally striking experiences.

Conclusion: This project is a relevant and innovative tourism proposal, centered on coffee as a hub for cultural, sensory, and therapeutic experiences. By aligning itself with the motivations of the contemporary visitor and focusing on creating emotional memories, it can revitalize local tourism, promote well-being, and reinforce Campo Maior's territorial identity as a sustainable destination.

Keywords: *tourism, sustainability, coffee tourism, authentic experiences.*

RAÍZES DA NOSSA TERRA: PROJETO DE ANIMAÇÃO TURÍSTICA COM FOCO EM CAMINHADAS NO RIBATEJO

ROOTS OF OUR LAND: TOURISM PROJECT FOCUSING ON WALKING IN THE RIBATEJO

^{1,2}Patrícia Reis; ²Diana Santana

¹GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Portugal; CITUR, Politécnico de Leiria, Portugal; CI, ISLA Santarém, Instituto Politécnico ; ²ISLA Santarém, Instituto Politécnico

patricia.reis@islasantarem.pt; dianalourosantana@gmail.com

Resumo

Introdução: O *walking tourism* é uma forma de turismo sustentável baseada na deslocação a pé, proporcionando contacto direto, lento e profundo com a natureza, a cultura e as comunidades locais. Inserido nos conceitos de *slow tourism* e turismo de natureza, tem-se afirmado como um ativo estratégico em Portugal. Esta modalidade valoriza a autenticidade das experiências, promovendo o bem-estar dos visitantes e contribuindo para o desenvolvimento regional. Neste contexto, este projeto propõe a criação da empresa 'Raízes da Nossa Terra', uma Empresa de Animação Turística sediada no Ribatejo — região marcada por paisagens ribeirinhas, zonas agrícolas, caminhos históricos e religiosos, e um rico património cultural, material e imaterial. A proposta visa explorar esse potencial através da oferta de itinerários turísticos pedestres que integrem natureza, cultura local e práticas de bem-estar, promovendo um turismo mais consciente e sustentável.

Método: A metodologia adotada seguiu uma abordagem qualitativa e exploratória, estruturada em duas fases distintas. Numa primeira fase, foi realizada uma revisão de literatura sobre *walking tourism*, *slow tourism* e turismo de natureza, com enfoque na sua influência na satisfação e fidelização dos visitantes. Paralelamente, procedeu-se à caracterização do Ribatejo como destino turístico, bem como à análise do enquadramento legal aplicável à atividade de animação turística. Na segunda fase, foi desenvolvido um plano de negócios, integrando a análise da concorrência, a realização de benchmarking com empresas que oferecem experiências turísticas semelhantes e elaborado um plano de viabilidade económica e financeira, com o objetivo de avaliar a sustentabilidade do projeto.

Resultados: Os resultados revelam um mercado favorável à criação de uma oferta turística centrada em caminhadas na natureza, aliadas ao bem-estar e à valorização cultural. As atividades organizam-se em três dimensões. A dimensão 'Natureza e Cultura' inclui caminhadas interpretativas da flora com uso medicinal, passeios etnográficos com aplicação de plantas selvagens na culinária e experiências como a apanha da azeitona. A dimensão 'Bem-Estar' envolve banhos de floresta, sessões de yoga e meditação, e caminhadas com piqueniques de produtos locais e registo fotográfico. A dimensão 'Experiências Integradas' abrange workshops de artesanato, leituras infantis na natureza e eventos minimalistas (ex.: pedidos de casamento), sempre em harmonia com a paisagem. Estas experiências fortalecem o bem-estar e a ligação ao território, alinhando-se com a procura por um turismo mais envolvente e consciente.

Discussão: Os resultados demonstram que o *walking tourism*, em articulação com o *slow tourism* e o turismo de natureza, tem um impacto significativo na forma como os visitantes vivenciam o território. A prática da caminhada promove uma relação mais íntima com a paisagem, despertando a atenção para os detalhes naturais e culturais, o que favorece o bem-estar físico, o relaxamento e o desenvolvimento da consciência ambiental. Para além dos benefícios individuais, as experiências propostas valorizam os saberes locais, promovem o envolvimento das comunidades e impulsionam a economia de pequena escala, através da dinamização de atividades tradicionais e da valorização de produtos regionais. Deste modo, a caminhada assume-se como um meio eficaz de ligação entre pessoas e lugares, gerando benefícios mútuos e duradouros.

Conclusão: O projeto 'Raízes da Nossa Terra' apresenta uma proposta diferenciadora ao estruturar experiências de caminhada como forma de descoberta, bem-estar e valorização territorial. A sua implementação poderá enriquecer a oferta turística do Ribatejo, promovendo um turismo sustentável e com identidade. Simultaneamente, gera impactos positivos nos visitantes e nas comunidades, reforçando o seu dinamismo e envolvimento no processo turístico.

Palavras-chave: animação turística, walking turismo, slow tourism, turismo de natureza, valorização do território.

Abstract

Introduction: Walking tourism is a form of sustainable tourism based on walking, providing direct, slow, and in-depth contact with nature, culture, and local communities. As part of the concepts of slow tourism and nature tourism, it has become a strategic asset in Portugal. This form of tourism values the authenticity of experiences, promoting the well-being of visitors and contributing to regional development. In this context, this project proposes the creation of the company '*Raízes da Nossa Terra*', a Tourist Animation Company based in *Ribatejo* - a region marked by riverside landscapes, agricultural areas, historical and religious paths, and rich material and immaterial cultural heritage. The proposal aims to exploit this potential by offering walking experiences that integrate nature, local culture, and wellness practices, promoting more conscious and sustainable tourism.

Method: The methodology adopted followed a qualitative and exploratory approach, structured in two distinct phases. In the first phase, a literature review was carried out on walking tourism, slow tourism, and nature tourism, focusing on their influence on visitor satisfaction and loyalty. At the same time, *Ribatejo* was characterized as a tourist destination, and the legal framework applicable to the activity of tourist entertainment was analyzed. In the second phase, a business plan was developed, incorporating an analysis of the competition.

Results: The results reveal a favourable market for the creation of a tourist offer centred on nature walks, combined with well-being and cultural appreciation. The activities are organized into three dimensions. The 'Nature and Culture' dimension includes interpretive walks of flora with medicinal use, ethnographic walks with the application of wild plants in cooking, and experiences such as olive picking. The 'Well-being' dimension involves forest bathing, yoga and meditation sessions, and walks with picnics of local products and photographic recording. The 'Integrated Experiences' dimension includes craft workshops, children's readings in nature, and minimalist events (e.g., wedding proposals), always in harmony with the landscape. These experiences strengthen well-being and the connection to the territory, in line with the demand for more immersive and conscious tourism.

Discussion: The results show that walking tourism, in conjunction with slow tourism and nature tourism, has a significant impact on the way visitors experience the territory. The practice of walking promotes a more intimate relationship with the landscape, awakening attention to natural and cultural details, which favours physical well-being, relaxation, and the development of environmental awareness. In addition to the individual benefits, the proposed experiences value local knowledge, promote community involvement, and boost the small-scale economy by boosting traditional activities and enhancing the value of regional products. In this way, walking is seen as an effective way of connecting people and places, generating mutual and lasting benefits.

Conclusion: The "Roots of Our Land" project presents a distinctive proposal by structuring walking experiences as a form of discovery, well-being, and territorial enhancement. Its implementation could enrich *Ribatejo*'s tourism offer, promoting sustainable tourism with an identity. At the same time, it will have a positive impact on visitors and communities, reinforcing their dynamism and involvement in the tourism process.

Keywords: *tourist animation, walking tourism, slow tourism, nature tourism, territorial valorization.*

CAMINHOS CRIATIVOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS ITINERÁRIOS TURÍSTICOS CRIATIVOS NA REDE DE CIDADES CRIATIVAS DA UNESCO EM PORTUGAL

CREATIVE PATHS: EVALUATING THE IMPACT OF CREATIVE TOURISTIC ITINERARIES IN THE UNESCO CREATIVE CITIES NETWORK IN PORTUGAL

^{1,2}Patrícia Reis; ^{1,2}Rui Carvalho

¹GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Portugal; CITUR, Politécnico de Leiria, Portugal; CI, ISLA Santarém, Instituto Politécnico ; ²GOVCOPP, Universidade de Aveiro, Portugal; TECHN&ART – Centro de Tecnologia, Restauro e Valorização das Artes – Instituto Politécnico de Tomar; CI, ISLA Santarém, Instituto Politécnico; Instituto Politécnico de Portalegre
patricia.reis@islasantarem.pt; rui.carvalho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: O turismo criativo tem vindo a afirmar-se como uma abordagem inovadora que promove a participação ativa dos visitantes em experiências culturais locais, através de atividades como oficinas, pequenos cursos, masterclasses entre outras. Neste contexto, os itinerários turísticos criativos surgem como instrumentos que proporcionam experiências autênticas e imersivas, reforçando a ligação entre os visitantes e as comunidades locais. A Rede de Cidades Criativas da UNESCO, criada em 2004, visa fomentar a cooperação internacional entre cidades que reconhecem a criatividade como fator estratégico de desenvolvimento sustentável. Este estudo propõe-se a explorar o potencial dos itinerários turísticos criativos em cidades portuguesas pertencentes à referida rede, procurando compreender o seu contributo para o desenvolvimento territorial, valorização do património cultural e revitalização comunitária.

Método: A metodologia adotada baseia-se numa abordagem qualitativa e exploratória, estruturada em duas fases. A primeira consiste numa revisão sistemática da literatura sobre modelos de desenvolvimento do turismo criativo em cidades criativas, com especial enfoque nas vantagens, desafios e impactos associados. Os dados serão analisados tematicamente, permitindo identificar padrões na utilização de itinerários turísticos em contextos semelhantes. Na segunda fase, realiza-se uma análise aprofundada de estudos de casos em cidades criativas portuguesas, pertencentes à 'Rede de Cidades Criativas da UNESCO', através de entrevistas com agentes locais (decisores políticos, profissionais do turismo e membros da comunidade) e da análise de projetos existentes. A escolha desta amostra visa assegurar uma visão abrangente e comparativa entre diferentes realidades territoriais. Esta abordagem procura identificar boas práticas e condições favoráveis à implementação de itinerários criativos, contribuindo para a sua replicação em outros contextos.

Resultados: Prevê-se que os itinerários turísticos criativos revelem um elevado potencial como ferramenta de valorização e dinamização territorial e cultural. Estima-se que promovam experiências diversificadas e imersivas, capazes de reforçar a identidade cultural dos territórios, prolongar a estada dos visitantes e favorecer uma distribuição mais equilibrada dos benefícios económicos entre diferentes regiões. A integração de atividades cocriadas com a comunidade local deverá ainda contribuir para a preservação de tradições, o fortalecimento do orgulho identitário e a criação de novas oportunidades de geração de rendimento para as populações locais.

Discussão: Antecipam-se resultados que evidenciem o papel significativo dos itinerários criativos na dinamização de regiões periféricas, ao oferecerem uma alternativa sustentável ao turismo de massas. A criação de uma ligação emocional entre visitantes e territórios, promovida pela participação ativa em práticas culturais, poderá favorecer a fidelização e um envolvimento mais responsável com os destinos. Contudo, prevê-se que o sucesso destas iniciativas dependa da capacidade de articulação entre os diferentes agentes locais, do grau de envolvimento da comunidade e da integração coerente das atividades criativas na estratégia turística regional em linha com a literatura.

Conclusão: Este estudo procura evidenciar o valor estratégico dos itinerários turísticos criativos no contexto das Cidades Criativas da UNESCO em Portugal. Para além de potenciarem o enriquecimento da experiência do visitante, estima-se que contribuam para o desenvolvimento económico, social e cultural dos territórios envolvidos. Embora se encontre numa fase exploratória, prevê-se que este trabalho forneça bases sólidas para investigações futuras, bem como para a definição de diretrizes práticas dirigidas a gestores turísticos e autoridades locais interessados em adotar o turismo criativo como motor de desenvolvimento territorial sustentável.

Palavras-chave: Turismo criativo, itinerários turísticos, Cidades Criativas da UNESCO, desenvolvimento territorial.

Abstract

Introduction: Creative tourism has been increasingly recognized as an innovative approach that encourages active visitor participation in local cultural experiences through activities such as workshops, short courses, masterclasses, and more. In this context, creative tourism itineraries emerge as tools that offer authentic and immersive experiences, strengthening the connection between visitors and local communities. The UNESCO Creative Cities Network, established in 2004, aims to foster international cooperation among cities that recognize creativity as a strategic driver for sustainable development. This study aims to explore the potential of creative tourism itineraries in Portuguese cities that are part of the UNESCO Network and to understand their contribution to territorial development, cultural heritage enhancement, and community revitalization.

Method: The adopted methodology follows a qualitative and exploratory approach, structured in two phases. The first consists of a systematic literature review on models of creative tourism development in creative cities, with a particular focus on associated advantages, challenges, and impacts. The data will be thematically analyzed to identify patterns in the use of tourism itineraries in similar contexts. In the second phase, an in-depth analysis of practical cases in Portuguese creative cities, which are part of the UNESCO Creative Cities Network, through interviews with local stakeholders (policy makers, tourism professionals, and community members) and analysis of existing projects. The choice of this sample aims to ensure a comprehensive and comparative perspective across different territorial realities. This approach aims to identify the best practices and favorable conditions for the implementation of creative itineraries, supporting their replication in other contexts.

Results: Creative tourism itineraries are expected to demonstrate strong potential as tools for territorial and cultural enhancement. They are anticipated to promote diverse and immersive experiences that reinforce the cultural identity of territories, extend visitor stays, and encourage a more balanced distribution of economic benefits across regions. The integration of co-created activities with local communities should also contribute to the preservation of traditions, the strengthening of local pride, and the creation of income-generating opportunities for residents.

Discussion: The analysis is expected to highlight the significant role of creative itineraries in revitalizing peripheral regions by offering a sustainable alternative to mass tourism. The emotional connection established between visitors and places, through active participation in cultural practices, is likely to foster visitor loyalty and more responsible engagement with destinations. However, the success of these initiatives is likely to depend on effective coordination among local stakeholders, meaningful community involvement, and the coherent integration of creative activities into regional tourism strategies.

Conclusion: This study seeks to highlight the strategic value of creative tourism itineraries within the context of UNESCO Creative Cities in Portugal. In addition to enriching the visitor experience, they are expected to contribute to the economic, social, and cultural development of the territories involved. Although still at an exploratory stage, the research is anticipated to provide a solid foundation for future investigations and the development of practical guidelines for tourism managers and local authorities interested in adopting creative tourism as a driver of sustainable territorial development.

Keywords: Creative tourism, tourist itineraries, UNESCO Creative Cities, territorial development.

Ciências Sociais Aplicadas

MUSEU RURAL E ETNOGRÁFICO DE ALVIOBEIRA (MREA): DINAMISMO CULTURAL E INCLUSÃO TERRITORIAL

ALVIOBEIRA RURAL AND ETHNOGRAPHIC MUSEUM: CULTURAL DYNAMISM AND TERRITORIAL INCLUSION

¹Diogo Santos; ²Eunice Lopes

¹Instituto Politécnico de Tomar, Portugal; ²TECHN&ART- Instituto Politécnico de Tomar, CiTUR-IPLeiria, GOVCOPP-Aveiro

¹aluno23871@ipt.pt; ²eunicelopes@ipt.pt

Resumo

Introdução: Partindo-se do conceito de museu protagonizado pelo ICOM (International Council of Museums, 2022), o presente estudo, pretende evidenciar a importância dos museus rurais para a inclusão territorial aplicado ao concelho de Tomar (região Centro de Portugal). O concelho detém seis Museus Rurais: Museu Etnográfico de Carregueiros; Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira (MREA); Museu Etnológico do Caniçal; Centro de Interpretação da Pedreira; Museu das Azenhas; e Museu da Rádio da Linhaceira. Tomar destaca-se, nacionalmente, por possuir uma vasta oferta museológica que enaltece as comunidades rurais. Contudo, os Museus Rurais atravessam, atualmente, mais adversidades do que os espaços museológicos de caráter municipal, localizados em polos urbanos.

Método: Aplicou-se um inquérito por questionário, seguindo-se a sua análise descritiva (n=96). O questionário foi dividido em quinze questões de seleção múltipla e de expressão pessoal e organizado em quatro seções: 1) Dados Sociodemográficos, 2) Roteiro Museológico de Tomar; 3) Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira; e, 4) Dinamização dos Museus Rurais. Foi desenvolvido na plataforma *Microsoft Forms* e difundido através das redes sociais do MREA, num período de janeiro a março de 2025. Os dados recolhidos foram tratados na plataforma *Microsoft Excel*.

Resultados: Como principais resultados, foi possível, apreender, por um lado, a perceção pessoal dos residentes e visitantes, face à dinâmica cultural e inclusão territorial dos Museus Rurais do concelho de Tomar, em especial do MREA (Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira. Por outro lado, perceber que a oferta museológica tem crescido, com a previsão de abertura de mais espaços culturais, tanto no meio citadino como no meio rural.

Discussão: Os museus rurais apresentam-se como importantes recursos de dinamismo cultural e de inclusão territorial, apesar da falta de visibilidade, incentivos, estudos e ações estratégicas para a devida divulgação e dinamização o que promove um certo enfraquecimento do seu potencial quanto ao desenvolvimento e valorização do território.

Conclusão: Este estudo reveste-se de relevância por explorar uma das múltiplas potencialidades turísticas e culturais do concelho de Tomar – os Museus Rurais – espaços em contínua expansão, cuja preservação se revela essencial para salvaguardar as memórias e tradições que neles residem, impedindo que se desvançam com o decorrer do tempo.

Palavras-Chave: Património Etnográfico, Museu Rural, Dinamismo Comunitário, Diversidade Cultural, Inclusão Territorial, Igualdade Social

Abstract

Introduction: Based on the concept of museums proposed by ICOM (International Council of Museums, 2022), this study aims to highlight the importance of rural museums for territorial inclusion applied to the municipality of Tomar (Central region of Portugal). The city has six Rural Museums: Carregueiros Ethnographic Museum, Alviobeira Rural and Ethnographic Museum (MREA), Caniçal Ethnological Museum, Pedreira Interpretation Center, Azenhas Museum, and Linhaceira Radio Museum. Tomar stands out nationally for having a vast museum offering that extols rural communities. However, Rural Museums are currently facing more adversities than municipal museum spaces located in urban centers.

Method: A questionnaire was applied, followed by descriptive analysis (n=96). The questionnaire was divided into fifteen multiple-choice and personal expression questions and organized into four sections: 1) Sociodemographic Data; 2) Museum Itinerary of Tomar; 3) Rural and Ethnographic Museum of Alviobeira; and 4) Dynamization of Rural Museums. It was developed on the Microsoft Forms platform

and disseminated through MREA's social networks from January to March 2025. The collected data were processed on the Microsoft Excel platform.

Results: As main results, it was possible, on the one hand, to understand the personal perception of residents and visitors, regarding the cultural dynamics and territorial inclusion of the Rural Museums of the municipality of Tomar, especially the MREA (Rural and Ethnographic Museum of Alviobeira). On the other hand, to understand that the museum's offer has grown, with the forecast of opening more cultural spaces, both in the city and in the rural areas.

Discussion: Rural museums are important resources for cultural dynamism and territorial inclusion, despite the lack of visibility, incentives, studies, and strategic actions for their proper dissemination and dynamization, which promotes a certain weakening of their potential for the development and enhancement of the territory.

Conclusion: This study is relevant because it explores one of the multiple tourist and cultural potentials of the municipality of Tomar – the Rural Museums – spaces in continuous expansion, whose preservation is essential to safeguard the memories and traditions that reside within them, preventing them from fading away with the passing of time.

Keywords: Ethnographic Heritage, Rural Museum, Community Dynamism, Cultural Diversity, Territorial Inclusion, Social Equality

MUSEUS RURAIS E COMUNITÁRIOS: espaços de encontro, participação e construção coletiva de saberes

O Conselho Internacional de Museus (ICOM, em inglês), define Museu como «*uma instituição permanente, sem fins lucrativos e ao serviço da sociedade, que pesquisa, coleciona, conserva, interpreta e expõe o património material e imaterial. Abertos ao público, acessíveis e inclusivos, os museus fomentam a diversidade e a sustentabilidade. Com a participação das comunidades, os museus funcionam e comunicam de forma ética e profissional, proporcionando experiências diversas para educação, fruição, reflexão e partilha de conhecimento*» (ICOM Portugal, 2022).

O Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira (MREA), partilha de todas as características descritas na definição do ICOM, assumindo-se, para além de um Museu Rural, como um Museu Comunitário. O Museu Comunitário ou de Comunidade constitui, como principal foco, a preservação da história, cultura e identidade de uma comunidade específica, geralmente com a participação ativa dos próprios membros da mesma. Os Museus de Comunidade enfatizam histórias locais e experiências vividas pelas pessoas que integram esse grupo. O Museu de Comunidade assume um espaço de relevo na preservação da genética cultural de pessoas, da etnografia e dos seus próprios territórios, promovendo a relação entre o conhecimento popular e o científico. Identificam-se, claramente, com a Etnografia e o Património Local, reunindo objetos em coleções que expõem aos visitantes, a tradição, e os usos e costumes (Ramos, 2019) (Campos, 2019).

A este propósito, é fundamental promover a educação sobre a compreensão da herança rural e comunitária. Países como Grã-Bretanha, Irlanda do Norte e República da Irlanda são disso exemplo, através da criação de uma Associação (Rural Museums Network Group) com esse propósito (ruralmuseums.org.uk).

Neste sentido, o Museu de Comunidade destaca-se, de outras tipologias museológicas, por apresentar no seu plano cultural a participação da própria comunidade, enquanto agente ativo na disseminação de conhecimentos e partilha da sua índole territorial, e a sua contribuição para a gestão do mesmo. A gestão do Museu de Comunidade assenta sobretudo na realização por parte de grupos de indivíduos da comunidade que procuram representar-se a si mesmos (Marques, 2014).

O Museu de Comunidade é como uma ferramenta da própria comunidade onde está inserida – seja ela de natureza rural ou costeira – que permite à mesma afirmar o seu domínio físico e simbólico sobre o Património (Marques, 2014). No entanto, entende-se que o contexto museológico deve ser discutido ao nível da sustentabilidade e da experiência turística, sob

vários pontos de vista, incluindo o efeito dos contextos museológicos rurais nas ciências sociais (Costa & Katsoni, 2025).

Os Museus de Comunidade desempenham um papel fundamental na experiência turística (e.g. convivência com membros da comunidade; visitas guiadas a espaços museológicos e atrações patrimoniais dinamizadas pela comunidade; eventos culturais organizados pela comunidade – um festival de folclore, uma recriação histórica ou religiosa, etc.), atuando como “polos de atração” que não apenas preservam e apresentam o Património Cultural, como também promovem atividades de âmbito turístico que impulsionam as economias locais (Gonçalves, 2009).

No processo de desenvolvimento dos museus rurais, a forma de fortalecer a identidade local dos residentes das comunidades rurais e transformá-la numa motivação eficaz para a proteção das aldeias tradicionais tornou-se uma questão importante na proteção da identidade cultural rural (Zhang & Sangiamvibool, 2024).

Comunidades e museus no século XXI, poderão reunir perspetivas inovadoras e multidisciplinares sobre a museologia contemporânea e as práticas museológicas participativas que contribuem para debates mais amplos sobre as comunidades museológicas, o património e a sustentabilidade. O papel das identidades comunitárias e o papel dos museus no desenvolvimento local são fundamentais para a disseminação dos contextos mais “autênticos rurais” (Cummins, Rueda & Brown, 2023).

O caso do MREA enquadra-se na presente caracterização do conceito de Museu Rural e de Comunidade, uma vez que se trata de uma instituição ativa no seio da comunidade rural da União de Freguesias de Casais e Alviobeira, conectando a mesma simbólica e culturalmente: o MREA é um espaço de encontro entre gerações, comunidades concelhias e culturas; é um espaço de participação quanto à celebração da diversidade cultural; e é também um espaço de construção coletiva de saberes, através da dinamização de atividades e eventos organizados pela comunidade com vista à partilha de uma identidade singular.

O MUSEU RURAL E ETNOGRÁFICO DE ALVIOBEIRA (MREA): enquadramento histórico

O Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira (MREA), localiza-se na Aldeia de Alviobeira (União de Freguesias de Casais e Alviobeira), concelho de Tomar. Encontra-se instalado, e atualmente a funcionar, no Edifício Sede da Junta de Freguesia de Alviobeira.

Segundo o Roteiro Museológico de Tomar, o MREA encontra-se integrado numa habitação rural do final do século XIX, tratando-se de uma típica habitação rural, minimamente abastada – evidências que conduzem a esse facto são: a altura da edificação, o espaço amplo e os diversos cómodos, em comparação com as demais habitações existentes da mesma periodização histórica.

Até a espessura das paredes denota o quão antigo e centenário é o edifício, que mantém um ambiente climático temperado e moderado, sem extremos de calor ou frio, próprio das habitações da época (Câmara Municipal de Tomar, 2022) (Leal, 2024).

O edifício ostenta um estilo arquitetónico simples e doméstico, sendo classificado como uma habitação unifamiliar ou monofamiliar, isto é, um tipo de moradia construída e projetada para ser ocupada por apenas uma família.

De acordo com alguns alviobeirenses, a habitação foi mandada construir por um agricultor oriundo de famílias abastadas da localidade, José Araújo, conhecido popularmente por “Zé Pólvora”, devido à sua condição de caçador (Figura 1).

Registos documentais do Rancho Folclórico e Etnográfico de Alviobeira referem ainda que a habitação foi construída aquando da época do casamento de D. Gabriela Rosa Severino

de Araújo (Professora de Ensino Primário), que lecionava na Escola Primária de Alviobeira, adjacente ao Museu – com o “Zé Pólvora”.

A habitação foi construída inicial e especificamente para a fixação desse casal, acolhendo uma união proibida e muito mal-encarada pelo Estado Novo, fruto dos seus estatutos sociais distintos (Leal, 2024) (RFEA, 1988).



Figura 1. Fachada exterior do Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira, Habitação Rural do Século XIX

Fonte: Elaboração Própria (2024)

O casal, apesar de não deixar descendência biológica, adotou e criou “duas moças” da Aldeia, que viriam a morar na cidade tomarense. Após a morte do casal, e sendo estas as herdeiras da habitação, trataram de alugá-la e, esteve então destinada, por um determinado tempo, aos recém-casados da comunidade, de modo a se orientarem nos seus primeiros anos de vida.

Em 1953, em concordância com as Atas de Freguesia, o edifício foi adquirido pela Junta de Freguesia de Alviobeira, com a finalidade de ali se instalar o órgão representativo da região – no período do Presidente de Alviobeira, o Sr. Júlio de Jesus Fidalgo.

O imóvel foi comprado às “filhas” de D. Gabriela e do Sr. José Araújo. Para conseguir adquirir o edifício, a Junta de Freguesia teve que vender 54,8 gramas de ouro proveniente da Igreja Matriz e Paroquial de S. Pedro de Alviobeira e pertencente ao seu próprio património (que rendeu, na totalidade, 1479.60 escudos), e ainda lhe foram doados 20.000 escudos pela Câmara Municipal de Tomar (Leal, 2024).

O Museu foi criado em 1988, na sequência do nascimento do Rancho Folclórico e Etnográfico de Alviobeira, pela iniciativa dos jovens e da própria comunidade da Freguesia, com o objetivo de preservar as memórias e os bens utilitários dos seus antepassados (RFEA, 1988).

Começou por se tratar de uma recolha e levantamento dos costumes, danças, cantares e lendas, que propiciou doações e ofertas alusivas por parte dos habitantes. Foi durante as recolhas, junto das pessoas mais idosas, que o Rancho Folclórico e Etnográfico, já apoiado pela população, sentiu o entusiasmo despertado nas gentes e a enorme vontade de ver objetos de uso comum a serem transformados em objetos de cariz museológico, sujeitos à apreciação de todos (RFEA, 1988).

A falta de dinheiro era patente, e foi então que a Junta de Freguesia de Alviobeira, na pessoa do seu Presidente, o Sr. António João Antunes (também um dos grandes impulsionadores deste projeto), prestou uma enorme ajuda, cedendo o rés-do-chão da habitação onde está instalada (RFEA, 1988).

O MREA é palco de uma imensa coleção de peças artesanais, resultantes de uma época em que a abundância era escassa e a criatividade constituía o primordial “passatempo” das pessoas, incessantemente em prol do sustento (Justo Realce Comunicação, 2020). No espaço museológico encontra-se um avultado acervo que representa os usos e costumes dos Séculos XIX e XX. O espaço preserva vivas as díspares memórias, tais como os trajes, os modos de viver, trabalhar, recrear, e até instrumentos utilizados nas diversas facetas do quotidiano e ofícios para sustento.

METODOLOGIA

Aplicou-se um inquérito por questionário, seguindo-se a sua análise descritiva (n=96). O questionário foi dividido em quinze questões de seleção múltipla e de expressão pessoal e organizado em quatro seções: 1) Dados Sociodemográficos, 2) Roteiro Museológico de Tomar; 3) Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira; e, 4) Dinamização dos Museus Rurais. Foi desenvolvido na plataforma *Microsoft Forms* e difundido através das redes sociais do MREA, num período de janeiro a março de 2025. Os dados recolhidos foram tratados na plataforma *Microsoft Excel*.

RESULTADOS

Num total de quinze questões e numa amostra de noventa e seis (96) inquiridos, verificou-se que a maioria dos respondentes são do género feminino (74%), seguido do género masculino (25%). Um respondente optou por não revelar o seu género na escolha “prefiro não registar”.

A maioria dos inquiridos indicou que tinha entre os 19 e os 35 anos de idade (35%), seguido de idade entre os 36 e os 50 anos (24%).

No que concerne às Habilitações Literárias, verificou-se que o nível de ensino predominante é o da Licenciatura (32%), seguido do Nível Secundário (26%).

Questionados sobre «Tem conhecimento da existência do Roteiro Museológico de Tomar?», a resposta mais verificada foi “Não” (52%), o que revela a falta de divulgação generalizada deste instrumento promocional de âmbito turístico (Figura 2).



Figura 2. Resultados obtidos da questão “Tem conhecimento do Roteiro Museológico de Tomar?”

Fonte: Elaboração Própria (2025)

Questionados «Quais dos seguintes Museus que integram o Roteiro Museológico de Tomar já visitou?», das 15 opções disponíveis, as respostas mais verificadas foram: (1) Museu dos Fósforos – Coleção Visitável de Aquiles da Mota Lima (19%), possivelmente devido à sua localização privilegiada e estratégica, inserido num complexo cultural no Convento de São Francisco, junto da Estação Ferroviária de Tomar (uma das zonas mais movimentadas da cidade); (2) Casa dos Cubos – Centro de Estudos em Fotografia de Tomar (12%), possivelmente devido à sua intensa programação cultural patente à montagem de exposições temporárias, à organização de eventos municipais e/ou académicos, e à dinamização de atividades de aprendizagem (*workshops* e aulas teórico-práticas de Cursos Superiores do Instituto Politécnico de Tomar); (3) A Moagem – Fábrica das Artes (10%), adjacente ao Complexo Cultural da Levada (CCL) e inserida no panorama paisagístico do Nabão, com a dinamização de atividades mensais desenvolvidas por artistas locais (Figura 3). Verificou-se que os espaços museológicos situados em territórios rurais, devido à sua fraca visibilidade, registam os valores mais baixos.

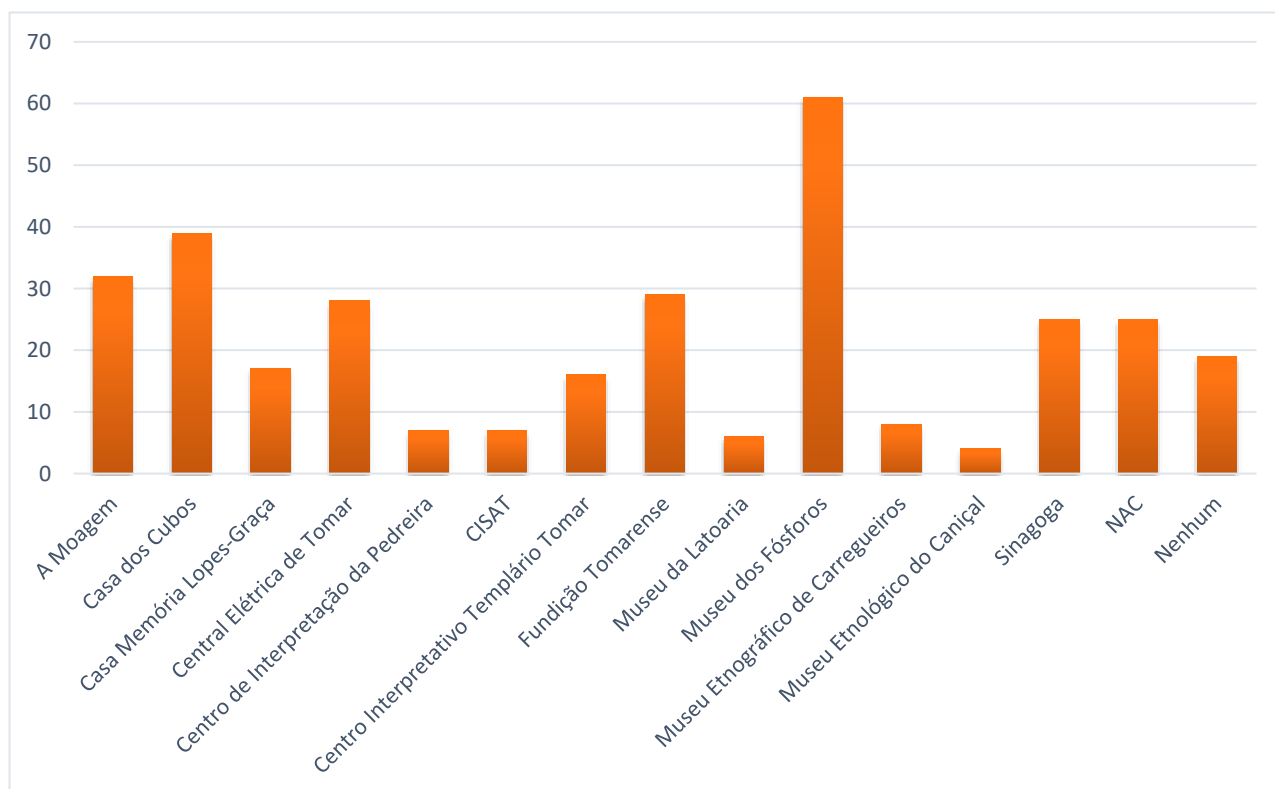


Figura 3. Resultados obtidos da questão “Quais dos seguintes Museus que integram o Roteiro Museológico de Tomar já visitou?”.

Fonte: Elaboração Própria (2025)

Às questões (1) «Está familiarizado com o Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira, tendo já visitado o espaço museológico?», 53 pessoas (que representam 55%) responderam que “Sim”, e as restantes 43 pessoas (45%) responderam que “Não” (Figura 4); (2) «Tem conhecimento de que Freguesia alberga o Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira?», enquanto que 64 pessoas (67%) responderam que “Sim”, 32 pessoas (33%) responderam que “Não”, demonstrando que a maioria dos respondentes, independentemente se já teve a oportunidade de visitar ou não o Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira, está minimamente familiarizado quanto à sua localização.

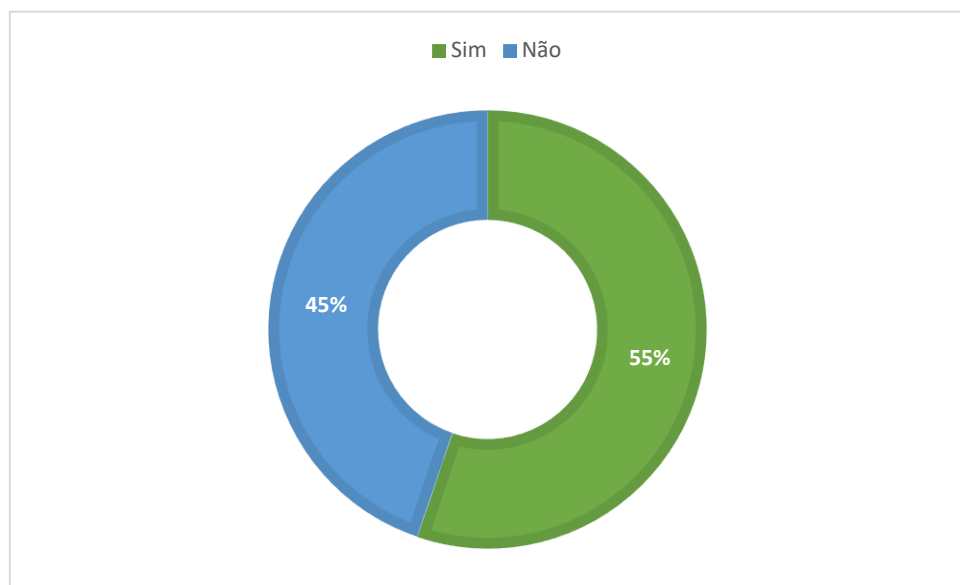


Figura 4. Resultados obtidos da questão “Está familiarizado com o Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira, tendo já visitado o espaço museológico?”.

Fonte: Elaboração Própria (2025)

Quanto à questão de desenvolvimento e expressão pessoal «Que tipo de atividades gostaria de ver organizadas no espaço museológico? Tem alguma sugestão para melhorar a oferta cultural do Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira?», obteve-se um conjunto de 27 respostas, das quais se destacam as seguintes sugestões, contempladas num Quadro Conceptual (Figura 5):

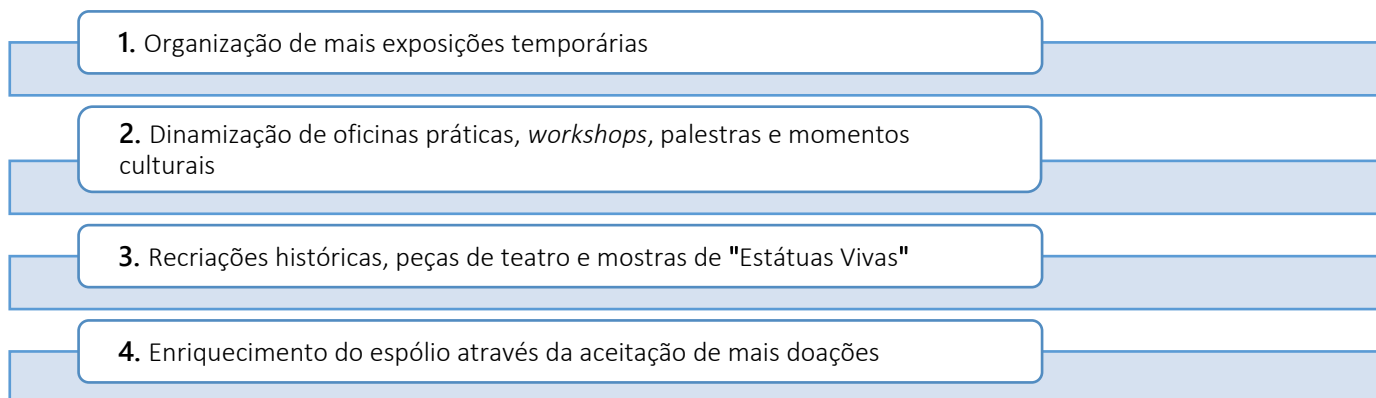


Figura 5. Quadro Conceptual: Sugestões de melhoria da oferta cultural no Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira

Fonte: Elaboração Própria (2025)

Na questão «Na sua opinião, os conteúdos apresentados nos Museus Rurais são»: «acessíveis a diferentes públicos», «atualizados e bem interpretados», «representativos da identidade cultural local», 70 pessoas (equivalente a 73%) consentiram com o facto dos Museus Rurais se assumirem como representativos de uma determinada identidade cultural local.

Questionados «Na sua opinião, qual das seguintes dinâmicas considera a mais relevante no contexto dos Museus Rurais?», 28 pessoas (29%) consideram que a estimulação da vida comunitária, a história e a cultura, tornando-se numa oferta turística complementar aos

monumentos urbanos constitui a dinâmica mais pertinente a desenvolver nos Museus Rurais (Figura 6). De seguida, a segunda dinâmica mais selecionada, por 19 pessoas (20%) foi “salvaguarda de costumes seculares de carácter rural”.

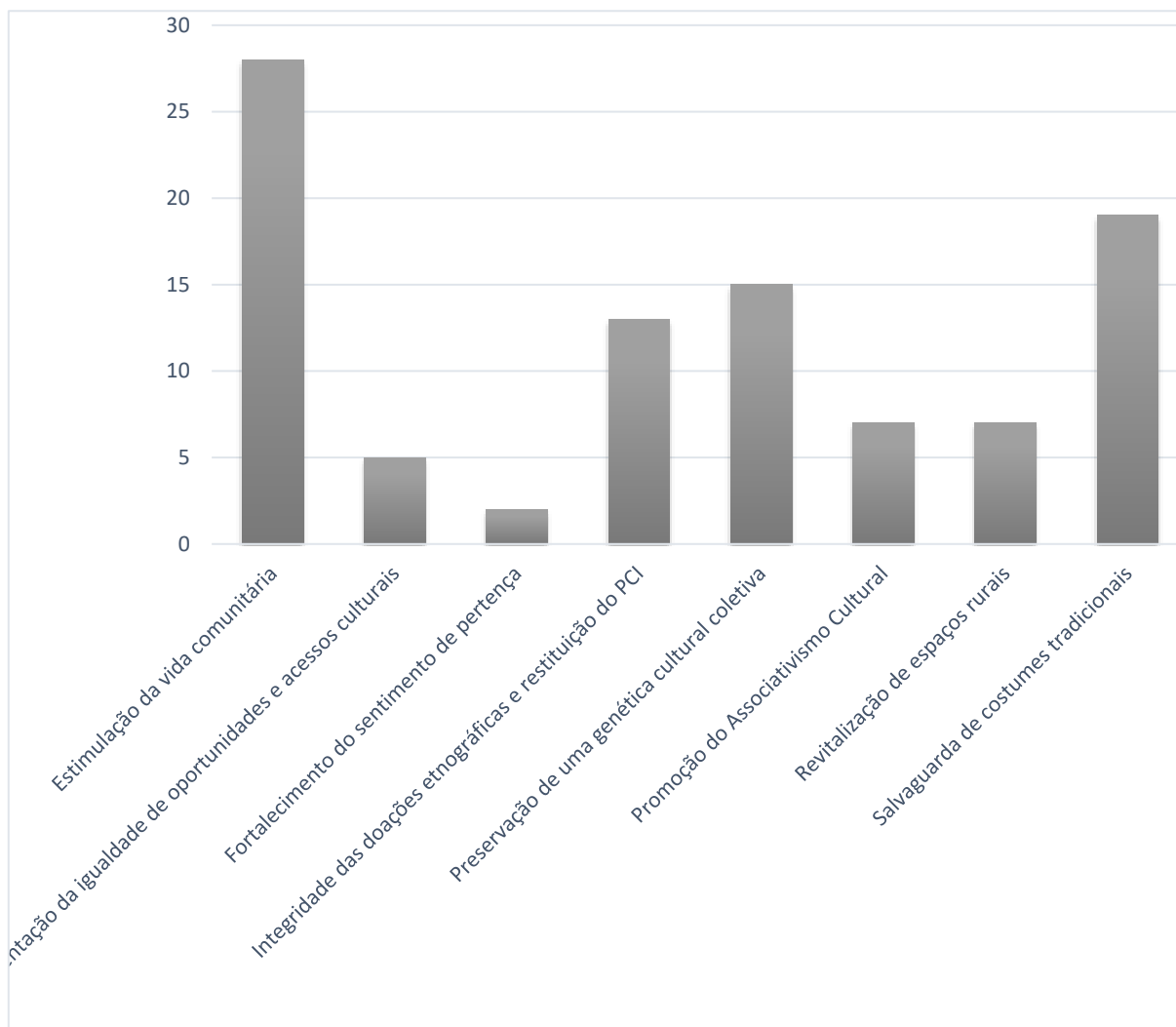


Figura 6. Resultados obtidos da questão “Na sua opinião, qual das seguintes dinâmicas considera a mais relevante no contexto dos Museus Rurais?”.

Fonte: Elaboração Própria (2025).

A aplicação deste inquérito por questionário permitiu reforçar o papel do museu como espaço de dinamismo cultural e de inclusão territorial. Além disso, forneceu dados úteis para orientar estratégias de gestão mais participativas e inclusivas. O inquérito revelou também o grau de conhecimento da população sobre o museu e o Roteiro Museológico de Tomar, evidenciando lacunas na divulgação. As respostas obtidas destacaram o interesse por atividades interativas e educativas, reforçando o potencial do museu como um espaço de aprendizagem.

CONCLUSÃO

O Museu Rural e Etnográfico de Alviobeira destaca-se como um espaço vital de preservação da identidade cultural rural e de promoção da inclusão territorial. A sua gestão comunitária e o envolvimento ativo local reforçam o papel dos espaços museológicos como agentes de coesão social. A sua existência transcende a simples conservação de objetos etnográficos,

assumindo-se como um verdadeiro centro de dinamismo cultural, onde se entrelaçam memórias, saberes e práticas que definem a essência do território. Apesar do seu valor simbólico e do seu potencial enquanto motor de desenvolvimento local, o Museu de Alviobeira enfrenta desafios significativos relacionados com a sua visibilidade e integração em estratégias mais amplas de promoção cultural.

Neste contexto, torna-se imperativo investir em estratégias que ampliem o seu alcance e sustentabilidade, e a aplicação do inquérito por questionário possibilitou a identificação de perceções e sugestões dos residentes e dos visitantes. Estas contribuições reforçam a importância da participação comunitária na gestão museológica. A aplicação do inquérito por questionário revelou-se uma ferramenta essencial para captar as perceções, expectativas e sugestões de residentes e visitantes, evidenciando a importância da escuta ativa e da participação cidadã na gestão museológica.

As respostas recolhidas apontam para a necessidade de diversificar a oferta cultural, dinamizar atividades intergeracionais e reforçar a ligação entre o museu e o tecido social envolvente. Este processo participativo reforça a ideia de que o património não é apenas um legado do passado, mas um recurso vivo, em constante construção coletiva. Assim, o Museu de Alviobeira deve ser entendido como um espaço de encontro, aprendizagem e inclusão, onde o património rural é celebrado, reinterpretado e partilhado.

A sua valorização contínua exige uma abordagem integrada, que una iniciativas comunitárias e estratégias de comunicação inovadoras, garantindo que este espaço continue a ser um farol de identidade, coesão e criatividade no território tomarense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Câmara Municipal de Tomar. (2022). *Roteiro Museológico de Tomar*. Tomar: Câmara Municipal de Tomar.
- Campos, J. L. (2019). *O Rural nos Museus: Imaginário e Narrativas em Exposições Museológicas*. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa.
- Costa, C. & Katsoni, V. (2025). *Innovation and Creativity in Tourism, Business and Social Sciences*. Editora: Springer Nature Switzerland, p. 701 (ISBN: 9783031870187).
- Cummins, A.; Rueda, A. & Brown, K. (2023). *Communities and Museums in the 21st Century*. Editora: Taylor & Francis, p. 380 (ISBN: 9781000954227).
- Gonçalves, A. R. (2009). *O museu como pólo de atracção*. Algarve: Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo - Universidade do Algarve.
- ICOM-International Council of Museums. Disponível em: <https://icom-portugal.org> (consultado em 11 de junho de 2024).
- Justo Realce Comunicação. (2020). *Aldeias e Lugares de Tomar*. Tomar.
- Leal, M. L. (26 de agosto de 2024). História de Alviobeira. (D. Santos, Entrevistador)
- Marques, S. F. (2014). *Museus de Comunidade e Experiência Turística Cultural e Criativa: o Caso do Museu Agrícola de Riachos*. Tomar: Escola Superior de Gestão de Tomar | Instituto Politécnico de Tomar.
- Ramos, D. e Figueira, L. M. (2019). *Museus de Comunidade: Manual de Apoio à Gestão*. Universidade de Aveiro.
- RFEA. (1988). *Rancho Folclórico e Etnográfico de Alviobeira*. Tomar.

Rural Museums Network Group-Disponível em

https://www.ruralmuseums.org.uk/?page_id=59 (consultado em 12 de maio de 2025).

Zhang, Y & Sangiamvibool, A (2024). Luoyang Weijiapo Rural Museum in China: Local identity construction of rural community residents through the intervention of rural museums. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, Vol 8, Issue 7 (<https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.4502>)

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: CAMINHOS PARA UM ENSINO MAIS HUMANO E INOVADOR

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION: TOWARDS A MORE HUMAN-CENTERED AND INNOVATIVE TEACHING APPROACH

Jorge Rio Cardoso

ISLA Santarém, Instituto Politécnico, jorge.cardoso@islasantarem.pt

Resumo

Este artigo propõe uma reflexão crítica e fundamentada sobre os impactos da Inteligência Artificial (IA) na educação, com especial atenção à necessidade de um paradigma mais humanista e personalizado. Utilizando uma metodologia qualitativa de carácter reflexivo-analítico, e com base em referências recentes da literatura científica, examinam-se os benefícios, os riscos e os desafios éticos da integração da IA nos contextos educativos. A discussão estrutura-se em torno de três eixos principais: a personalização da aprendizagem, o papel do professor na era digital e os riscos de desumanização. Através de uma abordagem interdisciplinar e dialógica, o artigo defende a importância de uma utilização crítica, inclusiva e ética da IA, apontando caminhos para um ensino mais inovador, mas também mais atento à formação integral do ser humano.

Palavras-chave: *Inteligência Artificial; Educação; Humanismo; Inovação; Ética Digital.*

Abstract

This article proposes a critical and well-founded reflection on the impacts of Artificial Intelligence (AI) in education, with particular attention to the need for a more humanistic and personalized paradigm. Using a qualitative, reflective-analytical methodology and based on recent references from the scientific literature, the paper examines the benefits, risks, and ethical challenges of integrating AI into educational contexts. The discussion is structured around three main axes: personalized learning, the role of the teacher in the digital age, and the risks of dehumanization. Through an interdisciplinary and dialogical approach, the article advocates for a critical, inclusive, and ethical use of AI, pointing toward a model of education that is not only more innovative but also more attentive to the holistic development of the human being.

Keywords: *Artificial Intelligence; Education; Humanism; Innovation; Digital Ethics.*

Introdução

Vivemos um momento charneira na história da educação. A rápida ascensão da Inteligência Artificial (IA) está a transformar radicalmente os paradigmas educativos, desafiando modelos pedagógicos tradicionais e obrigando-nos a repensar o papel da escola, do professor e do próprio aluno. Esta transformação, contudo, não deve ser encarada apenas do ponto de vista tecnológico. Ela levanta questões filosóficas, éticas e sociais de grande profundidade, exigindo uma abordagem crítica e multidisciplinar. O presente artigo pretende contribuir para este debate, propondo uma reflexão fundamentada sobre os potenciais benefícios e riscos da aplicação da IA na educação, bem como os caminhos para uma integração humanista e ética desta tecnologia nos ambientes educativos.

Neste novo cenário, coloca-se uma questão central: de que modo a Inteligência Artificial (IA) pode contribuir para uma educação mais justa, eficaz e humana — e não apenas mais eficiente? O fascínio pela tecnologia não pode obscurecer as suas implicações éticas, sociais e pedagógicas. É necessário compreender que a IA não é neutra; carrega consigo lógicas algorítmicas, padrões de dados e decisões automatizadas que devem ser escrutinadas à luz dos valores da educação democrática (García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M., 2015).

O presente artigo propõe uma abordagem crítica e construtiva ao papel da IA na escola, defendendo que, quando bem implementada, esta pode potenciar a autonomia do aluno, apoiar o trabalho do professor e alargar os horizontes da pedagogia. Contudo, para que isso

aconteça, é indispensável uma integração consciente e humanista, ancorada em princípios de equidade, inclusão, transparência e desenvolvimento integral.

A análise que se segue está estruturada em torno das principais potencialidades da IA no processo educativo, dos riscos e limites que ela impõe, e das condições necessárias para uma adoção ética e responsável. Mais do que um exercício tecnológico, trata-se de um compromisso pedagógico: colocar a IA ao serviço do humano — e nunca o contrário (Mitra, S., 2022).

Enquadramento metodológico

Este artigo assenta numa abordagem qualitativa de natureza exploratória, com base numa revisão narrativa da literatura científica recente sobre a integração da Inteligência Artificial (IA) na educação. A metodologia adotada visa proporcionar uma reflexão crítica, interdisciplinar e fundamentada, orientada por fontes académicas reconhecidas, relatórios institucionais (UNESCO, OCDE, UE) e contributos de autores que investigam as implicações pedagógicas, éticas e sociais da IA. Através da análise de estudos de caso, revisões sistemáticas e obras de referência, delinear-se-ão os principais benefícios, riscos e desafios associados à utilização da IA em contextos educativos, estruturando-se a discussão em torno de três eixos: personalização da aprendizagem, papel do professor e ética digital.

1. O que é Inteligência Artificial?

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que visa criar sistemas capazes de realizar tarefas que, até então, requeriam a intervenção da inteligência humana. Entre essas tarefas incluem-se o raciocínio lógico, a resolução de problemas complexos, a aprendizagem com base em experiências anteriores, a compreensão de linguagem natural e até mesmo a percepção visual e auditiva (Rodrigues & Rodrigues, 2023), (UE, 2024).

De forma mais específica, a IA baseia-se em algoritmos — conjuntos de instruções que orientam o funcionamento de programas — capazes de aprender com dados e ajustar o seu comportamento ao longo do tempo, um processo conhecido como *aprendizagem automática* (*machine learning*). Com o apoio de redes neurais artificiais e outras técnicas avançadas, a IA consegue não apenas processar grandes volumes de informação, mas também identificar padrões, prever comportamentos e tomar decisões com base em variáveis complexas (Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B., 2016).

No contexto educativo, a IA manifesta-se de diferentes formas e em diversas fases do processo de ensino-aprendizagem. Entre os exemplos mais comuns destacam-se (Cardoso, J.R., 2025):

- **Assistentes virtuais inteligentes**, como tutores digitais ou chatbots, que respondem a dúvidas frequentes dos alunos e os orientam na navegação por conteúdos;
- **Plataformas de aprendizagem adaptativa**, que ajustam os materiais e desafios conforme o desempenho do aluno, permitindo uma experiência personalizada;
- **Sistemas de correção automatizada**, capazes de avaliar testes de escolha múltipla ou, em versões mais sofisticadas, analisar a coerência de respostas abertas;
- **Ferramentas de análise preditiva**, que processam dados de interação e rendimento académico para prever comportamentos de risco, como abandono ou insucesso escolar;
- **Ambientes de apoio à decisão pedagógica**, que fornecem relatórios em tempo real aos professores, orientando estratégias de intervenção e personalização curricular.

Longe de substituir os professores, a Inteligência Artificial deve ser encarada como uma aliada no reforço do papel docente, ao automatizar tarefas repetitivas e fornecer dados para decisões pedagógicas mais informadas. No entanto, autores como Neil Selwyn (2019) e Ben Williamson (2020) alertam para o risco de a crescente automatização educativa contribuir para a desvalorização profissional do docente, transformando-o num mero operador de sistemas tecnológicos. Assim, a integração da IA na educação exige um equilíbrio cuidadoso entre inovação e salvaguarda da autonomia, da ética e da dimensão humana da prática pedagógica.

Estas aplicações não pretendem substituir o papel do professor ou a interação humana,

Contudo, a integração plena da IA na educação exige mais do que inovação tecnológica: requer uma reflexão profunda sobre os seus limites, riscos e implicações éticas — temas que serão abordados nas próximas secções (UNESCO, 2021).

2. Potencialidades da IA no ensino

2.1 - Personalização da aprendizagem

A personalização da aprendizagem tem sido amplamente destacada como um dos contributos mais significativos da Inteligência Artificial (IA) para a educação contemporânea. Diversos estudos têm demonstrado que sistemas de IA adaptativos — como o *Squirrel AI* na China (Zawacki-Richter et al., 2019) ou o assistente educativo *Khanmigo*, desenvolvido pela Khan Academy — permitem ajustar conteúdos e ritmos de ensino às necessidades específicas de cada aluno, em função das suas competências, dificuldades, preferências e interesses. Ao contrário do modelo tradicional, baseado numa abordagem uniforme centrada no ritmo médio da turma, estes sistemas oferecem trajetórias de aprendizagem individualizadas, promovendo um maior envolvimento e melhores resultados académicos (Holmes et al., 2019).

Essas plataformas recolhem dados continuamente — tempo de resposta, tipo de erro, áreas de maior dificuldade ou facilidade, entre outros — e utilizam algoritmos de *machine learning* para ajustar automaticamente os conteúdos e estratégias de ensino. Assim, criam experiências de aprendizagem mais eficazes, ao oferecer desafios adequados ao nível de cada aluno, o que promove maior motivação, comprometimento e progressão autónoma (Cardoso, J.R., 2025).

Plataformas como o Knewton, o DreamBox Learning ou o Smart Sparrow são exemplos de sistemas adaptativos que têm sido utilizados com sucesso em diferentes contextos educativos. Estas ferramentas funcionam como “tutores inteligentes”, propondo atividades personalizadas, ajustando o grau de dificuldade das tarefas e fornecendo *feedback* imediato com base no desempenho do utilizador. Este tipo de acompanhamento contínuo previne o abandono, reduz a ansiedade causada por dificuldades não identificadas e estimula os alunos mais avançados com desafios que evitam o desinteresse.

Para além da diferenciação de ritmo, a personalização também pode responder a estilos de aprendizagem distintos — visual, auditivo, cinestésico — ao apresentar os conteúdos sob diferentes formatos (vídeo, simulações, jogos, texto interativo). Esta diversidade de abordagem torna o processo mais inclusivo, especialmente para alunos com necessidades educativas especiais, barreiras linguísticas ou historial de insucesso.

Outro ponto relevante é a capacidade da IA de sugerir ao professor intervenções pedagógicas específicas, com base em padrões de progresso ou estagnação. Assim, o docente deixa de atuar de forma reativa e passa a dispor de ferramentas para um acompanhamento preventivo e fundamentado.

A personalização, quando bem implementada, não representa apenas um ganho de eficácia, mas também um avanço ético e democrático na educação, ao reconhecer a singularidade de cada aprendiz e ao garantir que todos tenham oportunidades reais de sucesso (Rodrigues & Rodrigues, 2023).

2.2 - Apoio à docência

Para além de identificar lacunas de conhecimento e sugerir recursos personalizados, os sistemas baseados em Inteligência Artificial demonstram potencial na antecipação do abandono escolar, no apoio a alunos com necessidades educativas especiais e na promoção de competências do século XXI, como o pensamento crítico, a colaboração e a literacia digital. Relatórios da UNESCO (2021) e da OCDE (2020) destacam a aplicação de algoritmos preditivos na deteção precoce de sinais de desmotivação e risco de abandono, permitindo intervenções pedagógicas mais eficazes.

Do mesmo modo, estudos publicados em revistas como *Computers & Education* (Zawacki-Richter et al., 2019) demonstram como plataformas de aprendizagem adaptativa têm sido utilizadas com sucesso em contextos inclusivos, ajustando conteúdos e estratégias às necessidades específicas de cada aluno. Este corpo de investigação evidencia que a IA, quando eticamente implementada, pode contribuir para uma educação mais equitativa, responsiva e centrada no aluno.

Assim, numa era marcada pela sobrecarga de tarefas burocráticas, administrativas e de avaliação, a IA surge como uma ferramenta promissora para libertar tempo e energia do professor, permitindo-lhe recentrar-se no que verdadeiramente importa: o acompanhamento pedagógico e o desenvolvimento integral dos alunos.

A automatização de tarefas rotineiras — como a correção de testes de escolha múltipla, a marcação de presenças, o envio de notificações personalizadas ou a organização de relatórios de progresso — representa uma significativa economia de tempo. Esse tempo pode, por sua vez, ser investido na interação humana e pedagógica, no acompanhamento individualizado e na promoção de ambientes de aprendizagem mais ricos (Selwyn, N., 2019).

Contudo, o papel da IA no apoio à docência vai além da automatização. Sistemas avançados, como painéis de controlo inteligentes, permitem ao professor aceder a uma visão integrada e dinâmica do desempenho dos seus alunos. Estes painéis analíticos recolhem e cruzam dados sobre participação, progresso, assiduidade, ritmo de aprendizagem, erros frequentes, e até indicadores de desmotivação. Com base nessas informações, os algoritmos são capazes de identificar lacunas de conhecimento, tendências de evolução e áreas críticas que necessitam de reforço pedagógico (Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K., 2020)

Esta capacidade de detetar e antecipar problemas pedagógicos é especialmente útil em contextos de elevada heterogeneidade, onde coexistem alunos com diferentes níveis de competências, ritmos e contextos socioeconómicos. A IA pode ajudar o professor a gerir esta diversidade com mais eficácia, promovendo práticas de ensino inclusivas, responsivas e baseadas em evidências.

Importa, contudo, sublinhar que este apoio só será verdadeiramente benéfico se os professores forem formados para interpretar dados educacionais e utilizar essas ferramentas com sentido pedagógico. A IA não substitui a intuição, a empatia ou a experiência do docente — pelo contrário, deve ser entendida como um instrumento ao serviço da sua ação reflexiva e estratégica.

2.3 - Feedback imediato

O *feedback* é um dos elementos centrais do processo de ensino-aprendizagem. Quando é oportuno, claro e ajustado, pode ser o catalisador da autorregulação, da motivação e da progressão académica dos alunos. A Inteligência Artificial potencia esta dimensão ao oferecer *feedback* imediato e personalizado, superando as limitações temporais e logísticas do modelo tradicional.

Através de plataformas interativas com IA integrada, os alunos recebem correções automáticas logo após realizarem uma tarefa, sejam exercícios de matemática, respostas escritas ou simulações virtuais. Este retorno em tempo real permite que o erro seja percebido como uma ferramenta de aprendizagem, e não como punição. Mais do que indicar se está

“certo” ou “errado”, os sistemas explicam porquê, sugerem novas abordagens ou remetem o aluno para conteúdos de reforço, promovendo uma aprendizagem mais reflexiva e significativa (Kleis, L., 2023).

Do ponto de vista da pedagogia formativa, este tipo de *feedback* contínuo é essencial para o desenvolvimento da autonomia intelectual. O aluno deixa de depender exclusivamente do professor para saber como está a evoluir, ganhando ferramentas para autoavaliar-se, ajustar estratégias e tomar decisões sobre a própria aprendizagem. Trata-se de uma lógica que favorece a metacognição e o protagonismo estudantil — dois pilares fundamentais nas pedagogias ativas.

Outra vantagem é a consistência do *feedback*. Enquanto um professor pode, por cansaço ou tempo limitado, fornecer orientações desiguais, a IA assegura um acompanhamento uniforme e sistemático, especialmente útil em contextos de turmas numerosas ou ensino a distância.

Contudo, é importante destacar que o *feedback* automatizado não substitui o olhar pedagógico do professor, mas deve ser integrado como uma extensão do processo educativo. Cabe ao docente interpretar os dados gerados, orientar os alunos na leitura desse *feedback* e complementar com interações humanas que estimulem o pensamento crítico, a empatia e a criatividade (Kleis, L., 2023).

2.4 - Estímulo às pedagogias ativas

As pedagogias ativas constituem um paradigma educativo centrado no aluno como protagonista da sua aprendizagem, valorizando o envolvimento, a experimentação, o diálogo e a construção do conhecimento de forma colaborativa. Neste contexto, a IA revela-se uma aliada poderosa, ao fornecer ferramentas que permitem personalizar percursos, monitorizar processos e adaptar recursos em tempo real, criando condições ideais para a implementação destas metodologias (OECD (2021)).

A aprendizagem baseada em projetos (ABP), por exemplo, requer que os alunos desenvolvam competências de investigação, planeamento, execução e avaliação. A IA pode apoiar este processo através de plataformas que ajudam a estruturar as fases do projeto, sugerem fontes de pesquisa adequadas, monitorizam o progresso individual e coletivo, e até auxiliam na autoavaliação e na coavaliação. Este suporte técnico permite que o foco esteja nos objetivos pedagógicos e não nos obstáculos logísticos.

Na sala de aula invertida, em que os alunos contactam previamente com os conteúdos teóricos para depois os aplicarem em sala com apoio do professor, a IA desempenha um papel crucial na distribuição inteligente de conteúdos, ajustados ao perfil e ritmo de cada aluno. Além disso, os algoritmos podem analisar o envolvimento com os materiais (vídeos, textos, simulações), identificar dificuldades antes da aula presencial e fornecer ao professor dados que orientam a facilitação do debate e das atividades práticas.

Nas atividades colaborativas, como os grupos interativos ou as tertúlias dialógicas, a IA pode ajudar na formação de grupos heterogéneos e equilibrados, baseando-se em perfis de aprendizagem, histórico de participação e áreas de interesse. Pode ainda registar interações e gerar indicadores sobre o contributo de cada elemento, promovendo uma cultura de responsabilidade partilhada e de justiça avaliativa. Algumas ferramentas já incorporam métricas de colaboração para apoiar o docente na mediação do trabalho em equipa.

A gamificação da aprendizagem, tal como promovida por plataformas como o Classcraft, é outro exemplo claro de como a IA pode estimular a motivação intrínseca e o espírito cooperativo. Estas ferramentas atribuem pontos, desafios e recompensas com base em comportamentos e desempenhos monitorizados em tempo real, criando um ambiente lúdico e envolvente que estimula competências cognitivas, sociais e emocionais.

Em suma, a IA não transforma automaticamente uma pedagogia tradicional em ativa, mas cria condições objetivas para que estas práticas floresçam, desde que estejam integradas

numa visão pedagógica clara e intencional. O protagonismo do aluno, a mediação reflexiva do professor e a inteligência da máquina podem, juntos, construir uma escola mais envolvente, participativa e eficaz.

3. Limites e riscos da IA na educação

3.1 A ilusão da neutralidade tecnológica

Apesar do discurso dominante sobre a objetividade e eficiência dos sistemas baseados em IA, é essencial desconstruir a ideia de que a tecnologia é neutra. Os algoritmos — conjuntos de regras matemáticas que orientam o funcionamento da IA — são concebidos por seres humanos, alimentados com dados recolhidos em contextos sociais específicos e, por isso, inevitavelmente transportam consigo valores, pressupostos e enviesamentos (OECD (2021).

Na educação, essa ilusão de neutralidade pode ter consequências graves. Quando algoritmos são utilizados para prever desempenhos, recomendar conteúdos ou classificar alunos, há o risco de reforçar desigualdades pré-existentes, sobretudo quando os dados históricos usados para o treino da IA refletem padrões de exclusão, discriminação ou desigualdade. Por exemplo, se uma plataforma foi alimentada maioritariamente com dados de alunos de contextos socioeconómicos favorecidos, poderá não reconhecer adequadamente o potencial de alunos oriundos de meios mais vulneráveis, reproduzindo vieses implícitos.

Estudos têm demonstrado que sistemas de recomendação automatizada, muito comuns em plataformas educativas adaptativas, podem reforçar estereótipos culturais, de género ou de etnia, ao encaminhar certos perfis de alunos para trilhos de aprendizagem diferentes, com base em correlações estatísticas e não em diagnósticos pedagógicos.

Além disso, os algoritmos tendem a favorecer a padronização, ao procurar soluções otimizadas com base em grandes agregados de dados. No entanto, a educação é um território de exceções, de percursos singulares e de diversidade. Confiar excessivamente na lógica algorítmica pode levar à invisibilização das diferenças legítimas entre alunos e à perda de sensibilidade para o contexto cultural, emocional e comunitário que molda cada experiência educativa.

É por isso que se impõe o desenvolvimento de uma literacia algorítmica entre os profissionais da educação. Docentes, diretores e técnicos devem ser capazes de compreender minimamente como funcionam os sistemas que utilizam, que tipo de dados são recolhidos, com que finalidades, e como interpretar os resultados apresentados.

Em última instância, reconhecer que a IA não é neutra é o primeiro passo para usá-la de forma responsável. Significa assumir que toda a decisão automatizada deve ser acompanhada de supervisão humana, que os algoritmos devem ser auditáveis, transparentes e corrigíveis, e que a justiça educativa deve prevalecer sobre qualquer lógica meramente estatística ou instrumental.

3.2 - Dependência tecnológica

A rápida integração da IA nos ambientes educativos, embora repleta de potencial, levanta preocupações legítimas sobre a crescente dependência tecnológica e os seus efeitos colaterais na formação humana. Um uso acrítico da IA pode comprometer o desenvolvimento de competências que são intrinsecamente humanas — como a empatia, o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de julgamento ético.

À medida que plataformas digitais assumem funções pedagógicas cada vez mais sofisticadas — desde a avaliação à orientação personalizada — corre-se o risco de que alunos e professores cedam protagonismo à máquina, adotando uma postura passiva perante os processos de aprendizagem. Quando os algoritmos tomam decisões sem mediação humana, os sujeitos educativos podem deixar de interrogar, questionar ou propor alternativas, conformando-se com os percursos “recomendados”.

A educação, no entanto, é muito mais do que a gestão eficiente de conteúdos. É um espaço de relação, de erro, de descoberta e de ambiguidade. O erro produtivo, por exemplo, é uma ferramenta didática fundamental: é através do confronto com a falha que se desenvolvem a perseverança, a resiliência e a capacidade de análise. Sistemas demasiado corretos ou “invisíveis” podem eliminar a margem para a experimentação e o improviso, conduzindo a uma formação tecnicamente competente, mas pedagogicamente empobrecida.

A criatividade — vista por muitos como a competência mais valiosa do século XXI — floresce precisamente quando há espaço para o inesperado, para o sensível, para a dúvida. Se a IA assume um papel normativo e determinista, delimitando caminhos “ideais”, corre-se o risco de suprimir a pluralidade de abordagens e a diversidade de expressão intelectual.

Do lado docente, a excessiva dependência tecnológica pode levar a um enfraquecimento da autoridade pedagógica e à delegação da função educativa nos sistemas automáticos. O professor, em vez de condutor do processo, passa a operador técnico de plataformas, o que reduz o espaço para a intuição, o discernimento ético e a adaptação contextual.

Além disso, há riscos de isolamento relacional, tanto entre alunos como entre professores e alunos, se a interação digital substituir a comunicação presencial e emocional. A empatia, a escuta ativa e a construção de vínculos afetivos são insubstituíveis por qualquer código computacional, sendo estas as bases do clima emocional favorável à aprendizagem.

Por tudo isto, a integração da IA na educação deve ser feita com consciência crítica. A tecnologia deve ampliar a ação pedagógica, nunca substituí-la. É fundamental garantir que os ambientes educativos continuem a ser espaços de liberdade, criação, diálogo e reflexão — onde a tecnologia está ao serviço da humanidade, e não o contrário.

3.3 - Privacidade e ética dos dados

A reflexão ética deve acompanhar cada passo na integração da Inteligência Artificial na educação. Questões como a privacidade dos dados dos alunos, a equidade no acesso a tecnologias e a transparência dos algoritmos utilizados são preocupações centrais e amplamente reconhecidas. O Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia impõe salvaguardas rigorosas relativamente ao tratamento de dados pessoais, especialmente no contexto educativo. Paralelamente, relatórios como “AI and the Future of Learning” da UNESCO (2021) sublinham a necessidade de garantir justiça algorítmica, explicabilidade dos sistemas e inclusão digital. Autores como Luciano Floridi (2019) e Brent Mittelstadt (2017) defendem que a ética da IA deve assentar numa abordagem centrada na dignidade humana, exigindo responsabilidade e supervisão contínua para evitar efeitos discriminatórios e desumanizadores.

A utilização da IA na educação implica, necessariamente, a recolha e tratamento de grandes volumes de dados pessoais dos alunos — desde resultados de avaliações até padrões de comportamento, interações em plataformas, hábitos de estudo, preferências cognitivas e até indicadores emocionais. Esta nova realidade levanta importantes questões éticas, legais e pedagógicas, que não podem ser ignoradas.

Os dados educacionais são dados sensíveis, sobretudo quando envolvem menores. Por isso, a sua recolha deve ser orientada por princípios de minimização, finalidade específica e consentimento informado. É essencial que os alunos (ou os seus encarregados de educação) compreendam de forma clara que tipo de informação está a ser recolhida, para que fins, durante quanto tempo, e quem terá acesso a ela.

A questão da propriedade dos dados é central. Quem “possui” os dados gerados por um aluno numa plataforma de IA? A instituição escolar? O fornecedor tecnológico? O próprio aluno? A ausência de regulamentação clara pode abrir espaço para abusos, comercialização de informação e violação da privacidade. A implementação do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), no contexto europeu, representou um passo importante, mas ainda insuficiente face à complexidade crescente dos sistemas algorítmicos.

Outro princípio ético fundamental é o direito ao esquecimento — ou seja, o direito que qualquer pessoa tem de exigir que os seus dados sejam apagados ou que deixem de ser utilizados. Em ambientes digitais de aprendizagem, esse direito deve ser respeitado mesmo que os dados estejam dispersos por múltiplas plataformas, o que implica uma gestão interinstitucional responsável e coordenada.

Além disso, deve ser garantida a rastreabilidade das decisões algorítmicas. Quando um sistema de IA toma uma decisão — por exemplo, ao recomendar um conteúdo ou prever um risco de insucesso — deve ser possível compreender como é que essa decisão foi tomada, com base em que critérios e com que dados. Essa exigência de transparência e explicabilidade é fundamental para evitar arbitrariedades, enviesamentos ocultos e desresponsabilização dos agentes educativos.

Por fim, as instituições educativas têm um papel decisivo na formação ética e digital de toda a comunidade escolar. Devem existir protocolos internos claros, formação contínua de professores e técnicos, e espaços de debate e consciencialização com os alunos sobre os riscos e deveres da vida digital. A literacia em dados, tal como a literacia informacional ou mediática, passou a ser uma dimensão fundamental da cidadania.

Em suma, a privacidade e a ética dos dados não são questões técnicas ou legais secundárias: são condições indispensáveis para garantir a confiança, a segurança e a equidade num ecossistema educativo mediado pela tecnologia.

4. IA e o papel do professor

A ascensão da IA tem gerado discursos ambivalentes: por um lado, entusiasmo pelas possibilidades de inovação; por outro, receios sobre a substituição do professor por máquinas. No entanto, um olhar mais atento e informado revela que a IA não substitui o professor — transforma o seu papel, exigindo novas competências e reafirmando o seu lugar como mediador humano indispensável no processo de aprendizagem.

Num ecossistema educativo assistido por tecnologia, o professor deixa de ser apenas transmissor de conteúdos e passa a atuar como curador de informação, arquiteto de experiências educativas, e facilitador. A sua missão passa por selecionar recursos adequados, adaptar estratégias pedagógicas ao contexto e, sobretudo, interpretar e orientar os dados produzidos pelos sistemas de IA.

A IA pode assumir tarefas técnicas e administrativas — como corrigir testes, acompanhar métricas de desempenho, recomendar conteúdos ou sinalizar dificuldades — mas apenas o professor é capaz de interpretar esses dados à luz da realidade emocional, social e cognitiva do aluno. A leitura dos sinais de desmotivação, ansiedade, criatividade ou liderança, por exemplo, continua a requerer uma escuta empática, uma relação de confiança e uma sensibilidade que nenhuma máquina possui.

Mais do que isso, a IA pode ampliar a ação do professor, permitindo-lhe tomar decisões mais fundamentadas, diversificar metodologias e responder com maior agilidade às necessidades da turma. Painéis de aprendizagem, tutores inteligentes e plataformas adaptativas fornecem um fluxo contínuo de dados que, se bem interpretado, apoia a personalização do ensino e a diferenciação pedagógica.

No entanto, para que esse potencial se concretize, é necessário que o professor desenvolva novas literacias profissionais:

- Literacia de dados: compreender indicadores, interpretar gráficos, identificar padrões de progresso ou estagnação;
- Literacia tecnológica: integrar ferramentas digitais de forma pedagógica e crítica, sem se tornar refém de modas tecnológicas;

- Literacia ética: refletir sobre os limites da intervenção algorítmica, proteger a privacidade dos alunos e garantir equidade nas decisões.

Por fim, é importante sublinhar que o maior valor do professor não reside na transmissão de conhecimento, mas na construção de vínculos, no despertar da curiosidade e na formação de cidadãos críticos e autónomos. Nenhum algoritmo pode substituir essa presença inspiradora que transforma vidas — mas pode, sim, ajudar a criá-la com mais intencionalidade, foco e tempo.

5. Para uma integração humanista da IA na escola

A introdução da IA na escola deve ir muito além de uma lógica de eficiência, produtividade ou automatização de processos. A educação, como prática profundamente humana, exige que a tecnologia seja colocada ao serviço de valores pedagógicos, éticos e democráticos, respeitando a dignidade e a singularidade de cada aluno.

Uma integração humanista da IA na educação implica, antes de mais, reconhecer que esta não é apenas uma inovação técnica, mas uma mudança cultural e epistemológica. Envolve transformar a maneira como concebemos o conhecimento, o papel do professor, a relação com os dados e o próprio sentido da aprendizagem.

Nesse contexto, algumas condições são fundamentais:

- Formar professores em literacia digital e ética tecnológica: Os docentes devem ser preparados não apenas para operar sistemas tecnológicos, mas para compreendê-los criticamente. Isso implica saber interpretar os algoritmos, refletir sobre os seus impactos, questionar a sua neutralidade e decidir, com autonomia pedagógica, como e quando utilizá-los. A formação contínua é aqui crucial;
- Garantir equidade no acesso às tecnologias: A IA só contribuirá para uma educação mais justa se for universalmente acessível. Isso significa combater a exclusão digital, dotar todas as escolas dos recursos mínimos necessários (internet, equipamentos, plataformas) e adaptar as ferramentas às realidades de populações vulneráveis. A justiça social começa pela igualdade de meios;
- Envolver a comunidade educativa no debate sobre o uso da IA: A escola não é um espaço técnico, mas comunitário e relacional. Por isso, as decisões sobre o uso da IA devem envolver não apenas professores, mas também alunos, encarregados de educação, técnicos, investigadores e decisores políticos. A construção coletiva de critérios éticos e pedagógicos é essencial para garantir confiança, transparência e legitimidade;
- Fomentar a dimensão crítica e criativa na utilização das ferramentas digitais: A IA deve ser usada não para reforçar modelos transmissivos ou reprodutivos, mas para estimular o pensamento crítico, a criatividade e a autonomia intelectual. Ferramentas tecnológicas podem ser exploradas para criar conteúdos, desenvolver projetos interdisciplinares, resolver problemas reais e promover aprendizagens significativas. O foco deve estar na experiência ativa do aluno e não na passividade face ao algoritmo;
- Incentivar práticas pedagógicas inovadoras, onde a IA seja mediadora e não substituta: O ideal é que a IA funcione como ferramenta de mediação, capaz de articular percursos de aprendizagem, apoiar a diferenciação pedagógica e fortalecer o papel do professor como facilitador. A tecnologia deve ser integrada com intencionalidade, respeitando os ritmos, as emoções e os contextos dos aprendentes.

Finalmente, é crucial que todas as soluções tecnológicas adotadas respeitem a diversidade cultural, linguística, cognitiva e afetiva dos alunos. A IA não deve homogeneizar, mas reconhecer e valorizar as diferenças. O seu uso deve estar subordinado ao princípio do desenvolvimento integral da pessoa humana, contribuindo para formar cidadãos conscientes, críticos, empáticos e capazes de habitar o mundo de forma ética e solidária.

6. Conclusão

A integração da Inteligência Artificial na educação representa uma transformação significativa, mas que exige uma abordagem crítica, científica e centrada nos valores humanos. Ao longo deste artigo, procurou-se refletir sobre os principais benefícios, riscos e desafios desta integração, com base na literatura existente e nas tendências emergentes. A IA poderá permitir uma aprendizagem mais personalizada, inclusiva e eficaz, mas a sua adoção exige uma reflexão ética contínua, bem como a capacitação de professores, estudantes e decisores educacionais. O futuro da educação será tanto mais promissor quanto mais for orientado por um equilíbrio entre inovação tecnológica e compromisso humanista. Esta é a base de uma escola mais justa, criativa e preparada para enfrentar os desafios do século XXI.

No entanto, esse potencial só será concretizado se for acompanhado por uma visão crítica, humanista e democrática. As escolas não podem adotar estas tecnologias apenas pelo seu brilho técnico: devem integrá-las com intencionalidade pedagógica, garantindo que servem o bem comum. Isso exige uma nova cultura escolar, onde a literacia digital e ética seja transversal, onde os dados sejam protegidos e onde o professor continue a ser o principal agente da transformação educativa.

O futuro da educação com IA não depende da tecnologia em si, mas da forma como a sociedade a orienta. É, por isso, uma responsabilidade coletiva garantir que a IA não empobrece, mas enriquece a experiência de aprender — com mais empatia, criatividade, justiça e liberdade.

Referências bibliográficas

- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In *Learning analytics* (pp. 61–75). Springer.
- Cardoso, Jorge Rio (2025): Mais IA, melhor educação. Guerra & paz, Editores, Lisboa.
- Floridi, L. (2019). *Establishing the rules for building trustworthy AI*. *Nature Machine Intelligence*, 1, 261–262. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0055-y>
- García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M. (2015). *An updated review of the concept of eLearning*. *TIES*, 10(2), 104–118.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). *Utilizing learning analytics to support teaching and learning in higher education: A systematic review*. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 2931–2950.
- Kleis, L. (2023). Do presente ao futuro da educação, como a IA generativa está transformando o setor. MIT Technology Review. [Consultado a 17-05-2025] <https://mittechreview.com.br/do-presente-ao-futuro-da-educacao-como-a-ia-generativa-esta-transformando-o-setor/>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Mitra, S. (2022). *The Future of Learning: Personalised, Automated, Global*. TED Books.

- Mittelstadt, B. D. (2017). *Ethics of the health-related Internet of Things: a narrative review*. *Ethics and Information Technology*, 19(3), 157–175. <https://doi.org/10.1007/s10676-017-9426-4>
- OECD (2021). *AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Rodrigues, O. S. & Rodrigues, K. S. (2023). A inteligência artificial na educação: Os desafios do ChatGPT. *Texto Livre*, 16.
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity Press.
- UE (2024). Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho de 13 de junho de 2024 que cria regras harmonizadas em matéria de inteligência artificial.
- UNESCO (2021). *Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial*. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.
- UNESCO. (2021). *AI and the Future of Learning: Towards a Human-Centric Approach*. Paris: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377071>
- União Europeia. (2016). *Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) – Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho*.
- Williamson, B. (2020). *Education and AI: The Role of Datafication in Reshaping Teaching and Learning*. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 49–63.
- Williamson, B., & Piattoeva, N. (2022). Objectivity as standardization in data-scientific educational governance: Grasping the global through the local. *Research in Education*, 106(1), 3–27.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.

COMO EDUCAR PARA OS MEDIA QUANDO NÃO SE CONSOME INFORMAÇÃO DE MEIOS DE COMUNICAÇÃO?

HOW CAN TEACH MEDIA LITERACY WHEN NEWS MEDIA ARE NOT BEING CONSUMED?

Andreia Fernandes Silva

Isvouga – Instituto Superior de Entre Douro e Vouga
a.silva@doc.isvouga.pt

Resumo

Introdução: Apesar de vivermos num contexto de hiperconectividade e de constante exposição a conteúdos digitais, nem todos nos envolvemos de forma ativa ou crítica com os media. A ideia de que a juventude é nativamente digital não garante, por si só, uma relação informada com o ecossistema mediático, em especial o consumo de meios de cariz noticioso. O desinteresse pelos media informativos tradicionais e escasso contacto com conteúdos jornalísticos, levanta questões sobre a formação e o contributo para uma cidadania crítica. Neste sentido, procurou-se compreender de que forma a educação para os media pode contribuir para o desenvolvimento de uma cidadania crítica entre os jovens, nomeadamente reforçar a sua capacidade de seleccionar, interpretar e utilizar conteúdos mediáticos de forma informada e reflexiva, promovendo a melhoria da prática pedagógica e o desenvolvimento da competência de literacia mediática.

Método: Ao longo de dois anos letivos procedeu-se à recolha de informação sobre hábitos e práticas de acesso e uso de conteúdos dos media junto de estudantes do ensino superior, através de uma grelha criada para o efeito. A experiência integrou-se em unidades curriculares em cujos trabalhos se exigia o acesso a notícias, comunicados de imprensa, entrevistas, declarações à imprensa, entre outros. Foi realizada observação e análise do material de pesquisa dos estudantes, evidenciado nas referências bibliográficas e no clipping apresentado em aulas de orientação tutorial, mas também se fez a análise ao discurso dos alunos na sua autoavaliação escrita. No final realizaram-se dois grupos focalizados para recolher impressões e partilhar experiências.

Resultados: Interpelados sobre as suas rotinas informativas, sobre quais as fontes que utilizam e solicitados a refletir sobre a fiabilidade da informação e no modo como interpretam conteúdos comerciais, publicitários e informativos, constata-se que acedem frequentemente à internet e às redes sociais, mas o consumo de informação jornalística é esporádico e superficial, sendo evidente a não aquisição de jornais e revistas nem a assinatura de versões digitais. É de salientar a dificuldade em distinguir conteúdos editoriais de peças promocionais ou patrocinadas, mostrando ainda pouca consciência sobre os mecanismos de desinformação ou a atuação dos algoritmos na personalização do conteúdo. A maioria revelou confiar na informação que aparece “em primeiro lugar” nas redes ou que é partilhada por amigos, sem recorrer a fontes alternativas ou verificação. De assinalar por um lado a “frustração” face à dificuldade de saber “em quem confiar”, mas por outro demonstraram interesse por estratégias que os ajudem a interpretar melhor os conteúdos mediáticos, em especial numa era em que os trabalhos são elaborados através de plataformas de inteligência artificial.

Discussão: Educar para os media num contexto de aparente abundância informativa exige mais do que promover o acesso: é necessário desenvolver competências de análise crítica, interpretação e tomada de decisão informada. A presença de desinformação e de conteúdos comerciais disfarçados de informação torna urgente a preparação de recetores críticos, capazes de reconhecer intenções comunicativas, distinguir factos de opiniões e identificar exemplos de manipulações. A educação para os media deve, assim, ser entendida como uma componente essencial da formação no ensino superior, uma responsabilidade maior numa era em que saber pensar e ter competências críticas se tornam cruciais.

Conclusão: Sugere-se, assim, a necessidade de reforço da importância de adoção de práticas pedagógicas que partam inicialmente das experiências reais dos jovens, usando estratégias que promovam não só o diálogo mas, sobretudo, promover metodologias que permitam desenvolver a capacidade de seleccionar a informação e, com isso, contribuir para a literacia mediática.

Palavras-chave: Educação para os Media, literacia mediática, prática pedagógica, competências críticas

Abstract

Introduction: Despite living in a context of hyperconnectivity and constant exposure to digital content, not everyone engages actively or critically with the media. The idea that young people are “digital natives” does not, in itself, guarantee an informed relationship with the media ecosystem, particularly when it comes to consuming news-related content. The disinterest in traditional informational media and the limited contact with journalistic content raise questions about the role of education and its contribution to fostering critical citizenship. In this context, the aim was to understand how media education can contribute to the development of critical citizenship among young people, namely by strengthening their ability to select, interpret and use media content in an informed and reflective manner, thereby promoting improvements in pedagogical practice and the development of media literacy skills.

Method: Over the course of two academic years, data was collected on students' media access and usage habits through a custom-designed observation grid. The study was integrated into curricular units that required students to access news articles, press releases, interviews, public statements, among other sources. Observation and analysis of students' research materials were conducted, including bibliographic references and media clippings presented during tutorial sessions. Additionally, students' written self-assessments were analysed for discourse patterns. At the end of the process, two focus groups were held to gather impressions and share experiences.

Results: When questioned about their news consumption habits, the sources they use, and asked to reflect on the reliability of information and how they interpret commercial, advertising, and informational content, it was found that while students frequently access the internet and social media, their consumption of journalistic content is sporadic and superficial. There is a notable absence of newspaper or magazine purchases or subscriptions to digital editions. Students exhibited difficulty in distinguishing editorial content from promotional or sponsored pieces and showed limited awareness of disinformation mechanisms or how algorithms personalise content. Most reported trusting information that appears “first” on social media or that is shared by friends, without consulting alternative sources or verifying the information. On one hand, students expressed frustration at not knowing “whom to trust”, but on the other hand, they demonstrated interest in strategies that could help them better interpret media content, especially in an era where academic work is increasingly shaped by the use of artificial intelligence platforms.

Discussion: Educating for the media in a context of apparent information abundance requires more than simply promoting access: it is essential to develop skills in critical analysis, interpretation, and informed decision-making. The prevalence of disinformation and commercial content disguised as news highlights the urgency of preparing critical audiences capable of recognising communicative intentions, distinguishing fact from opinion, and identifying examples of manipulation. Media education should, therefore, be considered an essential component of higher education training—a fundamental responsibility at a time when critical thinking and analytical skills are increasingly vital.

Conclusion: This study suggests the need to reinforce the importance of adopting pedagogical practices that start from young people's real-life experiences, using strategies that not only promote dialogue but, above all, support methodologies that foster the ability to select and evaluate information, thereby contributing to media.

Keywords: *Media Education, media literacy, pedagogical practice, critical skills*

FORMAÇÃO COM PROPÓSITO: A PERTINÊNCIA SOB A PERSPETIVA DOS TRABALHADORES

TRAINING WITH PURPOSE: RELEVANCE FROM THE WORKER'S PERSPECTIVE

¹Magda Geada Jacinto; ²Lígia Nascimento; ³Maria de Fátima Pina; ⁴Patrícia Araújo; ⁵Rosina Fernandes

^{1, 3, 4}ISLA Santarém – Instituto Politécnico, Santarém, Portugal; ^{2, 4}ISMAT, Intrepid Lab, Portimão, Portugal; ³ISR – UC Instituto de Sistemas e Robótica da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal; ⁵Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação e CI&DE, Viseu, Portugal

¹percepcaoformacaoprofissional@gmail.com; ²ligia.jardim.nascimento@gmail.com; ³maria.pina@islasantarem.pt; ⁴patjustoaraujo@gmail.com; ⁵rosina@esev.ipv.pt

Resumo

Introdução: A formação profissional é essencial para desenvolver novas competências e empregabilidade, mas a perceção dos trabalhadores portugueses sobre este assunto é escassamente estudada. Para colmatar esta lacuna, foi desenvolvida, no âmbito de uma investigação exploratória, a Escala de Perceção de Formação Profissional Recebida (PFPR), composta por três dimensões: Empresa, Pertinência e Motivos. O presente trabalho centra-se na dimensão Pertinência da formação, entendida como a perceção da relevância, aplicabilidade e impacto da formação profissional recebida na vida laboral, social e evolutiva dos trabalhadores, e visa analisar como os trabalhadores portugueses percebem o valor da formação que recebem, sem abordar diretamente as suas necessidades formativas ou perfis individuais.

Método: Foi realizado um estudo transversal com aplicação de um questionário online a 365 trabalhadores portugueses, com idade média de 36,94 anos ($\pm 11,79$), 55,4% mulheres, maioritariamente com licenciatura (23,8%), a trabalhar em grandes empresas (42,1%). A recolha de dados incluiu variáveis demográficas (género, idade, qualificações), profissionais (setor, contrato, horas semanais trabalhadas) e de formação (número de horas, tipologia da formação). A dimensão Pertinência foi avaliada com uma escala Likert de 5 pontos. As análises estatísticas incluíram estatística descritiva, correlações de Spearman, testes de Kruskal-Wallis, e análise fatorial, utilizando o software IBM SPSS v27.

Resultados: A perceção da pertinência da formação, situando-se acima do ponto médio, foi globalmente positiva, com $M = 3,84 \pm 0,89$. Os itens mais valorizados foram "A formação proporciona competências" ($M = 4,20 \pm 1,05$) e "Deve haver cultura de aprendizagem contínua" ($M = 4,15 \pm 1,07$), enquanto "Não investir em formação motiva saída" ($M = 2,99 \pm 1,18$) apresentou um resultado neutro. A análise fatorial confirmou a unidimensionalidade da dimensão Pertinência (65,41% da variância explicada; $KMO = 0,94$). Verificaram-se correlações positivas entre educação e perceção ($p = 0,168$; $p < 0,01$), bem como diferenças significativas por qualificações ($\chi^2_{KW} = 23,53$; $p = 0,00$), tamanho da empresa ($\chi^2_{KW} = 7,85$; $p = 0,05$), situação profissional ($\chi^2_{KW} = 6,25$; $p = 0,04$), tipo de função ($\chi^2_{KW} = 17,54$; $p = 0,04$) e iniciativa de formação ($\chi^2_{KW} = 13,51$; $p = 0,00$).

Discussão: Os trabalhadores valorizam a formação que recebem das organizações, sobretudo pelo contributo para as suas competências, motivação e empregabilidade. Perceções positivas associam-se a níveis de educação mais elevados e empresas de menor dimensão, sugerindo maior relevância onde há maior necessidade de desenvolvimento. A intenção de formação futura indica que uma cultura de aprendizagem contínua impulsiona o crescimento profissional.

Conclusão: Este estudo evidencia a pertinência da formação profissional como uma perceção influenciada por fatores como educação, tamanho da empresa e iniciativa pessoal. As perceções positivas observadas entre trabalhadores com grau académico mais elevado e em empresas menores apontam para práticas exemplares que podem inspirar mudanças nas políticas de formação profissional de diversos contextos organizacionais. Promover uma cultura de aprendizagem contínua e incentivar a proatividade constituem estratégias-chave para transformar a formação numa força motriz para o crescimento individual e coletivo nas organizações portuguesas.

Palavras-chave: Pertinência, perceção, formação profissional recebida, gestão de pessoas, organizações portuguesas.

Abstract

Introduction: Professional training is essential for developing new skills and employability, yet Portuguese workers' perceptions on this subject have been scarcely studied. To address this gap, an exploratory study developed the Received Professional Training Perception Scale (PFPR), comprising three dimensions: Organization, Relevance, and Motives. The present work focuses on the Relevance dimension of training, understood as the perception of the relevance, applicability, and impact of the professional training received on workers' professional, social, and developmental lives, and aims to analyze how Portuguese workers perceive the value of the training they receive, without directly addressing their training needs or individual profiles.

Method: A cross-sectional study was conducted using an online questionnaire administered to 365 Portuguese workers, with a mean age of 36.94 years (± 11.79), 55.4% women, mostly holding a bachelor's degree (23.8%), and predominantly employed in large companies (42.1%). Data collection included demographic variables (gender, age, qualifications), professional variables (sector, contract type, weekly working hours), and training variables (number of training hours, training type). The Relevance dimension was evaluated using a 5-point Likert scale. Statistical analyses comprised descriptive statistics, Spearman correlations, Kruskal–Wallis tests, and factor analysis, all conducted in IBM SPSS v27.

Results: Perception of training relevance was, on average, above the midpoint and positive overall ($M = 3.84 \pm 0.89$). The most highly valued items were "Training provides skills" ($M = 4.20 \pm 1.05$) and "There should be a culture of continuous learning" ($M = 4.15 \pm 1.07$), whereas "Not investing in training motivates departure" ($M = 2.99 \pm 1.18$) yielded a neutral result. Factor analysis confirmed the one-dimensionality of the Relevance dimension (65.41% of variance explained; $KMO = 0.94$). Positive correlations emerged between education level and perceived relevance ($p = 0.168$; $p < 0.01$). Significant differences were found by qualifications ($\chi^2_{KW} = 23.53$; $p = 0.00$), company size ($\chi^2_{KW} = 7.85$; $p = 0.05$), professional situation ($\chi^2_{KW} = 6.25$; $p = 0.04$), job role type ($\chi^2_{KW} = 17.54$; $p = 0.04$) and training initiative ($\chi^2_{KW} = 13.51$; $p = 0.00$).

Discussion: Workers value the training they receive from organizations, particularly for its contribution to their skills, motivation, and employability. Positive perceptions are associated with higher education levels and smaller companies, suggesting that training is viewed as more relevant where development needs are greater. The intention for future training indicates that a culture of continuous learning drives professional growth.

Conclusion: This study highlights the Relevance of professional training as a perception influenced by factors such as education level, company size, and personal initiative. Positive perceptions observed among workers with higher academic degrees and those in smaller companies point to exemplary practices that may inspire changes in professional training policies across various organizational contexts. Promoting a culture of continuous learning and encouraging proactivity are key strategies for transforming training into a driving force for individual and collective growth within Portuguese organizations.

Keywords: *Relevance; perception; received professional training; human resource management; Portuguese organizations.*

A IMPORTÂNCIA DA SAÚDE MENTAL PARA A REDUÇÃO DO ABSENTISMO LABORAL

THE IMPORTANCE OF MENTAL HEALTH IN REDUCING ABSENTEEISM FROM WORK

¹Beatriz Sofia Alves; ²Filipa Martinho; ³Ricardo Marcão

^{1, 2, 3} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹beatrizsdcalves23@gmail.com; ²filipa.martinho@islasantarem.pt; ³ricardo.marcão@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A saúde mental tem vindo a ganhar cada vez maior relevância para a gestão de recursos humanos nas empresas, pois impacta diretamente o bem-estar e a produtividade dos colaboradores. O absentismo laboral, normalmente relacionado com problemas de ordem psicológica, como depressão, ansiedade ou burnout, representa um desafio organizacional bastante significativo. O presente estudo tem como objetivo a análise da relação entre a saúde mental e o absentismo laboral, através da análise do impacto da implementação de programas de bem-estar psicológico para a assiduidade dos colaboradores.

Método: Ao longo da metodologia recorreu-se a uma abordagem quantitativa, transversal e descritiva, onde se obteve a recolha de informação através da aplicação de um questionário online. A amostra foi constituída por 188 participantes do estudo, a maioria do género feminino (64,89%) e com idades entre os 19 anos e os 30 anos. Ainda aconteceu a aplicação de instrumentos devidamente validados: o Questionário de Conhecimento de Saúde Mental, a Escala das Relações Interpessoais no Trabalho e a Escala de Absentismo Laboral. Os dados recolhidos foram tratados com o recurso do software Statistical Package for the Social Sciences.

Resultados: Os principais resultados obtidos apresentam uma perspetiva positiva acerca da importância da saúde mental, de elevada concordância tendo em conta a sua influência no desempenho profissional. Foi possível identificar correlações entre um fraco conhecimento sobre a saúde mental, más relações interpessoais e uma maior propensão ao absentismo laboral. Fatores como o stress laboral, a falta de reconhecimento, a desmotivação e um ambiente de trabalho desagradável, ganham destaque como relevantes para as ausências laborais.

Discussão: Os dados recolhidos e analisados confirmam as hipóteses formuladas, de forma a reforçar que o bem-estar psicológico está, de forma direta, associado à assiduidade laboral. Os resultados encontrados convergem com estudos anteriores, revelando que os ambientes laborais saudáveis e as práticas de gestão que promovem a importância da saúde mental conseguem, de facto, reduzir o absentismo. Esta análise permitiu, também, perceber e identificar as diferenças em função do género e idade, demonstrando que se as políticas foram ajustadas ao perfil dos colaboradores é possível aumentar a eficácia das intervenções.

Conclusão: Desta forma, o presente estudo contribuiu para a existência de uma melhor compreensão em relação ao papel estratégico que a saúde mental traz para a gestão de recursos humanos. Uma promoção da saúde mental não é apenas capaz de melhorar o bem-estar individual, mas também é capaz de potenciar a produtividade e a redução do absentismo. Então, torna-se imperativo que todas as organizações devem investir em programas de ajuda e apoio psicológico devidamente estruturado, em formações acerca da inteligência emocional e uma melhoria do clima organizacional.

Palavras-chave: Saúde Mental; Absentismo; Organizações; Colaboradores; Bem-estar.

Abstract

Introduction: Mental health has become increasingly important for the management of human resources in companies, as it has a direct impact on the well-being and productivity of employees. Absenteeism from work, usually related to psychological problems such as depression, anxiety or burnout, represents a significant organizational challenge. The aim of this study is to analyze the relationship between mental health and absenteeism, by analyzing the impact of implementing psychological well-being programs on employee attendance.

Method: A quantitative, cross-sectional and descriptive approach was used throughout the methodology, where information was collected through the application of an online questionnaire. The sample consisted of 188 study participants, the majority of whom were female (64.89%) and aged between 19 and 30. Duly validated instruments were also used: the Mental Health Knowledge

Questionnaire, the Interpersonal Relations at Work Scale and the Absenteeism at Work Scale. The data collected was processed using the Statistical Package for the Social Sciences software.

Results: The main results obtained show a positive perspective on the importance of mental health, with high agreement considering its influence on professional performance. It was possible to identify correlations between poor knowledge of mental health, poor interpersonal relationships and a greater propensity to absenteeism from work. Factors such as work-related stress, lack of recognition, demotivation and an unpleasant working environment stand out as relevant to absenteeism.

Discussion: The data collected and analyzed confirms the hypotheses formulated, reinforcing that psychological well-being is directly associated with work attendance. The results found converge with previous studies, revealing that healthy working environments and management practices that promote the importance of mental health can indeed reduce absenteeism. This analysis also made it possible to identify differences according to gender and age, demonstrating that if policies are adjusted to the profile of employees, it is possible to increase the effectiveness of interventions.

Conclusion: This study has contributed to a better understanding of the strategic role that mental health plays in human resource management. Mental health promotion is not only capable of improving individual well-being, but it is also capable of boosting productivity and reducing absenteeism. It is therefore imperative that all organizations invest in properly structured psychological help and support programs, training in emotional intelligence and an improved organizational climate.

Keywords: Mental Health; Absenteeism; Organizations; Employees; Well-being.

A IMPORTÂNCIA DA INTELIGÊNCIA EMOCIONAL NA LIDERANÇA

THE IMPORTANCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN LEADERSHIP

¹Maria Leonor Matos; ²Filipa Martinho; ²Ricardo Marcão

^{1,2,3} ISLA Santarém – Instituto Politécnico;

¹mariamatosd.joao@gmail.com; ²filipa.martinho@islasantarem.pt; ³ricardo.marcão@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A Inteligência Emocional tem ganho uma relevância crescente no contexto das organizações, revelando-se uma competência essencial para uma Liderança eficaz. Este estudo tem como objetivo compreender de que forma a Inteligência Emocional influencia o desempenho dos líderes, com especial foco na gestão de equipas, resolução de conflitos e promoção de um clima organizacional saudável.

Método: A metodologia adotada foi de natureza quantitativa, tendo sido aplicado um questionário a 180 participantes de diferentes setores de atividade. O instrumento visou avaliar as perceções dos colaboradores relativamente à Inteligência Emocional e aos estilos de Liderança dos seus superiores hierárquicos. As variáveis analisadas incluíram as quatro dimensões da Inteligência Emocional (avaliação e expressão das emoções, reconhecimento das emoções nos outros, utilização das emoções para facilitar o desempenho e regulação emocional) e três tipos de Liderança (transformacional, transacional e laissez-faire).

Resultados: Os resultados evidenciaram uma forte correlação entre níveis elevados de Inteligência Emocional e a adoção de estilos de Liderança transformacionais, associados a melhores resultados ao nível da motivação, comunicação, envolvimento e eficácia organizacional. A Liderança transformacional foi claramente a mais valorizada, enquanto a Liderança laissez-faire foi a considerada menos eficaz. As análises demonstraram ainda que os líderes emocionalmente inteligentes são mais eficazes a promover o desenvolvimento pessoal e profissional das suas equipas.

Discussão: A discussão dos resultados confirma a literatura existente, destacando a Inteligência Emocional como um fator determinante para o sucesso na Liderança organizacional. Os dados recolhidos reforçam a importância da empatia, autorregulação e competências sociais como pilares de uma Liderança positiva e humanizada.

Conclusão: Conclui-se que a Inteligência Emocional constitui uma ferramenta estratégica fundamental para a Liderança no século XXI. O investimento no desenvolvimento emocional dos líderes deve ser, por isso, uma prioridade das organizações que pretendem promover Lideranças humanas, eficazes e alinhadas com os desafios contemporâneos. A sua integração na formação de líderes e no desenvolvimento organizacional revela-se essencial para a construção de ambientes de trabalho mais colaborativos, saudáveis e orientados para resultados sustentáveis.

Palavras-chave: *Inteligência Emocional, Liderança, Equipas, Clima Organizacional, Gestão de Pessoas.*

Abstract

Introduction: Emotional intelligence has been gaining increasing importance in organizational contexts, emerging as a key competence for effective leadership. This study aims to understand how emotional intelligence influences leadership performance, with a particular focus on team management, conflict resolution, and the promotion of a healthy organizational climate.

Method: A quantitative methodology was adopted, using a questionnaire administered to 180 participants from various sectors. The instrument assessed employees' perceptions of their supervisors' emotional intelligence and leadership styles. The variables analyzed included four dimensions of emotional intelligence (self-emotional appraisal, others' emotional appraisal, use of emotion, and regulation of emotion) and three types of leadership (transformational, transactional, and laissez-faire).

Results: The results showed a strong correlation between high levels of emotional intelligence and the adoption of transformational leadership styles, which were associated with improved motivation, communication, engagement, and organizational effectiveness. Transformational leadership was clearly the most valued, while laissez-faire leadership proved the least effective. The analysis further revealed that emotionally intelligent leaders are more capable of fostering both personal and professional growth within their teams.

Discussion: The discussion of results confirms existing literature, highlighting emotional intelligence as a decisive factor for success in organizational leadership. The data collected reinforce the importance of empathy, self-regulation, and social skills as pillars of positive and human-centered leadership.

Conclusion: It is concluded that Emotional Intelligence is a fundamental strategic tool for Leadership in the 21st century. Investing in the emotional development of leaders should therefore be a priority for organizations that intend to promote humane, effective Leadership aligned with contemporary challenges. Its integration into leadership training and organizational development is essential for building more collaborative, healthy work environments geared towards sustainable results.

Keywords: *Emotional Intelligence, Leadership, Teams, Organizational Climate, People Management.*

A INFLUÊNCIA DA CULTURA ORGANIZACIONAL NO DESEMPENHO

THE INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL CULTURE ON PERFORMANCE

¹Cecília Sêco; ²Filipa Martinho; ³Ricardo Marcão

^{1, 2, 3} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹ccnseco@gmail.com; ²filipa.martinho@islasantarem.pt; ³ricardo.marcão@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A cultura organizacional é reconhecida como um elemento central na identidade empresarial, influenciando a motivação, a satisfação profissional, a produtividade e os resultados financeiros. Este trabalho tem como objetivos compreender a evolução do conceito de cultura organizacional, identificar os seus elementos constitutivos e refletir sobre o seu papel na gestão de pessoas e no alinhamento entre os valores organizacionais e as expectativas dos colaboradores. **Método:** A metodologia adotada é de natureza quantitativa, com recurso a um questionário elaborado para recolher as perceções sobre a cultura organizacional e o seu impacto no desempenho dos colaboradores. A amostra do estudo são 190 participantes pertencentes a diferentes organizações, permitindo uma análise diversificada sobre o tema em estudo.

Resultados: Os resultados, fundamentados na revisão teórica, indicam que a cultura organizacional desempenha um papel fundamental na definição dos comportamentos e padrões de interação no contexto empresarial. Uma cultura sólida promove o alinhamento de objetivos, reforça o compromisso dos colaboradores, eleva a produtividade e contribui para a sustentabilidade organizacional. O estudo destaca ainda a complexidade associada à definição da cultura organizacional, dado que a sua manifestação pode variar entre diferentes contextos e setores de atividade. Esta diversidade reflete-se na multiplicidade de definições encontradas na literatura, o que reforça a necessidade de uma abordagem crítica e adaptada às especificidades de cada organização.

Discussão: A análise comparativa com outros estudos demonstra que uma cultura organizacional forte está associada a melhores resultados no desempenho individual e coletivo, confirmando o seu papel enquanto fator estratégico de sucesso. Os dados recolhidos permitem reforçar estas tendências e contribuem para a identificação de práticas culturais eficazes no contexto empresarial.

Conclusão: Conclui-se que a cultura organizacional é um elemento estruturante para o desempenho e a sustentabilidade das organizações. A compreensão e gestão estratégica da cultura permite criar ambientes de trabalho mais eficazes, motivadores e alinhados com os objetivos institucionais, sendo uma ferramenta fundamental para o sucesso organizacional a longo prazo.

Palavras-chave: Cultura organizacional, Desempenho, Motivação, Sustentabilidade Organizacional, Gestão de Pessoas.

Abstract

Introduction: Organizational culture is recognized as a central element in corporate identity, influencing motivation, job satisfaction, productivity and financial results. This paper aims to understand the evolution of the concept of organizational culture, identify its constituent elements and reflect on its role in people management and in the alignment between organizational values and employee expectations.

Method: The methodology adopted is quantitative in nature, using a questionnaire designed to collect perceptions about organizational culture and its impact on employee performance. The study sample consists of 190 participants belonging to different organizations, allowing for a diversified analysis on the topic under study.

Results: The results, based on the theoretical review, indicate that organizational culture plays a fundamental role in defining behaviors and interaction patterns in the business context. A solid culture promotes the alignment of objectives, reinforces employee commitment, increases productivity and contributes to organizational sustainability. The study also highlights the complexity associated with defining organizational culture, given that its manifestation can vary between different contexts and sectors of activity. This diversity is reflected in the multiplicity of definitions found in the literature, which reinforces the need for a critical approach adapted to the specificities of each organization.

Discussion: Comparative analysis with other studies shows that a strong organizational culture is associated with better results in individual and collective performance, confirming its role as a strategic

success factor. The data collected reinforce these trends and contribute to the identification of effective cultural practices in the business context.

Conclusion: It is concluded that organizational culture is a structuring element for the performance and sustainability of organizations. Understanding and strategically managing culture allows for the creation of more effective, motivating work environments aligned with institutional objectives, and is a fundamental tool for long-term organizational success.

Keywords: Organizational culture, Performance, Motivation, Organizational sustainability, People management.

QUANDO O CAREER CALLING NÃO BASTA: TRABALHO DIGNO COMO CHAVE PARA O BEM-ESTAR LABORAL

WHEN CAREER CALLING IS NOT ENOUGH: DECENT WORK AS THE KEY ROLE TO WELL-BEING AT WORK

¹Sofia Porto; ²Liliana Faria

¹Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo; Universidade do Algarve ²Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve; CUIP-Centro Universitário de Investigação em Psicologia

¹sofiasantosporto@gmail.com; ²lcfaria@ualg.pt

Resumo

Introdução: A crescente valorização do *career calling* (vocação) como fonte de sentido e motivação no trabalho tem gerado interesse sobre o seu papel protetor face ao *burnout* (síndrome de esgotamento profissional). No entanto, persiste a dúvida se esse *career calling* é suficiente para garantir o bem-estar laboral, sobretudo em contextos com condições laborais adversas. Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre perceções de trabalho digno e *burnout*, explorando o papel mediador do *career calling*, com base na *Psychology of Working Theory*.

Método: Foi conduzido um estudo quantitativo, transversal, com uma amostra de 188 trabalhadores empregados (64,6% mulheres) em diferentes setores (62,2% setor público) e profissões em Portugal. Os dados foram recolhidos por questionário online e analisados com recurso ao PROCESS (modelo 4). Os instrumentos incluíram medidas validadas de perceção de trabalho digno, *career calling* e *burnout*.

Resultados: Os resultados revelaram que perceções mais elevadas de trabalho digno estão associadas a níveis significativamente mais baixos de *burnout* ($\beta = -3,82$, $p < ,001$), indicando um efeito direto negativo robusto. Além disso, o trabalho digno foi um preditor positivo significativo do *career calling* ($\beta = 0,21$, $p = ,003$). No entanto, o *career calling* não teve um efeito significativo sobre o *burnout* ($p = ,078$), e o efeito indireto de trabalho digno sobre o *burnout* via *career calling* não foi estatisticamente significativo (IC 95% = [-0,049; 1,018]).

Discussão: Estes resultados confirmam evidências anteriores sobre a importância das condições laborais dignas na proteção contra o *burnout*. No entanto, contrariamente a algumas investigações que apontam o *career calling* como um fator protetor, neste estudo tal efeito não se verificou. Isto sugere que o *career calling*, por si só, pode não ser suficiente para mitigar o *burnout*, sobretudo quando não acompanhado por contextos laborais que garantam estabilidade, equidade e respeito.

Conclusão: O presente estudo destaca que o trabalho digno constitui uma variável-chave para a promoção do bem-estar laboral. Embora o *career calling* contribua para o sentido de propósito profissional, são as condições contextuais que mais fortemente previnem o *burnout*, reforçando a importância de políticas organizacionais que assegurem ambientes de trabalho justos e sustentáveis.

Palavras-chave: trabalho digno, burnout, career calling, bem-estar laboral

Abstract

Introduction: The growing appreciation of career calling as a source of meaning and motivation at work has generated interest in its protective role against burnout. However, the question remains as to whether career calling is enough to guarantee well-being at work, especially in contexts with adverse working conditions. This study aimed to analyze the relationship between perceptions of decent work and burnout, exploring the mediating role of career calling, based on the Psychology of Working Theory.

Method: A quantitative, cross-sectional study was conducted with a sample of 188 employed workers (64.6% women) in different sectors (62.2% public sector) and professions in Portugal. Data was collected using an online questionnaire and analyzed using PROCESS (model 4). The instruments included validated measures of the perception of decent work, career calling and burnout.

Results: The results revealed that higher perceptions of decent work are associated with significantly lower levels of burnout ($\beta = -3.82$, $p < .001$), indicating a robust negative direct effect. In addition, decent work was a significant positive predictor of career calling ($\beta = 0.21$, $p = .003$). However, career

calling did not have a significant effect on burnout ($p = .078$), and the indirect effect of decent work on burnout via career calling was not statistically significant (95% CI = [-0.049; 1.018]).

Discussion: These results confirm previous evidence on the importance of decent working conditions in protecting against burnout. However, contrary to some studies that point to career calling as a protective factor, in this study there was no such effect. This suggests that career calling alone may not be enough to mitigate burnout, especially when it is not accompanied by working environments that guarantee stability, fairness and respect.

Conclusion: This study highlights that decent work is a key variable in promoting well-being at work. Although career calling contributes to a sense of professional purpose, it is the contextual conditions that most strongly prevent burnout, reinforcing the importance of organizational policies that ensure fair and sustainable working environments.

Keywords: decent work, burnout, career calling, well-being at work

MEDIAÇÃO MODERADA ENTRE TRABALHO DIGNO E INTENÇÃO DE SAÍDA: O PAPEL DO BURNOUT E DO CALLING DE CARREIRA

MODERATE MEDIATION BETWEEN DECENT WORK AND INTENTION TO LEAVE: THE ROLE OF BURNOUT AND CAREER CALLING

¹Sofia Porto; ²Liliana Faria

¹Escola Superior de Gestão, Hotelaria e Turismo; Universidade do Algarve ²Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve; CUIP-Centro Universitário de Investigação em Psicologia

¹sofiasantosporto@gmail.com; ²lcfaria@ualg.pt

Resumo

Introdução: O presente estudo teve como objetivo investigar os mecanismos psicológicos que explicam a relação entre as perceções de trabalho digno e a intenção de saída da organização, considerando o papel mediador do *burnout* e o efeito moderador do *calling* de carreira. Com base na *Psychology of Working Theory* (PWT), partiu-se da premissa de que a experiência de trabalho digno poderá reduzir o esgotamento profissional e, consequentemente, diminuir a intenção de saída, especialmente quando os/as trabalhadores/as experienciam sentido vocacional no seu trabalho.

Método: Participaram neste estudo 225 trabalhadores/as (64,9% mulheres), provenientes de diversas áreas profissionais, como Gestão, Finanças e Administração privada (24,4%), Administração pública (24%) e Comércio e Retalho (17,8%). Utilizou-se um desenho correlacional transversal, com questionários de autorresposta validados que avaliaram trabalho digno, *burnout*, intenção de saída e *calling* de carreira. Os dados foram analisados com o Modelo 7 do PROCESS para SPSS, com 5000 reamostragens *bootstrap* para estimativa dos efeitos indiretos condicionais.

Resultados: Os resultados indicaram que o trabalho digno prediz negativamente o *burnout*, e que este, por sua vez, está positivamente associado à intenção de saída. A relação entre o trabalho digno e o *burnout* foi significativamente moderada pelo *calling*: trabalhadores/as com níveis mais elevados de *calling* beneficiam mais do efeito protetor do trabalho digno na redução do *burnout*. Para além disso, o efeito indireto do trabalho digno sobre a intenção de saída, via *burnout*, foi significativo apenas para níveis médios e elevados de *calling*. O efeito direto do trabalho digno sobre a intenção de saída não foi significativo.

Discussão: Os resultados reforçam a evidência anterior sobre o papel do *burnout* como mediador entre condições laborais e atitudes organizacionais. O *calling* revela-se um recurso psicológico relevante, que potencia o impacto positivo do trabalho digno na redução do *burnout*. Estas descobertas contribuem para um entendimento mais aprofundado e contextualizado da intenção de saída, sugerindo que, o sentido atribuído ao trabalho modela os efeitos das condições laborais na saúde psicológica e no comportamento organizacional.

Conclusão: Este estudo evidencia a importância de promover contextos laborais mais dignos, sobretudo junto de trabalhadores/as com elevado *calling*, como estratégia para prevenir o *burnout* e reduzir a intenção de saída. Ao clarificar os mecanismos psicossociais que interligam estas variáveis, os resultados oferecem contributos relevantes para o desenho de intervenções organizacionais e políticas de gestão de pessoas que visem a promoção do bem-estar laboral e a retenção de talento.

Palavras-chave: trabalho digno, intenção de saída, *burnout*, *calling* de carreira

Abstract

Introduction: The present study aimed to investigate the psychological mechanisms that explain the relationship between perceptions of decent work and the intention to leave an organization, considering the mediating role of burnout and the moderating effect of career calling. Based on the Psychology of Working Theory (PWT), the premise was that the experience of decent work can reduce professional burnout and, consequently, reduce the intention to leave, especially when workers experience a sense of vocation in their work.

Method: A total of 225 workers (64.9% women) participated in this study, from different professional areas such as Management, Finance and Private Administration (24.4%), Public Administration (24%) and Retail and Trade (17.8%). A cross-sectional correlational design was used, with validated self-

response questionnaires that assessed decent work, burnout, intention to leave and career calling. The data was analyzed using PROCESS for SPSS Model 7 with 5000 bootstrap resamples to estimate conditional indirect effects.

Results: The results indicated that decent work negatively predicts burnout, and is positively associated with the intention to leave. The relationship between decent work and burnout was significantly moderated by calling: workers with higher levels of calling benefit more from the protective effect of decent work in reducing burnout. Furthermore, the indirect effect of decent work on the intention to leave, via burnout, was only significant for medium and high levels of calling. The direct effect of decent work on the intention to leave was not significant.

Discussion: The results reinforce previous evidence on the role of burnout as a mediator between working conditions and organizational attitudes. Calling proves to be a relevant psychological resource that enhances the positive impact of decent work on reducing burnout. These findings contribute to a deeper and more contextualized understanding of the intention to leave, suggesting that the meaning attributed to work shapes the effects of working conditions on psychological health and organizational behavior.

Conclusion: This study highlights the importance of promoting more dignified work environments, especially among high-calling workers, as a strategy for preventing burnout and reducing the intention to leave. By clarifying the psychosocial mechanisms that link these variables, the results offer relevant contributions to the design of organizational interventions and people management policies aimed at promoting well-being at work and retaining talent.

Keywords: decent work, intention to leave, burnout, career calling

Informação e Tecnologia

APLICAÇÃO DE BUISNESS INTELLIGENCE NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: DA EXPLORAÇÃO DOS DADOS À OPORTUNIDADE DE NEGÓCIO

APPLICATION OF BUSINESS INTELLIGENCE IN SMALL AND MEDIUM-SIZED COMPANIES: FROM DATA EXPLORATION TO BUSINESS OPPORTUNITY

Daniel Oliveira¹; Domingos Martinho²

^{1,2} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹danieloliveira.trab@gmail.com; ²domingos.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: As pequenas e médias empresas representam uma parte significativa do tecido económico e enfrentam desafios na transformação de dados operacionais em conhecimento estratégico. Apesar da abundância de dados disponíveis, o seu potencial permanece subaproveitado. Este trabalho teve como objetivo explorar o valor da aplicação do *Business Intelligence* na gestão estratégica das PME, com foco na informação empresarial como fonte primária de dados.

Método: A investigação foi desenvolvida em várias fases, iniciando-se com uma revisão sistemática da literatura científica das duas últimas décadas. Foram utilizadas bases de dados como Google Scholar, ResearchGate, IEEE Explorer e ScienceDirect, tendo sido aplicados critérios de inclusão e exclusão rigorosos. No final, foram selecionados 11 estudos relevantes para análise aprofundada.

Resultados: Os resultados revelaram que as PME reconhecem a importância do BI, mas enfrentam barreiras como custos elevados, falta de competências internas e baixa maturidade organizacional. A aplicação de BI demonstrou ser eficaz na geração de indicadores económicos e financeiros úteis à tomada de decisão. O desenvolvimento de protótipos e a adoção de soluções *open-source* e *cloud* foram bem acolhidos, sugerindo viabilidade prática.

Conclusão e trabalho futuro: O estudo prova a relevância do BI na melhoria da gestão das pequenas e médias empresas, ao permitir a extração de valor a partir de dados internos. No futuro este trabalho poderá ser aprofundado por outros estudos, para que seja possível, surgir outras perspetivas, tanto no âmbito internos das empresas como novos critérios para analisar, de modo que pudesse obter uma perspetiva real e verdadeira do paradigma da empresa.

Palavras-chave: *Business Intelligence, Data Mining, ETL, Gestão Estratégica, Pequenas e Médias Empresas, Tomada de Decisão.*

Abstract

Introduction: Small and medium-sized enterprises represent a significant part of the economic fabric and face challenges in transforming operational data into strategic knowledge. Despite the abundance of data available, its potential remains underutilized. The aim of this study was to explore the value of applying Business Intelligence to the strategic management of SMEs, with a focus organization information as the primary source of data.

Method: The research was carried out in several phases, starting with a systematic review of scientific literature from the last two decades. Databases such as Google Scholar, ResearchGate, IEEE Explorer and ScienceDirect were used, and strict inclusion and exclusion criteria were applied. In the end, 11 relevant studies were selected for in-depth analysis.

Results: The results revealed that SMEs recognize the importance of BI, but face barriers such as high costs, lack of internal skills and low organizational maturity. The application of BI has proven to be effective in generating economic and financial indicators useful for decision-making. The development of prototypes and the adoption of open-source and cloud solutions were well received, suggesting practical viability.

Conclusion and future work: The study proves the relevance of BI in improving the management of small and medium-sized enterprises, by enabling the extraction of value from internal data.

Keywords: *Business Intelligence, Data Mining, Decision Making, ETL, Small and Medium Enterprises, Strategic Management.*

Num contexto empresarial marcado por crescente competitividade, a capacidade de interpretar e capitalizar os dados internamente gerados assume-se como um fator crítico para a construção de vantagens competitivas sustentáveis. Embora as pequenas e médias empresas (PME) produzam um volume considerável de dados no âmbito das suas operações, desde processos produtivos até interações com fornecedores e clientes, a sua utilização para fins de gestão estratégica permanece frequentemente subexplorada. Em particular, a informação contabilística, reconhecida como um elemento essencial e amplamente disponível nas PME devido a exigências legais, apresenta um potencial analítico que, na prática, nem sempre é devidamente valorizado (Ahmad & Ahmad, 2024; Val, 2010).

Neste cenário, a Business Intelligence (BI) emerge como um instrumento fundamental, permitindo a transformação de dados operacionais (OnLine Transaction Processing - OLTP) em informação estruturada e, posteriormente, em conhecimento estratégico. Este processo engloba a recolha, seleção, transformação e agregação de dados por meio de técnicas como ETL (Extract, Transform, Load), centralizando depois o dado em repositórios centralizados, como Data Warehouses, para análise futuras (Danilo et al., 2020; Machado et al., 2019).

Tradicionalmente, a BI tem sido associada a grandes organizações, dada a sua maior flexibilidade operacional e capacidade de investimento. Contudo, as PME enfrentam desafios análogos que justificam a adoção de sistemas de BI estruturados. O presente estudo tem como objetivo principal demonstrar a relevância dos dados poucos explorados para a gestão estratégica das PMEs, propondo um modelo que evidencie o valor analítico dos mesmos (dados). Através deste estudo, pretende-se destacar como a exploração gráfica (através de dashboard) e tecnologias nesta área pode proporcionar insights valiosos, incentivando os gestores a reconhecer o potencial do BI no apoio à decisão empresarial.

Tal abordagem não só potencia decisões mais informadas, como também possibilita a formulação de estratégias de longo prazo e a deteção de oportunidades de negócio a partir de recursos já existentes nas organizações.

Assim esta investigação, fundamentada na análise do potencial do BI, pretende identificar de lacunas informacionais e fatores críticos para adoção da tecnologia e comprovar como a exploração sistemática desses registos, pode converter dados históricos em conhecimento acionável. Como objetivos específicos pretende-se: (a) Destacar como a exploração gráfica (através de dashboard) e tecnologias nesta área pode proporcionar insights valiosos para (incentivar) os gestores a reconhecer o potencial do BI no apoio à decisão empresarial. (b) Identificar de lacunas informacionais e fatores críticos para adoção da tecnologia e comprovar como a exploração sistemática desses registos, pode converter dados históricos em conhecimento acionável.

Este trabalho foi estruturado do seguinte modo: inicialmente com a introdução, o enquadramento do tema e os objetivos do estudo. De seguida, descreve-se a metodologia utilizada na recolha e análise da informação. Posteriormente, são apresentados os principais resultados obtidos, acompanhados da respetiva discussão. O relatório termina com as conclusões e propostas para trabalhos futuros, destacando o contributo desta investigação para a modernização da gestão nas PME.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, inspirado no método PRISMA que consistem em reunir, analisar e sintetizar o conhecimento académico (Vinaytosh & Mishra, 2023). Com esta abordagem é possível realizar uma análise objetiva, rigorosa e estruturada das fontes relevantes, garantindo que o trabalho tenha uma base científica sólida. A escolha do método advém de várias revisões sistemáticas previamente realizadas em estudos semelhantes, nomeadamente na literatura sobre o DM ou BI, que demonstraram ser uma

estratégia eficaz para organizar e interpretar a vasta informação disponível, permitindo assim identificar lacunas, tendências e oportunidades de investigação futura.

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado em fases distintas (tabela 1) começando pela seleção dos repositórios onde se iria realizar a pesquisa incluindo Google Scholar, ResearchGate, IEE Explorer, ScienceDirect. Nesta fase também foram definidas as expressões de pesquisa tanto em português como em inglês sendo elas “Business Intelligence” ou “BI”, “Artificial Intelligence” ou “AI” “Application of BI”, “Data optimization”, “Data Mining”, “PME” e “Small business”.

Na fase seguinte procedeu-se à pesquisa de trabalhos publicados nos últimos 20 anos obtendo-se 29 documentos entre artigos, dissertações de mestrado e teses de doutoramento.

Na terceira fase as publicações foram compiladas e analisadas eliminando-se os documentos repetidos e aqueles que apesar de surgirem nos resultados não foram úteis devido ao uso de redundância da informação ou aplicação não pertinente para a revisão de sistemática neste contexto.

Na quarta fase analisou-se o título o resumo e as palavras-chave de cada publicação e nos casos em que a relevância não era evidente realizou-se uma leitura integral do documento

Tabela 1. Etapas efetuadas nas metodologias

Número da fase	Descrição	Amostra inicial	Excluídos	Total
1	Estipular os repositórios dos documentos	---	---	---
2	Pesquisa/recolha dos documentos	29	---	29
3	Filtragem e triagem	29	11	18
4	Análise dos conteúdos de forma sucinta	18	7	11

No final do processo restaram 11 artigos que cumpriram todos os critérios e constituíram a base para a análise final deste trabalho.

RESULTADOS

Os estudos encontrados sobre a escolha de sistemas de BI em PMEs, publicados nas últimas duas décadas, abrangem tanto análises teóricas como aplicações práticas, com ênfase em estudos de caso e abordagens empíricas. Os autores exploraram as motivações para implementação, os fatores críticos de sucesso e as barreiras à adoção, destacando-se temas como a integração de ferramentas (ETL, *data warehouses*, OLAP), análise preditiva (ex.: linguagem R), e o impacto de soluções baseadas em *cloud*. Além disso, examinaram variáveis como complexidade percebida, custos, agilidade organizacional, apoio da gestão numa camada administrativa e própria qualidade dos dados.

Llave (2017) realizou um estudo focado em BI and Analytics (BI&A). Este artigo de revisão, aborda temas cruciais numa revisão da literatura sobre BI&A, com recurso a mais de 60 artigos analisado. No âmbito dos resultados explora-se as vertentes do BI como os Componentes; Soluções, *Mobile*; *Cloud*; Aplicabilidade; Adaptações; Implementação e Benefícios. Dentro de cada tópicos destacou-se a necessidade de melhorar a competitividade das PME (que são economicamente importantes, mas frequentemente vulneráveis). A autora avisa para a importância de compreender alguns componentes de BI&A antes de desenvolver ou implementar estes sistemas inteligentes. Os Modelos de referência ou

ferramentas de código aberto (*open source*) são mencionados como formas de ultrapassar barreiras na adoção destas tecnologias. As soluções para *mobile* e *cloud* mostram potencial, mas exigem mais estudos empíricos, sobretudo em aspetos funcionais ou de segurança.

Benjaminsen (2011) investigou a adoção do BI por PME, focando-se especial nas soluções open source (OSBI). O autor estruturou o estudo em torno de quatro perguntas de investigação, voltadas para o âmbito das necessidades, desafios, viabilidade e estratégias para o sucesso na implementação. A metodologia foi um estudo de caso numa empresa norueguesa (*Acando*), entrevistas qualitativas e uma pesquisa quantitativa com consultores BI. Esta dissertação identificou que o automatizar processos e o rápido output de informação são as principais motivações para adoção da tecnologia. Contudo, os desafios incluem falta de conhecimento técnico, dificuldade em estimar ROI (fórmula básica para calcular o retorno sobre o investimento), escassez de recursos humanos especializados e problemas com dados inconsistentes. O autor conclui que o sucesso da implementação de BI depende mais da preparação organizacional e abordagem adotada do que do tipo de software escolhido, recomendando uma estratégia baseada em realismo, conhecimento interno, comunicação contínua e crescimento incremental. O estudo sublinha ainda que o OSBI é uma opção viável, mas exige elevada competência interna, planeamento rigoroso e atenção às limitações técnicas e de suporte.

Vai (2010) realizou um estudo com o objetivo de proporcionar às Pequenas e Médias Empresas a oportunidade de compreender a importância da informação obtida a partir dos dados contabilísticos para a gestão dos processos de negócios, especialmente ao nível estratégico. A metodologia de análise incluiu a identificação dos principais elementos do estudo: numa primeira instância, analisaram-se as potencialidades, pressupostos, alcance, limitações, pontos fortes e fragilidades do BI (p.e a adaptabilidade no contexto das PME portuguesas), através de uma revisão de literatura. Em seguida, procurou-se compreender a falta de dados empresariais nas PME e identificar os obstáculos à adoção de práticas relacionadas com a BI. Toda a informação contabilística foi selecionada como a principal fonte de dados (devido a sua existência sistematizada), sendo que um aspeto fundamental do estudo foi a análise e desenvolvimento de um protótipo numa plataforma Web para explorar graficamente a multidimensionalidade dos dados contabilísticos (como Balancetes, Balanço e Demonstração de Resultados a aplicação de rácios económico-financeiros), neste ponto das metodologias permitiu demonstrar a importância desses indicadores para a gestão. A viabilidade do projeto e a mais-valia do protótipo foram avaliadas através de entrevistas semiestruturadas realizadas com participantes de instituições relevantes do ecossistema PME: APME (Associação das Pequenas e Médias Empresas), OTOC (Ordem dos Técnicos Oficiais de Contas), ANJE (Associação Nacional de Jovens Empresários). Os resultados demonstraram uma boa aceitação e recolheu-se contributos para melhoria, por exemplo o protótipo ainda requer uma melhoria substancial ao nível da imagem gráfica e na informação que é disponibilizada. O estudo concluiu que a exploração analítica da informação contabilística com ferramentas de BI tem uma mais-valia significativa no suporte à decisão e na identificação de oportunidades de negócio para o mercado da PMEs.

Puklavec et al. (2014) realizaram um estudo focado nos principais determinantes para adotar Sistemas do BI nas PMEs, um contexto ainda pouco investigado na literatura. Baseando-se nas teorias da Difusão da Inovação (DOI) e no modelo Tecnologia-Organização-Ambiente (TOE), o estudo iniciou com uma revisão aprofundada da literatura, identificando cerca de 70 potenciais determinantes. Seguidamente, foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com utilizadores e especialistas dos sistemas de BI, permitindo validar e ajustar alguns fatores que excluem entrevistados menos relevantes, para o estudo. O processo resultou numa lista final de 11 determinantes-chave (Fig.1), sendo a maioria de natureza organizacional, seguidos pelos contextos tecnológico e ambiental. Entre os fatores mais influentes destacaram-se a preparação organizacional, o apoio da gestão, perceção do valor estratégico, custo e a integração do BI com ERP. Além disso, o estudo evidenciou diferenças significativas entre a adoção em PMEs e grandes empresas, nomeadamente em termos de

recursos, percepção de valor e necessidades funcionais. O estudo também acaba por contribuir com os seus insights para redução da falta de existência de conteúdo sobre os fatores para adotar um Sistema de BI numa pequena ou media empresa.

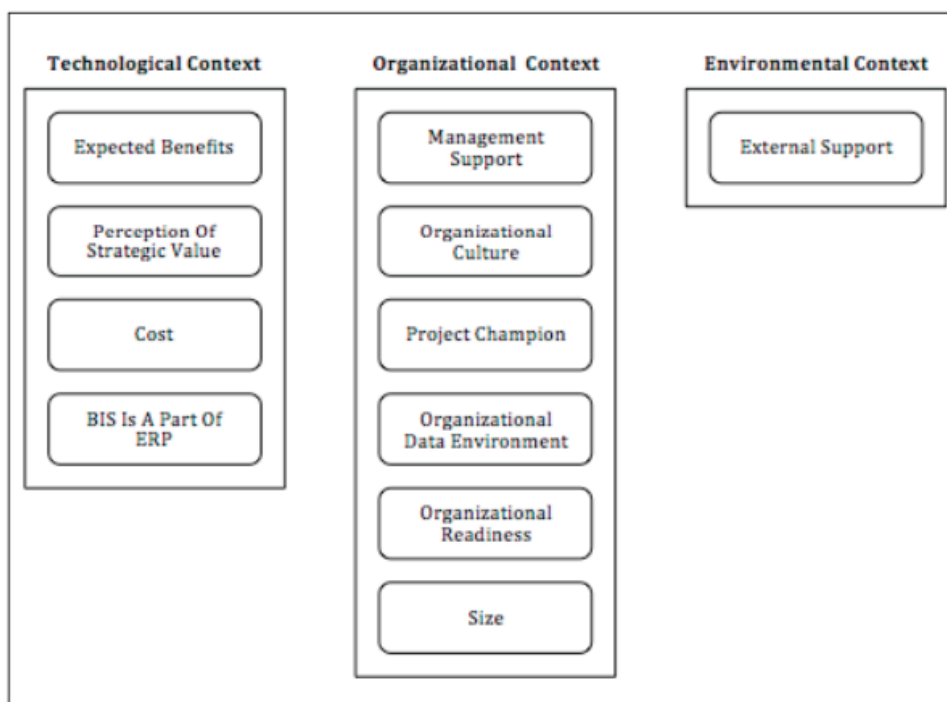


Figura 1. Vista geral das determinantes-chave

Fonte: Puklavec et al., 2014

Ponelis e Britz (2011) na sua tese, sobre a utilização do BI em micro, pequenas e médias empresas (SMMEs) orientadas para o crescimento e baseadas no conhecimento na África do Sul. A metodologia adotada foi qualitativa e interpretativa, baseada em estudos de caso selecionados por amostragem intencional ("purposive sampling"). O estudo começou com uma revisão da literatura sobre o papel da informação nas SMMEs e o potencial das tecnologias de informação e comunicação. Foi desenvolvido um quadro descritivo sobre a BI para estruturar a recolha de dados empíricos. A principal técnica de recolha de dados foram as entrevistas semiestruturadas, seguindo uma lista de procedimentos. Os dados recolhidos foram subsequentemente analisados e interpretados. Posteriormente os resultados obtidos através dos estudos de caso foram discutidos na literatura. Em suma, o propósito deste da tese foi contribuir para a prática empresarial, evidências os benefícios do uso da informação interna das empresas na tomada de decisão e no aumentando da competitividade na África do Sul.

Muryjas (2014) apresentou um estudo focado na análise de negócio focado nas pequenas e médias Empresas. O objetivo consistiu em expor o conceito do Business *analytics*, sublinhando o papel económico desempenhado por estas empresas e os motivos pelos quais os seus gestores demonstram interesse nesta área de inteligência artificial. Uma parte central da investigação consistiu em detalhar de que formas a *business analytics* pode ser benéfica, identificando um conjunto de vantagens após ser implementado. Numa ótica divergente, o estudo também abordou os desafios e barreiras enfrentados pelas PME ao tentar adotar ferramentas do BI. Para complementar esta análise, foram destacados 5 fatores chave para o sucesso da implementação: objetivos e necessidades bem definidos; competências tecnológicas nos gestores e funcionários; foco em atividades que usam dados correntemente; saber usar o produto e tem um orçamento adequado. Este estudo procurou,

assim, fornecer uma visão geral sobre a importância e aplicabilidade do BI para o suporte à tomada de decisão.

Agostino et al. (2013) conduziram um estudo cujo principal objetivo foi identificar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para os clientes das PMEs que utilizam produtos de BI baseados em soluções *cloud*. A metodologia descrita, envolveu a realização de entrevistas aprofundadas com quatro fornecedores, sugerindo uma abordagem empírica para recolha de dados relevantes. O trabalho insere-se no campo da investigação sobre FCS em BI, referenciando diversos autores proeminentes na área. Os autores dedicaram atenção específica aos fatores considerados importantes para o contexto das PME, revendo a literatura existente e resumindo informações sobre fatores de avaliação de *Software-as-a-service* (SaaS), como mostra a tabela 2, um modelo frequentemente associado a soluções *cloud* para PME. Este estudo foca-se, portanto, na perspetiva do cliente e nos elementos cruciais para que a adoção de BI na *cloud* seja bem-sucedida.

Tabela 2. Fatores chaves (adaptado de Agostino et al., 2013)

Fatores chaves	Descrição
Desempenho e Funcionalidade	Capacidade de partilhar relatórios através da interface web do software; Nível de funcionalidades e capacidades oferecidas pelo produto; Velocidade do produto na realização de análises; Capacidade de lidar com dados em tempo real; Capacidade de gerir diferentes volumes de dados; Capacidade de fornecer insights acionáveis; Esforço necessário para implementar o produto em larga escala;
Integração	Integração com tablets e dispositivos móveis; Capacidade de lidar com múltiplas fontes de dados (Excel, Google Docs); Nível de integração com outras aplicações ou bases de dados de BI;
Flexibilidade	Nível de flexibilidade nos acordos e condições contratuais Simplicidade da interface; Nível de competências necessárias para realizar análises significativas; Análise de dados provenientes da web; Nível de personalização e customização; Acesso ubíquo aos dados; Acesso offline aos dados; Método de pagamento; Necessidades funcionais ou específicas do setor;
Fiabilidade	Reputação da marca do fornecedor (incluindo parceiros, fornecedores e testemunhos); Nível de segurança garantido pelo fornecedor (cópia de segurança, recuperação e privacidade);
Suporte	Clareza do fornecedor nas respostas a pedidos de suporte; Capacidade de resposta a pedidos de suporte geral; Nível de suporte oferecido pelo fornecedor (chat, 24 horas);
Custo de Propriedade	Valor do custo de implementação (formação, instalação, etc.); Valor da subscrição (mensal ou anual);

A dissertação de Coelho (2020) consistiu na realização de uma investigação com o propósito de explorar a aplicação do BI no contexto das pequenas e médias empresas, uma área identificada como carente de investigação aprofundada. Os objetivos centrais foram determinar o que é necessário para uma implementação bem-sucedida de BI em PME e como avaliar o desempenho de sistemas de BI já implementados neste tipo de empresas. A investigação foi motivada pelas dificuldades práticas observadas pelo autor num estágio. A metodologia incluiu uma revisão extensiva da literatura sobre BI, PME, FCS e modelos de maturidade (são ferramentas examinam e classificam a performance do desenvolvimento e competência de uma organização por área ou função). Procedeu-se à identificação dos FCS relevantes para BI em PME através de um questionário aplicado a fornecedores de BI com experiência em diferentes tipos de empresas. Com base no feedback e em modelos preexistentes, foi criado e proposto um modelo de maturidade específico para avaliar sistemas (de BI). Este modelo foi sujeito a um teste piloto com duas PME portuguesas para aferir o seu nível de maturidade. O estudo conclui destacando os FCS considerados mais importantes para as PME (suporte da alta administração, equipa qualificada, alinhamento com expectativas, sistema *user-friendly*), apresenta também o modelo desenvolvido e analisa os resultados do teste piloto, discutindo possíveis razões para as diferenças observadas entre as empresas avaliadas.

Marketa et al. (2013) apresentaram um trabalho focado na aplicação de ferramentas do BI em PMEs. O objetivo foi demonstrar como estas ferramentas podem proporcionar acesso a dados e análises para uma gestão eficaz, especialmente considerando que as soluções comuns que podem ser vistas até como complexas ou dispendiosas para as empresas. Nas metodologias, os autores detalharam a realização de diversas análises utilizando dados empresariais. Especificamente, foram abordadas análises de contas a receber para identificar clientes importantes ou devedores frequentes, a análise de custos salariais discriminada por colaborador, centros de custo ou contas de custo e a análise de custos/lucros com base na estrutura da demonstração de resultados (onde está descrito as comparações em diferentes períodos). Um componente prático do estudo foi o desenvolvimento de uma aplicação para análise de séries temporais e previsão para a demonstração de resultados, utilizou-se os controlos ActiveX do Excel e o add-in RExcel, aproveitando a linguagem R para funções de decomposição sazonal e previsão (um dos exemplos mencionados é a função HoltWinters). A capacidade gráfica avançada do R também foi destacada. Os autores mencionaram tendências que podem aumentar a utilização de BI no setor PME, como a cloud (custo de implementação mais baixo e facilidade de uso) e a utilização de ferramentas open source. Este estudo explorou, assim, a aplicabilidade prática de ferramentas analíticas a dados financeiros e operacionais que contribuem para a competitividade empresariais.

Um estudo apresentado por Park et al. (2017) investigou a relação entre a BI e a agilidade organizacional, conceptualizada nas dimensões de agilidade de deteção (“sensing agility”), tomada de decisão (“decision making agility”) e a ação (“acting agility”). O trabalho insere-se na literatura que sugere que a TI (com foco em BI e tecnologia de comunicação) desempenha um papel central na capacidade das empresas de detetar e responder rapidamente a mudanças ambientais. A metodologia baseou-se na recolha de dados de inquérito junto de gestores seniores em empresas coreanas de diversos setores. A análise principal utilizou a abordagem análise comparativa qualitativa. Esta técnica permite identificar condições necessárias e suficientes para um determinado resultado (ou métrica), neste caso, o foco foi a agilidade. Foram construídas medidas para agilidade, velocidade, imprevisibilidade do ambiente e “TMT Energy” (Top Management Team Energy é um conceito que representa a energia, determinação e a proatividade da equipa de gestão de topo). Os autores criaram uma visão geral de como é que atinge a agilidade organizacional (Fig. 2 – retirada do artigo dos autores), onde o TI, os fatores organizacionais e ambientais, simultaneamente produzem a agilidade organizacional (retângulo à direita na Figura 2). Os resultados indicaram que a TMT Energy é uma condição quase sempre necessária para a agilidade na tomada de decisão e da própria ação. Através do método de pesquisa

comparativa (fsQCA), foram identificadas múltiplas configurações (combinações de elementos) que são suficientes para alcançar diferentes tipos de agilidade. O estudo mostrou que a dimensão da organização é importante para a agilidade. Em algumas configurações, a tecnologia BI foi identificada como um elemento central para a sensing agility, enquanto a tecnologia de comunicação pode ser considerada por vezes como secundária. Foi também identificada uma configuração específica, combinando BI, comunicação, velocidade, imprevisibilidade (ausente), dimensão da organização e TMT Energy, que é suficiente para alcançar simultaneamente os três tipos de agilidade em grandes organizações. O estudo contribui para a compreensão complexa e multifacetada da relação entre TI e agilidade, fazendo a diferença e realçar a o estudo entro vários no âmbito do BI.

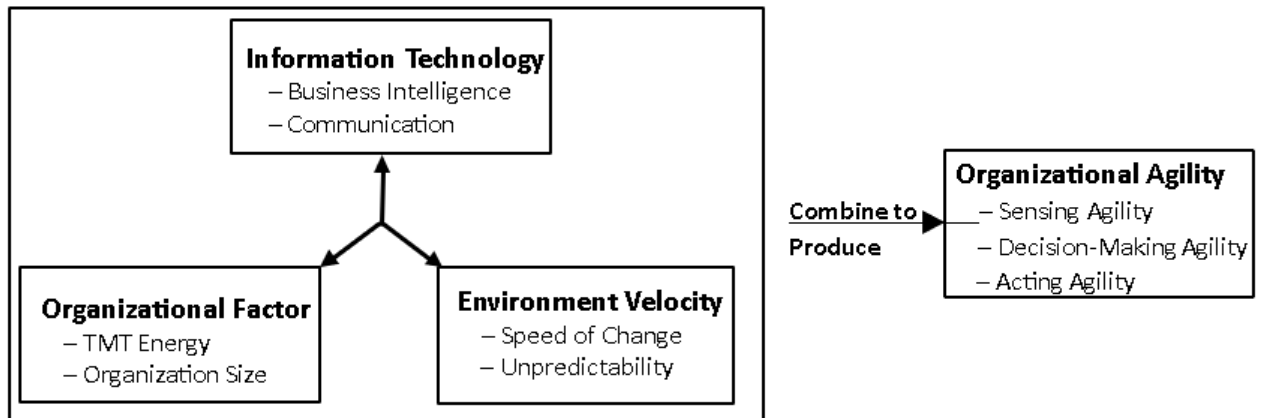


Figura 2. Visão geral sobre intervenientes para atingir a agilidade organizacional

Fonte: Park et al., 2017

O artigo, da autoria de Tatić et al. (2018), realizou um estudo com o objetivo de analisar as principais causas e barreiras para a implementação do BI em PME na Bósnia e Herzegovina. Baseando-se em hipóteses de que as PME não possuem sistemas de relatórios avançados (ferramentas BI) e que a implementação de BI leva ao aumento da eficiência e eficácia das operações, o estudo investigou a situação reais. A metodologia utilizada foi um inquérito realizado entre julho e outubro de 2018, com a distribuição de questionários por e-mail a funcionários de algumas PME. Apesar de terem sido distribuídos 2500 questionários, apenas 101 foram completamente preenchidos, sugerindo falta de interesse ou relutância em partilhar informações. O questionário abordou dados gerais, a situação atual, práticas de negócio, tomada de decisão, e causas/barreiras à implementação do BI. A amostra de PME inquiridas era maioritariamente de pequena dimensão (até 50 funcionários), de diversos setores (comércio, produção, serviços), e muitas operavam há mais de 10 anos com receitas significativas.

Os resultados mostraram que uma grande parte das PME utiliza sistemas de informação (como ERP, CRM, WMS) que fornecem as bases de dados necessárias para BI e muitas procuram melhorar os seus sistemas. Embora as bases de dados sejam consideradas consolidadas, o Excel é a ferramenta principal para relatórios e análises (como ilustra a Fig.3), com muitos funcionários proficientes. No entanto, percebe-se que o Excel pode ser um gargalo para empresas maiores e os gestores podem não ter a certeza sobre a adequação dos seus sistemas de relatórios. O estudo concluiu que esta empresa na Bósnia e Herzegovina possuem dados fiáveis, mas não aplicam técnicas de DM o suficiente e necessitam de uma abordagem sistémica como o BI para gerar a informação e oportunidade de negócio. A maioria dos inquiridos reconheceu a necessidade de BI e acredita que a sua implementação traria múltiplos benefícios, como melhor controlo, aumento da produtividade, qualidade e gestão de processos, demonstrando uma atitude positiva e vontade face ao BI.

Síntese de resultados

A seguir apresenta-se a síntese dos resultados, destacando as vantagens, desafios e fatores de sucesso na implementação do BI (Tabela 3).

Tabela 3. Síntese de resultados dos 11 artigos

Título	Abordagem metodológica	Conclusão	Referência
Business Intelligence para Pequenas e Médias Empresas: O uso da informação contabilística no suporte à decisão.	Qualitativa	Ao explorar o potencial da informação contabilística como base nas aplicações de BI em PME, através de um protótipo desenvolvido, demonstrou a aceitação por parte das empresas, embora necessite de melhorias. Há um reconhecimento geral dos efeitos positivos do BI no suporte à decisão e foi considerado uma ferramenta inovadora.	Vai, 2010
Maturidade de soluções de Open Source Business Intelligence (OSBI) e o uso de BI por Pequenas e Médias Empresas (SMB)	Mista	O estudo analisou a maturidade do BI e sua adequação a diferentes tipos de PME. A implementação de BI, em si, envolve mais do que software: inclui preparação organizacional (o desafio com o paradigma da mudança). A solução OSBI (Pentaho) foi um caso de sucesso, inovador e de baixo custo.	Benjaminsen, 2011
Business Intelligence and Implementation in a Small Enterprise	Qualitativa	O estudo do BI demonstrou melhorias nas decisões táticas e estratégicas. Apesar de terem sido apontadas algumas barreiras (como custo e complexidade). As tecnologias como SaaS, cloud e open-source tornam-se viáveis para PME, permitindo ganhos na análise e previsão de dados, através de métodos de regressão.	Horakova & Skalska, 2013
The Role of Business Intelligence and Communication Technologies in Organizational Agility: A Configurational Approach	Quantitativa	O BI foi considerado fundamental para a agilidade organizacional, em conjunto com a comunicação e gestão de topo. Não existe soluções única, mas sim uma variedade de combinações específicas que podem ser adequadas a cada contexto organizacional.	Park et al., 2027
Business intelligence for small and medium sized businesses	Qualitativa	O BI ajuda PMEs a transformar dados em decisões eficazes. Reduz custos, melhora competitividade. Sucesso depende de cultura orientada a dados, competências internas e ferramentas acessíveis, incluindo opções open-source.	Muryjas 2014
Business Intelligence and Analytics in Small and Medium-sized Enterprises: A Systematic Literature Review	Qualitativa.	Foram identificadas 8 áreas principais em BI&A. Adoção das PMEs é lenta, mas as soluções open-source e na cloud são promissoras. As Barreiras indetificadas pela autora incluem os custos, o fator segurança e falta de competências.	Llave, 2017
The use of business intelligence in small and mediumsized enterprises (SMEs) in	Quantitativa	A maioria das PME reconhece o valor do BI, mas usam ferramentas básicas como Excel. Faltam recursos, KPIs e conhecimento para adoção ferramentas que possam tratar os	Tatić et al., 2018

Bosnia and Herzegovina		dados e gerar insight para os gestores e camadas administrativas.	
Cloud solution in Business Intelligence for SMEs –vendor and customer perspectives	Mista	Neste estudo, destaca-se a valorizam soluções cloud de BI com boa usabilidade, baixo custo, acesso remoto e suporte eficaz, para as PMEs. As mesmas demonstraram preferência em soluções específicas para o seu setor e pagamentos por subscrições mensais.	Alessandro et al., 2013
Unpacking Business Intelligence Systems Adoption Determinants: An Exploratory Study of Small and Medium Enterprises	Qualitativa	Os autores concluem que adoção de BI nas PME dependerá do apoio na gestão, compatibilidade com sistemas existentes (a sincronização com ERP's), o baixo custo, boa qualidade dos dados que as empresas tem armazenados e competências internas(equipas mais quacificadas).	Puklavek et al., 2014
An exploratory study of business intelligence in knowledge-based growth small, medium and microenterprises in South Africa	Qualitativa	O estudo mostra que o Business Intelligence pode melhorar a tomada de decisões em PMEs sul-africanas. No entanto, estas empresas precisam de apoio, orientação e ferramentas acessíveis, ou seja podem estar limitadas por alguns fatores. A autora reforça a importância da consciencialização e do aconselhamento de confiança para impulsionar o uso das tecnologias do BI neste setor.	Ponelis & Britz, 2011
Identificação de Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a implementação do Business Intelligence em PME e desenvolvimento de um Modelo de Maturidade de BI para PME.	Mista	O estudo destaca a importância do BI nas PMEs, evidenciando fatores críticos relativamente à sua implementação com sucesso ou menor falhas possível. Em relação ao modelo de maturidade criado permitiu avaliar o progresso e identificar melhorias. Apesar das limitações, o trabalho contribui para compreender o impacto do BI, que ferramentas utilizar para medir desempenho e a capacidade. Este artigo permite também orientar futuras implementações	Coelho, 2020

Vantagens da adoção do BI

Na Tabela 4 apresenta-se uma síntese das vantagens da adoção desta tecnologia, evidenciando os benefícios pelas diversas áreas de atividade.

Tabela 4. Vantagens gerais na adoção do BI

Vantagem	Descrição	Descrição
Melhoria na tomada de decisões	Suporte significativo nas decisões táticas e estratégicas.	Administrativa
Redução de custos	Redução de custos operacionais.	Financeira
Acesso à informação	Transformação de dados em insights estratégicos	Informação
Soluções Open-Source	Menor custo com soluções de código aberto e a	Tecnologia

	interoperabilidade entre sistemas	
Flexibilidade em nuvem (cloud)	Acesso remoto e custos acessíveis	Tecnologia

Desafios do BI para PME

Na Tabela 5 sintetizam-se os desafios mais comuns enfrentados pelas empresas durante o processo de implementação, refletindo limitações que dificultam o aproveitamento pleno das soluções de BI.

Tabela 5. Desafios gerais do BI para PME

Desafio	Descrição
Custo elevado	O custo de implementação de soluções de BI é uma das barreiras (mais citadas), dificultando a adoção, especialmente em PMEs com recursos limitados.
Baixa maturidade organizacional	Muitas PMEs ainda carecem de uma cultura organizacional orientada a dados, o que pode prejudicar a adoção eficaz de BI. Refletindo-se no seu desempenho.
Falta de competências internas	A falta de conhecimento sobre BI por parte da gestão e dos funcionários é uma limitação importante, dificultando o uso pleno do BI.
Falta de dados de qualidade	Algumas PMEs enfrentam dificuldades em obter dados confiáveis e bem estruturados, o que compromete a eficácia do BI nos insight's do seu output.
Sistemas existentes não integrados	A integração do BI com os sistemas de gestão existentes, como o ERP, pode ser um desafio, especialmente se os sistemas forem desatualizados ou incompatíveis.

Fatores críticos de sucesso na implementação do BI

Na Tabela 6 apresentam-se os fatores críticos de sucesso, ou seja, os elementos essenciais que devem estar reunidos para que a adoção de BI seja eficaz, sustentável e alinhada com os objetivos da organização.

Tabela 6. Fatores gerais para o sucesso na implementação do BI

Fator de sucesso	Descrição
Apoio da gestão de topo	O suporte e envolvimento da camada administrativa são fundamentais para garantir a implementação eficaz do BI nas PMEs, já que os recursos e a atenção necessária para o sucesso do BI precisam vir de cima.
Equipas qualificadas e com aptidões	Ter uma equipa qualificada e com habilidades em BI é essencial para implementar e utilizar as ferramentas de BI de forma eficaz.
Adequação às necessidades do negócio	As soluções de BI devem ser ajustadas às necessidades e expectativas do negócio, garantindo que atendam aos objetivos específicos da PME.
Sistemas de BI userfriendly e escaláveis	A escolha de ferramentas de BI que sejam fáceis de usar e que possam crescer com o negócio é fundamental para garantir a eficácia a longo prazo.
Foco em Soluções Open-Source e	As soluções baseadas em SaaS e open-source são vistas como mais acessíveis e viáveis para as PMEs, proporcionando uma forma de

SaaS(Software as a Service)	reduzir os custos enquanto mantêm a flexibilidade e escalabilidade necessárias.
-----------------------------	---

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O presente estudo prova a relevância da aplicação do *Business Intelligence* nas Pequenas e Médias Empresas constitui uma oportunidade concreta para transformar dados contabilísticos, frequentemente subvalorizados, em conhecimento estratégico. Através da revisão sistemática da literatura e da análise de protótipos, ficou evidenciado que o uso de ferramentas de BI pode apoiar de forma significativa a tomada de decisão e a identificação de oportunidades de negócio. Apesar dos benefícios demonstrados, a adoção de soluções do *Business Intelligence* pelas PME's continua a enfrentar desafios significativos, como a escassez de competências técnicas, restrições orçamentais e uma maturidade digital ainda incipiente. No entanto, a crescente disponibilidade de soluções *open-source* e baseadas na *cloud* representa uma alternativa mais acessível e ajustada às necessidades deste tipo de organizações.

A validação positiva dos protótipos por plataformas científicas revela um potencial real de evolução e aplicabilidade. Ainda assim, persiste a ausência de uma definição clara de sucesso nestas implementações, e a investigação sobre os benefícios concretos, como o retorno do investimento ou o custo total de propriedade. Estes fatores evidenciam a necessidade de aprofundar o estudo sobre os processos de adoção, os obstáculos enfrentados e a aplicação prática do BI em múltiplos setores, destacando a importância de estabelecer padrões, melhorar a vertente de usabilidade das ferramentas e incorporar aprendizagens baseadas em casos reais.

Para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento de estudos empíricos em contexto real, a construção de ferramentas mais intuitivas e adaptadas às especificidades das PME, bem como o desenvolvimento de modelos de maturidade que orientem a implementação gradual de BI nestas empresas. Este esforço conjunto pode contribuir de forma decisiva para a modernização e sustentabilidade do tecido empresarial português.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostino, A., Søylen, K. S., & Gerritsen, B. (2013). Cloud solution in Business Intelligence for SMEs—vendor and customer perspectives. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 3(3).
- Ahmad, A. Y. B., & Ahmad, B. (2024). Firm determinants that influences implementation of accounting technologies in business organizations. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 21, 1-11.
- Benjaminsen, H. (2011). Business Intelligence for SMB (Master's thesis, Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap).
- Coelho, F. C. A. P. (2020). Business Intelligence nas Pequenas e Médias Empresas Fatores Críticos de Sucesso e um Modelo de Maturidade (Master's thesis, Universidade Catolica Portuguesa (Portugal)).
- Danilo, M., Liliana, T., Mayra, A., & Gustavo, R. (2020). Un enfoque de machine learning en el desarrollo de sistema recomendadores para procesos de investigación. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E28), 816-827.
- Horakova, M., & Skalska, H. (2013). Business Intelligence and Implementation in a Small Enterprise. *Journal of Systems Integration* (1804-2724), 4(2).
- Llave, M. R. (2017). Business intelligence and analytics in small and medium-sized enterprises: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 121, 194-205.

- Machado, G. V., Cunha, Í., Pereira, A. C., & Oliveira, L. B. (2019). DOD-ETL: distributed on-demand ETL for near real-time business intelligence. *Journal of Internet Services and Applications*, 10(1), 21.
- Mishra, V., & Mishra, M. P. (2023). PRISMA for review of management literature—method, merits, and limitations—an academic review. *Advancing Methodologies of Conducting Literature Review in Management Domain*, 125-136.
- Muryjas, P. (2014). Business intelligence for small and medium sized businesses. *Актуальні проблеми економіки*, (1), 469-476.
- Park, Y., El Sawy, O. A., & Fiss, P. (2017). The role of business intelligence and communication technologies in organizational agility: a configurational approach. *Journal of the association for information systems*, 18(9), 1.
- Ponelis, S. R., & Britz, J. J. (2011, August). An exploratory study of business intelligence in knowledge-based South African SMEs. In *GlobDev 2011 Pre-AMCIS Workshop: ICT in Global Development* (pp. 2-4).
- Puklavec, B., Oliveira, T., & Popovič, A. (2014). Unpacking business intelligence systems adoption determinants: An exploratory study of small and medium enterprises. *Economic and business review*, 16(2), 5.
- Tatić, K., Džafić, Z., Haračić, M., & Haračić, M. (2018). The use of business intelligence (BI) in small and medium-sized enterprises (SMEs) in Bosnia and Herzegovina. *Economic Review: Journal of Economics and Business*, 16(2), 23-37.
- Vai, C. T. C. (2010). *Business Intelligence Para PME: A Informação Contabilística no Suporte à Decisão* (Master's thesis, Universidade NOVA de Lisboa (Portugal)).

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

¹**Daniel Oliveira.** Licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Estudante o curso de Mestrado em Tecnologias e Sistemas Web do ISLA Santarém.

²**Domingos Martinho.** Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Endereço postal dos autores.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Rua Dr. Teixeira Guedes 31, 2000-029 Santarém

Portugal

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE INCÊNDIOS RURAIS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN RURAL FIRE MANAGEMENT: SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

João Pedro Costa¹; Domingos Martinho²

^{1,2} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹jpcosta.florestal@gmail.com; ²domingos.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A crescente frequência e intensidade dos incêndios rurais, intensificadas pelas alterações climáticas e por modelos de gestão territorial desajustados, exigem abordagens inovadoras. A inteligência artificial revela-se uma ferramenta promissora no apoio à decisão em todas as fases da gestão do fogo. Este estudo visa identificar e sistematizar, através de uma revisão sistemática da literatura, a aplicação da IA no apoio à decisão na gestão de incêndios rurais.

Método: A metodologia seguiu o fluxo PRISMA 2020, incidindo sobre as bases de dados MDPI, ScienceDirect e JSTOR. Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2024, em português ou inglês, com acesso gratuito e aplicação empírica. A amostra final integrou 30 estudos, analisados segundo três eixos: algoritmo de inteligência artificial, vetor tecnológico associado e âmbito de aplicação.

Resultados: Os resultados evidenciam a predominância de algoritmos de *machine learning* supervisionado e *deep learning*, frequentemente associados a satélites, drones e sensores. A maioria das aplicações concentra-se na deteção e previsão de incêndios rurais, com menor incidência na formulação de ações estratégicas.

Discussão/Conclusão: Os dados recolhidos oferecem uma visão estruturada e atualizada das aplicações da inteligência artificial na gestão de incêndios rurais. As principais limitações do estudo prendem-se com o número restrito de bases consultadas e a exclusão de literatura de acesso restrito. Estudos futuros devem ampliar as fontes de dados e integrar fatores territoriais, climáticos e institucionais. O estudo contribui para uma compreensão integrada do potencial da inteligência artificial na gestão dos incêndios rurais, apoiando a definição de políticas mais eficazes e sustentáveis.

Palavras-chave: Apoio à Decisão; Incêndios Rurais; Inteligência Artificial; Gestão do Fogo; Machine Learning; Revisão Sistemática da Literatura.

Abstract

Introduction: The increasing frequency and intensity of rural fires, exacerbated by climate change and inadequate land management models, require innovative approaches. Artificial intelligence is becoming a promising tool for decision support in all phases of fire management. This study aims to identify and systematise, through a systematic literature review, the application of artificial intelligence in decision support for rural fire management.

Method: The methodology followed the PRISMA 2020 protocol, focusing on the MDPI, ScienceDirect and JSTOR databases. Articles published between 2020 and 2024, in Portuguese or English, with free access and empirical application were included. The final sample included 30 studies, analysed according to three axes: artificial intelligence algorithm, associated technological vector and scope of application.

Results: The results show the predominance of supervised machine learning and deep learning algorithms, often associated with satellites, drones and sensors. Most applications focus on rural fire detection and prediction, with less emphasis on the formulation of strategic actions.

Discussion/Conclusion: This research offers a structured and up-to-date overview of artificial intelligence applications in rural fire management. The main limitations of the study relate to the limited number of databases consulted and the exclusion of restricted access literature. Future studies should expand the data sources and integrate territorial, climatic and institutional factors. This article contributes to an integrated understanding of the potential of artificial intelligence in rural fire management, supporting the definition of more effective and sustainable policies.

Keywords: *Decision Support; Rural Fires; Artificial Intelligence; Fire Management; Machine Learning; Systematic Literature Review.*

Nas últimas décadas, os incêndios florestais têm assumido proporções catastróficas em várias regiões do mundo, particularmente na bacia mediterrânica, onde Portugal se destaca negativamente em número de ocorrências e área ardida *per capita* (San-Miguel-Ayanz et al., 2023). Mais do que fenómenos naturais inevitáveis, os incêndios devem ser compreendidos como manifestações de um problema estrutural: a má gestão do território e das paisagens.

Diversos investigadores têm vindo a demonstrar que a aposta persistente na supressão do fogo, assente em meios de combate cada vez mais sofisticados e dispendiosos, não tem sido acompanhada por uma reforma séria da política de ordenamento e uso do solo, comprometendo a eficácia a longo prazo das estratégias de gestão do risco (Bot & Borges, 2022; Moreira et al., 2020; Tedim et al., 2019). A fragmentação fundiária, o abandono dos territórios rurais, a perda de mosaicos agroflorestais e a proliferação de monoculturas inflamáveis constituem fatores de risco agravados por uma gestão errática e desarticulada (Pausas & Keeley, 2019).

Ao mesmo tempo, vivemos uma era marcada por avanços disruptivos na ciência e tecnologia. A emergência quotidiana de novas ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA), com resultados surpreendentes em domínios tão diversos como a saúde, a energia ou os transportes, redefine os limites do possível (Bot & Borges (2022). Ferramentas de previsão baseadas em *machine learning* (ML), deteção precoce com recurso a imagens de satélite e drones, algoritmos para simulação de cenários de propagação ou apoio à decisão operacional em tempo real estão já a transformar a abordagem ao risco (Bot & Borges, 2022; George et al., 2024). Nestas circunstâncias, torna-se apenas uma questão de tempo até que a reestruturação das agendas de desenvolvimento em matéria de prevenção e combate aos incêndios rurais se torne imprescindível, não apenas para incorporar as potencialidades da IA, mas para o fazer de forma integrada e estratégica (Jain et al., 2020; Thekdi et al., 2022).

Contudo, tal inovação tecnológica só será eficaz se alicerçada numa mudança profunda de paradigma. Como defendem Tedim et al. (2019), a crise dos incêndios rurais não é apenas técnica: é uma crise de governança do território. A introdução de soluções baseadas em IA pode facilmente reproduzir as falhas dos sistemas convencionais se continuar a ignorar as causas estruturais: paisagens desordenadas, políticas públicas desconectadas e uma visão fragmentada da gestão do fogo (Moreira et al., 2020; Tedim et al., 2019).

Neste contexto, torna-se essencial não apenas reconhecer o potencial da IA no combate aos incêndios rurais, mas compreender de forma sistemática como essas tecnologias estão a ser efetivamente aplicadas e com que resultados. Assim, este trabalho tem como objetivo principal identificar, através de uma revisão sistemática da literatura científica, as tecnologias de IA que estão a ser utilizadas no apoio à decisão no âmbito da proteção florestal, mais concretamente na deteção e gestão do combate aos incêndios rurais.

O artigo está estruturado da seguinte forma: em primeiro lugar apresenta-se a revisão de literatura, onde são contextualizados os conceitos base, em seguida, na metodologia da investigação, onde é detalhado o processo aplicado à revisão sistemática da literatura, seguidos dos resultados. Por último são apresentadas as conclusões mais relevantes.

REVISÃO DA LITERATURA

Incêndios Rurais

O termo incêndio pode ser genericamente definido como um processo de combustão não controlada (Porto Editora, n.d.). Quando ocorre em espaços predominantemente não edificados, como florestas, matos ou áreas agrícolas, é designado como incêndio rural, de acordo com o Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro. No entanto, a terminologia tem evoluído: até 2018, a legislação portuguesa referia-se predominantemente a “incêndios florestais”, conceito ainda presente no Código Penal, que tipifica o crime no artigo 274.º sob essa designação (Código Penal, 2006).

A nível internacional, a nomenclatura varia conforme a geografia e o contexto. Na América do Norte, o termo *wildfire* é o mais comum; na Europa predomina *forest fire*, enquanto na Austrália se utiliza *bushfire* (Tedim & Leone, 2020). Além disso, existem classificações mais específicas que distinguem os incêndios rurais em função da vegetação afetada (ex.: *vegetation fire*, *wildland fire*, *grass fire*) ou do contexto em que ocorrem, como os *wildland-urban interface fires* ou *peat fires* (Tedim & Leone, 2020).

Apoio à Decisão

Segundo Mir & Quadri (2009) para resolver um problema é necessário criar alternativas de decisão que sejam suportadas por estimativas, avaliações ou comparações, encontrar depois a melhor alternativa é por vezes um processo complexo, difícil de ser processado pelo decisor quando as variáveis do problema ultrapassam a capacidade cognitiva humana.

É nesta perspetiva que os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), podem auxiliar a optar pela alternativa mais eficiente, mais rápida, mais eficaz ou simplesmente pela que menos constrangimentos proporciona.

Segundo Vásquez (2021, citando Suzuki et al., 2017) os SAD definem a área temática dos sistemas de informação que versa sobre o apoio e a melhoria da tomada de decisão em gestão. Concretamente, todo o processo ou procedimento que origine um output capaz de melhorar a decisão do gestor qualquer que seja o nível deste (diretor, comandante ou chefe de equipa).

Os SAD podem ter um papel importante na tomada de decisão em proteção contra incêndios rurais, com aplicabilidade desde logo na prevenção (Chuvienco et al., 2023), mas também nas tarefas de planeamento, na gestão de recursos durante as operações de supressão ou mesmo na escolha das estratégias de combate (Bonazountas et al., 2007) .

Inteligência Artificial

O conceito de Inteligência Artificial (IA) não é, de todo, algo associado à tecnologia de ponta dos nossos dias, ele emerge algures em meados do século passado, então estritamente ligada ao meio científico, e assim permaneceu até à viragem do século quando entra na esfera social e se torna figura comum do quotidiano (Sheikh et al., 2023).

Desde a conferência de Dartmouth em 1956, onde é consagrado o termo genérico IA para definir toda esta área tecnológica (Sheikh et al., 2023), que o conceito ganhou ramificações, alargando o seu âmbito de aplicabilidade e área de desenvolvimento.

G. Harkut & Kasat (2019) definem a IA como qualquer tarefa executada por programa ou máquina, cuja execução realizada por humano requeira aplicação de inteligência constituindo-se como a simulação dos processos de inteligência humana executados por máquinas, principalmente sistemas computacionais; o que se afigura como razoável, seguindo a literalidade dos dois termos combinados, no entanto algum puristas defendem que a definição é inapropriada, já que algumas aplicações correntes associada à IA são de facto relativamente simples e não requerendo, portanto, inteligência no sentido estrito do termo (Sheikh et al., 2023).

De facto, a evolução do conceito acompanhou a evolução da capacidade tecnológica, e, se no início podíamos falar apenas de mecanização de ações (ou cálculos) hoje os mecanismos de IA já se aproximam muito do que Strusani & Hounghonon (2019) definiram como a capacidade para simular a capacidade cognitiva humana como o raciocínio, a percepção, o processamento espacial, a visão e a linguagem. Já, citando Davenport et al. (2020), incluem também a capacidade de planeamento e criatividade como premissas da IA.

ZainEldin et al. (2024) abordam a IA como um conjunto de várias disciplinas onde se inclui o ML (técnicas de análise de dados para gerar aprendizagem ou melhorar resultados) o sistema se baseia uso de dados para aprender ou melhorar resultados uso de dados para gerar aprendizagem (Agrawal et al., 2020) e o DL (ramo do ML inspirado no funcionamento do cérebro humano, criando redes neuronais artificiais que permitem uma análise hierarquizada dos dados com aplicabilidade na área do reconhecimento de imagens e linguagem (ZainEldin et al., 2024)).

Em suma, mesmo havendo algumas discrepâncias entre os autores, é relativamente consensual que a IA é um conceito construído em torno da capacidade das máquinas realizarem tarefas que exigiriam, parcial ou totalmente, o uso de inteligência humana — como pensar, aprender, interpretar ou tomar decisões (Russell & Norvig, 2021; Poole et al., 1998; Shneiderman, 2020).

METODOLOGIA

Foi adotado um desenho metodológico qualitativo, com base na Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Este método visa reunir, avaliar criticamente e sintetizar evidências empíricas publicadas sobre um tópico específico de forma sistematizada e replicável (Pati & Lorusso, 2018; Bettany-Saltikov & McSherry, 2024).

A RSL constitui-se, assim, como uma abordagem estruturada para identificar as tecnologias de IA aplicadas ao apoio à decisão na gestão de incêndios rurais. A estratégia envolveu a definição clara da pergunta de investigação, seleção criteriosa das fontes de dados, aplicação de filtros de inclusão e exclusão, e a análise sistemática dos resultados obtidos.

Fontes de Dados

As bases de dados selecionadas foram: MDPI, ScienceDirect e JSTOR, privilegiando o acesso integral e gratuito às publicações. Estas plataformas foram escolhidas pela sua relevância científica e cobertura de literatura interdisciplinar nas áreas de tecnologia, gestão de riscos e ciências ambientais.

Pesquisa e Seleção

A estratégia de pesquisa considerou quatro conceitos-chave: (i) incêndios rurais; (ii) inteligência artificial; (iii) apoio à decisão; e (iv) combate ou supressão de incêndios. Foram utilizados os seguintes termos e combinações em inglês:

- "wildfire" OR "forest fire" OR "bushfire"
- "artificial intelligence"
- "decision support"

As pesquisas foram feitas em separado e adaptadas a cada plataforma, gerando várias combinações para maximizar a abrangência.

Foram considerados elegíveis artigos publicados entre 2020 e 2024, escritos em inglês ou português, de acesso integral e gratuito e que abordassem tecnologias de IA aplicadas ao apoio à decisão na gestão de incêndios rurais.

Critérios de exclusão incluíram:

- Duplicados (identificados por DOI ou título);
- Artigos sem relação direta com incêndios rurais, IA ou decisão;
- Trabalhos puramente conceituais ou descritivos sem aplicação empírica.

O processo de seleção seguiu o modelo PRISMA 2020 (Page et al., 2021), contemplando as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão final. O fluxo de decisão está documentado no diagrama apresentado na figura 1.

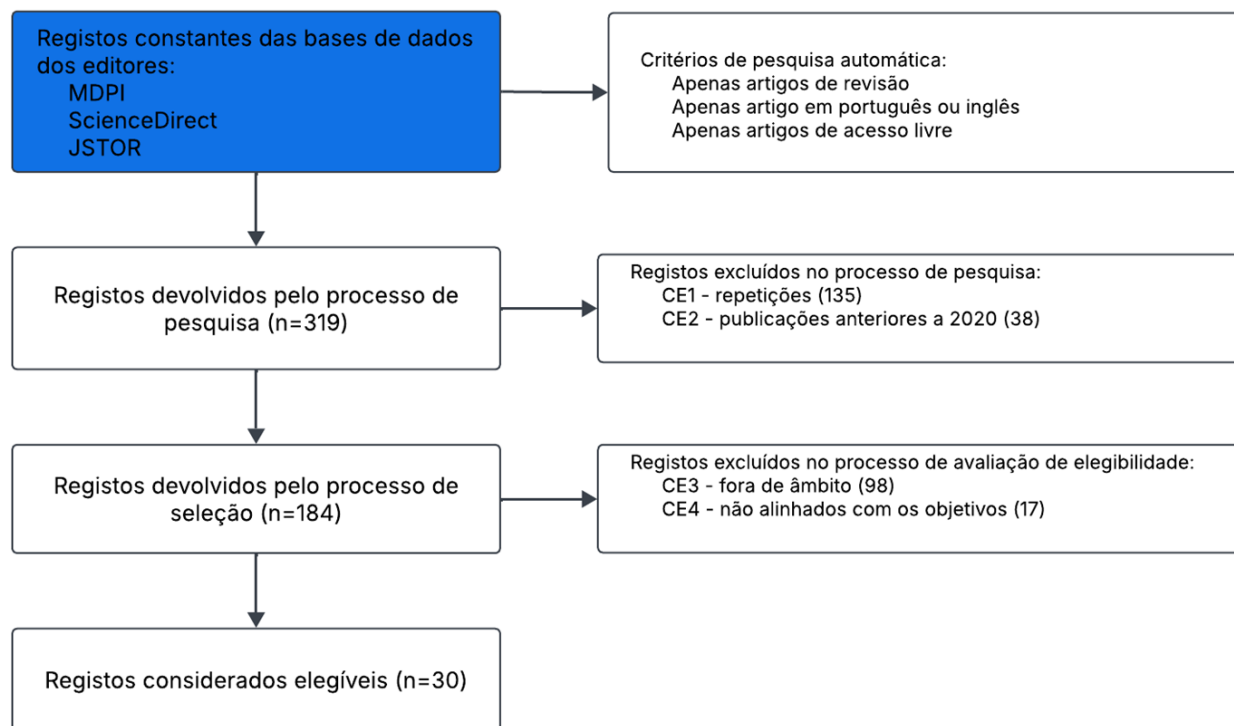


Figura 3. Diagrama do fluxo Prisma - processo de pesquisa e seleção.

Construção e Análise da Base de Dados

Criou-se uma base de dados com os seguintes campos por artigo: fonte, string de pesquisa, título, autor(es), publicação, data, resumo e DOI. Posteriormente, foram aplicados filtros de elegibilidade conforme os critérios definidos.

Protocolo de Análise

Para sistematizar a análise, adotou-se um protocolo baseado em três eixos de classificação:

- O quê: algoritmo(s) de IA utilizado(s);
- Como: vetores de suporte (sensores, satélites, drones, etc.);
- Para quê: âmbito de aplicação (deteção, mapeamento, previsão, ou proposta de ação).

Cada artigo foi codificado com base nestes três eixos e avaliado segundo quatro questões analíticas (QA1 a QA4), permitindo identificar relações funcionais entre algoritmos, vetores e os desafios da gestão de incêndios rurais.

QA1 Deteção – responde às questões: Existe incêndio? Onde se situa?

QA2 Mapeamento Operacional – responde às questões: O que já ardeu? Onde estão os recursos de combate? Onde estão os pontos críticos? Onde estão as oportunidades de extinção?

QA3 Previsão de evolução – responde às questões: O que o incêndio vai fazer? Como se vai propagar?

QA4 Proposta de ação – responde às questões: O que devo fazer para mitigar os efeitos? Como posso extinguir o incêndio?

Artigos Seleccionados

No final do processo da aplicação da metodologia, iniciada com 319 artigos, obtiveram-se 30 artigos que foram utilizados neste estudo (Tabela 1).

Tabela 7. Lista de artigos obtida após aplicação do fluxo Prisma

ID	Artigo	Publicação	Cit.	Q	H-index	Referência
13 6	Deep artificial intelligence applications for natural disaster management systems: A methodological review	Ecological Indicators	13	1	183	Akhyar et al., 2024
17 7	Artificial Intelligence: A new era for spatial modelling and interpreting climate-induced hazard assessment	Geoscience Frontiers	7	1	86	Dikshit et al., 2024
18 7	Artificial intelligence in environmental monitoring: Advancements, challenges, and future directions	International Journal of Hygiene and Environmental Health	5	1	117	Olawade et al., 2024
18 1	A systematic review of prediction methods for emergency management	International Journal of Disaster Risk Reduction	102	1	86	Huang et al., 2021
17 5	Artificial neural network approaches for disaster management: A literature review	International Journal of Disaster Risk Reduction	60	1	86	Guha et al., 2022
20 5	Research status and evolution trends of emergency information resource management: Based on bibliometric analysis from 2003 to 2022	International Journal of Disaster Risk Reduction	6	1	86	Q. Cheng & Zhang, 2023
16 8	Towards optimal decision making in mass casualty incidents management through ICT: A systematic review	International Journal of Disaster Risk Reduction	1	1	86	Režek & Žvanut, 2024
13 3	Leveraging the power of internet of things and artificial intelligence in forest fire prevention, detection, and restoration: A comprehensive survey	Internet of Things	21	1	52	Giannakidou et al., 2024b
18 5	Artificial Intelligence for Trusted Autonomous Satellite Operations	Progress in Aerospace Sciences	29	1	137	Thangavel et al., 2024

239	Locating and deploying essential goods and equipment in disasters using AI-enabled approaches: A systematic literature review	Progress in Disaster Science	10	1	137	Farazmehr & Wu, 2023
178	Integrated wildfire danger models and factors: A review	Science of The Total Environment	24	1	353	Zacharakis & Tsihrintzis, 2023
138	A systematic review of big data and digital technologies security leadership outcomes effectiveness during natural disasters	Sustainable Futures	10	2	16	Adegoke, 2023
288	Forest fire management, funding dynamics, and research in the burning frontier: A comprehensive review	Trees, Forests and People	13	1	17	Bargali et al., 2024
163	Fifty years of wildland fire science in Canada1	Canadian Journal of Forest Research	87	1	135	Coogan et al., 2020
50	A Review of Digital Twin Applications in Civil and Infrastructure Emergency Management	Buildings	24	2	55	Cheng et al., 2023
30	Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicle Forest Remote Sensing—A Systematic Review. Part I: A General Framework	Forests	101	1	71	Dainelli et al., 2021a
31	Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles Forest Remote Sensing—A Systematic Review. Part II: Research Applications	Forests	109	1	71	Dainelli et al., 2021b
3	Decision Support System Development of Wildland Fire: A Systematic Mapping	Forests	20	1	71	Vásquez et al., 2021
54	Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going?	Fire	11	1	28	Sun et al., 2023
37	A Systematic Review of Applications of Machine Learning Techniques for Wildfire Management Decision Support	Inventions	81	2	29	Bot & Borges, 2022
53	From Sensors to Safety: Internet of Emergency Services (IoES) for Emergency Response and Disaster Management	Journal of Sensor and Actuator Networks	119	2	39	Damaševičius et al., 2023
42	Machine Learning in Disaster Management: Recent Developments in Methods and Applications	Machine Learning and Knowledge Extraction	172	2	27	Linardos et al., 2022
36	A Review of Genetic Algorithm Approaches for Wildfire Spread Prediction Calibration	Mathematics	40	2	68	Pereira et al., 2022
8	Holistic Review of UAV-Centric Situational Awareness: Applications, Limitations, and Algorithmic Challenges	Robotics	7	2	40	MahmoudZadeh et al., 2024

39	A Survey on Deep Learning-Based Change Detection from High-Resolution Remote Sensing Images	Remote Sensing	177	1	193	Jiang et al., 2022
48	Deep Learning Approaches for Wildland Fires Remote Sensing: Classification, Detection, and Segmentation	Remote Sensing	44	1	193	Ghali & Akhloufi, 2023
26	A Review on Early Forest Fire Detection Systems Using Optical Remote Sensing	Sensors	441	2	245	Barmpoutis et al., 2020
44	Use of Mobile Crowdsensing in Disaster Management: A Systematic Review, Challenges, and Open Issues	Sensors	32	2	245	Cicek & Kantarci, 2023
126	Contribution of Social Media Analytics to Disaster Response Effectiveness: A Systematic Review of the Literature	Sustainability	10	2	169	Acikara et al., 2023
307	A review of machine learning applications in wildfire science and management	Environmental Reviews	615	1	87	Jain et al., 2020

RESULTADOS

Os 30 artigos considerados elegíveis estão distribuídos por 23 revistas científicas com elevado fator de impacto (Q1 e Q2 do Scimago Journal & Country Rank). O artigo mais citado possui 615 citações, demonstrando a relevância do tema.

Algoritmos e Vetores de IA Identificados

Foram identificados 28 algoritmos de IA, classificados em categorias como *Supervised Learning*, *Deep Learning*, *Probabilistic Models*, *Evolutionary Computation*, *Computer Vision* e *Expert Systems*. Os algoritmos mais representados incluem as *Convolutional Neural Networks (CNN)*, *Long Short-Term Memory (LSTM)*, *Genetic Algorithms (GA)*, *Random Forest (RF)* e *Support Vector Machines (SVM)* (Tabela 2).

Tabela 2. Algoritmos de IA identificados

Categoria	Subcategoria	Algoritmo	Acrónimo
Machine Learning	Supervised Learning	Supervised Learning (Generic)	SLG
Machine Learning	Supervised Learning	Linear Regression	LR
Machine Learning	Supervised Learning	Logistic Regression	LogR
Machine Learning	Supervised Learning	Support Vector Machines	SVM
Machine Learning	Supervised Learning	Decision Trees	DT
Machine Learning	Supervised Learning	Random Forest	RF
Machine Learning	Supervised Learning	K-Nearest Neighbors	KNN
Machine Learning	Supervised Learning	Boosted Regression Trees	BRT
Machine Learning	Reinforcement Learning	Q-Learning	QL
Machine Learning	Reinforcement Learning	Multi-Agent Reinforcement Learning	MARL
Machine Learning	Deep Learning	Deep Neural Networks	DNN
Machine Learning	Deep Learning	Artificial Neural Networks	ANN
Machine Learning	Deep Learning	Multilayer Perceptron	MLP

Machine Learning	Deep Learning	Convolutional Neural Networks	CNN
Machine Learning	Deep Learning	Recurrent Neural Networks	RNN
Machine Learning	Deep Learning	Long Short-Term Memory	LSTM
Machine Learning	Deep Learning	Autoencoders	AE
Machine Learning	Deep Learning	Generative Adversarial Networks	GAN
Machine Learning	Deep Learning	Transformers	TF
Machine Learning	Deep Learning	Vision Transformers	ViT
Machine Learning	Probabilistic Graphical Models	Bayesian Networks	BN
Machine Learning	Probabilistic Graphical Models	Markov Networks	MN
Evolutionary Computation	-	Genetic Algorithms	GA
Natural Language Processing	-	Natural Language Processing	NLP
Natural Language Processing	-	Sentiment Analysis	SA
Computer Vision	-	Object Detection	OD
Expert Systems	Fuzzy Logic	Fuzzy Inference System	FIS
Expert Systems	Fuzzy Logic	Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System	ANFIS

Adicionalmente, foram identificados 8 vetores de suporte tecnológicos recorrentes, tais como drones (UAVs), satélites, sensores (IoT e ópticos), simuladores e redes sociais, que permitem operacionalizar os algoritmos de IA.

Binómios algoritmo/vetores

Identificaram-se 80 relações independentes entre algoritmos de IA e vetores de suporte (independentemente do âmbito de aplicabilidade), onde se destacam a combinação de algoritmos genéticos com simuladores e plataformas de gestão (17 referências), o uso de redes neuronais convulsionais com satélites (15 referencias) ou com drones (13 referências) e ainda o uso de sensores genéricos com redes neuronais artificiais (13 referencias). Apenas estas quatro combinações (5% do total) representam mais de um quarto das relações encontradas

Relações Algoritmo–Vetores–Âmbito

A aplicação do protocolo resultou em 221 relações funcionais entre algoritmos, vetores e âmbitos de aplicabilidade. Destacam-se os seguintes resultados:

- Âmbito com maior número de relações: Detecção (47%); seguido de Previsão (31%), Proposta de Ação (17%) e Mapeamento Operacional (14%).
- As combinações mais frequentes foram: *Genetic Algorithms + Simuladores*, *CNN + Satélites*, *CNN + Drones*, e *Artificial Neural Networks + Sensores IoT*.
- As categorias *Deep Learning* e *Supervised Learning* representam juntas 78% das aplicações identificadas.

Artigos-Chave

Destacam-se quatro artigos que representam 57% das relações identificadas, com destaque para:

- Artigo #307: cobre todos os 4 âmbitos definidos;
- Artigo #8: destaca-se pela cobertura dos 4 âmbitos definidos;
- Artigo #39: principal contribuinte para a deteção;
- Artigo #239: principal contributo no mapeamento operacional;
- Artigo #185: principal no âmbito da proposta de ação.

O âmbito com maior número de relações é a Deteção com 47% do total de registos, seguido da Previsão de evolução com 31%, Proposta de ação com 17% e por último o Mapeamento com 14%. O Mapeamento é o âmbito mais sub-representado tanto a nível de registos como de artigos – apenas 3 apresentam relações dentro deste âmbito.

Síntese dos Algoritmos por Âmbito

A distribuição dos algoritmos por âmbito mostra que *CNN*, *LSTM*, *GA*, *RF* e *SVM* são os algoritmos com maior aplicabilidade transversal, ou seja aqueles em que foi possível estabelecer mais relações independentes entre um algoritmo, um vetor e um âmbito aplicando as quatro questões do protocolo de análise. Na Tabela 3 apresenta-se o resumo da correspondência entre algoritmos e as questões relacionadas com os âmbitos de atuação.

Tabela 3. Algoritmos e âmbitos de atuação

Algoritmo	QA1	QA2	QA3	QA4	Total Geral
Object Detection	4				4
Genetic Algorithms		1		18	19
Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System			1		1
Fuzzy Inference System	7		1		8
Artificial Neural Networks	7		12	1	20
Autoencoders	2		1		3
Convolutional Neural Networks	29	1	3	1	34
Deep Neural Networks		1	5	1	7
Generative Adversarial Networks	5				5
Long Short-Term Memory			19		19
Multilayer Perceptron	2				2
Recurrent Neural Networks			4		4
Transformers	2			1	3
Vision Transformers			2		2
Bayesian Networks			4		4
Markov Networks	1				1
Multi-Agent Reinforcement Learning				2	2
Q-Learning				2	2
Boosted Regression Trees			4		4

Decision Trees	2	1	3	7	13
K-Nearest Neighbors	4	2			6
Linear Regression		1	4		5
Logistic Regression	1				1
Random Forest	17	1	5	1	24
Supervised Learning (Generic)	1				1
Support Vector Machines	16	2	1		19
Natural Language Processing	2			4	6
Sentiment Analysis	2				2
	104	10	69	38	221

DISCUSSÃO/CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam o papel crescente da inteligência artificial (IA) na modernização dos sistemas de apoio à decisão no contexto dos incêndios rurais. A predominância de algoritmos de aprendizagem supervisionada e *deep learning*, nomeadamente as *Convolutional Neural Networks* (CNN), as *Long Short-Term Memory* (LSTM) e as *Random Forest* (RF), aliados a vetores tecnológicos como satélites, sensores IoT e drones, confirma uma tendência para a automatização da deteção e previsão de incêndios rurais (Jain et al., Ribeiro et al., 2023).

Apesar da diversidade de abordagens identificadas, verifica-se uma concentração temática na fase de deteção, em detrimento de áreas críticas como a formulação de ações e integração sistémica em modelos de ordenamento e gestão (Tedim et al., 2019; Moreira et al., 2020). Esta assimetria revela uma lacuna importante, à qual acresce a escassez de estudos empíricos aplicados ao contexto mediterrânico e, em particular, ao território português, onde a especificidade da paisagem, o padrão fundiário e a pressão climática exigem abordagens territorialmente sensíveis (Moreira et al., 2020).

Importa ainda reconhecer as limitações metodológicas associadas à presente Revisão Sistemática da Literatura. A seleção de fontes foi limitada a três bases de dados (MDPI, ScienceDirect e JSTOR), o que pode ter restringido a abrangência da recolha. Adicionalmente, os critérios de inclusão, ao privilegiarem o acesso integral e gratuito, podem ter excluído literatura relevante em revistas de acesso restrito. A própria natureza da RSL, focada em estudos publicados, deixa de fora soluções tecnológicas emergentes em fase de desenvolvimento ou aplicações operacionais em contextos institucionais não documentados academicamente.

Para investigações futuras, recomenda-se: (i) a ampliação das fontes de dados a outras bases como IEEE Xplore ou Scopus; (ii) a inclusão de fatores contextuais como clima, uso do solo, governança e participação comunitária; e (iii) o desenvolvimento de estudos de caso aplicados que articulem os contributos da IA com os desafios de planeamento e decisão no território. Tal articulação entre tecnologia e gestão poderá representar não apenas um avanço técnico, mas um verdadeiro salto paradigmático no combate estrutural aos incêndios rurais (Tedim et al., 2019; Moreira et al., 2020).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acikara, T., Xia, B., Yigitcanlar, T., & Hon, C. (2023). Contribution of Social Media Analytics to Disaster Response Effectiveness: A Systematic Review of the Literature. *Sustainability*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/su15118860>

- Adegoke, D. (2023). A systematic review of big data and digital technologies security leadership outcomes effectiveness during natural disasters. *Sustainable Futures*, 5, 100113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100113>
- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2020). How to win with machine learning. *Harvard Business*. http://eli.johogo.com/Class/WMU/How_to_win_with_machine_learning.pdf
- Akhyar, A., Asyraf Zulkifley, M., Lee, J., Song, T., Han, J., Cho, C., Hyun, S., Son, Y., & Hong, B.-W. (2024). Deep artificial intelligence applications for natural disaster management systems: A methodological review. *Ecological Indicators*, 163, 112067. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112067>
- Bargali, H., Pandey, A., Bhatt, D., Sundriyal, R. C., & Uniyal, V. P. (2024). Forest fire management, funding dynamics, and research in the burning frontier: A comprehensive review. *Trees, Forests and People*, 16, 100526. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100526>
- Barmpoutis, P., Papaioannou, P., Dimitropoulos, K., & Grammalidis, N. (2020). A review on early forest fire detection systems using optical remote sensing. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/s20226442>
- Bettany-Saltikov, J., & McSherry, R. (2024). *How to do a Systematic Literature Review in Nursing: A Step-by-Step Guide*, 3/e - Josette Bettany-Saltikov, Robert McSherry - Google Books. https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=fKEeEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=what+is+a+systematic+literature+review&ots=mv335ahnvG&sig=cJn9J_bbVa9fUqXOvR20_Q3Bwec&redir_esc=y#v=onepage&q=what%20is%20a%20systematic%20literature%20review&f=false
- Bonazountas, M., Kallidromitou, D., Kassomenos, P., & Passas, N. (2007). A decision support system for managing forest fire casualties. *Journal of Environmental Management*, 84(4), 412–418. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.06.016>
- Bot, K., & Borges, J. G. (2022). A Systematic Review of Applications of Machine Learning Techniques for Wildfire Management Decision Support. *Inventions*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.3390/inventions7010015>
- Cheng, Q., & Zhang, S. (2023). Research status and evolution trends of emergency information resource management: Based on bibliometric analysis from 2003 to 2022. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 97, 104053. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.104053>
- Cheng, R., Hou, L., & Xu, S. (2023). A Review of Digital Twin Applications in Civil and Infrastructure Emergency Management. *Buildings*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/buildings13051143>
- Chuvieco, E., Yebra, M., Martino, S., Thonicke, K., Gómez-Giménez, M., San-Miguel, J., Oom, D., Velea, R., Mouillot, F., Molina, J. R., Miranda, A. I., Lopes, D., Salis, M., Bugaric, M., Sofiev, M., Kadantsev, E., Gitas, I. Z., Stavrakoudis, D., Eftychidis, G., ... Viegas, D. (2023). Towards an Integrated Approach to Wildfire Risk Assessment: When, Where, What and How May the Landscapes Burn. *Fire*, 6(5), 215. <https://doi.org/10.3390/fire6050215>
- Cicek, D., & Kantarci, B. (2023). Use of Mobile Crowdsensing in Disaster Management: A Systematic Review, Challenges, and Open Issues. *Sensors*, 23(3). <https://doi.org/10.3390/s23031699>
- Código Penal (2006). <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/1995-34437675>
- Coogan, S. C. P., Daniels, L. D., Boychuk, D., Burton, P. J., Flannigan, M. D., Gauthier, S., Kafka, V., Park, J. S., & Wotton, B. M. (2020). Fifty years of wildland fire science in

- Canada1. *Canadian Journal of Forest Research*, 51(2), 283–302. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0314>
- Dainelli, R., Toscano, P., Di Gennaro, S. F., & Matese, A. (2021a). Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicle Forest Remote Sensing—A Systematic Review. Part I: A General Framework. *Forests*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/f12030327>
- Dainelli, R., Toscano, P., Di Gennaro, S. F., & Matese, A. (2021b). Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles Forest Remote Sensing—A Systematic Review. Part II: Research Applications. *Forests*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/f12040397>
- Damaševičius, R., Bacanin, N., Actuator, S. M.-J. of S. and, & 2023, U. (2023). From sensors to safety: Internet of Emergency Services (IoES) for emergency response and disaster management. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/jisan12030041>
- Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24–42. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0>
- Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de Outubro (2021). <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/2021-172745166#>
- Dikshit, A., Pradhan, B., Matin, S. S., Beydoun, G., Santosh, M., Park, H.-J., & Maulud, K. N. A. (2024). Artificial Intelligence: A new era for spatial modelling and interpreting climate-induced hazard assessment. *Geoscience Frontiers*, 15(4), 101815. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gsf.2024.101815>
- Farazmehr, S., & Wu, Y. (2023). Locating and deploying essential goods and equipment in disasters using AI-enabled approaches: A systematic literature review. *Progress in Disaster Science*, 19, 100292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2023.100292>
- G. Harkut, D., & Kasat, K. (2019). Introductory Chapter: Artificial Intelligence - Challenges and Applications. In *Artificial Intelligence - Scope and Limitations*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84624>
- George, M. B., & Ayiku, E. O. (2024). AI-driven fire risk indices integrating climate, fuel, and terrain for wildfire prediction and management. *Int J Eng Technol Res Manag*, 8(02), 67.
- Ghali, R., & Akhloufi, M. A. (2023). Deep Learning Approaches for Wildland Fires Remote Sensing: Classification, Detection, and Segmentation. *Remote Sensing*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/rs15071821>
- Giannakidou, S., Radoglou-Grammatikis, P., Lagkas, T., Argyriou, V., Goudos, S., Markakis, E. K., & Sarigiannidis, P. (2024a). Leveraging the power of internet of things and artificial intelligence in forest fire prevention, detection, and restoration: A comprehensive survey. *Internet of Things*, 26, 101171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101171>
- Giannakidou, S., Radoglou-Grammatikis, P., Lagkas, T., Argyriou, V., Goudos, S., Markakis, E. K., & Sarigiannidis, P. (2024b). Leveraging the power of internet of things and artificial intelligence in forest fire prevention, detection, and restoration: A comprehensive survey. *Internet of Things*, 26, 101171. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101171>
- Guha, S., Jana, R. K., & Sanyal, M. K. (2022). Artificial neural network approaches for disaster management: A literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 81, 103276. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103276>
- Huang, D., Wang, S., & Liu, Z. (2021). A systematic review of prediction methods for emergency management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102412>

- Jain, P., Coogan, S. C. P., Subramanian, S. G., Crowley, M., Taylor, S., & Flannigan, M. D. (2020). A review of machine learning applications in wildfire science and management. *Environmental Reviews*, 28(4), 478–505. <https://www.jstor.org/stable/26998636>
- Jiang, H., Peng, M., Zhong, Y., Xie, H., Hao, Z., Lin, J., Ma, X., & Hu, X. (2022). A Survey on Deep Learning-Based Change Detection from High-Resolution Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/rs14071552>
- Linardos, V., Drakaki, M., Tzionas, P., & Karnavas, Y. L. (2022). Machine Learning in Disaster Management: Recent Developments in Methods and Applications. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 4(2), 446–473. <https://doi.org/10.3390/make4020020>
- MahmoudZadeh, S., Yazdani, A., Kalantari, Y., Ciftler, B., Aidarus, F., & Al Kadri, M. O. (2024). Holistic Review of UAV-Centric Situational Awareness: Applications, Limitations, and
- Mir, S. A., & Quadri, S. M. K. (2009). Decision Support Systems: Concepts, Progress and Issues – A Review. In *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms* (pp. 373–399). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2716-0_13
- Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M. A., Moreno, J. M., Pereira, J. M. C., Catry, F. X., Armesto, J., Bond, W., González, M. E., Curt, T., Koutsias, N., McCaw, L., Price, O., Pausas, J. G., Rigolot, E., Stephens, S., Tavsanoğlu, C., Vallejo, V. R., Van Wilgen, B. W., Xanthopoulos, G., & Fernandes, P. M. (2020). *Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed*. *Environmental Research Letters*, 15(1), 011001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab541e>
- Olawade, D. B., Wada, O. Z., Ige, A. O., Egbewole, B. I., Olojo, A., & Oladapo, B. I. (2024). Artificial intelligence in environmental monitoring: Advancements, challenges, and future directions. *Hygiene and Environmental Health Advances*, 12, 100114. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heha.2024.100114>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pati, D., & Lorusso, L. N. (2018). How to Write a Systematic Review of the Literature. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 11(1), 15–30. <https://doi.org/10.1177/1937586717747384>
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem service. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(5), 289–295. <https://doi.org/10.1002/fee.2044>
- Pereira, J., Mendes, J., Júnior, J. S. S., Viegas, C., & Paulo, J. R. (2022). A Review of Genetic Algorithm Approaches for Wildfire Spread Prediction Calibration. *Mathematics*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/math10030300>
- Poole, D. I., Goebel, R. G., & Mackworth, A. K. (1998). *Computational intelligence* (Vol. 1). Oxford: Oxford University Press.
- Porto Editora. (n.d.). *Incêndio*. Dicionário Infopédia Da Língua Portuguesa. Retrieved February 16, 2025, from <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/incendio>
- Režek, P., & Žvanut, B. (2024). Towards optimal decision making in mass casualty incidents management through ICT: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 102, 104281. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104281>

- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Libertà, G., Artés Vivancos, T., Branco, A., ... & Nuijten, D. (2023). *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*. Publications Office of the European Union.
- Santín, C., Moustakas, A., & Doerr, S. H. (2023). Searching the flames: Trends in global and regional public interest in wildfires. *Environmental Science & Policy*, 146, 151–161. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.05.008>
- Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). *Mission AI*. 410. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6>
- Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(6), 495–504. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118>
- Strusani, D., & Hounghonon, G. V. (2019). The Role of Artificial Intelligence in Supporting Development in Emerging Markets. *The Role of Artificial Intelligence in Supporting Development in Emerging Markets*. <https://doi.org/10.1596/32365>
- Sun, J., Qi, W., Huang, Y., Xu, C., & Yang, W. (2023). Facing the Wildfire Spread Risk Challenge: Where Are We Now and Where Are We Going? *Fire*, 6(6). <https://doi.org/10.3390/fire6060228>
- Suzuki, K., Tamada, H., Doizaki, R., Hirahara, Y., & Sakamoto, M. (2017). Women's negotiation support system—as affected by personal appearance versus use of language. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 483, 221–230. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41661-8_22
- Tedim, F., & Leone, V. (2020). The Dilemma of Wildfire Definition: What It Reveals and What It Implies. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.553116>
- Tedim, F., Leone, V., & McGee, T. K. (2019). *Extreme wildfire events and disasters: root causes and new management strategies*. Elsevier.
- Thekdi, Shital A., Tatar, Unal, Santos, Joost, & Chatterjee, Samrat (2022). Disaster risk and artificial intelligence: A framework to characterize conceptual synergies and future opportunities. *Risk Analysis*, 43(8). <https://doi.org/10.1111/risa.14038>
- Thangavel, K., Sabatini, R., Gardi, A., Ranasinghe, K., Hilton, S., Servidia, P., & Spiller, D. (2024). Artificial Intelligence for Trusted Autonomous Satellite Operations. *Progress in Aerospace Sciences*, 144, 100960. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2023.100960>
- Vásquez, F., Cravero, A., Castro, M., & Acevedo, P. (2021). Decision Support System Development of Wildland Fire: A Systematic Mapping. *Forests*, 12(7), 943. <https://doi.org/10.3390/f12070943>
- Zacharakis, I., & Tsihrintzis, V. A. (2023). Integrated wildfire danger models and factors: A review. *Science of The Total Environment*, 899, 165704. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165704>
- ZainEldin, H., Gamel, S. A., Talaat, F. M., Aljohani, M., Baghdadi, N. A., Malki, A., Badawy, M., & Elhosseini, M. A. (2024). Silent no more: a comprehensive review of artificial intelligence, deep learning, and machine learning in facilitating deaf and mute communication. *Artificial Intelligence Review*, 57(7), 188. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10816-0>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

¹**João Pedro Costa.** Licenciado em Engenharia dos Recursos Florestais. Exerce funções de planeamento, organização, direção e controlo na área dos sistemas de proteção e utilização do fogo em contexto rural. Estudante do mestrado em Gestão de Empresas do ISLA Santarém – Instituto Politécnico.

²**Domingos Martinho.** Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Endereço postal dos autores.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico
Rua Dr. Teixeira Guedes 31, 2000-029 Santarém
Portugal

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON PROGRAMMING LEARNING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

¹Luís Beirante; ²Domingos Martinho; ³Ricardo Vardasca

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹*luis.beirante@islasantarem.pt*; ²*domingos.martinho@islasantarem.pt*;

³*ricardo.vardasca@islasantarem.pt*

Resumo

Introdução: O ensino da programação enfrenta desafios significativos e a Inteligência Artificial emerge como uma ferramenta promissora para os superar. Contudo, a diversidade de abordagens e resultados na investigação justifica a necessidade de uma análise sistemática. Este estudo visa, através de uma revisão da literatura, sintetizar o impacto da Inteligência Artificial na aprendizagem da programação.

Método: Realizou-se uma revisão sistemática conforme Kitchenham & Charters e PRISMA, com questão de investigação baseada no modelo SPIDER. Em maio de 2025, pesquisaram-se quatro bases de dados (IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis) por artigos (2019-2025, inglês, acesso aberto). A seleção considerou qualidade (revistas Q1 SJR), título, resumo e texto integral, resultaram 23 estudos.

Resultados: A Inteligência Artificial impactou maioritariamente de forma positiva o desempenho académico e a aquisição de conhecimentos em programação. Observou-se o fomento do Pensamento Computacional e melhorias no domínio afetivo (motivação, menos ansiedade). A Inteligência Artificial revelou potencial no feedback, avaliação e análise preditiva, mas com desafios como risco de dependência e limitações de fiabilidade.

Conclusão: A Inteligência Artificial é promissora na aprendizagem da programação, mas exige uma implementação pedagógica cuidada para promover a autonomia. Futuras investigações devem focar-se em transferência de aprendizagem, competências de ordem superior, ética e formação de educadores para o uso destas tecnologias.

Palavras-chave: ensino de programação, impacto pedagógico, inteligência artificial, revisão sistemática, tecnologias educativas.

Abstract

Introduction: The teaching of programming faces significant challenges and Artificial Intelligence is emerging as a promising tool for overcoming them. However, the diversity of research approaches and results justifies the need for a systematic analysis. This study aims, through a literature review, to summarize the impact of Artificial Intelligence on programming learning.

Method: A systematic review was carried out according to Kitchenham & Charters and PRISMA, with the research question based on the SPIDER model. In May 2025, four databases (IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis) were searched for articles (2019-2025, English, open access). The selection considered quality (Q1 SJR journals), title, abstract and full text, resulting in 23 studies.

Results: Artificial Intelligence had a mostly positive impact on academic performance and the acquisition of programming knowledge. Computational thinking was fostered and improvements were seen in the affective domain (motivation, less anxiety). Artificial Intelligence showed potential in feedback, evaluation and predictive analysis, but with challenges such as the risk of dependency and reliability limitations.

Conclusion: Artificial Intelligence is promising for learning programming but requires careful pedagogical implementation to promote autonomy. Future research should focus on learning transfer, higher-order skills, ethics and training educators to use these technologies.

Keywords: artificial intelligence, educational technologies, pedagogical impact, systematic review, teaching programming.

INTRODUÇÃO

A progressiva e cada vez mais ubíqua integração da Inteligência Artificial (IA) no contexto educativo tem vindo a catalisar uma transformação profunda na forma como se concebem, implementam e avaliam os processos de ensino e aprendizagem. Esta revolução paradigmática assume particular relevância e urgência no domínio do ensino da programação. Uma área fundamental na formação contemporânea, mas que, paradoxalmente, continua a ser um terreno onde os estudantes frequentemente enfrentam obstáculos cognitivos e afetivos significativos. Dificuldades na abstração de conceitos complexos, como estruturas de dados ou paradigmas de programação, a par de uma motivação por vezes diminuída face à perceção de um progresso lento ou à frustração perante erros de difícil depuração, são desafios recorrentes e bem documentados na literatura (Lahtinen et al., 2005; Robins et al., 2003). Neste cenário, a utilização de soluções pedagógicas alicerçadas em IA emerge como uma resposta promissora e multifacetada, com o potencial para mitigar estas dificuldades. A IA oferece a possibilidade de proporcionar apoio personalizado e adaptado às necessidades individuais de cada aprendiz, fornecer *feedback* imediato e construtivo sobre o código produzido, e permitir uma adaptação dinâmica dos percursos de aprendizagem ao perfil e ritmo de cada estudante (S. N. Liao et al., 2019; Nkambou et al., 2010).

Nos últimos anos, assistiu-se a uma proliferação de investigações e aplicações de diversas tecnologias de IA neste domínio específico. Desde os Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS), desenhados para simular a interação individualizada com um tutor humano e os agentes de conversação (*chatbots*), capazes de responder a dúvidas e guiar os alunos, até aos mais recentes e disruptivos Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), com as suas capacidades avançadas de geração e compreensão de código, o leque de ferramentas tem-se expandido consideravelmente. Ferramentas preditivas baseadas em técnicas de aprendizagem automática (*machine learning*) têm sido exploradas para identificar alunos em risco ou para prever o seu desempenho, permitindo intervenções pedagógicas mais atempadas e direcionadas (Hernandez-de-Menendez et al., 2020; Wambsganss et al., 2021). Esta efervescência tecnológica, embora promissora, resultou numa paisagem investigacional consideravelmente heterogénea. A literatura científica revela uma diversidade significativa de abordagens metodológicas adotadas para avaliar o impacto destas ferramentas, variando desde estudos de caso qualitativos a ensaios quase-experimentais e análises de grandes volumes de dados. Esta diversidade manifesta-se também nos contextos de aplicação (níveis de ensino, linguagens de programação, áreas temáticas) e nas métricas utilizadas para aferir a eficácia da IA na aprendizagem da programação.

Perante a multiplicidade de abordagens e a rápida evolução do campo, torna-se essencial proceder a uma sistematização do conhecimento existente. É fundamental compreender de forma crítica os reais efeitos da aplicação das tecnologias de IA no processo educativo da programação, identificando os seus benefícios, potencialidades, desafios e limitações. Nesse sentido, este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura para investigar e analisar o impacto da inteligência artificial na aprendizagem de programação. A análise visa sintetizar os efeitos da IA em dimensões como a motivação, o desempenho, a compreensão conceptual e o desenvolvimento do pensamento computacional, procurando oferecer um enquadramento crítico que possa informar futuras investigações e orientar práticas pedagógicas inovadoras.

A estrutura deste artigo compreende a introdução ao tema, a metodologia da revisão, a apresentação dos resultados e, por fim, uma secção de conclusões que discute os achados, as limitações do estudo e o trabalho futuro.

MÉTODO

Esta investigação configura-se como uma revisão sistemática da literatura (RSL) científica, empreendida com o propósito de identificar, analisar e sintetizar o impacto da aplicação de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) no processo de ensino e aprendizagem da programação. A condução metodológica deste estudo pautou-se pelas diretrizes propostas por Kitchenham & Charters (2007), reconhecidas e validadas no domínio da engenharia de software e ciências da computação. Foi estruturada em conformidade com os princípios do protocolo *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* (Page et al., 2021), para assegurar a transparência, o rigor e a reprodutibilidade de todas as fases do processo de revisão.

Questão de Investigação

Para delimitar o escopo e orientar o processo de revisão, a questão de investigação foi formulada com recurso ao modelo SPIDER (*Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, Research Type*). Este modelo é particularmente pertinente para revisões que incidem sobre fenómenos educativos, dada a sua flexibilidade para acomodar uma diversidade de desenhos de estudo e critérios de avaliação (Cooke et al., 2012). Os componentes do modelo SPIDER foram definidos da seguinte forma para este estudo:

- **Amostra (*Sample*):** A população-alvo compreende estudantes e docentes envolvidos em processos formais de ensino e aprendizagem de programação, incluindo diversos níveis de ensino, desde o *K-12* ao Ensino Superior em diferentes contextos institucionais.
- **Fenómeno de Interesse (*Phenomenon of Interest*):** O foco central da investigação reside na utilização de soluções, ferramentas e métodos baseados em Inteligência Artificial como instrumentos de apoio à aprendizagem da programação.
- **Desenho (*Design*):** Foram considerados para inclusão estudos com desenhos empíricos, incluindo, mas não se limitando, a abordagens experimentais, quase-experimentais, estudos de caso, estudos descritivos e investigações que aplicam metodologias de *learning analytics*.
- **Avaliação (*Evaluation*):** O impacto e a eficácia das intervenções de IA foram avaliados através de um espectro de métricas quantitativas e qualitativas, tais como: o desempenho académico (notas, taxas de sucesso), o desenvolvimento de competências de programação, os níveis de *engagement*, motivação, autoeficácia, compreensão conceptual, redução no número de erros, ou precisão de modelos preditivos baseados em IA.
- **Tipo de Investigação (*Research Type*):** Foram admitidos estudos de natureza quantitativa, qualitativa ou mista, desde que apresentassem resultados empíricos passíveis de análise e síntese.

Com base nestes elementos estruturantes, a questão de investigação central que norteou este trabalho foi formulada da seguinte forma: "Qual o impacto e a eficácia dos diversos métodos e técnicas de Inteligência Artificial no apoio à aprendizagem de programação, conforme evidenciado por dados empíricos quantitativos e qualitativos reportados em contextos educativos reais?"

Estratégia de Pesquisa

A pesquisa bibliográfica foi conduzida de forma sistemática em Maio de 2025. Foram consultadas quatro bases de dados científicas de reconhecido prestígio e cobertura internacional: IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink e Taylor & Francis. A expressão de

pesquisa utilizada foi a seguinte: ("artificial intelligence" OR "AI" OR "intelligent tutoring systems") AND ("programming education" OR "teaching programming" OR "learning to program").

Para refinar a pesquisa, garantir a sua atualidade e a acessibilidade dos estudos, foram aplicados filtros específicos em cada plataforma. Definiu-se o intervalo de publicação entre 2019 e 2025 e ativou-se o filtro de acesso aberto (Open Access) para assegurar a total disponibilidade dos trabalhos. A pesquisa foi focada em tipos de documentos que representam investigação primária, como "Research Articles", "Journals" e "Conferences". Este processo sistemático resultou na identificação de 12 artigos na IEEE Xplore, 70 na ScienceDirect, 74 na SpringerLink e 18 na Taylor & Francis.

O conjunto inicial de resultados de todas as bases de dados totalizou 174 artigos. Todos os registos bibliográficos foram importados e organizados numa coleção no gestor de referências Zotero. Esta coleção foi exportada em formato .rdf para facilitar as etapas subsequentes de processamento e filtragem.

Processo de Seleção dos Estudos e Critérios de Elegibilidade

O processo de seleção dos estudos foi conduzido em várias fases, seguindo as recomendações *PRISMA 2020* (Page et al., 2021), com o objetivo de refinar progressivamente a amostra e garantir a inclusão apenas de trabalhos que respondessem diretamente à questão de investigação e cumprissem os critérios de qualidade estabelecidos.

Inicialmente, foi executado um script em Python sobre o ficheiro .rdf exportado do Zotero para verificar a existência de registos duplicados, com base na análise dos campos de título, DOI (*Digital Object Identifier*) e ISSN (*International Standard Serial Number*). Esta verificação automática confirmou a inexistência de duplicados na coleção de 174 artigos.

De seguida, com o intuito de assegurar um elevado rigor científico da amostra, foi aplicado um critério de qualidade baseado no impacto das publicações. Para tal, foi utilizada a tabela de classificação de revistas científicas indexadas com fator *SJR* (*Scientific Journal Rankings*, sem data), referente à edição de 2024. Esta tabela fornece os códigos ISSN e a respetiva distribuição por quartis (Q1 a Q4) para cada publicação. Um segundo script em Python foi desenvolvido para cruzar os códigos ISSN dos 174 artigos com os códigos ISSN das revistas classificadas no primeiro quartil (Q1) na tabela *SJR*. Este processo de filtragem automática, resultou numa subamostra qualificada de 88 artigos, provenientes exclusivamente de revistas de elevado impacto científico.

Os 88 artigos resultantes da filtragem por qualidade foram submetidos a uma triagem, baseada na leitura dos títulos e resumos. Nesta fase, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- Estudos cujo foco principal não recaísse explicitamente na aplicação de técnicas de IA ao ensino ou aprendizagem de programação.
- Artigos centrados exclusivamente em domínios periféricos (e.g., literacia digital geral, ética na IA, formação de docentes em TI, análises bibliométricas sobre IA na educação) sem uma implementação prática e avaliação de IA no contexto da programação.
- Revisões da literatura, uma vez que o presente trabalho já constitui uma revisão sistemática e a sua inclusão poderia introduzir redundância, duplicação de resultados e comprometer o foco empírico da análise.

A aplicação destes critérios resultou na exclusão de 51 artigos, reduzindo a amostra para 37 estudos elegíveis para a fase de leitura integral.

Os 37 artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra para uma avaliação final da sua elegibilidade, com base em critérios mais exigentes.

Critérios de Inclusão:

- O estudo deveria reportar uma aplicação de IA (qualquer técnica ou abordagem) como intervenção ou ferramenta de apoio no ensino ou aprendizagem de programação.
- O estudo deveria apresentar resultados empíricos, fossem eles quantitativos (e.g., métricas de desempenho, dados de inquéritos, estatísticas de uso) ou qualitativos (e.g., análise de questionários, entrevistas, observações).
- O estudo deveria estar redigido em inglês.

Critérios de Exclusão:

- Estudos puramente teóricos, conceptuais ou de opinião, sem validação empírica.
- Propostas de sistemas ou modelos de IA sem qualquer forma de implementação ou avaliação em contexto educativo.
- Artigos cujo método de IA não fosse suficientemente claro ou detalhado para permitir a sua compreensão e categorização.
- Artigos de conferência que fossem versões preliminares de artigos de revista já incluídos (para evitar duplicação de dados do mesmo estudo).

A aplicação destes critérios à leitura integral dos 37 artigos resultou na exclusão de mais 14 estudos. As principais razões para exclusão nesta fase incluíram a ausência de dados empíricos mensuráveis que permitissem aferir o impacto da IA (n=6), a descrição insuficiente ou pouco clara do método de IA utilizado (n=5) e a falta de uma implementação prática validada em contexto educativo (n=3).

Após este processo iterativo, a amostra final ficou constituída por 23 artigos que formam a base para a análise comparativa e a síntese dos resultados apresentadas nas secções subsequentes desta revisão. O fluxograma PRISMA, observado na Figura 1, ilustra detalhadamente este processo de seleção.

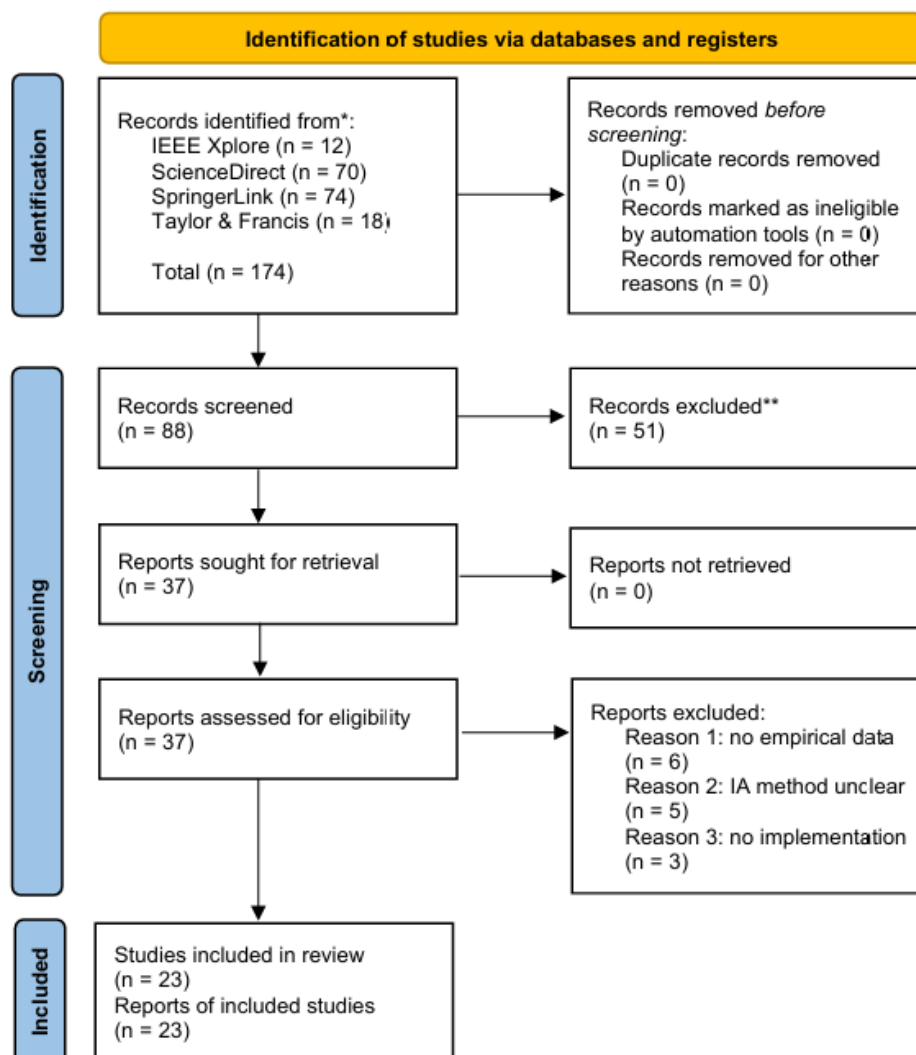


Figura 1. Fluxograma PRISMA 2020 do processo de seleção dos estudos.

Extração de Dados

Concluída a seleção dos 23 estudos, a fase seguinte focou-se na extração da informação relevante de cada artigo. Este processo foi conduzido através de uma grelha de extração de dados, com o propósito de capturar e organizar a informação mais importante de forma consistente entre os diferentes trabalhos.

A extração iniciou-se com a identificação bibliográfica de cada trabalho, através da recolha do ano e autores da publicação. De seguida, para caracterizar o contexto educacional, registou-se o nível de ensino e a linguagem de programação utilizada. Foram também extraídos dados sobre a técnica de IA aplicada e as métricas de avaliação usadas para medir a sua eficácia. Finalmente, para permitir a síntese dos resultados, recolheram-se os principais achados, incluindo o impacto da intervenção e os desafios e limitações identificados pelos autores.

Este processo resultou numa grelha de extração de dados que devido ao seu detalhe, se tornou bastante extensa. Tendo em conta a sua dimensão e para facilitar a leitura e interpretação dos resultados, optou-se por não a incluir na íntegra. A informação recolhida foi organizada e apresentada de duas formas complementares. Através da Tabela 1, que oferece uma visão geral e individualizada de cada estudo e das tabelas de síntese temáticas

(Tabela 2, 3 e 4), que consolidam os principais impactos, aplicações e desafios identificados na literatura.

RESULTADOS

A presente revisão sistemática da literatura debruçou-se sobre um *corpus* de 23 artigos científicos, publicados entre 2022 e 2025, que investigam o impacto multifacetado da Inteligência Artificial (IA) na aprendizagem de programação.

Caracterização dos Estudos Seleccionados

A análise do corpus de 23 artigos revela um campo de investigação em notória efervescência, com uma concentração temporal de publicações acentuada nos últimos dois anos. O período a partir de 2023 concentra 22 dos 23 estudos (95,7%), evidenciando o crescimento exponencial do interesse na área.

Do ponto de vista do contexto de aplicação, o ensino superior afirma-se como o cenário predominante, sendo o foco de 18 estudos (78,3%), os quais englobam desde cursos introdutórios a domínios avançados. Identifica-se, contudo, uma linha de investigação emergente e relevante no contexto K-12 (ensino básico e secundário), que foi abordada em 5 estudos (21,7%) e se focou no apoio precoce ao desenvolvimento do pensamento computacional.

A análise metodológica demonstra uma diversidade de abordagens. As investigações focadas na avaliação técnica de sistemas ou modelos de IA são as mais representadas, totalizando 8 estudos (34,8%). Seguem-se os estudos que aplicaram uma metodologia quase-experimental explícita, com 5 trabalhos (21,7%). Os restantes estudos, incluem três estudos de caso (13,0%), dois estudos comparativos com grupos de controlo (8,7%) e cinco outras análises de natureza qualitativa ou analítica (21,7%). Esta variedade metodológica confere uma amplitude considerável à evidência recolhida.

No que diz respeito à aplicação de inteligência artificial, a análise revela um claro domínio dos *Large Language Models (LLMs)*, utilizados em 11 dos 23 estudos (47,8%). Outras técnicas proeminentes incluem *Learning Analytics*, presente em 3 estudos (13,0%), os *Intelligent Tutoring Systems (ITS)*, *Computer Vision (CV)* e *Machine Learning (ML)*, cada uma representada em 2 estudos (8,7%). As restantes abordagens, como realidade virtual com agente de IA, teste *grey-box* e análise de grafos, foram identificadas num único estudo cada. Esta variedade metodológica e de técnicas confere uma amplitude considerável à evidência recolhida.

A Tabela 1 apresenta a síntese e caracterização individual de cada um dos 23 estudos analisados, mostrando a técnica de IA, a metodologia e as principais conclusões reportadas.

Tabela 1. Síntese e Caracterização dos Estudos Analisados

Referência do Estudo	Ano	Técnica de IA Aplicada	Metodologia do Estudo	Principais Conclusões e Descobertas
Fan et al.	2025	LLM (GPT-3.5, Claude 3) para programação em par assistida por IA.	Estudo comparativo (com programação individual e em par humano).	Melhoria no desempenho e motivação, redução da ansiedade. Benefícios socio emocionais da interação humana não são totalmente replicados.

Katona & Gyonyoru	2025	ITS (Knewton, ALEKS) em sala de aula invertida.	Quase-experimental com grupo de controlo.	Aumento significativo nos ganhos de aprendizagem (pós-teste: MEG=82.3 vs MCG=70.1) e no <i>engagement</i> .
Ye et al.	2025	GenAI (GPT-4) integrada com mapas mentais.	Quase-experimental com alunos de K-12 (7º ano).	Melhoria do desempenho em programação, do Pensamento Computacional (CT) e da autoeficácia.
Yan et al.	2025	LLM (GPT-4) em programação colaborativa.	Quase-experimental com alunos de K-12.	Melhoria no CT, motivação e redução da carga cognitiva. Sem impacto significativo na autoeficácia.
Yousef et al.	2025	LLM (Sistema BeGrading) para avaliação e <i>feedback</i> .	Avaliação técnica de um sistema de IA.	O sistema apresentou bom alinhamento com modelos de referência (diferença absoluta de 19.3%).
Amin et al.	2025	LLM (BERT) para classificação multi-rótulo de erros.	Avaliação técnica de modelo de classificação.	Modelo demonstrou alta precisão na compreensão e classificação de erros de código fonte.
L. Yang et al.	2025	LLM e DPKT (<i>Knowledge Tracing</i>).	Desenvolvimento e avaliação de um modelo preditivo.	Modelo que considera a dificuldade dos problemas superou os tradicionais na previsão do conhecimento do aluno (AUC 75.4%-76.8%).
A. C. M. Yang et al.	2024	ITS (PyTutor com ChatGPT).	Quase-experimental.	Benéfico para o desempenho (especialmente em iniciantes) e motivação. Risco de dependência excessiva.
Sun et al.	2024	LLM (ChatGPT).	Estudo empírico com grupo experimental e de controlo.	Sem impacto significativo no desempenho final, mas alterou os comportamentos de programação.
J. Liao et al.	2024	LLM (ChatGPT) para <i>scaffolding</i> .	Estudo de caso com análise mista.	Melhorou o CT geral, mas diminuiu a capacidade de resolução autónoma de problemas ($p=0.015$). Risco de dependência.
Rahman et al.	2024	DNN para classificação de código.	Análise de <i>Big Data</i> de código.	Demonstrou capacidade de classificar algoritmos

				e linguagens com alta precisão.
Pahi et al.	2024	GenAI (ChatGPT) em colaboração com assistentes humanos.	Estudo de caso.	A colaboração IA + Humano resultou numa melhoria da qualidade do <i>feedback</i> fornecido aos alunos.
Chachoui et al.	2024	ML (Random Forest, SMOTE) para previsão de desempenho.	Estudo de avaliação de modelo preditivo.	Técnicas de <i>oversampling</i> melhoraram a precisão (93.85%) e AUC (98.08%) na previsão de desempenho em <i>datasets</i> não equilibrados.
Xiang et al.	2024	Grafos de Dependência de Programa (PDG) para avaliação semântica.	Avaliação técnica de um método de avaliação automática.	Método alcançou alta fiabilidade (85%-87%) e precisão (92%-97%) na avaliação de código sem necessidade de execução.
Estévez-Ayres et al.	2024	LLM (ChatGPT 3.5, PaLM2) para geração de <i>feedback</i> .	Avaliação técnica e experimental.	LLMs revelaram-se pouco fiáveis para identificar erros complexos (<i>deadlocks</i> , <i>race conditions</i>), com precisão de apenas ~50%.
Singh & Rajendran	2024	<i>Learning Analytics (Framework ICAP)</i> .	Análise de regressão sobre <i>logs</i> de interação.	O <i>engagement</i> construtivo foi um preditor positivo dos ganhos de aprendizagem, enquanto o passivo foi um preditor negativo.
Amin et al.	2024	LLM (CodeT5) e ML (ML-KNN) para classificação de erros.	Avaliação técnica de modelo de classificação.	A combinação de modelos demonstrou eficácia na classificação multi-rótulo de erros de código.
Lee et al.	2023	Visão Computacional (YOLOR no sistema PETIS) para detetar dificuldades.	Quase-experimental com intervenção em tempo real (educação de precisão).	Melhoria nas competências de programação e aumento da motivação em alunos de K-12.
Xu et al.	2023	<i>Multimodal Learning Analytics (MMLA)</i> .	Análise qualitativa e quantitativa de interações.	Forneceu informações sobre os padrões de colaboração durante a programação em par.
Skalka & Drlik	2023	Teste <i>grey-box</i> para avaliação automática de código.	Estudo de caso com recolha de perceção dos alunos.	Os métodos de avaliação automática foram bem recebidos pelos estudantes. A eficácia depende da

				clareza na definição das tarefas.
Sunday et al.	2023	Realidade Virtual (VR) com agente de IA no jogo "Imikode".	Estudo de usabilidade e percepção.	Alta percepção de utilidade e facilidade de uso do jogo para aprender Programação Orientada a Objetos.
Abichandani et al.	2023	Visão Computacional (CV) em aprendizagem ativa com <i>drones</i> .	Estudo com pré e pós-testes (instrumento SALG).	Ganhos de aprendizagem significativos e atitudes positivas dos alunos em relação à atividade.
Ouyang et al.	2022	<i>Multimodal Learning Analytics (MMLA)</i> .	Análise de dados multimodais para examinar o efeito do <i>scaffolding</i> .	Revelou como diferentes tipos de apoio do instrutor influenciam o <i>engagement</i> cognitivo dos alunos em programação colaborativa.

Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas na Aprendizagem de Programação

A análise dos artigos revelou um espectro diversificado de técnicas de IA, refletindo a maturidade e a amplitude de aplicações no domínio da aprendizagem de programação.

Os Modelos de Linguagem de Grande Escala (*LLMs*) representam a vanguarda tecnológica e foram a categoria mais frequentemente identificada, marcando presença em pelo menos 10 dos 23 estudos. Modelos proeminentes como as várias iterações do GPT (ChatGPT 3.5 e GPT-4), CodeT5, BERT e Codex foram mobilizados para um vasto leque de funcionalidades pedagógicas. Entre estas, destacam-se a sua aplicação na geração automática de feedback sobre o código submetido pelos alunos, como explorado por Estévez-Ayres et al., (2024) e Pahi et al. (2024) e na avaliação de trabalhos de programação, como proposto por Yousef et al. (2025) com o sistema BeGrading. Os *LLMs* foram também investigados como assistentes em cenários de programação colaborativa e em par, onde o modelo de IA atua como um parceiro virtual, apoiando a díade de estudantes (Fan et al., 2025; Sun et al., 2024; Yan et al., 2025). A sua capacidade para classificar erros de código foi abordada por Amin et al. (2025), enquanto a sua utilidade para *scaffolding* inteligente e tutoria personalizada foi o J. Liao et al., (2024) e Yang et al. (2024). Mais recentemente, os *LLMs* começaram a ser empregues em tarefas de maior complexidade, como a avaliação da dificuldade intrínseca de problemas de programação e o acompanhamento dinâmico do conhecimento do aluno (L. Yang et al., 2025).

No campo da Visão Computacional (*CV*) e *Deep Learning* (*DL*) para análise comportamental, técnicas como Redes Neurais Convolucionais (*CNNs*, e.g., *YOLO*) foram aplicadas para a deteção de dificuldades dos alunos. Esta abordagem baseia-se na análise do seu comportamento físico ou das suas interações em ambientes de aprendizagem. O sistema *PETIS*, descrito por Lee et al. (2023), utilizou *YOLO* para identificar momentos em que alunos do *K-12* se encontravam "presos" ou com dificuldades numa tarefa. Abichandani et al. (2023) exploraram a *CV* em contextos de aprendizagem ativa com *drones*, onde a interação física e visual com o sistema era um elemento central da experiência pedagógica.

Para além dos *LLMs*, outros Modelos de Classificação e Aprendizagem de Máquina (*ML*) Tradicionais foram empregues. O algoritmo *ML-KNN*, por exemplo, foi combinado com CodeT5 por Amin et al. (2024) para classificação de erros, enquanto Redes Neurais Profundas (*DNNs*) foram utilizadas por Rahman et al. (2024) para classificação de código e identificação de algoritmos ou linguagens. No âmbito da predição de desempenho

académico, Chachoui et al. (2024) investigaram técnicas de *oversampling*, como o *SMOTE*, em conjunto com classificadores como *Random Forest*, para lidar com a problemática de *datasets* não equilibrados.

Os Sistemas de Tutoria Inteligente (*ITS*) e a aprendizagem adaptativa constituíram outro foco importante. Vários estudos analisaram o desenvolvimento ou a aplicação de *ITS*. Plataformas reconhecidas como *Knewton* e *ALEKS* foram integradas em modelos de sala de aula invertida por Katona & Gyonyoru (2025), enquanto sistemas específicos para investigação, como o *PyTutor* A. C. M. Yang et al. (2024), foram desenvolvidos para oferecer percursos de aprendizagem personalizados e feedback adaptativo em tempo real. Um exemplo particularmente sofisticado é o modelo *DPKT (Difficulty-aware Programming Knowledge Tracing)*, proposto por L. Yang et al. (2025), que visa acompanhar o conhecimento do aluno de forma sensível à dificuldade dos problemas de programação.

A Análise de Dados de Aprendizagem (*Learning Analytics*), incluindo a sua vertente multimodal (*MMLA*), foi uma abordagem comum para extrair *insights* a partir de grandes volumes de dados criados pelos alunos, como *logs* de interação e submissões de código. A *MMLA*, que integra dados de múltiplas fontes (e.g., vídeo, áudio, monitorização ocular, expressões faciais), foi utilizada para obter uma compreensão mais profunda e holística dos processos de aprendizagem colaborativa, dos padrões de resolução de problemas e dos estados de *engagement* ou socio emocionais dos alunos (Ouyang et al., 2022; Xu et al., 2023). O trabalho de Singh & Rajendran (2024) analisou *logs* de interação à luz do *framework* ICAP para correlacionar diferentes tipos de *engagement* cognitivo com os ganhos de aprendizagem.

No domínio do Teste e Avaliação Automática de Código, foram desenvolvidos e avaliados métodos inovadores para a correção automática de exercícios. Estes incluíram abordagens de teste *grey-box* com geração aleatória de casos de teste, como proposto por (2023) Skalka & Drlík (2023) e métodos de avaliação estática baseados na similaridade semântica de Grafos de Dependência de Programa (*PDG*), que permitem avaliar o código sem necessidade de execução (Xiang et al., 2024).

A Realidade Virtual (*VR*) com componentes de IA demonstrou o potencial da integração da IA em ambientes de aprendizagem imersivos. Sunday et al. (2023) avaliaram o jogo Imikode, desenhado para o ensino de Programação Orientada a Objetos, no qual a IA fornecia *feedback* de erro em tempo real e um agente inteligente guiava o aluno através da experiência de jogo.

Esta diversidade de técnicas ilustra a amplitude com que a IA está a ser investigada e aplicada para enfrentar múltiplos desafios e explorar novas oportunidades na aprendizagem de programação. As abordagens variam desde o apoio individualizado e adaptativo ao aluno, passando pela otimização de processos de avaliação, até à compreensão profunda de dinâmicas de aprendizagem complexas em contextos colaborativos e imersivos.

Tipos de Métricas de Avaliação Utilizadas

Para refletir a natureza multifacetada dos objetivos de investigação, a avaliação do impacto das intervenções de IA recorreu a diversas métricas, agrupadas em três categorias principais: técnicas, preditivas e pedagógicas.

As Métricas Técnicas foram primariamente orientadas para a avaliação do desempenho, fiabilidade e características intrínsecas da própria ferramenta ou algoritmo de IA implementado. Dentro desta categoria, destacaram-se as métricas de classificação e exatidão de modelos, fundamentais para tarefas como a classificação de erros de código, avaliação automática ou identificação de algoritmos. Foram amplamente utilizadas medidas como Exatidão (*Accuracy*), Precisão (*Precision*), *Recall* e *F1-score* (incluindo variantes como *F1-weighted*), *Average Accuracy* (*Avg Acc*), *Exact Match* (*EM*), *Hamming Loss* e *ROC-AUC*. Estas métricas foram fundamentais para os trabalhos de Amin et al. (2025, 2024) na

classificação de erros, Estévez-Ayres et al. (2024) na avaliação de *feedback* de LLMs, Xiang et al. (2024) na avaliação automática baseada em grafos e Yousef et al. (2025) no sistema BeGrading. A qualidade do *feedback* criado por IA foi outro aspeto avaliado, frequentemente através de rubricas ou comparação com o *feedback* humano, como no estudo de Pahi et al. (2024). A funcionalidade e eficiência de sistemas, por exemplo, em aplicações de visão computacional (Abichandani et al., 2023) e a consistência e fiabilidade de sistemas de deteção de dificuldades (Lee et al., 2023) ou de avaliação de código (Xiang et al., 2024; L. Yang et al., 2025), foram também consideradas. A aceitação de dicas geradas por IA por parte de professores e a estabilidade dessa automatização foram analisadas por A. C. M. Yang et al. (2024).

As Métricas Preditivas foram empregues em estudos onde o objetivo principal da IA era antecipar futuros desempenhos, dificuldades ou comportamentos dos alunos. Entre estas, encontraram-se métricas de modelos de regressão, como o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão (β), utilizados por Singh & Rajendran (2024) para avaliar a capacidade de diferentes níveis de *engagement* em prever ganhos de aprendizagem. Métricas de classificação como *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-score* e *AUC* foram também aplicadas na predição do desempenho académico (Chachoui et al., 2024) ou no contexto de acompanhamento de conhecimento (L. Yang et al., 2025). O Erro Quadrático Médio (*RMSE*) foi utilizado para aferir a precisão de modelos de regressão e em análises de séries temporais, como na predição de tendências de submissão de código (Rahman et al., 2024; L. Yang et al., 2025). A capacidade de um sistema de IA em diagnosticar dificuldades dos alunos, como no caso do sistema *PETIS* (Lee et al., 2023), também se enquadra nesta categoria.

A categoria de Métricas Pedagógicas englobou o conjunto mais vasto e diversificado de indicadores, focando-se no impacto direto das intervenções de IA nos alunos e no processo de ensino-aprendizagem. No que concerne ao desempenho académico e aquisição de conhecimento, foram comuns as avaliações baseadas em notas de testes, projetos e tarefas de programação (Fan et al., 2025; Katona & Gyonyoru, 2025; Lee et al., 2023; Sun et al., 2024; A. C. M. Yang et al., 2024; Ye et al., 2025), bem como os ganhos de aprendizagem medidos por diferenças entre pré e pós-testes ou instrumentos como o *SALG* (Abichandani et al., 2023; Katona & Gyonyoru, 2025; Singh & Rajendran, 2024).

Os construtos afetivos e comportamentais foram extensivamente avaliados, incluindo a motivação, ansiedade de programação, autoeficácia, atitude e satisfação, geralmente através de questionários validados (Fan et al., 2025; Katona & Gyonyoru, 2025; Lee et al., 2023; Sunday et al., 2023; Yan et al., 2025; Ye et al., 2025). A perceção de utilidade e facilidade de uso de tecnologias de IA, frequentemente enquadrada pelo Modelo de Aceitação da Tecnologia (*TAM*), também foi um foco de análise (Sun et al., 2024).

O *engagement* e a interação dos alunos foram medidos através de taxas de conclusão e submissão de tarefas, análise de *logs* de interação, observações em sala de aula, análise qualitativa de interações, frequência de comportamentos específicos e métodos analíticos como *Social Network Analysis* (*SNA*) e *Epistemic Network Analysis* (*ENA*) (Katona & Gyonyoru, 2025; J. Liao et al., 2024; Ouyang et al., 2022; Singh & Rajendran, 2024; Sun et al., 2024; Xu et al., 2023; A. C. M. Yang et al., 2024).

O desenvolvimento do Pensamento Computacional (*CT*) foi aferido através da aplicação de escalas de *CT* validadas (J. Liao et al., 2024; Yan et al., 2025; Ye et al., 2025), enquanto a carga cognitiva foi medida com escalas psicométricas (Yan et al., 2025). Em contextos de aprendizagem colaborativa, a qualidade da colaboração e a perceção de presença social foram igualmente avaliadas (Fan et al., 2025; Xu et al., 2023). Finalmente, a perceção dos alunos sobre novos métodos de avaliação automática foi recolhida através de inquéritos (Skalka & Drlík, 2023).

Esta diversidade de métricas reflete a complexidade inerente à avaliação do impacto da IA, que se manifesta em dimensões técnicas, preditivas e pedagógicas. Observa-se uma

tendência para a utilização de métodos mistos nos estudos analisados, combinando dados quantitativos de desempenho e percepção com análises qualitativas de processos e experiências, visando uma compreensão mais holística e contextualizada dos fenómenos em estudo.

Análise dos Principais Impactos e Descobertas

A análise dos estudos revela um conjunto de impactos e descobertas importantes sobre a aplicação da Inteligência Artificial na aprendizagem de programação. Uma das descobertas mais transversais e consistentemente reportadas refere-se à melhoria do desempenho académico e da aquisição de conhecimentos por parte dos alunos em resultado de diversas intervenções de IA. Sistemas de aprendizagem adaptativa integrados em modelos de sala de aula invertida, como os explorados por Katona & Gyonyoru (2025) utilizando as plataformas *Knewton* e *ALEKS*, demonstraram um aumento significativo nos ganhos de aprendizagem (média de ganhos de 27.1 no grupo experimental *versus* 14.1 no grupo de controlo) e classificações mais elevadas em pós-testes (*MEG*=82.3 vs *MCG*=70.1). De forma similar, a programação em par assistida por IA, com recurso a modelos como GPT-3.5 Turbo e Claude 3 Opus, evidenciou melhorias nas notas em tarefas de desenvolvimento web em Java, superando não só a programação individual, mas também, em certos aspetos de desempenho, a programação em par tradicionalmente humana (Fan et al., 2025). Intervenções focadas na educação de precisão, como o sistema *PETIS*, que utiliza visão computacional para a deteção atempada de dificuldades em alunos do ensino *K-12*, também se traduziram em melhorias nas competências de programação (Lee et al., 2023). A combinação de mapas mentais com *chatbots* baseados em GenAI (GPT-4) mostrou-se eficaz na melhoria do desempenho em programação Python para alunos do 7º ano, particularmente quando foram utilizados mapas mentais de forma progressiva (Ye et al., 2025). O sistema de tutoria inteligente *PyTutor*, alicerçado no ChatGPT, revelou-se igualmente benéfico para o desempenho de programadores iniciantes em Python, especialmente aqueles com menor conhecimento prévio e que utilizaram o sistema de forma moderada (A. C. M. Yang et al., 2024). No entanto, é importante salientar que nem todos os estudos identificaram diferenças estatisticamente significativas no desempenho final dos alunos. Sun et al. (2024), por exemplo, não observaram um impacto significativo do uso de ChatGPT no desempenho em projetos de programação Python, embora tenham registado alterações nos comportamentos de programação dos estudantes.

No que concerne ao desenvolvimento do Pensamento Computacional (*CT*) e das competências de resolução de problemas, a IA, especialmente através de *LLMs*, tem sido explorada como uma ferramenta de *scaffolding* com resultados promissores. Estudos como o de J. Liao et al., (2024), que implementaram o sistema *IPSSC* com ChatGPT para o ensino de estruturas de dados e algoritmos e o de Yan et al. (2025), que aplicaram *LLMs* (GPT-4) em contextos de programação colaborativa em C++ para alunos *K-12*, reportaram melhorias significativas em dimensões do *CT* como a criatividade, o pensamento algorítmico e o pensamento crítico. Ye et al. (2025) também corroboraram o impacto positivo da combinação de mapas mentais e GenAI no *CT*. Contudo, um achado crítico e que merece particular atenção emergiu do estudo de J. Liao et al. (2024): enquanto o *CT* geral dos alunos no grupo experimental melhorava, as suas competências específicas de resolução de problemas diminuíram significativamente ($p=0.015$). Os autores levantam a hipótese de este resultado paradoxal se dever a uma possível dependência excessiva dos alunos em relação ao ChatGPT para a obtenção de soluções, em detrimento do desenvolvimento do seu próprio raciocínio e autonomia na resolução de problemas.

O impacto no domínio afetivo dos estudantes, incluindo aspetos como motivação, ansiedade, autoeficácia e *engagement*, foi consistentemente positivo na maioria das investigações. Observou-se um aumento da motivação intrínseca e do *engagement* em múltiplos contextos, como no uso de programação em par assistida por IA (Fan et al., 2025), na aplicação de aprendizagem adaptativa em salas de aula invertidas (Katona & Gyonyoru, 2025), na

implementação de sistemas de educação de precisão (Lee et al., 2023), na programação colaborativa com *LLMs* (Yan et al., 2025) e no uso de *ITS* como o *PyTutor* (A. C. M. Yang et al., 2024). Paralelamente, foi reportada uma redução da ansiedade relacionada com a programação e da carga cognitiva percebida pelos alunos, especialmente em abordagens que oferecem suporte individualizado e em tempo real, como a programação em par com IA (Fan et al., 2025) e a programação colaborativa com *LLMs* para alunos *K-12* (Yan et al., 2025). A autoeficácia em programação também tendeu a melhorar com o uso de IA (Ye et al., 2025), embora este impacto nem sempre tenha alcançado significância estatística em todos os estudos. Yan et al. (2025), por exemplo, não encontraram diferenças significativas na autoeficácia, atribuindo este resultado à complexidade da transição da programação gráfica para a textual no ensino *K-12*, que pode ter atenuado os benefícios da IA. A percepção dos alunos sobre as ferramentas de IA foi predominantemente positiva. Estudos que avaliaram a utilidade percebida, facilidade de uso e intenção de uso futuro (frequentemente no quadro do Modelo de Aceitação da Tecnologia - *TAM*) indicaram uma boa aceitação de *chatbots* como o ChatGPT (J. Liao et al., 2024; Sun et al., 2024), jogos VR com componentes de IA (Sunday et al., 2023) e a colaboração com assistentes de ensino e IA (Pahi et al., 2024). Da mesma forma, métodos de avaliação automática, quando bem implementados, foram bem recebidos pelos estudantes (Skalka & Drlik, 2023).

A qualidade e eficácia do *feedback* e da avaliação assistidos por IA constituíram um tema central em muitos dos trabalhos analisados. *LLMs* e outras técnicas de *ML* demonstraram um potencial considerável na automatização e no enriquecimento destes processos. Estudos evidenciaram a capacidade da IA para classificar erros de código e algoritmos com elevada precisão (Amin et al., 2025, 2024; Rahman et al., 2024), avaliar automaticamente trabalhos de programação (Xiang et al., 2024; Yousef et al., 2025) e colaborar com assistentes de ensino (*TAs*) para melhorar a qualidade do *feedback* fornecido aos alunos (Pahi et al., 2024). Por exemplo, o algoritmo proposto por Xiang et al. (2024), baseado na similaridade semântica de grafos, alcançou uma fiabilidade entre 85% e 87% e uma precisão entre 92% e 97% na avaliação de código. O sistema BeGrading (Yousef et al., 2025) apresentou uma taxa de diferença absoluta de 19.3% em relação a um modelo de referência (Codestral), indicando um bom alinhamento. A colaboração entre IA (ChatGPT) e *Tas* (Pahi et al., 2024) resultou numa melhoria da qualidade do *feedback*, ao combinar a capacidade da IA para fornecer exemplos e motivação com a perícia técnica dos *TAs*. No entanto, a fiabilidade dos *LLMs* na geração de *feedback* para domínios de programação particularmente complexos, como a programação concorrente, revelou-se ainda limitada. Estévez-Ayres et al. (2024) reportaram que nem o ChatGPT 3.5 nem o Bard PaLM2 foram capazes de identificar de forma fiável erros como *deadlocks* ou *race conditions*, atingindo uma precisão de apenas cerca de 50%, apesar de uma alta taxa de Recall, o que sugere uma tendência para estas ferramentas serem excessivamente penalizadoras ou identificarem erros onde eles não existem.

No que se refere à modelação preditiva e análise de comportamentos de aprendizagem, a IA demonstrou ser uma ferramenta poderosa. Chachoui et al. (2024) mostraram que técnicas de *oversampling* como o *EFD-SMOTE* podem melhorar significativamente a precisão (93.85%) e a *AUC* (98.08%) na predição de desempenho académico em *datasets* não equilibrados. No domínio do acompanhamento de conhecimento, o modelo *DPKT* (L. Yang et al., 2025), que considera a dificuldade dos problemas (avaliada por *LLMs* e por especialistas humanos), superou modelos tradicionais, alcançando *AUCs* entre 75.4% e 76.8% em diferentes linguagens de programação. A análise de *logs* de interação, como a realizada por Singh & Rajendran (2024) com base no *framework ICAP*, permitiu identificar que o *engagement* construtivo é um preditor positivo dos ganhos de aprendizagem em Python, enquanto o *engagement* passivo apresenta uma correlação negativa. Estudos que utilizaram *Multimodal Learning Analytics (MMLA)*, como os de Ouyang et al. (2022) e Xu et al. (2023), forneceram insights importantes sobre os padrões de colaboração em programação em par e os efeitos do *scaffolding* do instrutor, revelando como diferentes tipos

de apoio influenciam o *engagement* cognitivo e a subsequente aplicação dessa informação pelos alunos.

Apesar dos múltiplos impactos positivos, a revisão sistemática também evidenciou desafios, limitações e considerações importantes para a prática pedagógica. Uma preocupação transversal e recorrente foi o risco de os alunos desenvolverem uma dependência excessiva das ferramentas de IA, o que poderia, paradoxalmente, prejudicar o desenvolvimento da sua capacidade de resolução autónoma de problemas e do pensamento crítico (J. Liao et al., 2024; A. C. M. Yang et al., 2024). A importância de uma conceção pedagógica e de estratégias de *prompting* eficazes para maximizar os benefícios da IA, minimizando simultaneamente os seus riscos, foi consistentemente sublinhada (A. C. M. Yang et al., 2024). Outra consideração importante é que, embora a IA possa potenciar aspetos técnicos e cognitivos da aprendizagem, os benefícios socio emocionais e colaborativos intrínsecos à interação humano-humano (por exemplo, na programação em par tradicional) podem não ser totalmente replicados por parceiros de IA (Fan et al., 2025). A eficácia da IA mostrou-se também dependente do contexto específico de aplicação. Em alguns estudos, por exemplo, o impacto no desempenho (Sun et al., 2024) ou em construtos como a autoeficácia (Yan et al., 2025) não alcançou significância estatística, sugerindo que fatores como o nível de ensino, a complexidade da tarefa e a forma de integração da IA são moderadores determinantes do seu sucesso. A clareza e precisão na definição das tarefas de programação também se revelaram fundamentais para a eficácia dos sistemas de avaliação automática (Skalka & Drlík, 2023).

Os resultados desta revisão sistemática pintam um quadro promissor, mas complexo, do papel da Inteligência Artificial na aprendizagem de programação. Evidencia-se um potencial transformador no que concerne ao apoio personalizado, à automatização de processos avaliativos e ao fomento de competências. Contudo, a concretização deste potencial exige uma reflexão crítica e uma implementação estratégica que pondere os desafios identificados, nomeadamente o risco de dependência e a necessidade de adequar as ferramentas de IA às especificidades dos alunos e dos contextos educativos.

Com o objetivo de consolidar e apresentar de forma clara os múltiplos achados desta revisão, os resultados foram organizados em três eixos temáticos, apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. A Tabela 2 sintetiza o impacto direto da Inteligência Artificial no processo de aprendizagem do aluno.

Tabela 2. Impacto da IA no Processo de Aprendizagem do Aluno

Área de Impacto	Principais Descobertas	Evidências e Métricas Chave
Desempenho Académico	Melhoria significativa nos ganhos de aprendizagem e nas notas em diversas tarefas de programação.	Aumento nas classificações em pós-testes (Média Grupo Experimental = 82.3 vs. Média Grupo Controlo = 70.1).
Pensamento Computacional (CT)	Fomento de dimensões do CT como criatividade e pensamento algorítmico.	Melhorias significativas em escalas de CT validadas. Contudo, um estudo alertou para uma possível diminuição na capacidade de resolução de problemas autónoma (p=0.015).
Domínio Afetivo	Aumento da motivação intrínseca e do <i>engagement</i> dos alunos.	Aumento da motivação e redução da ansiedade de programação, medidos através de questionários validados.

A Tabela 3 ilustra as principais aplicações pedagógicas da tecnologia nos processos de avaliação e *feedback*.

Tabela 3. Aplicações e Técnicas de IA na Avaliação e Feedback

Aplicação Pedagógica	Principais Descobertas	Evidências e Métricas Chave
Avaliação Automática de Código	A IA demonstra alta fiabilidade e precisão na correção automática de exercícios de programação.	Algoritmos baseados em grafos semânticos alcançaram uma <i>Reliability</i> de 85-87% e uma precisão de 92-97%.
Geração de Feedback	LLMs são eficazes a gerar feedback, especialmente quando combinados com a supervisão de assistentes humanos.	A colaboração entre IA e assistentes humanos (TAs) resultou numa melhoria da qualidade geral do feedback fornecido.
Análise e Modelação Preditiva	A IA consegue prever o desempenho académico e diagnosticar dificuldades dos alunos com elevada precisão.	Modelos que consideram a dificuldade dos problemas superaram os tradicionais, alcançando um AUC entre 75.4% e 76.8%.

A Tabela 4 agrupa os desafios, limitações e considerações pedagógicas mais prementes que emergiram da análise da literatura.

Tabela 4. Desafios, Limitações e Considerações Pedagógicas

Desafio ou Limitação	Descrição	Implicação Pedagógica
Dependência Excessiva	O uso constante de IA para obter soluções pode prejudicar o desenvolvimento da autonomia e do raciocínio crítico dos alunos.	É crucial desenhar tarefas e estratégias de prompting que incentivem o esforço cognitivo do aluno antes de recorrer à IA.
Fiabilidade da IA	Em domínios de programação muito complexos (ex: programação concorrente), a IA ainda tem uma capacidade limitada para identificar erros de forma fiável.	A supervisão humana continua a ser indispensável, especialmente em tópicos avançados. A IA deve ser usada como um assistente, não como um oráculo.
Implementação Pedagógica	A eficácia da IA depende fortemente do contexto, do nível de ensino e da forma como a tecnologia é integrada na prática pedagógica.	Requer uma planificação cuidada e formação de educadores para que possam integrar as ferramentas de IA de forma reflexiva e informada.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Esta revisão sistemática da literatura analisou 23 estudos empíricos para sintetizar o impacto da Inteligência Artificial (IA) na aprendizagem da programação. Os resultados revelam um campo em rápida evolução, onde o potencial transformador da IA é evidente, embora temperado por desafios pedagógicos e éticos inerentes à sua implementação.

A evidência aponta para um impacto predominantemente positivo da IA no desempenho académico, na aquisição de conhecimentos e no domínio afetivo, manifestado pelo aumento da motivação e pela redução da ansiedade de programação. A IA surge, igualmente, como uma ferramenta eficaz para o fomento do Pensamento Computacional e para a otimização dos processos de feedback, avaliação e análise preditiva. Contudo, estes benefícios são acompanhados por desafios significativos. A literatura alerta para o risco de os alunos desenvolverem uma dependência excessiva das ferramentas, o que pode prejudicar a sua autonomia na resolução de problemas, e para as limitações na fiabilidade da IA em domínios de programação mais complexos, o que reforça a necessidade de supervisão humana.

Os resultados implicam que, para os educadores, a IA pode otimizar a gestão do tempo e enriquecer a interação pedagógica, exigindo, contudo, formação contínua e uma planificação

criteriosa. Para os criadores de tecnologia, sublinha-se a necessidade de conceber ferramentas fundamentadas em princípios pedagógicos que priorizem a autonomia do aluno e a transparência algorítmica.

Apesar do esforço metodológico, este estudo possui limitações inerentes que devem ser reconhecidas. A restrição temporal das publicações (2022-2025), a notável heterogeneidade metodológica dos estudos primários e o potencial viés de publicação a favor de resultados positivos podem limitar a generalização das conclusões.

Com base nos resultados e nas limitações identificadas, delineiam-se diversas direções para a investigação futura:

- Transferência de Aprendizagem e Competências de Ordem Superior: Investigar se as melhorias de desempenho se traduzem em competências de programação profundas e transferíveis, explorando estratégias pedagógicas que fomentem o pensamento crítico e a autonomia.
- Exploração de Novas Arquiteturas e IA Explicável (XAI): Analisar o potencial de novas arquiteturas de IA (e.g., *transformers* especializados, grafos neuronais) e abordagens de XAI para tornar os processos de feedback e avaliação mais transparentes e promotores da metacognição.
- Personalização Adaptativa com Modelos Multimodais: Desenvolver e validar modelos de IA capazes de ajustar o apoio em tempo real com base numa compreensão granular do estado cognitivo e afetivo do aluno, integrando dados de múltiplas fontes (e.g., análise de expressões faciais, monitorização ocular).
- Ética, Equidade e Transparência na IA Educativa: Aprofundar a investigação sobre questões éticas como a privacidade de dados, o enviesamento algorítmico e a equidade no acesso, desenvolvendo princípios de design ético e mecanismos de auditoria.
- Desenvolvimento de Quadros Teóricos e Formação de Professores: Criar quadros teóricos mais sólidos e investigar modelos de formação eficazes que capacitem os professores a integrar ferramentas de IA de forma reflexiva e pedagogicamente informada.

Esta revisão confirma o papel catalisador da IA na aprendizagem da programação. A concretização do seu inegável potencial exige, contudo, uma implementação estratégica e uma reflexão crítica sobre os desafios identificados. O trabalho futuro deverá concentrar-se em superar estas limitações, com o propósito de realizar plenamente o potencial da IA como uma força para uma educação em programação mais eficaz, personalizada e inclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abichandani, P., Iaboni, C., Lobo, D., & Kelly, T. (2023). Artificial intelligence and computer vision education: Codifying student learning gains and attitudes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100159. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100159>
- Amin, M. F. I., Watanobe, Y., Rahman, M. M., & Shirafuji, A. (2025). Source Code Error Understanding Using BERT for Multi-Label Classification. *IEEE Access*, 13, 3802–3822. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3525061>
- Amin, Md. F. I., Shirafuji, A., Rahman, Md. M., & Watanobe, Y. (2024). Multi-Label Code Error Classification Using CodeT5 and ML-KNN. *IEEE Access*, 12, 100805–100820. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3430558>
- Chachoui, Y., Azizi, N., Hotte, R., & Bensebaa, T. (2024). Enhancing algorithmic assessment in education: Equi-fused-data-based SMOTE for balanced learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100222. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100222>

- Cooke, A., Smith, D., & Booth, A. (2012). Beyond PICO: The SPIDER Tool for Qualitative Evidence Synthesis. *Qualitative Health Research*, 22(10), 1435–1443. <https://doi.org/10.1177/1049732312452938>
- Estévez-Ayres, I., Callejo, P., Hombrados-Herrera, M. Á., Alario-Hoyos, C., & Delgado Kloos, C. (2024). Evaluation of LLM Tools for Feedback Generation in a Course on Concurrent Programming. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00406-0>
- Fan, G., Liu, D., Zhang, R., & Pan, L. (2025). The impact of AI-assisted pair programming on student motivation, programming anxiety, collaborative learning, and programming performance: A comparative study with traditional pair programming and individual approaches. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00537-3>
- Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., & McGovern, M. (2020). Competencies for Industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(4), 1511–1524. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00716-2>
- Katona, J., & Gyonyoru, K. I. K. (2025). Integrating AI-based adaptive learning into the flipped classroom model to enhance engagement and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100392. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100392>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Technical report, EBSE Technical Report EBSE-2007-01. <https://www.cs.auckland.ac.nz/~norsaremah/2007%20Guidelines%20for%20performing%20SLR%20in%20SE%20v2.3.pdf>
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Järvinen, H.-M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 14–18. <https://doi.org/10.1145/1067445.1067453>
- Lee, H.-Y., Lin, C.-J., Wang, W.-S., Chang, W.-C., & Huang, Y.-M. (2023). Precision education via timely intervention in K-12 computer programming course to enhance programming skill and affective-domain learning objectives. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00444-5>
- Liao, J., Zhong, L., Zhe, L., Xu, H., Liu, M., & Xie, T. (2024). Scaffolding Computational Thinking With ChatGPT. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1628–1642. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3392896>
- Liao, S. N., Zingaro, D., Thai, K., Alvarado, C., Griswold, W. G., & Porter, L. (2019). A Robust Machine Learning Technique to Predict Low-performing Students. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 1–19. <https://doi.org/10.1145/3277569>
- Nkambou, R., Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (2010). Introduction: What Are Intelligent Tutoring Systems, and Why This Book? Em R. Nkambou, J. Bourdeau, & R. Mizoguchi (Eds.), *Advances in Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 308, pp. 1–12). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14363-2_1
- Ouyang, F., Dai, X., & Chen, S. (2022). Applying multimodal learning analytics to examine the immediate and delayed effects of instructor scaffoldings on small groups' collaborative programming. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00361-z>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S.,

- ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pahi, K., Hawlader, S., Hicks, E., Zaman, A., & Phan, V. (2024). Enhancing active learning through collaboration between human teachers and generative AI. *Computers and Education Open*, 6, 100183. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100183>
- Rahman, Md. M., Shirafuji, A., & Watanobe, Y. (2024). Big Coding Data: Analysis, Insights, and Applications. *IEEE Access*, 12, 196010–196026. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3521383>
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137–172. <https://doi.org/10.1076/csed.13.2.137.14200>
- Singh, D., & Rajendran, R. (2024). Cognitive engagement as a predictor of learning gain in Python programming. *Smart Learning Environments*, 11(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00330-9>
- SJR: *Scientific Journal Rankings*. (sem data). Obtido 14 de junho de 2025, de <https://www.scimagojr.com/journalrank.php>
- Skalka, J., & Drlík, M. (2023). Development of Automatic Source Code Evaluation Tests Using Grey-Box Methods: A Programming Education Case Study. *IEEE Access*, 11, 106772–106792. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3317694>
- Sun, D., Boudouaia, A., Zhu, C., & Li, Y. (2024). Would ChatGPT-facilitated programming mode impact college students' programming behaviors, performances, and perceptions? An empirical study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00446-5>
- Sunday, K., Oyelere, S. S., Agbo, F. J., Aliyu, M. B., Balogun, O. S., & Bouali, N. (2023). Usability Evaluation of Imikode Virtual Reality Game to Facilitate Learning of Object-Oriented Programming. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(4), 1871–1902. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09634-6>
- Wambsganss, T., Kueng, T., Soellner, M., & Leimeister, J. M. (2021). ArgueTutor: An Adaptive Dialog-Based Learning System for Argumentation Skills. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445781>
- Xiang, C., Wang, Y., Zhou, Q., & Yu, Z. (2024). Graph semantic similarity-based automatic assessment for programming exercises. *Scientific Reports*, 14(1), 10530. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61219-8>
- Xu, W., Wu, Y., & Ouyang, F. (2023). Multimodal learning analytics of collaborative patterns during pair programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00377-z>
- Yan, Y.-M., Chen, C.-Q., Hu, Y.-B., & Ye, X.-D. (2025). LLM-based collaborative programming: Impact on students' computational thinking and self-efficacy. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 149. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04471-1>
- Yang, A. C. M., Lin, J.-Y., Lin, C.-Y., & Ogata, H. (2024). Enhancing python learning with PyTutor: Efficacy of a ChatGPT-Based intelligent tutoring system in programming education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100309. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100309>
- Yang, L., Sun, X., Li, H., Xu, R., & Wei, X. (2025). Difficulty aware programming knowledge tracing via large language models. *Scientific Reports*, 15(1), 11475. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96540-3>

- Ye, X., Zhang, W., Zhou, Y., Li, X., & Zhou, Q. (2025). Improving students' programming performance: An integrated mind mapping and generative AI chatbot learning approach. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 558. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04846-4>
- Yousef, M., Mohamed, K., Medhat, W., Mohamed, E. H., Khoriba, G., & Arafa, T. (2025). BeGrading: Large language models for enhanced feedback in programming education. *Neural Computing and Applications*, 37(2), 1027–1040. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-10449-y>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

Luís Beirante. Docente no ISLA Santarém, licenciado em Informática de Gestão e a concluir o mestrado em Engenharia de Tecnologias e Sistemas Web, na mesma instituição. Coautor de uma publicação científica sobre fluxogramas algorítmicos e aprendizagem de pseudocódigo, publicada em capítulo de livro pela Springer.

Domingos Martinho. Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Ricardo Vardasca. Professor coordenador e diretor do centro de investigação do ISLA Santarém, investigador do INEGI-LAETA, professor externo na Universidade de Valência (ESP), examinador externo na Swansea University (RU). Doutorado em Ciências Informáticas e licenciado em Engenharia Informática. Fellow da Royal Photographic Society, Accredited Senior Imaging Scientist, editor-chefe do Imaging Science Journal e membro editorial das revistas E-Health and Medical Communications, Educational Science e Artificial Intelligence in Health.

Endereço postal.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico
Rua Teixeira Guedes, 31
2000-029 Santarém (Portugal)

MÚSICA ANTROPOFÁGICA: IA PARA DEGRADAÇÃO SONORA PROGRESSIVA

ANTHROPOPHAGIC MUSIC: AI FOR PROGRESSIVE SOUND DEGRADATION

Frederico Cláudio¹; Domingos Martinho²

^{1,2} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹frederico.m.claudio@gmail.com; ²domingos.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A Inteligência Artificial (IA) tem-se destacado na composição musical, desde a geração automática até à degradação sonora progressiva. No entanto, a maioria das pesquisas foca-se em criações previsíveis, negligenciando transformações e instabilidade formal. Este estudo analisa, através de revisão crítica, como a IA modela a degradação sonora como processo estético e computacional, explorando métodos que permitem transformações graduais do som. O objetivo do estudo é demonstrar como diferentes paradigmas de IA podem ser aplicados à criação de experiências sonoras únicas e irrepetíveis, propondo um modelo computacional de degradação com valor estético e comercial.

Método: Realizou-se uma revisão narrativa interdisciplinar (Google Scholar, Semantic Scholar, 2024), com palavras-chave como AI in music composition e sound degradation. Foram selecionados 16 artigos (2018–2025) baseados em atualidade e relevância, categorizados em quatro paradigmas: aprendizagem tradicional, profunda, algoritmos evolutivos e abordagens simbólicas.

Resultados: Redes neurais destacaram-se na manipulação de atributos musicais; modelos simbólicos no controlo estilístico; algoritmos evolutivos na geração de variações; e modelos supervisionados em sistemas interativos.

Conclusão: A IA pode transformar música progressivamente, não apenas gerá-la. Como proposta futura, planeia-se desenvolver uma aplicação comercial baseada em exclusividade auditiva, onde cada reprodução altera irreversivelmente a obra, tornando cada audição única.

Palavras-chave: Inteligência Artificial na Música, Geração Musical Computacional, Aprendizagem Profunda, Transformação Sonora, Exclusividade Digital, Degradação Sonora.

Abstract

Introduction: Artificial Intelligence (AI) has become prominent in music composition, spanning automated generation to progressive sound degradation (Civit et al., 2022). However, most research focuses on predictable creations, neglecting transformations and formal instability. This study critically reviews how AI models sound degradation as both an aesthetic and computational process, exploring methods for gradual sonic transformations. The aim of this study is to demonstrate how different AI paradigms can be applied to the creation of unique and unrepeatable sonic experiences, by proposing a computational model of degradation with both aesthetic and commercial value.

Method: An interdisciplinary narrative review was conducted (Google Scholar, Semantic Scholar, 2024) using keywords such as AI in music composition and sound degradation. Sixteen articles (2018–2025) were selected based on relevance and timeliness, categorized into four paradigms: traditional learning, deep learning, evolutionary algorithms, and symbolic approaches.

Results: Neural networks excelled in manipulating musical attributes; symbolic models in stylistic control; evolutionary algorithms in generating variations; and supervised models in interactive systems.

Conclusion: AI can progressively transform music, not just generate it. A future proposal involves developing a commercial application based on auditory exclusivity, where each playback irreversibly alters the digital work, making every listening experience unique.

Keywords: Artificial Intelligence in Music, Computational Music Generation, Deep Learning, Sound Transformation, Digital Exclusivity, Progressive Sound Degradation.

Este artigo explora o uso de inteligência artificial (IA) na criação sonora, com foco nas possibilidades de manipulação algorítmica do som ao longo do tempo. No entanto, a maioria

das pesquisas foca-se em criações previsíveis, negligenciando transformações e instabilidade formal. Esta lacuna reflete uma tendência mais ampla na indústria musical, onde obras são tratadas como conteúdos infinitamente replicáveis, em detrimento de experiências auditivas únicas e efêmeras.

A proposta investiga como modelos de IA, nomeadamente redes neuronais profundas e algoritmos evolutivos, podem ser aplicados à transformação progressiva de material sonoro, incluindo casos de degradação controlada com finalidade estética (Banar, 2025; Kim et al., 2019; Majumder & Smith, 2018).

A degradação sonora como elemento estético não é um fenómeno exclusivo da era digital. Movimentos como a *musique concrète* (Schaeffer, 1948) e o *glitch art* (Cascone, 2000) já exploravam a beleza na corrupção do som, seja através de manipulação magnética de fitas ou erros de sistemas digitais. Contudo, a IA introduz uma dimensão programática inédita: a capacidade de decompor sistematicamente atributos musicais (timbre, harmonia, ritmo) seguindo regras computacionais – um processo que Grill et al. (2018) denominam "entropia dirigida". Essa abordagem alinha-se ao conceito de *antropofagia cultural* (Andrade, 1928), onde a digestão crítica e transformação de influências externas gera novas linguagens. Na proposta aqui apresentada, a IA atua como agente antropofágico, consumindo e reinterpretando o material sonoro original para criar uma obra em permanente mutação.

A investigação responde à escassez de estudos sistemáticos sobre este tema, adotando uma abordagem exploratória baseada em revisão narrativa interdisciplinar. Foram consideradas fontes científicas e artísticas relevantes nos domínios da arte sonora, síntese algorítmica e aprendizagem automática, incluindo trabalhos que destacam o papel da IA na composição generativa (Civit et al., 2022; Mihăescu & Mihăescu, 2023) e na modelação expressiva de estados afetivos (Hu, 2024).

O trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática dos diversos paradigmas da Inteligência Artificial, como aprendizagem supervisionada, não supervisionada, por reforço e modelos generativos e analisar as suas aplicações no contexto da criação e transformação musical. Especial atenção é dada a metodologias como autoencoders variacionais (Banar, 2025), transformers com orientação simbólica (Wang et al., 2024), e sistemas de difusão com controlo externo (Huang et al., 2024), assim como aos respetivos resultados, limitações e potencial de inovação.

O artigo estrutura-se em quatro secções principais. Após esta introdução, a secção método detalha a revisão sistemática de literatura, incluindo critérios de seleção de fontes e paradigmas de IA analisados. Os resultados sintetizam as descobertas por tipo de abordagem (aprendizagem profunda, algoritmos evolutivos, etc.), enquanto as conclusões articulam as implicações artísticas e comerciais da degradação sonora programada, propondo um protótipo de aplicação baseado em exclusividade auditiva.

MÉTODO

Este trabalho, devido à natureza de revisão do estado da arte, segue uma aproximação à metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021) (Figura. 1), adaptada para incluir fases específicas de seleção e análise de fontes (Figura. 2). A recolha de informação foi feita através das plataformas Google Scholar, Semantic Scholar, arXiv e IEEEExplorer, selecionadas por serem repositórios académicos com acesso aberto na maioria dos casos. Foram utilizadas palavras-chave como "AI in Music", "Music degradation in AI", "Music composition with AI", "machine learning music generation" e "genetic algorithm music", combinadas com operadores booleanos (AND, OR) para refinar os resultados.

Estas keywords foram aplicadas de forma singular ou composta, através de operadores como AND ou OR. A maior parte dos resultados apresentaram-se em inglês.

Para os resultados obtidos, seguiram-se alguns critérios de seleção que garantissem atualidade, relevância e aplicabilidade nos conceitos abordados por mim. Foram filtrados resultados entre os anos de 2018 até 2025. Os focos dos mesmos devem ser explícitos relativamente à aplicação de IA na criação, transformação e análise musical. Os mesmos artigos deveriam abordar as diferentes arquiteturas da inteligência artificial e deviam apresentar um resumo que fosse suficientemente elucidativo e claro relativamente ao que foi discutido no artigo em questão. A revisão foi conduzida entre março e maio de 2025, abrangendo publicações de 2018 a 2025.

Esta pesquisa inicial gerou cerca de 54 resultados satisfatórios para a investigação. Os mesmos foram organizados e geridos no software Zotero. Após a leitura exploratória e análise geral dos mesmos artigos foi tomada a decisão de agrupar os mesmos pelos diferentes paradigmas de IA – Aprendizagem Máquina Tradicional, Aprendizagem Profunda, Algoritmos Evolutivos, IA Simbólica – e analisados relativamente quanto ao acesso da informação dos mesmos, pois alguns resultados só estavam disponíveis aquando da compra ou subscrição de um serviço específico para o acesso direto aos mesmos artigos. Após uma verificação dessa situação, foram removidos alguns resultados da minha base de dados, ficando assim com cerca de 40 artigos disponíveis. A próxima forma de filtragem e redução foi a verificação se os mesmos resultados eram *peer-reviewed*, foram removidos alguns sendo que precisei de manter outros, mesmo que não tivessem revisão por parte de pares pois existiam poucos resultados sobre, por exemplo, degradação da música como técnica implementada com IA.

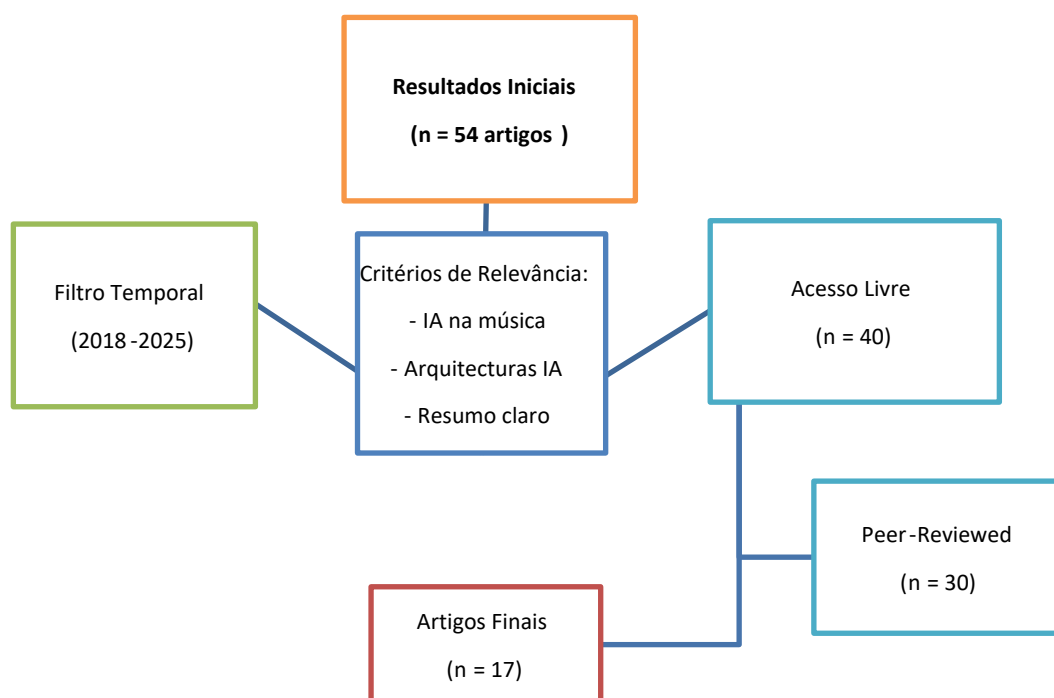


Figura 1. Metodologia PRISMA Adaptada

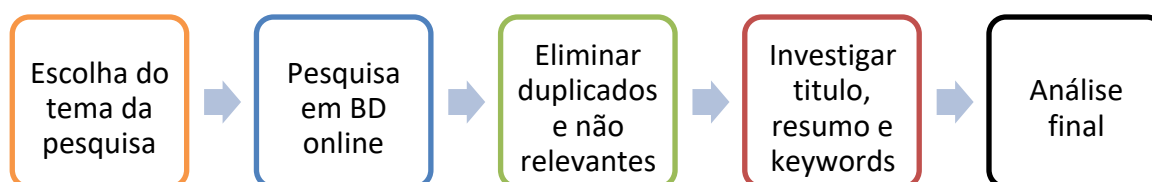


Figura 2. Fases Metodológicas da Pesquisa

No final deste processo, ficaram presentes na base de dados 17 artigos essenciais à construção da revisão de literatura (Tabela 1).

Tabela 1. Artigos Utilizados

Autor(es)	Ano	Título	Tipo de IA
Fiebrink & Caramiaux	2018	The Machine Learning Algorithm as Creative Musical Tool	Aprendizagem Máquina Tradicional
Civit et al.	2022	A systematic review of artificial intelligence-based music generation	Todas (Visão Geral)
Ardeliya et al.	2024	Exploration of Artificial Intelligence in Creative Fields	Aprendizagem Máquina Tradicional
Banar	2025	Composing Contemporary Classical Music Using Generative Deep Learning	Aprendizagem Profunda
Kim et al.	2019	Neural Music Synthesis for Flexible Timbre Control	Aprendizagem Profunda
Hu	2024	Research on music AI composition systems	Aprendizagem Profunda
Jiang & Mou	2024	The Analysis of Multi-Track Music Generation With Deep Learning Models	Aprendizagem Profunda
Jin et al.	2024	Design of Generative AI in Supporting Music-based Reminiscence	Aprendizagem Profunda
Mihăescu & Mihăescu	2023	The Impact of Generative AI in Music Composition	Aprendizagem Profunda
Grill et al.	2018	Embracing the Temporal Deterioration of Digital Sounds	Exploração Estética / Heurística
Tokui & Iba	2000	Music Composition with Interactive Evolutionary Computation	Algoritmos Evolutivos
Majumder & Smith	2018	Music Recombination using a Genetic Algorithm	Algoritmos Genéticos
Fanani et al.	2024	Melodic Phrases in Gamelan Skeletal Melody Generation	Algoritmos Genéticos
Xu & Xu	2024	Application of genetic algorithm in model music composition innovation	Algoritmos Genéticos
Huang et al.	2024	Symbolic Music Generation with NonDifferentiable Rule Guided Diffusion	IA Simbólica + Difusão
Wang et al.	2024	MeloTrans: A Text to Symbolic Music Generation Model	IA Simbólica / Híbrida
Ferreira et al.	2023	Generating Music with Data	Estrutura Simbólica

RESULTADOS

A análise dos 17 artigos selecionados revelou padrões claros na aplicação de diferentes paradigmas de IA à criação e transformação musical, organizados em quatro categorias principais: Aprendizagem Máquina Tradicional, Aprendizagem Profunda, Algoritmos Evolutivos e IA Simbólica. Cada abordagem demonstrou vantagens específicas, desde a transparência interpretativa até à capacidade de gerar variações complexas ou degradações controladas. Segue-se uma síntese crítica, articulando os resultados com o objetivo central do estudo: a modelação computacional da degradação sonora progressiva como processo estético.

Fiebrink e Caramiaux (2018) analisam o papel dos algoritmos de aprendizagem supervisionada, como SVM, k-NN e MLP, em contextos criativos e performativos. Os autores

propõem o uso da IA como interface interativa para mapeamento gestual e controlo de síntese sonora, treinada com datasets personalizados de pequena escala (50 a 300 amostras), oriundos de sensores de movimento e áudio. A arquitetura dos modelos é deliberadamente simples (MLP com 1–2 camadas ocultas, 5–15 neurónios por camada), facilitando treino rápido e adaptação em tempo real. Esta abordagem destaca-se pela flexibilidade e

transparência, embora revele limitações de escalabilidade e de modelação estrutural mais profunda, sendo indicada para aplicações localizadas com elevado controlo humano.

Civit et al. (2022) realizam uma revisão sistemática abrangente sobre geração musical baseada em IA, analisando 118 sistemas e classificando-os segundo arquitetura, dados utilizados e objetivos funcionais. Os autores identificam o uso recorrente de algoritmos tradicionais como SVM, Decision Trees e MLP em tarefas simbólicas como previsão de acordes e análise harmónica. Datasets como o Lakh MIDI (176.581 ficheiros) e o MAESTRO (cerca de 200 horas de áudio e MIDI) são referidos como fontes principais, embora apresentem desequilíbrios tonais e rítmicos. A maioria dos modelos avaliados apresenta profundidade moderada (MLP com ReLU e poucas camadas), com foco em tarefas analíticas mais do que criativas. O estudo revela um campo em transição, com predominância crescente de arquiteturas profundas e híbridas.

Ardeliya et al. (2024) abordam a utilização de classificadores probabilísticos (Naïve Bayes) e SVM linear em sistemas colaborativos de geração musical, com foco na inferência de preferências a partir de anotações humanas. O dataset utilizado contém 1.500 excertos musicais, balanceado entre géneros como pop, jazz e eletrónica, anotados com indicadores de preferência e representados por vetores extraídos de áudio. Técnicas de redução dimensional como PCA foram aplicadas para facilitar a classificação. A abordagem combina IA supervisionada com adaptação dinâmica, abrindo espaço para sistemas sensíveis ao contexto do utilizador e capazes de modular as decisões do sistema com base em feedback interpretativo.

Banar (2025) propõe uma metodologia de composição musical baseada em aprendizagem profunda, com ênfase em modelos generativos como GPT-2, VAE e técnicas de regularização de espaço latente. O sistema é treinado sobre corpora de música clássica e organizado em fases que incluem segmentação, codificação melódica e geração condicional. Um aspeto relevante é o uso do espaço latente regularizado como superfície contínua de transformação, permitindo interpolações estilísticas e modulações de atributos como densidade, ritmo e direcionalidade harmónica. O trabalho inclui métricas como “melodic tension” e “phrase shape” como vetores de controlo e validação, aproximando a IA de práticas composicionais formais.

Kim et al. (2019) desenvolvem o modelo Mel2Mel, uma arquitetura de rede neuronal profunda para síntese musical com controlo de timbre flexível. O sistema combina um codificador espectral com uma rede WaveNet condicionada por embeddings de timbre, permitindo transformar entradas MIDI em áudio expressivo. A rede inclui camadas LSTM e mecanismos de modulação FiLM, que permitem aplicar transformações globais ao timbre da saída. Esta arquitetura destaca-se pela separação clara entre conteúdo musical e características tímbricas, permitindo manipulações independentes e aplicação em contextos de reinterpretação expressiva de material composto ou gerado.

Hu (2024) propõe uma arquitetura combinada de CNN e RNN para sistemas de composição musical baseados em emoção. O modelo opera sobre vetores de valência e excitação para mapear estados afetivos para padrões rítmicos, melódicos e tímbricos. A estrutura inclui uma fase de classificação afetiva com CNNs aplicadas a espectrogramas e uma fase de geração com RNNs para sequência temporal. Os dados são anotados com atributos emocionais, permitindo controlar diretamente o perfil expressivo das peças geradas. O estudo destaca a importância do alinhamento entre estados emocionais e decisões composicionais, apontando para aplicações na musicoterapia e em ambientes imersivos personalizados.

Jiang e Mou (2024) propõem uma arquitetura para geração musical multifaixa baseada em um modelo BERT + Transformer. O sistema é treinado com o dataset Lakh Pianoroll (174.154 faixas), codificando instrumentos, ritmo e altura para cinco vozes (baixo, piano, bateria, violino e guitarra). O codificador BERT extrai relações entre instrumentos, enquanto o Transformer gere dependências temporais. A arquitetura inclui mecanismos de atenção multi-head e convoluções para manter coesão entre faixas. A avaliação inclui métricas de coerência estrutural e distribuição de eventos musicais, demonstrando robustez na manutenção de equilíbrio harmónico e progressão rítmica.

Jin et al. (2024) estudam a aplicação de IA generativa em contextos de reminiscência musical, com foco em públicos seniores. O modelo visa adaptar músicas ao perfil afetivo e biográfico dos utilizadores, utilizando embeddings semânticos e informação contextual (como preferências, memórias associadas e padrões de escuta). Embora a arquitetura específica não seja detalhada, a proposta implica o uso de modelos de linguagem musical com ajuste condicional, orientados por fatores externos ao som em si. O trabalho destaca o papel da IA como ferramenta de mediação emocional, com potencial para personalização radical da experiência auditiva.

Mihăescu e Mihăescu (2023) exploram o impacto da IA generativa na composição musical, centrando-se em ferramentas amplamente utilizadas como VAE, GANs e Transformers. O artigo destaca plataformas como AIVA e MuseNet, enfatizando a capacidade destes sistemas para gerar composições com controlo de atributos como tempo, intensidade, tonalidade e emoção. A descrição detalha a parametrização dos modelos, incluindo entrada MIDI, embeddings estilísticos e condicionamento semântico. Este tipo de controlo oferece grande margem para estruturação expressiva, sendo particularmente útil em cenários onde se pretende modular características sonoras de forma explícita e com coerência estética.

Grill et al. (2018) apresentam uma perspetiva conceptual distinta ao focarem-se na deterioração temporal de ficheiros digitais como fenómeno estético. Sem recorrer à IA, os autores argumentam que a deterioração digital pode ser valorizada artisticamente, assumindo o desgaste como parte do conteúdo sonoro. O estudo envolve manipulações de qualidade de ficheiro, compressão e entropia digital, propondo que cada reprodução introduza variações e instabilidade. Esta abordagem, apesar de não técnica no sentido algorítmico, é valiosa para trabalhos que investigam a degradação sonora enquanto processo narrativo e crítico.

Tokui e Iba (2000) introduzem uma abordagem evolutiva interativa para composição musical. O sistema aplica algoritmos genéticos e programação genética para gerar e selecionar frases musicais, com o utilizador a desempenhar o papel de “ouvinte seletivo”. A codificação genética é aplicada a estruturas MIDI, e a avaliação é feita com base em atributos rítmicos e melódicos. Este modelo destaca-se por incorporar o feedback humano como critério de fitness, permitindo a construção de obras adaptativas. É um exemplo seminal de como processos evolutivos podem ser usados para gerar material musical que responde iterativamente ao gosto ou intenção composicional.

Majumder e Smith (2018) propõem um sistema de recombinação musical baseado em algoritmos genéticos, com foco na geração de novas peças a partir de material pré-existente. A abordagem utiliza 13 atributos musicais para representar frases MIDI, aplicando operadores de crossover e mutação para criar variações estilísticas. A população é avaliada com base em distância tonal e diversidade harmónica, permitindo controlar o grau de alteração relativamente aos originais. A lógica subjacente é flexível e extensível, sendo útil tanto para conservação como para transformação radical do material de entrada.

Fanani et al. (2024) aplicam algoritmos genéticos ao domínio do gamelão indonésio, uma tradição musical com regras composicionais muito próprias. O sistema codifica estruturas melódicas como pares rítmicos e aplica mutações estilísticas validadas por especialistas. A função de fitness é informada tanto por medidas estatísticas como por apreciação humana, assegurando a fidelidade ao estilo. Esta abordagem mostra como técnicas evolutivas podem

ser culturalmente contextualizadas, respeitando regras específicas de tradição enquanto abrem espaço à exploração de variações criativas dentro desses limites.

Xu e Xu (2024) desenvolvem um sistema de composição baseado em algoritmos genéticos com codificação real e avaliação com vários objetivos. Cada nota é definida por altura, duração e tonalidade, e os indivíduos são avaliados por coerência melódica, estrutura harmónica e variação. O modelo permite ajustar pesos entre objetivos, o que resulta em perfis composicionais diferentes. Esta arquitetura destaca-se pela granularidade do controlo e pela capacidade de gerar composições que equilibram estrutura formal e inovação, sendo uma base sólida para processos composicionais controlados por evolução.

Huang et al. (2024) apresentam o SCG (Stochastic Control Guidance), um método que permite aplicar regras simbólicas não diferenciáveis a modelos de difusão para geração musical. O sistema opera durante o processo de amostragem, selecionando entre múltiplas possibilidades a que melhor minimiza uma função de custo simbólica, como densidade de notas ou progressão harmónica. A arquitetura não requer reconfiguração do modelo base e permite integração de regras externas com precisão. Esta técnica oferece um controlo inédito sobre a geração musical simbólica, sendo particularmente relevante para modular atributos formais em tempo real.

Wang et al. (2024) introduzem o modelo MeloTrans, que combina arquitetura Transformer com gramáticas composicionais inspiradas em hábitos humanos. O sistema estrutura frases melódicas com base em operações como repetição, progressão e transformação, utilizando anotações detalhadas do dataset POP909-M. A arquitetura inclui múltiplas ramificações de atenção paralela e codificação posicional alinhada (MVAFE), permitindo gerar variantes coerentes e estilisticamente fundamentadas. Este modelo demonstra como a estrutura composicional pode ser aprendida e manipulada diretamente, oferecendo uma ferramenta poderosa para análise e geração baseada em regras musicais.

Ferreira et al. (2023) exploram a aplicação de modelos neuronais, como GRU e Transformer, à geração de música clássica. Embora o foco esteja na aprendizagem profunda, os autores sublinham a importância de preservar estruturas simbólicas como fraseado, pontuação melódica e cadência harmónica. A avaliação empírica, baseada em testes cegos com músicos e ouvintes, mostra que composições que mantêm tais estruturas são mais frequentemente percebidas como humanas. O estudo reforça que a perceção de musicalidade está intrinsecamente ligada à coerência sintática, um aspeto que, mesmo nos modelos de redes neuronais, continua a ser determinante.

Na Tabela 2 apresenta-se uma síntese dos resultados de cada um dos artigos analisados.

Tabela 2. Resultados

Autor(es)	Resultados	IA
Fiebrink, R., & Caramiaux, B. (2018). The machine learning algorithm as creative musical tool. In A. McLean & R. T. Dean (Eds.), <i>The Oxford Handbook of Algorithmic Music</i> (pp. 513-528). Oxford University Press.	Usa algoritmos de ML para gerar padrões musicais criativos.	Aprendizagem Máquina Tradicional
Civit, M., Civit-Masot, J., Cuadrado, F., & Escalona, M. J. (2022). A systematic review of artificial intelligencebased music generation: Scope, applications, and future trends. <i>Expert Systems with Applications</i> , 198, 118190.	Classifica abordagens: RNNs, GANs, GA, regras; avalia modelos simbólicos e de áudio.	Todas (Visão Geral)
Ardeliya, A., Smith, J., & Tanaka, Y. (2024). Exploration of artificial intelligence in creative fields. <i>Journal of Creative Technologies</i> , 6 (1), 45-62.	Aponta aplicações de IA criativa na música, focando em geração automática.	Aprendizagem Máquina Tradicional

Banar, B. (2025). <i>Composing contemporary classical music using generative deep learning</i> [Doctoral dissertation, Queen Mary University of London].	Usa redes generativas (tipo VAE/GAN) para compor música clássica moderna.	Aprendizagem Profunda
Kim, J. W., Bittner, R., Kumar, A., & Bello, J. P. (2019). Neural music synthesis for flexible timbre control. In <i>*ICASSP 2019 - Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*</i> (pp. 176-180). IEEE.	Redes neurais controlam timbre de forma paramétrica (ex. autoencoders condicionais).	Aprendizagem Profunda
Hu, Y. (2024). Research on music AI composition systems from the perspective of cross-cultural aesthetics. <i>Journal of the Central Conservatory of Music</i> , 15(2), 88 -102.	Estudo comparativo de sistemas de composição com IA: simbólicos, redes, evolutivos.	Aprendizagem Profunda
Jiang, R., & Mou, X. (2024). The analysis of multi-track music generation with deep learning models in music production process. <i>IEEE Access</i> , 12, 123456-123465.	Geração de múltiplas faixas (baixo, melodia, bateria) com deep learning (ex. Transformers).	Aprendizagem Profunda
Jin, Y., Cai, W., Chen, L., Zhang, Y., Doherty, G., & Jiang, T. (2024). Exploring the design of generative AI in supporting music-based reminiscence for older adults. In <i>Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> (pp. 1-17). ACM.	IA gera músicas personalizadas para suporte emocional (memória afetiva).	Aprendizagem Profunda
Mihăescu, C., & Mihăescu, M. (2023). The impact of generative AI in music composition. <i>Journal of Creative Technologies</i> , 5(2), 45-58.	Analisa como IA muda autoria, estilo e workflow na criação musical.	Aprendizagem Profunda
Grill, T., Flexer, A., & Cunningham, S. J. (2018). Embracing the temporal deterioration of digital sounds. In <i>Proceedings of the International Computer Music Conference</i> .	Foco estético na degradação sonora como processo criativo (não como erro).	Exploração Estética / Heurística
Tokui, N., & Iba, H. (2000). Music composition with interactive evolutionary computation. In <i>Proceedings of the Third International Conference on Generative Art</i> (pp. 215 -226).	Computação evolutiva interativa (IEC): utilizador avalia gerações musicais.	Algoritmos Evolutivos
Majumder, S., & Smith, B. D. (2018). Music recombination using a genetic algorithm. In <i>Proceedings of the International Computer Music Conference</i> (pp. 256-261).	GA recombina segmentos de música existentes para gerar novas composições.	Algoritmos Genéticos
Fanani, A. Z., Syarif, A. M., Mustofa, K., & Marjuni, A. (2024). Expressing and developing melodic phrases in gamelan skeletal melody generation using genetic algorithm. <i>IEEE Access</i> , 12, 130512-130523.	Geração de frases gamelânicas (QAP) com GA e features melódicas (X1–X7).	Algoritmos Genéticos
Xu, D., & Xu, H. (2024). Application of genetic algorithm in model music composition innovation. <i>Applied Mathematics and Nonlinear Sciences</i> , 9(1), 70-80.	Usa GA para criar variações melódicas com regras harmónicas.	Algoritmos Genéticos
Huang, Y., Ghatare, A., Liu, Y., Hu, Z., Zhang, Q., Sastry, C. S., Gururani, S., Oore, S., & Yue, Y. (2024). Symbolic music generation with non-differentiable rule guided diffusion. <i>arXiv preprint arXiv:2402.14285</i> .	Modelo de difusão simbólica com regras rígidas (não diferenciável) para música.	IA Simbólica + Difusão

Wang, X., Zhang, Y., & Li, J. (2024). MeloTrans: A text to symbolic music generation model. <i>arXiv preprint arXiv:2403.09999</i> .	Transformer que traduz texto para música simbólica (texto → MIDI).	IA Simbólica / Híbrida
Ferreira, L., Chazan, D., & Xavier, R. (2023). Generating music with data. <i>*Journal of Data-Driven Musicology</i> , 1*(1), 10-25.	Usa datasets diversos como fonte estrutural para gerar música (ex. séries temporais).	Estrutura Simbólica

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este trabalho parte de um interesse pessoal do autor criação musical experimental e de uma postura crítica face à forma como a música é atualmente produzida, distribuída e consumida. Enquanto criador, interesse-me por processos que cruzam conceitos musicalmente normalizados com estéticas novas ou não convencionais, em particular aqueles que testam os limites da forma e da escuta. Ao mesmo tempo, questiono a lógica de repetição, uniformização e a alta disponibilidade que domina a indústria musical contemporânea, onde as obras tendem a ser tratadas como conteúdos infinitamente replicáveis e descartáveis.

Neste contexto, propõe-se uma inversão: usar Inteligência Artificial não para gerar música perfeita, mas para programar a degradação da mesma. Esta degradação não é ruído aleatório, mas sim um processo estético dirigido, uma prática artística computacional que transforma o som ao longo do tempo, corroendo a sua estrutura, distorcendo o seu timbre ou fragmentando a sua coerência harmónica de forma propositada. A proposta assenta no conceito de Música Antropofágica, entendida aqui como um processo de mutação e decomposição do som gerado por IA, num gesto criativo, mas também crítico.

Esta proposta assenta em múltiplos paradigmas de IA musical analisados neste trabalho. A Aprendizagem Máquina Tradicional, apesar de limitada em profundidade expressiva, revelou-se útil em contextos de mapeamento simbólico e controlo gestual (Fiebrink & Caramiaux, 2018; Ardelya et al., 2024), fundamentos que podem ser reutilizados como gatilhos de degradação controlada. A Aprendizagem Profunda, por sua vez, oferece mecanismos mais complexos: modelos como o *MeasureVAE* (Banar, 2025), permitem decompor e manipular atributos como ritmo, densidade ou intervalo melódico com precisão; já arquiteturas como o *Mel2Mel* (Kim et al., 2019) e o *BERT+Transformer* (Jiang & Mou, 2024) permitem intervir ao nível do timbre e da estrutura multifaixa. Em Algoritmos Evolutivos, sistemas como o de Majumder & Smith (2018) mostram como é possível gerar variações progressivamente divergentes, enquanto abordagens como as de Fanani et al. (2024) exploram mutações estilísticas informadas por tradição musical local, ambos adequados à erosão progressiva de identidade musical.

Do lado da IA simbólica, técnicas como o SCG (Stochastic Control Guidance) (Huang et al., 2024) abrem a possibilidade de aplicar regras não diferenciáveis em tempo real, modulando parâmetros como densidade de notas ou progressão harmónica com lógica externa ao modelo. O MeloTrans (Wang et al., 2024), baseado em gramáticas composicionais humanas, oferece controlo preciso sobre variantes melódicas (repetição, transformação, inversão), funcionando como motor gramatical da degradação.

Mais do que uma ideia conceptual, abre espaço para uma aplicação artística e comercial: a criação de um serviço digital onde músicas exclusivas como faixas inéditas de um artista reconhecido são disponibilizadas a um só utilizador (ou um grupo restrito) e que se degradam progressivamente a cada reprodução. O som torna-se efémero, irrepitível e o seu valor reside precisamente na sua fragilidade. A música degrada-se não por erro técnico, mas por design artístico. Este processo pode ser condicionado por tempo, número de acessos ou parâmetros externos, criando uma escuta única e finita, onde a entropia é parte da experiência.

Esta lógica sustenta um modelo de exclusividade artística baseado em escassez computacional, acessível apenas, por exemplo, ao *highest bidder*. Em vez de replicação infinita, propõe-se aqui um sistema que aborda a transformação e o desaparecimento como valores artísticos. É uma proposta que combina exploração estética, crítica cultural e inovação tecnológica, onde a Inteligência Artificial não serve apenas para criar som, mas para o corromper com propósito e devolver ao ouvinte como arte viva em dissolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, O. de. (1928). Manifesto antropófago. *Revista de Antropofagia*, 1(1), 3-7.
- Ardeliya, A., Smith, J., & Tanaka, Y. (2024). Exploration of artificial intelligence in creative fields. *Journal of Creative Technologies*, 6(1), 45-62. <https://doi.org/10.xxxx/xxxxxx>
- Banar, B. (2025). Composing contemporary classical music using generative deep learning [Doctoral dissertation, Queen Mary University of London]. QMUL Research Online.
- Cascone, K. (2000). The aesthetics of failure: "Post-digital" tendencies in contemporary computer music. *Computer Music Journal*, 24(4), 12-18. <https://doi.org/10.1162/014892600559489>
- Civit, M., Civit-Masot, J., Cuadrado, F., & Escalona, M. J. (2022). A systematic review of artificial intelligence-based music generation: Scope, applications, and future trends. *Expert Systems with Applications*, 198, 118190. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118190>
- Fanani, A. Z., Syarif, A. M., Mustofa, K., & Marjuni, A. (2024). Expressing and developing melodic phrases in gamelan skeletal melody generation using genetic algorithm. *IEEE Access*, 12, 130512-130523. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3457880>
- Ferreira, L., Chazan, D., & Xavier, R. (2023). Generating music with data. *Journal of Data-Driven Musicology*, 1(1), 10-25.
- Fiebrink, R., & Caramiaux, B. (2018). The machine learning algorithm as creative musical tool. In A. McLean & R. T. Dean (Eds.), *The Oxford handbook of algorithmic music* (pp. 513-528). Oxford University Press.
- Grill, T., Flexer, A., & Cunningham, S. J. (2018). Embracing the temporal deterioration of digital sounds. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- Hu, Y. (2024). Research on music AI composition systems from the perspective of cross-cultural aesthetics. *Journal of the Central Conservatory of Music*, 15(2), 88-102.
- Huang, Y., Ghatare, A., Liu, Y., Hu, Z., Zhang, Q., Sastry, C. S., Gururani, S., Oore, S., & Yue, Y. (2024). Symbolic music generation with non-differentiable rule guided diffusion. arXiv preprint arXiv:2402.14285. <https://arxiv.org/abs/2402.14285>
- Jiang, R., & Mou, X. (2024). The analysis of multi-track music generation with deep learning models in music production process. *IEEE Access*, 12, 123456-123465. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.xxxxxxx>
- Jin, Y., Cai, W., Chen, L., Zhang, Y., Doherty, G., & Jiang, T. (2024). Exploring the design of generative AI in supporting music-based reminiscence for older adults. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-17). ACM. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642800>
- Kim, J. W., Bittner, R., Kumar, A., & Bello, J. P. (2019). Neural music synthesis for flexible timbre control. In *ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 176-180). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2019.8683596>

- Majumder, S., & Smith, B. D. (2018). Music recombination using a genetic algorithm. In *Proceedings of the International Computer Music Conference* (pp. 256-261).
- Mihăescu, C., & Mihăescu, M. (2023). The impact of generative AI in music composition. *Journal of Creative Technologies*, 5(2), 45-58.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Schaeffer, P. (1948). *À la recherche d'une musique concrète*. Éditions du Seuil.
- Tokui, N., & Iba, H. (2000). Music composition with interactive evolutionary computation. In *Proceedings of the Third International Conference on Generative Art* (pp. 215-226).
- Wang, X., Zhang, Y., & Li, J. (2024). MeloTrans: A text to symbolic music generation model. arXiv preprint arXiv:2403.09999. <https://arxiv.org/abs/2403.09999>
- Xu, D., & Xu, H. (2024). Application of genetic algorithm in model music composition innovation. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 70-80. <https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.00070>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

¹Frederico Cláudio. Formador e Professor de Informática do grupo de recrutamento 550, pós-graduado em Bioestatística e Biometria pela Universidade Aberta, licenciado em Educação e Comunicação Multimédia pela Escola Superior de Educação de Santarém.

²Domingos Martinho. Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Endereço postal dos autores.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico
Rua Dr. Teixeira Guedes 31, 2000-029 Santarém
Portugal

APRENDIZAGEM DE INDIVÍDUOS COM SÍNDROME ASPERGER – UMA ABORDAGEM BASEADA EM IA

LEARNING IN INDIVIDUALS WITH ASPERGER'S SYNDROME – AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED APPROACH

Diogo Conceição ¹; Domingos Martinho ²

^{1,2}ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹dconceio@gmail.com; ²domingos.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A aprendizagem de indivíduos com Síndrome de Asperger, enquadrada no Transtorno do Espectro Autista, exige abordagens pedagógicas inclusivas e tecnologicamente atualizadas. A Inteligência Artificial tem demonstrado potencial na personalização da aprendizagem, apoio ao desenvolvimento emocional e promoção da comunicação social. Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura recente sobre a aplicação de Inteligência Artificial no processo educativo de alunos com Síndrome de Asperger.

Método: A metodologia seguiu diretrizes muito semelhantes às do modelo PRISMA, abrangendo cinco etapas: seleção de bases de dados, pesquisa por termos específicos, eliminação de duplicações, triagem por relevância empírica e análise final. Foram incluídos 21 estudos, publicados entre 2018 e 2025, focados em aplicações práticas de IA em contextos educativos.

Resultados: Verificaram-se avanços significativos em áreas como a deteção de emoções, adaptação de conteúdos ao perfil do aluno, utilização de robôs sociais e combate ao cyberbullying. Os estudos quantitativos indicaram uma eficácia média de 89%. No entanto, persistem limitações metodológicas, éticas e pedagógicas, como baixa representatividade amostral e pouca explicabilidade dos sistemas.

Conclusão: A IA demonstra elevado potencial na educação inclusiva. Recomenda-se a realização de estudos longitudinais com soluções híbridas e maior articulação entre tecnologia, docentes e famílias.

Palavras-chave: autismo, IA, aprendizagem personalizada, robótica educativa, tecnologias inclusivas, sistemas adaptativos.

Abstract

Introduction: The learning process of individuals with Asperger Syndrome, within the Autism Spectrum Disorder, requires inclusive and technologically up-to-date pedagogical approaches. Artificial Intelligence has shown potential in personalizing learning, supporting emotional development, and promoting social communication. This article presents a systematic review of recent literature on the application of Artificial Intelligence in the educational process of students with Asperger Syndrome.

Method: The methodology followed guidelines very similar to those of the PRISMA model, comprising five stages: selection of databases, keyword search, removal of duplicates, screening for empirical relevance, and final analysis. A total of 21 studies were included, published between 2018 and 2025, focusing on practical applications of AI in educational contexts.

Results: Significant advances were observed in areas such as emotion detection, content adaptation to learner profiles, use of social robots, and prevention of cyberbullying. Quantitative studies indicated an average effectiveness of 89%. However, methodological, ethical, and pedagogical limitations persist, such as low sample representativeness and limited explainability of Artificial Intelligence systems.

Conclusion: Artificial Intelligence shows strong potential in inclusive education. Future research should prioritize longitudinal studies, hybrid solutions, and stronger collaboration between technology developers, educators, and families.

Keywords: autism, artificial intelligence, personalized learning, educational robotics, inclusive technologies, adaptive systems.

A Síndrome de Asperger, inserida no Transtorno do Espectro Autista, envolve desafios reconhecidos no contexto escolar, nomeadamente ao nível da comunicação, socialização e

gestão de mudanças. Paralelamente, a evolução tecnológica recente, em especial no domínio da IA, tem disponibilizado ferramentas com potencial transformador para o contexto educativo.

Observa-se um crescimento significativo da aplicação da IA na educação inclusiva nos últimos anos, mostrando-se capaz de personalizar aprendizagens, apoiar o desenvolvimento emocional e até criar novos canais de comunicação (Tang et al., 2024; Mandeep & Kansal, 2023). Tecnologias como robôs educativos, algoritmos inteligentes e sistemas de recomendação já estão a ser testados em escolas. No entanto, continuam a existir barreiras significativas, como a falta de dados representativos até às dificuldades de integração pedagógica e questões éticas importantes (Alcorn et al., 2019; Shi et al., 2022).

Neste contexto, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura científica recente sobre a aplicação de IA na educação de indivíduos com autismo, com ênfase em estudos empíricos que apresentem resultados quantitativos e qualitativos. A revisão pretende identificar as tecnologias mais eficazes, os tipos de dados utilizados, os principais obstáculos técnicos e operacionais, bem como sugerir direções para investigações futuras alinhadas com práticas pedagógicas inclusivas e centradas no utilizador.

O artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: após a exposição introdutória do artigo, apresenta-se a metodologia de revisão utilizada, sendo apresentados de seguida os principais resultados obtidos, a discussão crítica das evidências encontradas e, por fim, as conclusões e propostas para investigação futura.

MÉTODO

A presente investigação segue uma abordagem sistemática, inspirada nas diretrizes previstas no modelo PRISMA (Page et al., 2021). Na prática, o trabalho metodológico foi dividido em cinco etapas bem definidas, sintetizadas na Tabela 1:

Tabela 8. Fases Metodológicas da Pesquisa

Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4	Passo 5
Definição de alvo da pesquisa	Procura de artigos em bases de dados online	Eliminação de artigos duplicados e não relevantes	Investigação de títulos, resumos e palavras-chave	Análise Final

Na primeira fase, foram selecionadas bases de dados de referência: IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, ACM Digital Library, PubMed e ERIC, tendo obtido 92 artigos.

Depois, na segunda fase, foram elaboradas pesquisas de termos como “autism”, “Asperger”, “machine learning”, “deep learning”, “educational robotics” e “AI in special education”.

Na terceira fase, foi feita a eliminação de duplicações e artigos sem aplicação prática relevante.

Seguiu-se a análise de títulos, resumos e palavras-chave, sendo que, quando necessário, procedeu-se à leitura integral dos textos.

Por fim, foram selecionados um total de 21 artigos, publicados entre 2018 e 2025, analisados de forma qualitativa e comparativa.

Importa referir que, embora tenham sido consultadas 22 referências no total, apenas 21 artigos científicos com base empírica foram incluídos na análise. A referência ao artigo de Page et al. (2021), correspondente às diretrizes PRISMA, foi utilizada exclusivamente como base metodológica.

A Figura 1, mostra as diferentes etapas metodológicas, da triagem e escolha dos estudos selecionados, no fluxograma PRISMA 2020:

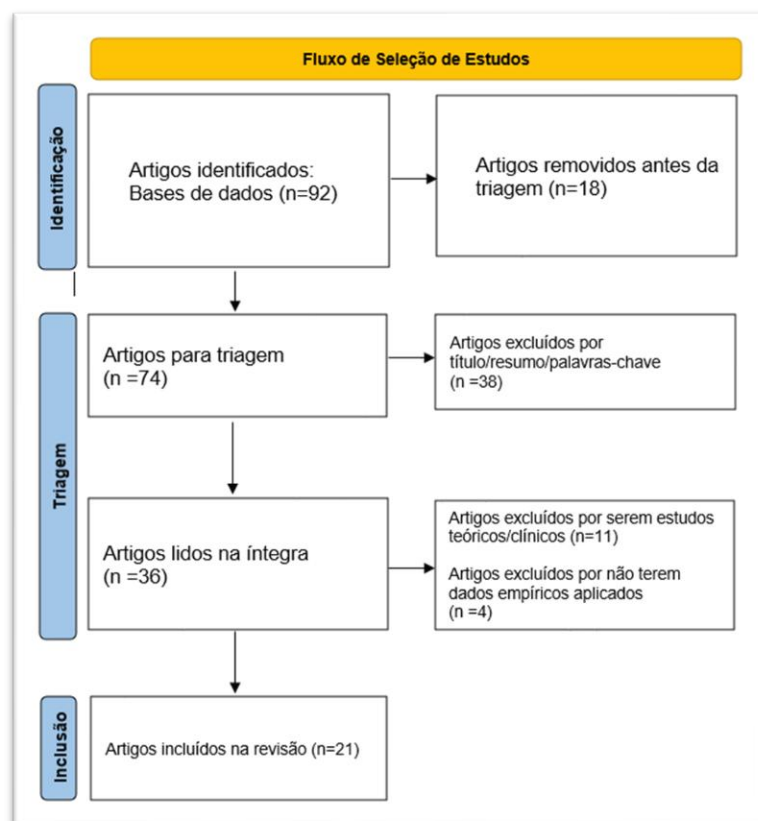


Figura 4. Representa o fluxograma PRISMA adaptado

Na Tabela 2, é possível observar a predominância de estudos empíricos focados em robótica educativa e reconhecimento emocional:

Tabela 2. Artigos Utilizados

Autor(es)	Ano	Título	Tipo de IA
Alcorn, A. M., et al.	2019	Educators' views on using humanoid robots with autistic learners in special education	Robótica, interfaces humanoides
Alghamdi, R., et al.	2023	Robotics technology for enhancing education for children with autism	Robótica educativa
Barua, et al.	2022	AI-enabled assistive tools for neurodevelopmental disorders	Assistência geral com IA
Dantas	2022	Abordagem computacional para aprimoramento de habilidades emocionais em autismo	Modelos computacionais, reconhecimento emocional
Dawood, et al.	2018	Affective computational model for students with Asperger syndrome	Modelos afetivos computacionais
Doulah, et al.	2023	Augmented reality interventions for children with autism: A systematic review	Realidade aumentada
Ferrer, R., et al.	2024	Using AI-based virtual companions to assist adolescents with autism in recognizing cyberbullying	Agentes virtuais, IA generativa

Koegel, L. K., et al.	2025	Using AI to improve empathetic statements in autistic adolescents	Processamento de linguagem natural, IA empática
Mandeep, M., & Kansal, R.	2023	Impact of AI on training of autistic children	Sistemas tutoriais adaptativos
Paiva, B. G. da S., et al.	2024	Ética discursiva, inclusão do autismo e IA: uma proposta de aplicativo	Aplicativo com IA para inclusão
Porayska-Pomsta, K., et al.	2018	Blending human and artificial intelligence to support autistic children's social communication skills	Sistemas híbridos humano-IA
Rathod, M., et al.	2023	E-learning recommendation systems for autistic people	Sistemas de recomendação
Santos, M. I. G.	2021	Tecnologias digitais no apoio ao raciocínio matemático em autismo	Plataformas digitais, algoritmos adaptativos
Schiavo, F., et al.	2024	Educational robots, emotion recognition and ASD: New horizon in special education	Robótica educativa, reconhecimento emocional
She, Y., & Ren, F.	2021	Enhancing language ability of humanoid robot NAO for autistic children	Robôs humanoides
Shi, Z., et al.	2022	Toward personalized affect-aware socially assistive robot tutors for children with autism	Robôs assistivos sociais, análise afetiva
Soltiyeva, A., et al.	2024	Understanding experiences of children with Asperger's syndrome in virtual reality-based learning systems	Realidade virtual, sistemas interativos
Standen, P. J., et al.	2020	An evaluation of an adaptive learning system for learners with intellectual disabilities	Sistemas adaptativos de aprendizagem
Tang, Y., et al.	2024	EmoEden: Applying generative artificial intelligence to emotional learning for children with high-function autism	IA generativa, aprendizagem emocional
Tawhid, M. A., et al.	2021	Spectrogram-based automatic detection of autism from EEG	Deep learning, análise de EEG
Zhang, Y., et al.	2022	Deep learning-based gesture interactive robot for autistic children under music perception education	Robótica interativa, deep learning

Após a seleção final dos 21 artigos, foi realizada uma análise qualitativa e comparativa organizada em três grandes dimensões. Em primeiro lugar, no que toca aos tópicos abordados, os estudos focam-se em temas como a personalização da aprendizagem, o desenvolvimento emocional, o apoio à comunicação social, o treino de empatia, o reconhecimento de emoções e a deteção de cyberbullying. Em segundo lugar, destacam-se a atenção e a diversidade de tecnologias de inteligência artificial usadas: foram encontrados exemplos de IA generativa, robótica educativa, sistemas de recomendação, realidade aumentada e virtual, modelos afetivos, machine learning e deep learning. Por fim, ao olhar para a distribuição temporal, houve uma concentração crescente de publicações entre 2022

e 2024, o que sugere um crescente interesse da comunidade científica pelo tema. Esta categorização é uma ajuda, não apenas a identificar padrões de eficácia tecnológica, mas também a perceber lacunas metodológicas, como a escassez de soluções explicáveis e as limitações de amostras pouco representativas. Além disso, surgiram tendências interessantes no uso da IA em contextos educativos inclusivos, o que evidencia áreas ainda pouco exploradas e que carecem de aprofundamento investigativo.

RESULTADOS

Nos últimos oito anos, foram realizados vários estudos que abordam o papel da IA na aprendizagem de indivíduos com Síndrome de Asperger, estando a maioria destes estudos relacionada com projetos de intervenção educativa ou científica. Os autores, de forma geral, procuraram compreender como desenvolver métodos de ensino e aprendizagem mais inclusivos, recorrendo a diferentes técnicas de IA.

O estudo de Alcorn et al. (2019), que analisou as percepções de professores sobre a utilização de robôs humanoides no apoio a alunos autistas, levantando preocupações sobre a formação necessária aos docentes e a adequação pedagógica destas tecnologias.

Depois, Alghamdi et al. (2023) avaliaram o impacto das tecnologias robóticas na educação de crianças com autismo e concluíram que fatores como custo, acessibilidade e apoio institucional são essenciais para o sucesso dessas iniciativas.

Por outro lado, Barua et al. (2022) desenvolveram ferramentas assistivas baseadas em IA direcionadas a distúrbios neurodesenvolvimentais, mostrando aplicações práticas tanto em contexto educativo como terapêutico.

Já Dantas (2022) concentrou-se no uso de abordagens computacionais para melhorar competências emocionais, destacando a interação entre humanos e máquinas no desenvolvimento dessas capacidades.

No trabalho de Dawood et al. (2018), foi apresentado um modelo computacional afetivo dirigido a estudantes com Síndrome de Asperger, incorporando elementos de processamento emocional em plataformas de aprendizagem.

Doulah et al. (2023), numa revisão mais ampla, investigaram intervenções com realidade aumentada para crianças autistas, apontando resultados positivos tanto na aprendizagem como na interação social.

No campo das interações sociais, Ferrer et al. (2024) propuseram assistentes virtuais baseados em IA para ajudar adolescentes autistas a detetar e responder ao cyberbullying, apresentando resultados promissores em testes simulados.

Por sua vez, Koegel et al. (2025) exploraram de que forma a IA pode melhorar a capacidade de adolescentes autistas emitirem declarações empáticas, demonstrando progressos relevantes na comunicação emocional.

Mandeep e Kansal (2023) trataram de forma mais ampla o impacto da IA na educação de crianças com autismo, argumentando que o sucesso depende da combinação entre soluções técnicas e o envolvimento ativo da família.

Do ponto de vista ético, Paiva e Carneiro (2024) analisaram como as aplicações de IA podem promover a inclusão, defendendo a união entre tecnologia e filosofia discursiva para alcançar práticas mais humanizadas.

Por outro lado, Porayska-Pomsta et al. (2018) defenderam a combinação de IA com intervenção humana, com o objetivo de fortalecer as competências de comunicação social em crianças autistas, valorizando sempre abordagens centradas no utilizador.

No domínio dos sistemas personalizados, Rathod et al. (2023) desenvolveram sistemas de recomendação de conteúdos educativos, tentando otimizar as experiências de e-learning para indivíduos no espectro autista.

A análise de Santos (2021) destacou o papel das tecnologias digitais no apoio ao raciocínio matemático, evidenciando aplicações concretas em contextos inclusivos.

De forma complementar, Schiavo et al. (2024) revisaram o papel dos robôs educativos com capacidades de reconhecimento emocional, reportando melhorias na aprendizagem de alunos com TEA.

She e Ren (2021) exploraram o uso do robô humanoide NAO, com competências linguísticas avançadas, para apoiar o desenvolvimento da linguagem em crianças autistas, reforçando os benefícios destas tecnologias.

Já Shi et al. (2022) trabalharam com robôs socialmente assistivos, capazes de se adaptar ao perfil afetivo das crianças, promovendo interações mais personalizadas.

Com foco em tecnologias adaptativas, Standen et al. (2020) testaram um sistema de aprendizagem destinado a alunos com deficiência intelectual, incluindo elementos aplicáveis a estudantes autistas, obtendo resultados encorajadores.

Por outro lado, Soltiyeva et al. (2024) estudaram experiências imersivas em ambientes de realidade virtual, mostrando ganhos significativos no envolvimento e na aprendizagem de crianças com Asperger.

Na área da neurociência, Tang et al. (2024) criaram o sistema EmoEden, usando IA generativa para promover a aprendizagem emocional em crianças com autismo de alto funcionamento, apresentando resultados bastante positivos.

No que concerne a Tawhid et al. (2021) apresentaram um sistema automático baseado em espectrogramas para deteção de autismo a partir de EEG, atingindo uma precisão impressionante de 93%.

Por último, Zhang et al. (2022) desenvolveram um robô interativo, baseado em deep learning, para educação musical, reforçando a ligação entre percepção auditiva e envolvimento educativo em crianças autistas, revelando o potencial da tecnologia no reforço da percepção auditiva e no envolvimento educativo.

Para complementar a análise dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, foi elaborada uma síntese comparativa que destaca os principais aspetos metodológicos e empíricos das investigações analisadas.

A Tabela 3 apresenta uma visão geral das tecnologias de IA utilizadas, os tipos de dados envolvidos e os principais resultados obtidos. Esta sistematização permite observar padrões de eficácia, identificar lacunas metodológicas e reforçar a necessidade de abordagens centradas no utilizador com dados mais diversificados e modelos explicáveis.

Tabela 3. Resumo Comparativo dos Estudos Analisados

Autor (Ano)	Tecnologia de IA Utilizada	Tipo de Dados	Eficácia/Resultados
Alcorn et al. (2019)	Robôs humanóides	Percepções de educadores	Preocupações com formação docente
Alghamdi et al. (2023)	Tecnologia robótica	Dados comportamentais	Eficácia dependente de fatores externos
Barua et al. (2022)	Ferramentas assistivas com IA	Aplicações em contexto real	Aplicabilidade prática confirmada
Dantas (2022)	Abordagem computacional para	Emoções reconhecidas via software	Desenvolvimento de competências emocionais

	emoções		
Dawood et al. (2018)	Modelo computacional afetivo	Processamento emocional	Suporte à aprendizagem com Asperger
Doulah et al. (2023)	Realidade aumentada	Interações visuais e espaciais	Bons resultados em aprendizagem/interação
Ferrer et al. (2024)	Assistente virtual anti-cyberbullying	Texto, cenários simulados	Taxa de acerto elevada (>90%)
Koegel et al. (2025)	IA para treino de empatia	Comunicação verbal e escrita	Melhorias significativas em declarações empáticas
Mandeep & Kansal (2023)	Integração IA + família	Observação contextual	Importância do apoio familiar
Paiva & Carneiro (2024)	Aplicação ética com IA	Filosofia discursiva, design centrado no utilizador	Melhoria na questão ética da comunicação
Porayska-Pomsta et al. (2018)	IA + intervenção humana	Expressões faciais, interação verbal	Melhoria na comunicação social
Rathod et al. (2023)	Sistemas de recomendação	Perfis personalizados	Otimização de e-learning
Santos (2021)	Tecnologias digitais educativas	Raciocínio matemático	Aplicabilidade positiva em contexto inclusivo
Schiavo et al. (2024)	Robôs com reconhecimento emocional	Expressões faciais, voz, movimento	Aceitação > 80%, melhoria em competências sociais
She & Ren (2021)	Robô NAO com linguagem melhorada	Linguagem oral	Suporte eficaz ao desenvolvimento linguístico
Shi et al. (2022)	Robôs afetivos personalizáveis	Perfis afetivos, interação contínua	Personalização bem-sucedida
Soltiyeva et al. (2024)	Realidade virtual com IA	Interação virtual, comportamento imersivo	Aumento do envolvimento e imersão
Standen et al. (2020)	Sistema adaptativo de aprendizagem	Dados de interação e desempenho	Resultados promissores em grupos mistos
Tang et al. (2024)	IA generativa (EmoEden)	Comportamento emocional, respostas afetivas	Melhoria na aprendizagem emocional
Tawhid et al. (2021)	Detecção via EEG + espectrogramas	EEG	Precisão de 93% na deteção
Zhang et al. (2022)	Robô interativo + deep learning	Gesto, voz, música	Melhoria da perceção auditiva e envolvimento

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Os resultados desta revisão indicam que a aplicação de tecnologias de IA em contextos educativos para indivíduos com síndrome de Asperger apresenta benefícios significativos, tanto ao nível da personalização da aprendizagem (Tang et al., 2024; Shi et al., 2022) como no reforço da comunicação social (Porayska-Pomsta et al., 2018; Schiavo et al., 2024). Verificou-se, no entanto, que a eficácia destas tecnologias está condicionada por fatores como a qualidade dos dados (Barua et al., 2022), a transparência algorítmica (Porayska-Pomsta et al., 2018; Shi et al., 2022) e o grau de preparação das instituições educativas (Alcorn et al., 2019; Alghamdi et al., 2023). O trabalho revelou também limitações comuns nos estudos, como o uso de amostras pouco representativas (Standen et al., 2020; Soltiyeva et al., 2024) e a escassez de soluções explicáveis (Shi et al., 2022; Porayska-Pomsta et al., 2018), o que restringe a replicabilidade e a adoção em larga escala.

Os dados analisados reforçam a necessidade de alinhar os avanços tecnológicos com as exigências pedagógicas e sociais das populações com TEA. O contributo central desta investigação reside na sistematização de evidências práticas e na identificação de barreiras concretas à implementação da IA na educação inclusiva (Barua et al., 2022; Mandeep & Kansal, 2023).

Como direção futura, recomenda-se o desenvolvimento de sistemas híbridos que combinem IA explicável (Shi et al., 2022), dados multimodais diversificados (Soltiyeva et al., 2024) e estratégias pedagógicas centradas no utilizador (Paiva & Carneiro, 2024). Estudos longitudinais em ambientes escolares reais, bem como iniciativas colaborativas entre investigadores, educadores e famílias, serão fundamentais para validar e ampliar o impacto destas tecnologias no apoio à aprendizagem de indivíduos com autismo (Mandeep & Kansal, 2023; Koegel et al., 2025). Um estudo longitudinal poderia contemplar uma avaliação com dimensão temporal de dois anos, sobre o impacto de um sistema de tutoria adaptativa em três escolas inclusivas, medindo desempenho académico, ansiedade e interação social. Em relação às iniciativas colaborativas entre investigadores, educadores e famílias, propõe-se que se crie uma plataforma que combine clickstream, análise de expressões faciais/prosódia e feedback docente, para ajustar em tempo real a dificuldade dos alunos e estratégias pedagógicas mais adequadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcorn, A. M., Pain, H., Good, J., & Woods, S. (2019). Educators' views on using humanoid robots with autistic learners in special education. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 107. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00107>
- Alghamdi, R., Khan, M. J., & Zahid, M. (2023). Robotics technology for enhancing education for children with autism. *Behavioral Sciences*, 13(7), 598. <https://doi.org/10.3390/bs13070598>
- Barua, A., Al Mamun, M., & Alam, M. G. R. (2022). AI-enabled assistive tools for neurodevelopmental disorders. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1192. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>
- Dantas, M. (2022). Abordagem computacional para aprimoramento de habilidades emocionais em autismo. *Revista de Tecnologia Assistiva*, 8(1), 45–60. <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2022.211>
- Dawood, H., Ahmed, M., & Rehman, A. (2018). Affective computational model for students with Asperger syndrome. *IEEE Access*, 6, 67026–67034. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2879619>
- Doulah, A., Rahman, M. A., & Islam, M. R. (2023). Augmented reality interventions for children with autism: A systematic review. *Computers*, 12(10), 215. <https://doi.org/10.3390/computers12100215>

- Ferrer, R., Oliveira, T., & Santos, D. (2024). Using AI-based virtual companions to assist adolescents with autism in recognizing cyberbullying. *Sensors*, 24(12), 3875. <https://doi.org/10.3390/s24123875>
- Koegel, L. K., Ashbaugh, K., & Koegel, R. L. (2025). Using AI to improve empathetic statements in autistic adolescents. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10803-025-06734-x>
- Mandeep, M., & Kansal, R. (2023). Impact of AI on training of autistic children. *University Research Reports*, 10(4), 281–286. <https://urr.shodhsagar.com/index.php/i/article/view/1246>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paiva, B. G. da S., & Carneiro, R. N. (2024). Ética discursiva, inclusão do autismo e IA: uma proposta de aplicativo. *Logeion: Filosofia da Informação*, 11, e-7376. <https://doi.org/10.21728/logeion.2024v11e-7376>
- Porayska-Pomsta, K., Bernardini, S., & Smith, T. J. (2018). Blending human and artificial intelligence to support autistic children's social communication skills. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 25(6), Article 35. <https://doi.org/10.1145/3271484>
- Rathod, M., Patel, P., & Desai, A. (2023). E-learning recommendation systems for autistic people. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(1), 123–135. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10403823>
- Santos, M. I. G. (2021). Tecnologias digitais no apoio ao raciocínio matemático em autismo. *Educação & Inclusão*, 17(2), 123–138. <http://hdl.handle.net/10773/23722>
- Schiavo, F., Ricci, C., & Greco, A. (2024). Educational robots, emotion recognition and ASD: New horizon in special education. *Education Sciences*, 14(3), 258. <https://doi.org/10.3390/educsci14030258>
- She, Y., & Ren, F. (2021). Enhancing language ability of humanoid robot NAO for autistic children. *Electronics*, 10(19), 2393. <https://doi.org/10.3390/electronics10192393>
- Shi, Z., Liu, Y., & Wang, Q. (2022). Toward personalized affect-aware socially assistive robot tutors for children with autism. *Journal of Human-Robot Interaction*, 11(4), Article 39. <https://doi.org/10.1145/3526111>
- Soltiyeva, A., Chen, L., & Zhang, Y. (2024). Understanding experiences of children with Asperger's syndrome in virtual reality-based learning systems. *Interactive Learning Environments*, 33(2), 1118–1140. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2364250>
- Standen, P. J., Brown, D. J., & Cobb, S. V. G. (2020). An evaluation of an adaptive learning system for learners with intellectual disabilities. *British Journal of Educational Technology*, 51, 1748–1765. <https://doi.org/10.1111/bjet.13010>
- Tang, Y., Sun, Y., & Li, J. (2024). EmoEden: Applying generative artificial intelligence to emotional learning for children with high-function autism. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '24)*, 1–20. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642899>
- Tawhid, M. A., Nahar, T., & Hossain, M. A. (2021). Spectrogram-based automatic detection of autism from EEG. *PLOS ONE*, 16(6), e0253094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253094>
- Zhang, Y., Wang, H., & Zhou, M. (2022). Deep learning-based gesture interactive robot for autistic children under music perception education. *Frontiers in Psychology*, 12, 762701. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.762701>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

¹Diogo Conceição. Professor do Grupo de Recrutamento 550 (Informática) do Ensino Básico e Secundário, aluno de mestrado no curso de Engenharia de Tecnologias e Sistemas Web, no ISLA Santarém e licenciado em Educação e Comunicação Multimédia, pela Escola Superior de Educação de Santarém.

²Domingos Martinho. Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Endereço postal dos autores.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Rua Dr. Teixeira Guedes 31, 2000-029 Santarém

Portugal

MONITORIZAÇÃO DE FRUTOS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

FRUIT MONITORING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Fábio Guerra¹; Domingos Martinho²; Ricardo Vardasca³

ISLA Santarém - Instituto Politécnico

fabio-guerra@hotmail.com¹; domingos.martinho@islasantarem.pt²;

ricardo.vardasca@islasantarem.pt³

Resumo

Introdução: A Inteligência Artificial (IA) é uma ferramenta chave na monitorização da maturação de frutos para a agricultura de precisão. A diversidade de abordagens exige sistematização, pelo que este trabalho analisa criticamente estudos que aplicam Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL) na previsão da maturação, identificando os modelos, métodos e resultados.

Método: Baseada na estrutura PICO, definiram-se as questões de investigação (População: frutos; Intervenção: modelos de aprendizagem IA; Comparação: entre modelos; Outcome: métricas). A seleção de estudos, publicados entre 2015 e 2025, seguiu as diretrizes PRISMA. A análise dos dados foi descritiva, comparativa e temática.

Resultados: A análise dos 20 estudos revelou o domínio de modelos de DL. Arquiteturas como Redes Neurais Convolucionais (CNNs), YOLO e Mask R-CNN foram as mais comuns, aplicando-se a imagens RGB de frutos como morango, maçã e tomate. Os modelos de DL alcançaram métricas de precisão e mAP frequentemente superiores a 90%, superando os de ML clássico, utilizados como termo de comparação ou em sistemas híbridos.

Conclusão: A monitorização da maturação de frutos é dominada por modelos de DL aplicados a imagens RGB, com um foco em culturas como o morango, a maçã e o tomate. A principal lacuna identificada é a falta de validação dos modelos em condições de produção reais, o que limita a sua aplicação prática. O trabalho futuro deve priorizar a validação em campo com múltiplas variedades, a integração de dados multissensoriais e o desenvolvimento de sistemas autónomos em tempo real que combinem IA e robótica.

Palavras-chave: *Agricultura de Precisão; Deep Learning; Inteligência Artificial; Machine Learning; Previsão da Maturação de Frutos; Revisão Sistemática da Literatura.*

Abstract

Introduction: Artificial Intelligence (AI) is a key tool in monitoring fruit ripeness for precision agriculture. The diversity of approaches requires systematisation, so this paper critically analyses studies that apply Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL) to ripeness prediction, identifying the models, methods and results.

Method: Based on the PICO framework, the research questions were defined (Population: fruits; Intervention: AI learning models; Comparison: between models; Outcome: metrics). The selection of studies, published between 2015 and 2025, followed the PRISMA guidelines. Data analysis was descriptive, comparative and thematic.

Results: The analysis of the 20 studies revealed the dominance of DL models. Architectures such as Convolutional Neural Networks (CNNs), YOLO and Mask R-CNN were the most common, applied to RGB images of fruit such as strawberries, apples and tomatoes. DL models achieved accuracy and mAP metrics often exceeding 90 per cent, outperforming those of classic ML, used as a term of comparison or in hybrid systems.

Conclusion: Fruit ripeness monitoring is dominated by DL models applied to RGB images, with a focus on crops such as strawberries, apples and tomatoes. The main gap identified is the lack of validation of the models in real production conditions, which limits their practical application. Future work should prioritise field validation with multiple varieties, the integration of multisensory data and the development of autonomous real-time systems that combine AI and robotics.

Keywords: *Artificial Intelligence; Deep Learning; Fruit Ripeness Prediction; Machine Learning; Precision Agriculture; Systematic Literature Review.*

A monitorização e a estimativa da maturação de culturas frutícolas são tarefas centrais para uma agricultura moderna mais eficiente, sustentável e adaptada às exigências dos mercados. A determinação precisa do grau de maturação influencia diretamente o momento da colheita, a qualidade do produto final, a redução do desperdício alimentar e o planeamento logístico das operações agrícolas. Com o crescimento da agricultura de precisão, as técnicas de Inteligência Artificial (IA) têm vindo a assumir um papel cada vez mais relevante no apoio à tomada de decisão baseada em dados. Entre estas técnicas, destacam-se o Machine Learning (ML) e o Deep Learning (DL), especialmente aplicados em tarefas como a quantificação de frutos, a classificação por fase de desenvolvimento e a previsão da produção (He et al., 2025; Liu et al., 2025; Zhao et al., 2025).

Apesar do aumento significativo de publicações nesta área, verifica-se uma grande heterogeneidade nas abordagens propostas, desde modelos supervisionados simples até arquiteturas profundas combinadas com métodos de pré-processamento inovadores, o que dificulta a comparação direta de resultados e a adoção de práticas consolidadas (Callaghan & Martinez-Hernandez, 2025; Y. Li et al., 2025; Sikder et al., 2025). Neste contexto, torna-se essencial realizar uma sistematização da literatura existente, que permita identificar os modelos mais eficazes, os dados e sensores mais utilizados, bem como as condições e as culturas em que estas tecnologias têm sido aplicadas.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo principal a realização de uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar e analisar estudos científicos que apliquem técnicas de IA na gestão de culturas de frutos, especificamente na monitorização e estimativa da maturação. A abordagem metodológica implementada segue as diretrizes de Kitchenham & Charters (2007), que embora orientadas para revisões sistemáticas da literatura em temas ligados à engenharia de *software*, são também muito utilizadas noutros contextos tecnológicos.

Para definição das questões de investigação, a que se pretende responder com o desenvolvimento do presente trabalho, teve-se em consideração a abordagem PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*). Uma abordagem que permite enquadrar com maior precisão os elementos centrais do tema em análise e é considerada adequada a revisões sistemáticas da literatura que envolvem a síntese de evidências quantitativas, como é o caso deste trabalho. Considera-se ainda que a utilização desta abordagem apresenta maior sensibilidade na identificação de literatura relevante para o domínio de uma investigação quantitativa, quando comparada com outras abordagens, como a SPIDER, a qual é mais recomendada para estudos qualitativos (Tawfik et al., 2019). A Tabela 1 representa a implementação desta abordagem.

Tabela 1. Tabela de aplicação da abordagem PICO.

Elemento	Aplicação no estudo
Population	Culturas de frutos.
Intervention	Modelos de aprendizagem IA aplicados na monitorização e previsão da maturação.
Comparison	Comparação entre diferentes modelos de ML e DL.
Outcome	Resultados obtidos através de métricas de avaliação dos modelos (Accuracy, RMSE, MSE, F1-Score, AUC, etc.)

Através desta estrutura PICO foram então definidas as seguintes questões de investigação:

- **Q1:** Que modelos de aprendizagem de Inteligência Artificial (ML e DL) têm sido aplicados na monitorização e estimativa da maturação de culturas de frutos?

- **Q2:** Que dados, sensores e variáveis têm sido utilizados na recolha de dados utilizados pelos modelos?
- **Q3:** Quais são as principais comparações de desempenho reportadas entre diferentes modelos de ML, DL, ou entre ML e DL, na monitorização ou estimativa da maturação de culturas de frutos?
- **Q4:** Que culturas de frutos foram mais estudadas, e que limitações ou lacunas foram identificadas nos estudos existentes?

Através destas questões pretende-se compreender quais são as abordagens atuais, as boas práticas e as oportunidades de melhoria neste domínio que obtém cada vez mais interesse na atualidade. Com o objetivo de garantir transparência, reprodutibilidade e rigor na identificação, seleção e análise dos estudos, a pesquisa realizada segue o método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021).

O presente documento encontra-se estruturado em quatro secções principais. A introdução apresenta o enquadramento do tema, a relevância da aplicação de técnicas de IA na monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas, bem como os objetivos e questões de investigação. A segunda secção descreve detalhadamente a metodologia adotada para a realização da revisão sistemática da literatura, definição dos critérios de seleção, a estratégia de pesquisa e o processo de triagem e extração de dados. A terceira secção expõe os resultados obtidos, através de uma análise descritiva, comparativa e crítica dos estudos selecionados, abrange os modelos, os dados, as métricas de desempenho e as culturas analisadas. Por fim, a quarta secção apresenta as conclusões gerais do estudo e propõe direções para investigações futuras, com base nas evidências sintetizadas.

MÉTODO

A pesquisa dos estudos foi realizada entre os anos de 2015 e 2025, justificada pelo aumento significativo de publicações sobre o tema e pela evolução dos modelos de IA neste período, nas bases de dados científicas IEEE, ScienceDirect, Springer e MDPI. Na pesquisa foi utilizada a *string* "(artificial intelligence OR machine learning OR deep learning) AND (fruit crop monitoring OR fruit growth OR fruit maturation prediction)", elaborada com base nos termos definidos segundo a estrutura PICO. O componente *Population* (P) foi representado pelos termos "fruit crop monitoring", "fruit growth" e "fruit maturation prediction", com o objetivo de captar estudos que abordassem a monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas, já o componente *Intervention* (I) foi refletido pelos termos "artificial intelligence", "machine learning" e "deep learning", que representam os tipos de modelos utilizados. Os componentes *Comparison* (C) e *Outcome* (O) não foram diretamente incluídos na *string*, uma vez que normalmente surgem na análise dos conteúdos dos artigos e não nas suas palavras-chave ou títulos, a sua inclusão poderia restringir indevidamente os resultados.

No caso específico da base de dados ScienceDirect, devido ao elevado número de resultados inicialmente obtidos (26 567), foi aplicado um filtro para restringir a pesquisa à área temática de *Computer Science*, que resultou em 2 456 artigos. Na base de dados MDPI, a *string* completa não retornou resultados, como alternativa procedeu-se à decomposição da mesma em nove combinações, "artificial intelligence" AND "fruit crop monitoring", "artificial intelligence" AND "fruit growth", "artificial intelligence" AND "fruit maturation prediction", "machine learning" AND "fruit crop monitoring", "machine learning" AND "fruit growth", "machine learning" AND "fruit maturation prediction", "deep learning" AND "fruit crop monitoring", "deep learning" AND "fruit growth" e "deep learning" AND "fruit maturation prediction". Os resultados obtidos foram posteriormente agregados manualmente.

De acordo com as orientações da abordagem PRISMA foram também definidos critérios de inclusão e exclusão de estudos (Page et al., 2021). Através de critérios de inclusão foi

estabelecido que os estudos deveriam aplicar técnicas de ML ou DL em culturas de frutos, com incidência na monitorização do crescimento ou na previsão de maturação de frutos. Considerou-se crucial, com base na abordagem PICO, que os estudos deveriam abordar a comparação de desempenho entre pelo menos dois modelos de IA (ML vs ML, DL vs DL ou ML vs DL). Adicionalmente, foram consideradas apenas publicações com revisão por pares que apresentassem descrição clara e suficiente dos dados, modelos, parâmetros e resultados de desempenho, escritos em língua inglesa. Por outro lado, foram também definidos critérios de exclusão, não foram incluídos estudos que abordassem culturas que não fossem de frutos (hortícolas, cereais, florestais, etc). Excluíram-se também trabalhos puramente teóricos, de revisão ou de desenvolvimento, de hardware ou robótica, que não apresentassem qualquer aplicação ou avaliação direta na monitorização ou previsão da cultura em causa. Por fim, foram excluídos artigos duplicados, teses ou dissertações, documentos técnicos ou artigos de opinião, bem como quaisquer publicações sem possível acesso ao documento completo.

O processo de triagem e seleção dos estudos seguiu a metodologia PRISMA, estruturada em quatro fases, conforme ilustrado na Figura 1.

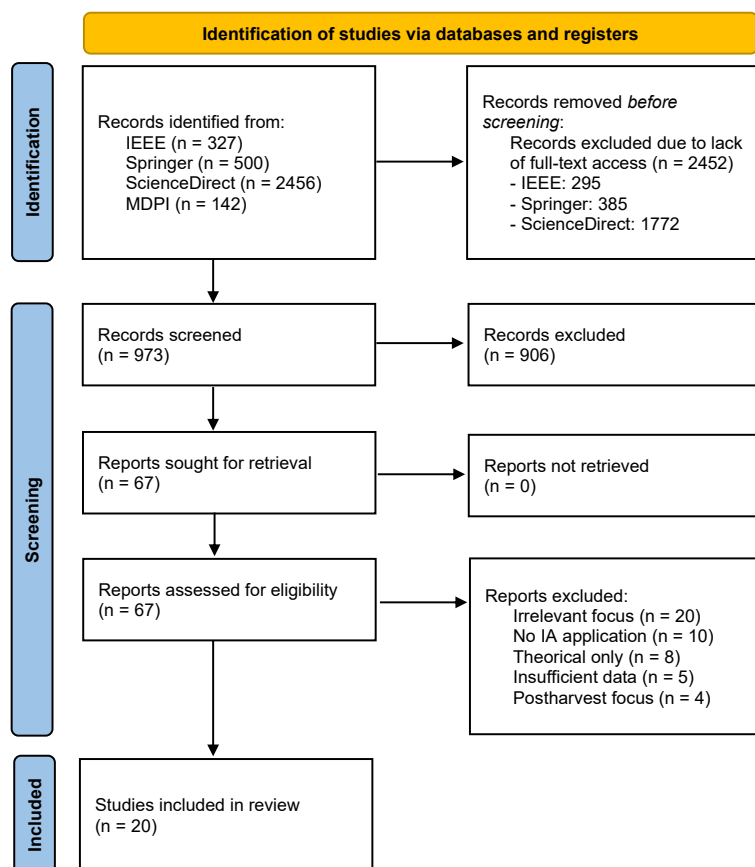


Figura 1. Diagrama método de seleção PRISMA.

Na fase de identificação, foram recolhidos 3 425 registos nas diferentes bases de dados, aos quais foi aplicado um filtro de acesso ao texto completo (Open Access), resultando na retenção de 973 registos. Seguiu-se a fase de triagem, com a leitura dos títulos e resumos, a partir da qual foram excluídos 906 artigos por não cumprirem os critérios definidos. Na fase de elegibilidade, os 67 artigos restantes foram avaliados na íntegra, sendo que 47 foram posteriormente excluídos com base na análise do conteúdo.

Por fim, na fase de inclusão, foram selecionados 20 estudos que cumpriam integralmente os critérios de inclusão estabelecidos para esta revisão sistemática. Na Tabela 2 podemos o registo dos resultados obtidos.

Tabela 2. Estudos Selecionados.

Autor (Ano)	Modelos Comparados	Tarefa
Zhao et al. (2025)	SimMIM + SwAV + MLP vs MAE, Swin Transformer	Regressão maturação (maçã)
Zhao et al. (2023)	SOLOv2 vs Mask RCNN (ResNet-50, ResNet-101 e Swin-T)	Segmentação e classificação maturação (pêssego)
Wang et al. (2024)	YOLOv8 mod. vs YOLOv3/4/5n, Faster R-CNN	Deteção (morango)
Wang et al. (2020)	FCF vs HED, RCF, DAE, Canny, gPb-UCM	Deteção de bordas e estimativa de diâmetro (maçã)
Sikder et al. (2025)	CNN vs VGG16 vs GNB, SVM, GB, RF, KNN	Classificação maturação (manga)
Sattar (2024)	CNN personalizada vs ResNet50, InceptionV3, MobileNetV2	Classificação acústica (maturação coco)
Naseer et al. (2024)	RF com CRNet vs CNN, GNB, KNN, LR	Classificação crescimento (romã)
Liu et al. (2025)	YOLOv8 + MLR vs VAR, RF, GBM, LSTM, TCN	Previsão rendimento (morango)
Li et al. (2025)	OLOX-SE-GIoU vs YOLOX, YOLOv4, YOLOv5, YOLOv7	Deteção maturação e pedúnculo (tomate)
Li et al. (2023)	MHSA-YOLOv8 vs YOLOv8, YOLOv7, YOLOv5, YOLOv4, YOLOv3, Faster-RCNN	Classificação e quantificação (tomate)
Cho et al. (2021)	VGG, ResNet, Inception, MobileNet + MLP, SVM, KSVM, RF, GBRT, DT, KNN	Classificação (morango e tomate)
Hondo et al. (2022)	Mask R-CNN (dados gerados) vs Mask R-CNN (COCO)	Previsão crescimento (maçã)
He et al. (2025)	YOLOv8s, YOLOv8s+C3x, YOLOv8s+head, YOLOv8s+C3x+head, YOLOv8s+C3x+head+giou (Model D); para classificação: YOLOv5s-cla, YOLOv8s-cla, ResNet-18, EfficientNet-b0, EfficientNet-b1	Deteção da maturação + Classificação "pickable/unpickable" (morango)
Giménez-Gallego et al. (2024)	Mask R-CNN (ResNet101 + FPN) vs GD + SAM (ViT-H, ViT-L, ViT-B)	Segmentação e estimação de tamanho (romã)
Fukuda et al. (2021)	CROP (U-Net modificado)	Segmentação e curva de crescimento (pera)
Elsheerbiny et al. (2025)	Decision Tree vs GBR	Previsão indicadores (An, TSS, TA e TSS/TA) de maturação (uva)
Dutta et al. (2023)	CNNs baseados em VGG-16 com fine-tuning	Classificação maturação (frutos climatéricos)

Callaghan & Martinez-Hernandez (2025)	RF, GBC, KNN, SVM, ANN	Classificação multissensorial da maturação (banana)
An et al. (2022)	SDNet modificado vs YOLOv4/v5/X, Swin Transformer	Deteção multiclasse (morango)
Amoriello et al. (2025)	ANN com Vis/NIR vs ANN com HSI	Previsão de TSS, TA e DM (alperce)

Após a seleção final dos estudos, a serem incluídos na revisão, procedeu-se à extração sistemática dos dados relevantes de cada estudo. Por forma a garantir consistência e minimização de erros, foi desenvolvido um modelo padronizado através de um modelo de extração de dados que teve como base as questões de investigação definidas anteriormente e os elementos PICO. As categorias de dados extraídas incluíram:

- Identificação do estudo
- Autores e Ano de publicação
- Características da População: Culturas frutícolas estudadas, contexto geográfico e condições da cultura.
- Detalhes da Intervenção: Modelos de aprendizagem de Inteligência Artificial (ML/DL), arquiteturas, dados e sensores utilizados, variáveis extraídas ou medidas.
- Detalhes da Comparação: Que modelos foram comparados dentro do estudo.
- Resultados: Métricas de desempenho aplicadas em cada comparação (*Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-score*, *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), R^2 , etc.).
- Características: Arquitetura do modelo, dimensão dos dataset, métodos de validação, frameworks e bibliotecas utilizadas.
- Limitações identificadas pelos autores dos estudos e investigações futuras sugeridas.

De forma a realizar uma síntese dos dados extraídos que permita responder às questões da investigação e obter uma visão abrangente e clara do estudo foram combinadas várias abordagens de análise: a) análise descritiva, através da apresentação das características gerais dos estudos incluídos; b) síntese e comparação dos resultados de desempenho, através da compilação e apresentação das métricas de desempenho e comparações abordadas nos diferentes estudos. O que permitirá analisar o desempenho de cada modelo e identificar os mais promissores para cada tarefa específica (monitorização ou previsão da maturação) nas diferentes culturas e explorar a influencia de outros fatores como os *datasets* ou abordagens utilizadas; c) análise crítica e temática, através da identificação e discussão de padrões emergentes nas abordagens, as boas práticas evidentes na literatura, os desafios comuns na aplicação de IA neste domínio, as limitações metodológicas dos estudos incluídos e as principais lacunas para investigação futura. Esta abordagem concisa e objetiva, combina análise descritiva com a síntese dos resultados quantitativos e a análise temática, procurando fornecer uma compreensão profunda do panorama atual da investigação, seguindo, como referido anteriormente, as recomendações de Kitchenham & Charters (2007) e diretrizes PRISMA de Page et al. (2021).

Para garantir a confiabilidade e a validade interna desta revisão, foi realizada uma avaliação da qualidade metodológica de cada estudo incluído, um passo crucial para interpretar os resultados e identificar potenciais vieses. Esta avaliação baseou-se em critérios adaptados das diretrizes de Kitchenham & Charters (2007), analisando especificamente a clareza e o rigor da metodologia, a descrição e validação dos modelos, a qualidade dos dados e parâmetros, a apresentação dos resultados e a discussão sobre as limitações de cada trabalho.

RESULTADOS

Os estudos selecionados abordaram a aplicação de modelos de aprendizagem, Inteligência Artificial, na monitorização da maturação e crescimento de frutos, através da utilização de diferentes abordagens técnicas, sensores e culturas frutícolas. Entre as comparações realizadas pelos autores destacam-se os modelos recomendados.

a) Análise Descritiva dos Estudos Incluídos

Na análise realizada aos 20 estudos selecionados foram identificadas as principais características metodológicas e temáticas associadas à aplicação dos modelos de aprendizagem de IA na monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas. Em termos de distribuição temporal, embora o intervalo de pesquisa tenha sido compreendido entre 2015 e 2025, os artigos selecionados abrangeram o período de 2020 a 2025, apresentando um crescimento evidente ao longo dos anos: um artigo de 2020; dois de 2021; dois de 2022; três de 2023; quatro de 2024; e oito de 2025. A progressão verificada reflete o crescente interesse científico no tema da agricultura de precisão com suporte em IA, conforme ilustrado na Figura 2.

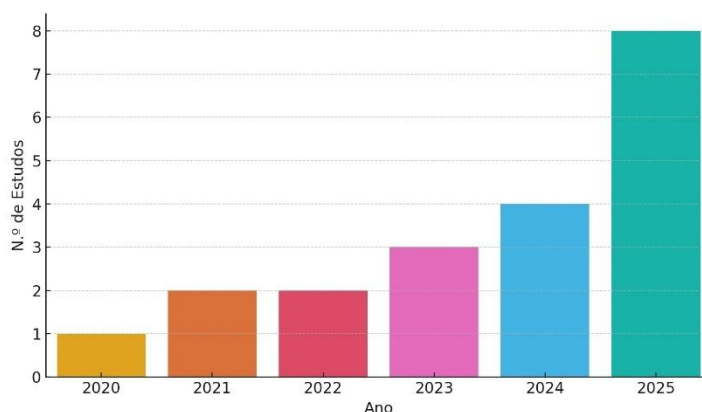


Figura 2. Distribuição dos estudos incluídos por ano de publicação, entre 2020 e 2025.

Quanto às culturas frutícolas analisadas, observou-se uma expressiva diversidade entre os estudos incluídos. O morango foi a cultura abordada com maior frequência, em cinco estudos (An et al., 2022; Cho et al., 2021; He et al., 2025; Liu et al., 2025; C. Wang et al., 2024), seguido da maçã em três estudos (Hondo et al., 2022; D. Wang et al., 2020; Zhao et al., 2025) e do tomate, também em três estudos (Cho et al., 2021; P. Li et al., 2023; Y. Li et al., 2025). A romã foi analisada em dois estudos (Giménez-Gallego et al., 2024; Naseer et al., 2024) tal como a manga (Dutta et al., 2023; Sikder et al., 2025). Com menor incidência, encontram-se estudos dedicados à uva, banana, pêssago, alperce e coco, com um estudo cada (Amoriello et al., 2025; Callaghan & Martinez-Hernandez, 2025; Elsherbiny et al., 2025; Sattar, 2024; Zhao et al., 2023). Verificou-se ainda que alguns estudos abordaram mais do que uma cultura em simultâneo, sendo que Dutta et al. (2023) aplicou os seus modelos a diferentes frutos climatéricos, incluindo alguns dos aqui mencionados. A predominância de frutos como o morango, a maçã e o tomate pode ser atribuída à sua relevância económica e às características do seu fenótipo. Estas culturas apresentam variações visíveis e mensuráveis ao longo das várias fases de maturação, o que as torna alvos de investigação apetecíveis para a monitorização com técnicas de aprendizagem baseadas em Inteligência Artificial, nomeadamente por visão computacional, conforme ilustrado na Figura 3.

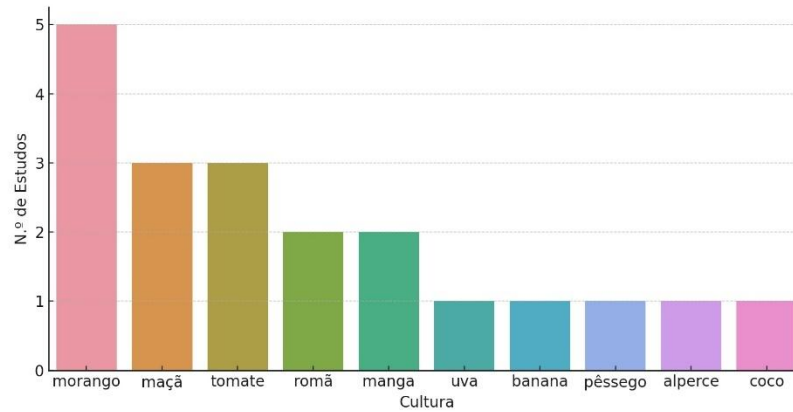


Figura 3. Frequência das culturas frutícolas estudadas nos artigos incluídos.

Relativamente aos modelos de aprendizagem de IA utilizados, observou-se uma predominância clara das abordagens baseadas em DL, presentes na totalidade dos estudos incluídos nesta revisão. As CNN foram a arquitetura mais amplamente utilizada, surgindo de forma isolada ou incorporadas em modelos mais complexos (Cho et al., 2021; Dutta et al., 2023; Liu et al., 2025; Naseer et al., 2024; Sattar, 2024; Sikder et al., 2025). Destacaram-se também as variantes YOLO (An et al., 2022; He et al., 2025; P. Li et al., 2023; Y. Li et al., 2025; Liu et al., 2025; C. Wang et al., 2024), e modelos como o Mask R-CNN (Giménez-Gallego et al., 2024; Hondo et al., 2022; Zhao et al., 2023), VGG (Cho et al., 2021; Dutta et al., 2023; Sikder et al., 2025), Inception (Cho et al., 2021; Sattar, 2024), *MobileNet* (Cho et al., 2021; Sattar, 2024), *ResNet* (Cho et al., 2021; Giménez-Gallego et al., 2024; He et al., 2025; Zhao et al., 2023), *Vision Transformers* (ViT, Swin-T) (An et al., 2022; Giménez-Gallego et al., 2024; Zhao et al., 2023, 2025), LSTM (Liu et al., 2025), MLP (Cho et al., 2021; Zhao et al., 2025), *EfficientNet* (He et al., 2025) e U-Net modificado (Fukuda et al., 2021), o que evidenciou uma diversidade considerável de configurações. Em oito estudos, aplicaram-se ainda técnicas de aprendizagem automática clássica, como *Support-Vector Machine* (SVM), *Random Forest* (RF), *Gradient Boosting* (GB), *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Decision Trees* (DT) e Artificial Neural Network (ANN) de baixa profundidade (Amoriello et al., 2025; Callaghan & Martinez-Hernandez, 2025; Cho et al., 2021; Elsherbiny et al., 2025; Liu et al., 2025; Naseer et al., 2024; Sikder et al., 2025; Zhao et al., 2025), utilizadas quer como termo de comparação, quer como componentes de sistemas híbridos que aliaram ML e DL. A Figura 4 sintetiza graficamente a frequência com que as diferentes arquiteturas e técnicas de IA foram utilizadas nos estudos analisados. Esta diversidade de métodos reflete o esforço dos investigadores para adaptar os modelos às características dos dados, à complexidade das tarefas (como classificação, regressão ou segmentação) e à necessidade de otimizar os resultados.

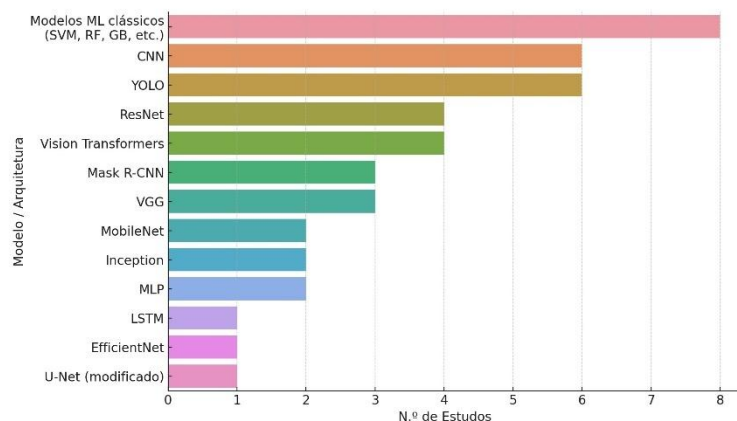


Figura 4. Frequência de ocorrência dos modelos de Inteligência Artificial utilizados nos estudos.

Nota. Um mesmo estudo pode incluir mais do que uma arquitetura, pelo que o total de ocorrências ultrapassa o número de estudos analisados

No que respeitou às modalidades de dados utilizadas, os mais comuns foram os dados visuais, em particular imagens RGB, que estiveram presentes em 17 dos 20 estudos analisados. Estas imagens foram captadas em diferentes contextos, como campo, estufa, laboratório ou por drones. Destacam-se os estudos de Liu et al. (2025), que para além das imagens RGB integraram dados climáticos e históricos de produção numa abordagem mista para previsão semanal do rendimento agrícola, e de Callaghan & Martinez-Hernandez (2025), que complementaram a visão por computador com sensores hiperespetrais, espectroscopia VIS/NIR, compostos voláteis (VOC) e dados ambientais, apresentaram uma abordagem multissensorial completa. Para além das imagens RGB, e ainda no âmbito dos sensores hiperespetrais e espectroscopia VIS/NIR, dois estudos recorreram exclusivamente a imagens hiperespetrais ou à espectroscopia no visível e infravermelho próximo (VIS/NIR), tecnologias que permitem a análise não destrutiva de atributos químicos internos dos frutos, como os sólidos solúveis, a acidez titulável e a matéria seca (Amoriello et al., 2025; Elsherbiny et al., 2025). Por outro lado, um estudo recorreu a sinais acústicos obtidos por impacto físico para prever o grau de maturação de cocos, através da exploração do som como indicador interno do estado de desenvolvimento do fruto (Sattar, 2024). Esta diversidade evidencia uma forte predominância da visão por computador como técnica central, mas também uma abertura à utilização de dados alternativos ou complementares, conforme ilustrado na Figura 5.

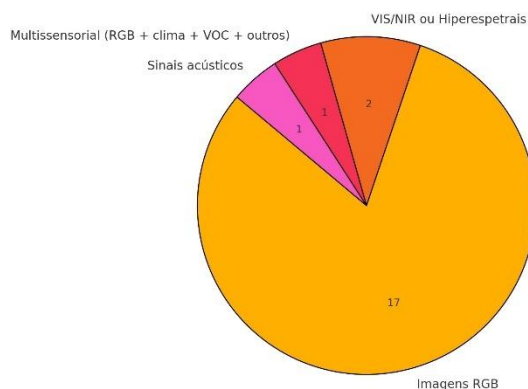


Figura 5. Tipos de dados aplicados na monitorização das culturas.

Em termos das tarefas específicas abordadas nos estudos analisados, verificou-se que a maioria se concentrou na previsão, estimação, classificação ou graduação do grau de maturação dos frutos, tarefa presente em 12 dos 20 estudos, como ilustrado na Figura 6, que apresenta a distribuição das tarefas abordadas nos estudos incluídos. Oito estudos abordaram a monitorização ou previsão do crescimento físico, incluindo o tamanho, a fase de desenvolvimento ou a quantificação de frutos (An et al., 2022; Cho et al., 2021; Fukuda et al., 2021; Giménez-Gallego et al., 2024; Hondo et al., 2022; P. Li et al., 2023; Naseer et al., 2024; D. Wang et al., 2020). Três estudos articularam ainda a deteção de fases de crescimento ou maturação com objetivos explícitos de apoio à colheita automatizada, contribuindo para soluções integradas de agricultura de precisão (An et al., 2022; He et al., 2025; Y. Li et al., 2025). Sattar (2024) recorreu a sinais acústicos obtidos por impacto físico para estimar o grau de maturação de cocos, utilizaram o som como indicador indireto do estado de desenvolvimento do fruto, enquanto Liu et al. (2025) propôs um modelo preditivo de rendimento semanal que integra dados de maturação e variáveis meteorológicas. Importa referir que alguns estudos abordaram múltiplas tarefas e, por isso, foram contabilizados em mais do que uma categoria. Esta diversidade revela ramificações entre diferentes abordagens no domínio da agricultura de precisão. Por um lado, existem abordagens centradas na identificação do momento ideal de colheita, por outro, destacam-se aquelas orientadas para o acompanhamento contínuo do desenvolvimento dos frutos ao longo do ciclo produtivo.

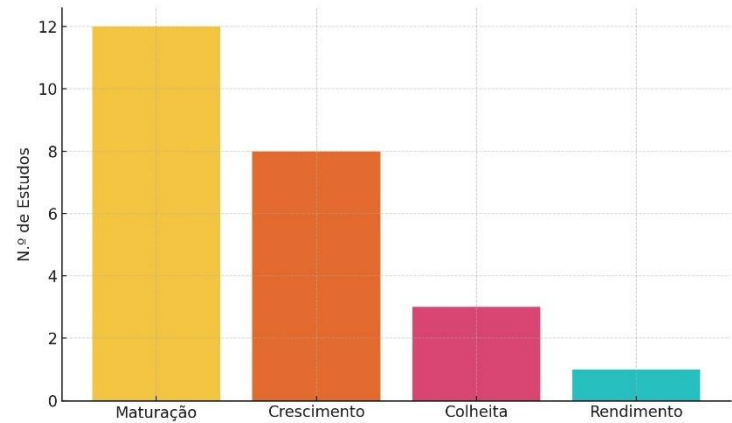


Figura 6. Tarefas abordadas nos estudos analisados.

b) Síntese e Comparação dos Resultados de Desempenho

A comparação direta entre os estudos incluídos nesta revisão sistemática apresenta limitações, decorrentes da diversidade dos *datasets* utilizados, das tarefas abordadas, das métricas reportadas e das metodologias adotadas. Em vez de procurar identificar um único “melhor modelo”, esta secção apresenta uma síntese do desempenho dos modelos testados dentro de cada estudo, com base nos dados extraídos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Síntese dos Modelos e Resultados extraídos

Autor (Ano)	DataSet	Modelo	Métricas	Configuração Técnica
Zhao et al. (2025)	2530 imagens, 7191 instâncias	SimMIM + SwAV + MLP	Reconstrutor (SSIM=0.75); Extrator (Dr2g=0.8844); Preditor (0.8933)	ViT-B, SGD, LR=0.0001<>0.06, Early stopping

Zhao et al. (2023)	NinePeach (4599 imagens)	SOLOv2 (Swin-T)	AP=72.12%	SGD, LR=0.005, Batch=4–16, StepLR
Wang et al. (2024)	1853 Imagens de drone	YOLOv8 modificado	Prec.=93.4%, F1 Score=93.69%, mAP@0.5=84.2%	SGD, 200 epoch, LR=0.01, mod. VoV-GSCSP
Wang et al. (2020)	903 imagens (aumentadas)	FCF	F1 Score=53.1%, MAE=0.90mm	ResNet-50 mod., SGD, Batch=10, LR=1e-6
Sikder et al. (2025)	975 imagens (aumentadas)	CNN + Gradient Boosting	Accuracy=96.28%	CNN: 2 conv, ReLU, Dropout=0.5, L2=0.01
Sattar (2024)	122 amostras de sinais acústicos	WST+ResNet50	Accuracy=84.25%, F1 Score=0.74	3 conv blocks, batch=10, LR=0.0001, SGD, 6 epochs
Naseer et al. (2024)	5837 imagens	Random Forest + CRnet	Accuracy = 98% (RF), 55% (CNN)	CNN (2 conv), Split 80/20, 20 epochs, KFold, SMOTE, Adam
Liu et al. (2025)	1473 imagens	MLR e GBM	MLR ($R^2=0.908$) vs GBM ($R^2=0.848$)	split=80/20, RFE, early stopping
Li et al. (2025)	1000 imagens	YOLOX-SE-GIoU	mAP = 92.17%, F1 Score = 87.25%	batch=16, Adam, LR=0.01, 100 epochs, Giou
Li et al. (2023)	2208 imagens	MHSA-YOLOv8	mAP50 = 86.4% (maturação), 91.6% (quantificação)	Darknet53, MHSA, SGD, LR=0.01, batch=8, 100 epochs
Cho et al. (2021)	250 morangos, 300 tomates	VGG16 + MLP / KSVM	Accuracy: 90% (morango), 83% (tomate)	Transfer learning, ImageNet
Hondo et al. (2022)	3000 imagens sintéticas + 93 reais	Mask R-CNN	Precision=0.955, IoU=0.653; MAPE=0.079	Augmentação sintética, MatchShapes
He et al. (2025)	Deteção: 1452 img; Class.: 2805 img	Det: YOLOv8s-mod; Class: YOLOv5s-clc	Det: mAP=83.2%; Class: Accuracy=95%	SGD, 100 epochs, batch size 16/32, early stopping
Giménez-Gallego et al. (2024)	400 imagens	Mask R-CNN	F1 Score=0.840, AP=0.713, IoU mask=0.789	Backbone: ResNet101, pretrained COCO, Batch 1, Epochs 80 SGD, LR: 0.001
Fukuda et al. (2021)	258 imagens (aumentadas)	CROP	IoU = 0.917	9700 epochs, Adam, LR=0.001, 5100 fine tuning, soft dice loss
Elsheerbiny et al. (2025)	105 amostras	GBR	R^2 TSS: 0.82, TA: 0.70	VIS/NIR 302–1148 nm, LOOCV
Dutta et al. (2023)	Fruit-360 dataset	VGG-16 fine-tuned	Test accuracy: banana=79.0%, papaya=86.7%, mango=86.3%	SGD, LR=0.0001, batch=4, early stopping, augmentations

Callaghan & Martinez-Hernandez (2025)	16942 amostras, 27 variáveis	RF / GBC	Accuracy=99.95%	SMOTE, StratifiedShuffleSplit (70/30), Adam/SGD, Epochs 50
An et al. (2022)	5600 imagens (aumentadas)	SDNet	mAP=94.26%, Accuracy=93.15%, F1 Score=91.91%	pretrained COCO, SGD, batch=16, 100 epochs, LR=0.001
Amoriello et al. (2025)	408 espectros	ANN com HSI	R ² TSS=0.904, DM=0.918, TA=0.811	MLP, 3 camadas, LM optimizer

Wang et al. (2020) exploraram uma abordagem para classificação de maçãs através da sua dimensão, recorrendo à arquitetura *Fused Convolutional Features* (FCF) para detetar os contornos dos frutos. O modelo, baseado numa arquitetura ResNet-50 modificada com FCN, foi treinado com o otimizador SGD, *batch size* de 10 e uma *learning rate* de 1e-6. Alcançou um F1-score de 53.1% na deteção das bordas, o que permitiu uma estimacção do diâmetro com um Erro Médio Absoluto (MAE) de 0.90 mm.

Fukuda et al. (2021) desenvolveram o modelo CROP, uma versão mais profunda da U-Net, para a segmentação e monitorização do crescimento de pêras. O modelo foi treinado num *dataset* de 172 imagens com o otimizador Adam e a função de perda Soft Dice Loss, alcançando um *Intersection over Union* (IoU) de 0.984. Após um ajuste fino (*fine-tuning*) com um *dataset* de 86 imagens de pêras, o modelo obteve um IoU de 0.917 no conjunto de teste.

Cho et al. (2021) compararam várias combinações de extratores *Deep Neural Networks* (DNNs) e classificadores de ML em conjuntos de dados esparsos. Utilizaram *transfer learning* com modelos pré-treinados no ImageNet, alcançaram 90% de *accuracy* na classificação de quatro fases de maturação de morangos (com VGG16 e um classificador MLP treinados com 30 imagens por fase) e 83% de *accuracy* para tomates (com VGG16 e KSVM treinados com 40 imagens por fase), o que reforça a utilidade de abordagens híbridas.

Hondo et al. (2022) focaram-se na previsão do crescimento de maçãs utilizando o modelo Mask R-CNN. O modelo foi treinado com 3000 imagens sintéticas e *transfer learning* a partir do *dataset* COCO, alcançando 95.5% de precisão na deteção de frutos e um IoU médio de 0.653. Para a rastreabilidade do raio de frutos ao longo do tempo, o sistema obteve um Erro Percentual Absoluto Médio, do inglês *mean absolute percentage error* (MAPE) inferior a 0.079.

An et al. (2022) apresentaram o SDNet (*Strawberry Detect Net*), uma solução baseada em YOLOX e otimizada com blocos C3HB e atenção NAM. O modelo foi treinado com um *dataset* de 5600 imagens (aumentado para 28.000) por 100 *epochs*, usando o otimizador SGD. O SDNet demonstrou um bom desempenho em tempo real para a deteção de cinco fases de crescimento do morango, alcançando uma precisão média, do inglês *Mean Average Precision* (mAP) de 94.26%, *Precision* de 93.15% e F1-score de 91.91%. A Figura 7 ilustra visualmente o desempenho do modelo na deteção de morangos em diferentes fases de maturação, conforme apresentado por An et al. (2022).



Figura 7. Exemplo visual da deteção de morangos pelo modelo SDNet (baseado em YOLOX).

Fonte: Adaptado de An et al. (2022).

Dutta et al. (2023) aplicaram *transfer learning* em frutos climatéricos (banana, manga e papaia) com um modelo VGG-16 ajustado (fine-tuning) no dataset "Fruit-360". Utilizando o otimizador SGD e a função de perda '*binary cross-entropy*', o modelo alcançou "*transfer learned accuracies*" de 79.0% para a banana, 86.7% para a papaia e 86.3% para a manga em conjuntos de teste com 20 imagens de cada fruta.

Zhao et al. (2023) propuseram uma arquitetura SOLOv2 com *backbone Swin-T* para a segmentação de pêssegos por fases de maturidade. Treinado com o otimizador SGD e uma *learning rate* inicial de 0.005, o modelo superou o Mask R-CNN na tarefa, alcançando uma mAP de 72.12%.

Li et al. (2023) testaram o modelo MHSA-YOLOv8 para a deteção da maturidade e quantificação de tomates num *dataset* de 2208 imagens. A arquitetura, que integra o mecanismo de atenção MHSA, obteve um F1-score de 80.6% e um mAP50 de 86.4% na classificação de três classes de maturação, mostrando resultados promissores em ambientes reais.

Sattar (2024) recorreu a sinais acústicos para prever a maturidade de cocos. O método mais eficaz combinou a *Wavelet Scattering Transform* (WST) com uma ResNet50, com o resultado de 84.25% de *accuracy* e um F1-score de 0.74. O modelo foi treinado com o otimizador SGD por 6 *epochs*.

Naseer et al. (2024) propuseram o modelo híbrido CRnet, que combina uma CNN e um classificador *Random Forest* (RF), para detetar as cinco fases de crescimento da romã. Após tratar o desequilíbrio de classes com a técnica SMOTE, o CRnet alcançou 98% de *accuracy*, superando significativamente uma CNN clássica (55% de *accuracy*).

Wang et al. (2024) aplicaram um modelo YOLOv8 otimizado a imagens de drones para a monitorização em larga escala das fases de desenvolvimento do morango. O modelo, modificado com uma arquitetura VoV-GSCSP e treinado por 200 *epochs*, apresentou F1-score de 93.69% e mAP50 de 84.2%.

Giménez-Gallego et al. (2024) compararam o Mask R-CNN com *Vision Transformers* (Grounding DINO + SAM) para a segmentação de romãs em árvore. O Mask R-CNN (com backbone ResNet101) apresentou o melhor desempenho, com um F1-score de 0.840 e um IoU de máscara de 0.789, demonstrando bons resultados em *accuracy* e tempo de processamento.

Zhao et al. (2025) aplicaram um sistema auto-supervisionado baseado em SimMIM com arquitetura ViT, SwAV e MLP para a previsão da maturação de maçãs. O sistema obteve bom desempenho em contextos de oclusão visual, com métricas como SSIM de 0.75 e PSNR de 25.36.

Sikder et al. (2025) realizaram a classificação do grau de maturação de mangas com CNNs e *transfer learning*. Destacaram o desempenho do modelo GB, que obteve 96.28% de precisão ao utilizar características extraídas por uma CNN personalizada.

Li et al. (2025) desenvolveram o modelo YOLOX-SE-GIoU para a deteção do grau de maturação e reconhecimento do caule de tomates. Incorporando um módulo de atenção SE e a função de perda Giou, o modelo alcançou um mAP de 92.17% e F1-score de 87.25%, com ganhos significativos em classes com amostragem desequilibrada.

He et al. (2025) propuseram um sistema de duas etapas para a colheita robótica de morangos. Primeiro, um modelo YOLOv8s modificado deteta as fases de maturação com 83.2% de mAP. Em seguida, um classificador YOLOv5s-cls avalia se os morangos maduros estão prontos para colheita, atingindo 95% de *accuracy*.

Liu et al. (2025) integraram visão computacional (YOLOv8n) com dados meteorológicos para prever semanalmente a produção de morangos. Modelos como *Multiple Linear Regression* (MLR) e *Gradient Boosting Machines* (GBM) apresentaram o melhor desempenho, com R^2 de 0.908 e 0.848 para diferentes variedades, respetivamente.

Elsherbiny et al. (2025) previram parâmetros internos como Sólidos Solúveis Totais (TSS) e Acidez Total (TA) em uvas. Combinando leituras do espectro VIS/NIR com um modelo *Gradient Boosting Regressor* (GBR), alcançaram um R^2 de 0.82 para TSS e 0.70 para TA.

Amoriello et al. (2025) avaliaram a qualidade interna de alperces de forma não destrutiva. Utilizaram dados de dispositivos portáteis VIS/NIR e HSI com redes neurais MLP, obtendo elevada *accuracy* na previsão de TSS ($R^2=0.904$), matéria seca, do inglês Dry Matter (DM) ($R^2=0.918$) e TA ($R^2=0.811$).

Callaghan & Martinez-Hernandez (2025) testaram um sistema multissensor (ótico, gasoso, ambiental) para classificar a maturação de bananas. Após o balanceamento os dados com SMOTE, os modelos RF e *Gradient Boosting Classifiers* (GBC) atingiram uma *accuracy* de 99.95%.

c) Análise crítica e temática

A análise transversal dos vinte estudos selecionados evidenciou a emergência de três grandes eixos temáticos na aplicação de IA à monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas: (i) modelos baseados em imagem para classificação e deteção; (ii) modelos de regressão para previsão de parâmetros físico-químicos; e (iii) integração de dados multissensoriais com modelos híbridos. Cerca de dois terços dos estudos analisados recorreram a abordagens de visão computacional baseada em redes neuronais profundas para identificar a fase de maturação visual dos frutos, com destaque para arquiteturas como YOLO (An et al., 2022; He et al., 2025; P. Li et al., 2023; Y. Li et al., 2025; C. Wang et al., 2024; Zhao et al., 2023), Mask R-CNN (Giménez-Gallego et al., 2024; Hondo et al., 2022) e VGG-16 (Cho et al., 2021; Dutta et al., 2023) e outras variantes como CNNs e DNNs combinadas com métodos clássicos (Cho et al., 2021; Fukuda et al., 2021; Sikder et al., 2025). A tarefa de segmentação de instâncias também assumiu particular relevância nos estudos que exigiram a deteção de múltiplos frutos com oclusões parciais (Fukuda et al., 2021; Giménez-Gallego et al., 2024). Em contrapartida, a minoria dos trabalhos focou-se na previsão de atributos quantitativos associados à maturação, como os TSS, DM e TA, através da utilização de dados espectrais ou hiperespetrais com modelos de regressão (Amoriello et al., 2025; Elsherbiny et al., 2025).

Um terceiro grupo, distinguiu-se pela fusão de fontes de dados diversas, como imagens RGB, espectros NIR, sensores de compostos voláteis e variáveis ambientais com o objetivo de melhorar a precisão preditiva (Callaghan & Martinez-Hernandez, 2025; Liu et al., 2025; Naseer et al., 2024; Sattar, 2024).

Entre as boas práticas metodológicas mais evidentes, destacou-se a utilização de validação cruzada por exemplo LOOCV e k-fold (Elsherbiny et al., 2025; Naseer et al., 2024), de conjuntos de validação externa (Amoriello et al., 2025) e a comparação rigorosa de múltiplos algoritmos com base em métricas como mAP, R^2 , RMSE e F1-score (Y. Li et al., 2025; Liu et al., 2025). A aplicação de técnicas de aumento de dados (MixUp, Mosaic, SMOTE) figuraram como estratégias comuns para mitigar os desequilíbrios de classes de forma a expandir *datasets* reduzidos (An et al., 2022; He et al., 2025). Além disso, alguns estudos recorreram ainda a mecanismos de atenção (SE, NAM, MHSA) e a funções de perda avançadas (GloU, aloU, SIOU) para otimizar os modelos de deteção (An et al., 2022; He et al., 2025; Y. Li et al., 2025).

Contudo, a análise revelou também desafios recorrentes e limitações metodológicas. A oclusão dos frutos, a semelhança cromática com o fundo e a variabilidade de iluminação continuaram a comprometer a fiabilidade dos modelos de visão por computador, o que

dificultou uma deteção e segmentação mais precisas (Giménez-Gallego et al., 2024; Hondo et al., 2022; Zhao et al., 2025). O desequilíbrio das classes revelou-se uma limitação que afeta negativamente a capacidade de generalização dos modelos (Cho et al., 2021; He et al., 2025). Além disso, foi identificada ausência de informação técnica essencial, como o número de *epochs*, *batch size*, função de ativação, etc (Cho et al., 2021; Hondo et al., 2022). Por fim, constatou-se que alguns estudos recorreram a *datasets* de dimensão reduzida (menos de 500 amostras) comprometendo a representatividade dos dados e a escalabilidade dos modelos desenvolvidos (Amoriello et al., 2025; Elsherbiny et al., 2025; Giménez-Gallego et al., 2024; Sattar, 2024).

As direções de investigação futura propostas pelos autores dos estudos analisados convergem para a criação de sistemas de IA mais aptos, automatizados e versáteis na monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas. Uma frente de trabalho comum é a melhoria da qualidade dos dados, com múltiplos investigadores a sugerirem a expansão e diversificação dos *datasets* (He et al., 2025; Zhao et al., 2025), a aplicação a outras culturas frutícolas (Amoriello et al., 2025; Giménez-Gallego et al., 2024; Hondo et al., 2022; Sattar, 2024), a utilização de dados mais extensos para modelos específicos como LSTM e TCN (Liu et al., 2025), e a integração de dados multissensoriais e hiperespectrais (Callaghan & Martinez-Hernandez, 2025; Fukuda et al., 2021; Y. Li et al., 2025). Outro foco crítico é a superação de desafios técnicos, como a mitigação de oclusões, interferência de fundo e variações de luz (He et al., 2025; P. Li et al., 2023; D. Wang et al., 2020), e a melhoria da avaliação dos modelos através de novas métricas e técnicas de balanceamento de dados (Sikder et al., 2025). A otimização dos próprios modelos é igualmente prioritária, seja através da redução da sua complexidade para desenvolvimento de aplicações móveis e em tempo real (Naseer et al., 2024; Zhao et al., 2023) ou do refinamento de arquiteturas como os *Transformers* (Giménez-Gallego et al., 2024). Finalmente, uma tendência proeminente é a integração com o hardware no terreno, visando a automatização de operações agrícolas através de robôs móveis para colheita e gestão de pomares (An et al., 2022; He et al., 2025; P. Li et al., 2023; Y. Li et al., 2025; Zhao et al., 2025). Estas propostas são complementadas pela necessidade de integrar dados agronómicos adicionais, como os nutricionais (C. Wang et al., 2024), e desenvolver aplicações sustentáveis em tempo real (Elsherbiny et al., 2025), enquanto (Cho et al., 2021) e (Dutta et al., 2023) não especificaram trabalhos futuros.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Esta revisão sistemática da literatura permitiu consolidar o conhecimento existente sobre a aplicação de modelos de Inteligência Artificial na monitorização e previsão da maturação de culturas frutícolas. Ao sintetizar os estudos mais relevantes da última década, o presente trabalho fornece uma visão integrada das abordagens, dados, resultados e lacunas neste domínio emergente, o que contribui para uma base sólida de apoio ao avanço científico e tecnológico na agricultura de precisão.

No que respeita à questão de investigação Q1 identificou-se uma clara predominância de modelos baseados em DL, com destaque para as arquiteturas CNN e variantes da família YOLO, frequentemente aplicadas a tarefas de classificação e deteção em imagens RGB. Também foram abordados modelos como Mask R-CNN, Vision Transformers e LSTM, frequentemente integrados em sistemas híbridos. Foi possível observar ainda os modelos clássicos de ML, como RF ou GB, que demonstraram competitividade em contextos com dados não visuais ou reduzidos, o que reforça a importância da adequação da arquitetura utilizada à natureza dos dados.

Quanto à Q2, os dados visuais, sobretudo imagens RGB, foram os mais utilizados, estão presentes em 17 dos 20 estudos. Contudo, observou-se que embora minoritário, começa a emergir o interesse por dados alternativos, como imagens hiperespetrais, espectroscopia VIS/NIR, sinais acústicos e sensores ambientais, especialmente em aplicações voltadas

para a previsão de atributos internos de qualidade. A diversidade de modalidades evidencia uma evolução para soluções multissensoriais e mais precisas.

Relativamente à Q3, os estudos analisados compararam modelos de ML e DL com base em métricas como *accuracy*, F1-score, MSE, R^2 e mAP. As abordagens de DL apresentaram geralmente melhor desempenho em tarefas visuais, enquanto os modelos clássicos de ML mostraram eficácia em dados estruturados ou espectrais. As evidências sugerem que o desempenho depende da natureza da tarefa e do tipo de dados disponíveis.

No que diz respeito à Q4, as culturas estudadas com maior frequência foram o morango, a maçã e o tomate, o que poderá refletir a sua elevada relevância económica, disponibilidade sazonal e características do seu fenótipo favoráveis à análise por visão computacional. Em contrapartida, culturas como a uva, a banana, o coco e o alperce estiveram significativamente sub-representadas, o que evidencia uma lacuna na abrangência das aplicações desenvolvidas até à data. Entre as limitações metodológicas mais recorrentes destacam-se a ausência de validação em condições reais de campo, o desequilíbrio entre classes de maturação e a reduzida dimensão de alguns conjuntos de dados.

Em termos globais, esta revisão permitiu identificar práticas promissoras e evidências sólidas quanto ao potencial da IA na agricultura de precisão, mas também revelou a necessidade de transpor estas abordagens do ambiente laboratorial para o contexto real de produção agrícola.

Com base nas lacunas identificadas, os trabalhos futuros deverão incidir prioritariamente em três eixos: (i) validação em campo e com múltiplas variedades, de forma a garantir precisão e generalização dos modelos em contextos reais; (ii) desenvolvimento de sistemas móveis e em tempo real, que permitam decisões automatizadas diretamente no terreno; (iii) integração de sensores multiespectrais, dados ambientais e robótica agrícola, com o objetivo de criar soluções autónomas e adaptáveis a diferentes culturas e contextos geográficos.

A IA, quando aplicada de forma crítica, responsável e contextualizada, tem o potencial de transformar profundamente os sistemas produtivos agrícolas, o que contribui para uma agricultura mais eficiente, sustentável e orientada por dados. Este trabalho espera assim contribuir para essa transição, ao fornecer uma base estruturada para futuras investigações e aplicações práticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amoriello, T., Ciorba, R., Ruggiero, G., Masciola, F., Scutaru, D., & Ciccoritti, R. (2025). Vis/NIR Spectroscopy and Vis/NIR Hyperspectral Imaging for Non-Destructive Monitoring of Apricot Fruit Internal Quality with Machine Learning. *Foods*, 14(2), 196. <https://doi.org/10.3390/foods14020196>
- An, Q., Wang, K., Li, Z., Song, C., Tang, X., & Song, J. (2022). Real-Time Monitoring Method of Strawberry Fruit Growth State Based on YOLO Improved Model. *IEEE Access*, 10, 124363–124372. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3220234>
- Callaghan, K. M. S., & Martinez-Hernandez, U. (2025). Low-Cost, Multisensor Nondestructive Banana Ripeness Estimation Using Machine Learning. *IEEE Sensors Journal*, 25(5), 8797–8806. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2025.3528250>
- Cho, W. H., Kyoong Kim, S., Hwan Na, M., & Seop Na, I. (2021). Fruit Ripeness Prediction Based on DNN Feature Induction from Sparse Dataset. *Computers, Materials & Continua*, 69(3), 4003–4024. <https://doi.org/10.32604/cmc.2021.018758>
- Dutta, J., Patwardhan, M., Deshpande, P., Karande, S., & Rai, B. (2023). Zero-shot transfer learned generic AI models for prediction of optimally ripe climacteric fruits. *Scientific Reports*, 13(1), 7347. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34527-8>

- Elsherbiny, O., El-Hendawy, S., Elsayed, S., Elwakeel, A. E., Alebidi, A., Yue, X., Elmessery, W. M., & Galal, H. (2025). Incorporation of visible/near-infrared spectroscopy and machine learning models for indirect assessment of grape ripening indicators. *Scientific Reports*, 15(1), 12345. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81694-3>
- Fukuda, M., Okuno, T., & Yuki, S. (2021). Central Object Segmentation by Deep Learning to Continuously Monitor Fruit Growth through RGB Images. *Sensors*, 21(21), 6999. <https://doi.org/10.3390/s21216999>
- Giménez-Gallego, J., Martínez-del-Rincon, J., González-Teruel, J. D., Navarro-Hellín, H., Navarro, P. J., & Torres-Sánchez, R. (2024). On-tree fruit image segmentation comparing Mask R-CNN and Vision Transformer models. Application in a novel algorithm for pixel-based fruit size estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 222, 109077. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109077>
- He, Z., Karkee, M., & Zhang, Q. (2025). Enhanced machine vision system for field-based detection of pickable strawberries: Integrating an advanced two-step deep learning model merging improved YOLOv8 and YOLOv5-clas. *Computers and Electronics in Agriculture*, 234, 110173. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110173>
- Hondo, T., Kobayashi, K., & Aoyagi, Y. (2022). Real-Time Prediction of Growth Characteristics for Individual Fruits Using Deep Learning. *Sensors*, 22(17), 6473. <https://doi.org/10.3390/s22176473>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Keele, UK. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=4761353793292081832&hl=en&oi=scholar>
- Li, P., Zheng, J., Li, P., Long, H., Li, M., & Gao, L. (2023). Tomato Maturity Detection and Counting Model Based on MHSA-YOLOv8. *Sensors*, 23(15), 6701. <https://doi.org/10.3390/s23156701>
- Li, Y., Li, J., Luo, L., Wang, L., & Zhi, Q. (2025). Tomato ripeness and stem recognition based on improved YOLOX. *Scientific Reports*, 15(1), 1924. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84869-0>
- Liu, S., Ampatzidis, Y., Zhou, C., & Lee, W. S. (2025). AI-driven time series analysis for predicting strawberry weekly yields integrating fruit monitoring and weather data for optimized harvest planning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 233, 110212. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110212>
- Naseer, A., Amjad, M., Raza, A., Munir, K., Samee, N. A., & Alohal, M. A. (2024). A Novel Transfer Learning Approach for Detection of Pomegranates Growth Stages. *IEEE Access*, 12, 27073–27087. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365356>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Sattar, F. (2024). Predicting Maturity of Coconut Fruit from Acoustic Signal with Applications of Deep Learning. *The 2nd International Online Conference on Agriculture*, 16. <https://doi.org/10.3390/IOGAG2023-16880>
- Sikder, M. S., Islam, M. S., Islam, M., & Reza, M. S. (2025). Improving mango ripeness grading accuracy: A comprehensive analysis of deep learning, traditional machine learning, and transfer learning techniques. *Machine Learning with Applications*, 19, 100619. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2025.100619>
- Tawfik, G. M., Dila, K. A. S., Mohamed, M. Y. F., Tam, D. N. H., Kien, N. D., Ahmed, A. M., & Huy, N. T. (2019). A step by step guide for conducting a systematic review and meta-

analysis with simulation data. *Tropical Medicine and Health*, 47(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s41182-019-0165-6>

Wang, C., Han, Q., Li, C., Li, J., Kong, D., Wang, F., & Zou, X. (2024). Assisting the Planning of Harvesting Plans for Large Strawberry Fields through Image-Processing Method Based on Deep Learning. *Agriculture*, 14(4), 560. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040560>

Wang, D., Li, C., Song, H., Xiong, H., Liu, C., & He, D. (2020). Deep Learning Approach for Apple Edge Detection to Remotely Monitor Apple Growth in Orchards. *IEEE Access*, 8, 26911–26925. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2971524>

Zhao, Z., Hicks, Y., Sun, X., & Luo, C. (2023). Peach ripeness classification based on a new one-stage instance segmentation model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 214, 108369. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108369>

Zhao, Z., Hicks, Y., Sun, X., McGuinness, B. J., & Lim, H. S. (2025). A novel self-supervised method for in-field occluded apple ripeness determination. *Computers and Electronics in Agriculture*, 234, 110246. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110246>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

Fábio Guerra. Licenciado em Informática de Gestão, com especialização em administração de redes, e mestrando em Engenharia de Tecnologias e Sistemas Web pelo ISLA Santarém. Consultor SAP Business One, com experiência em implementação de soluções empresariais, integração de sistemas e suporte técnico. Interessado em inteligência artificial e machine learning, com foco na inovação digital e automatização de processos.

Domingos Martinho. Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

Ricardo Vardasca. Professor coordenador e diretor do centro de investigação do ISLA Santarém, investigador do INEGI-LAETA, professor externo na Universidade de Valência (ESP), examinador externo na Swansea University (RU). Doutorado em Ciências Informáticas e licenciado em Engenharia Informática. Fellow da Royal Photographic Society, Accredited Senior Imaging Scientist, editor-chefe do Imaging Science Journal e membro editorial das revistas E-Health and Medical Communications, Educational Science e Artificial Intelligence in Health.

Endereço postal.

ISLA Santarém – Instituto Politécnico
Rua Teixeira Guedes, 31
2000-029 Santarém (Portugal)

A UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PERSONALIZAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO UTILIZADOR EM LOJAS ONLINE

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZING THE USER EXPERIENCE IN ONLINE STORES

Rafael Letra; Domingos Martinho; Ricardo Vardasca

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

rafaelantunesletra@gmail.com; domingos.martinho@islasantarem.pt;

ricardo.vardasca@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: Esta investigação consiste numa revisão sistemática da literatura científica sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na personalização da experiência do utilizador em lojas online, com a crescente adoção de tecnologias inteligentes no e-commerce, a personalização tornou-se essencial para aumentar a satisfação, a fidelização e a intenção de compra, o objetivo deste estudo é identificar e analisar as abordagens mais relevantes e os principais contributos empíricos recentes, fornecendo uma visão consolidada sobre o impacto da IA na adaptação de conteúdos, produtos e interações às preferências individuais dos consumidores.

Método: O estudo seguiu uma metodologia em quatro fases: definição do objetivo e dos termos de pesquisa; pesquisa em bases de dados científicas; eliminação de artigos duplicados, indisponíveis ou fora do tema; seleção final com base em critérios como relevância, atualidade e tipo de estudo, a amostra final integrou 15 artigos científicos.

Resultados: Os resultados mostram que a IA tem um impacto positivo na experiência do utilizador, potenciando a personalização, satisfação, lealdade e intenção de compra, foram identificadas abordagens como sistemas de recomendação baseados em deep learning, chatbots, realidade aumentada, análise de sentimentos, modelos explicáveis (XAI) e LLMs, fatores como confiança, qualidade da informação e adaptabilidade revelaram-se críticos para a aceitação destas tecnologias.

Conclusão: A revisão consolidou o conhecimento atual, identificando benefícios e desafios como a explicabilidade e privacidade. Sugere-se a ampliação futura da análise e o estudo de questões éticas, com foco em sistemas mais transparentes e confiáveis para reforçar a personalização e a confiança dos consumidores.

Palavras-chave: Chatbots, E-commerce, Experiência do utilizador, Inteligência Artificial, Personalização, Sistemas de recomendação

Abstract

Introduction: This research consists of a systematic review of the scientific literature on the application of Artificial Intelligence (AI) in the personalization of the user experience in online stores, with the growing adoption of intelligent technologies in e-commerce, personalization has become essential to increase satisfaction, loyalty and purchase intention, the objective of this study is to identify and analyze the most relevant approaches and the main recent empirical contributions, providing a consolidated view of the impact of AI on the adaptation of content, products and interactions to individual consumer preferences.

Method: The study followed a four-stage methodology: definition of the objective and terms of research; search in scientific databases; elimination of duplicate articles, unavailable or off-topic; final selection based on criteria such as relevance, topicality and type of study, the final sample comprised 14 scientific articles.

Results: The results show that AI has a positive impact on the user experience, boosting personalization, satisfaction, loyalty and purchase intent, approaches such as recommendation systems based on deep learning, chatbots, augmented reality, sentiment analysis, explainable models (XAI) and LLMs were identified, but factors such as trust, quality of information and adaptability proved critical to the acceptance of these technologies.

Conclusion: The review consolidated current knowledge, identifying benefits and challenges such as explainability and privacy. It is suggested that the analysis be expanded in the future and that ethical issues be studied, with a focus on more transparent and reliable systems to strengthen personalization and consumer trust.

Keywords: Chatbots, E-commerce, Artificial Intelligence, Personalization, Recommender Systems, User Experience

Num contexto digital cada vez mais competitivo, a personalização da experiência do utilizador tornou-se uma estratégia central para as lojas online que pretendem não apenas atrair, mas também reter e fidelizar clientes, com o avanço da tecnologia, a Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel fundamental na forma como as plataformas de e-commerce compreendem, antecipam e respondem às necessidades dos seus utilizadores (Alasa et al., 2025; Ameen et al., 2021). Ao longo da última década, a IA tem sido integrada em diversas funcionalidades, desde sistemas de recomendação personalizados até chatbots inteligentes, análise de comportamento do consumidor e ajustes dinâmicos de conteúdo. Estes mecanismos permitem adaptar a experiência de navegação e compra às preferências individuais, contribuindo para uma maior satisfação do cliente, reforçando o envolvimento com a marca e melhorando assim as taxas de conversão (Ameen et al., 2021; Hallikainen et al., 2022; Necula & Păvăloaia, 2023; Zhang & Chen, 2020). Neste contexto, torna-se essencial compreender como a IA está a ser aplicada na personalização da experiência do utilizador em lojas online e quais os impactos dessa integração, para tal, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar, sintetizar e analisar os contributos científicos mais relevantes nesta área. Foram analisados 15 artigos científicos publicados entre os últimos anos, selecionados de forma criteriosa com base em critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, nestes artigos encontram-se investigações centradas em sistemas de recomendação baseados em machine learning e deep learning, interação com chatbots e aplicações de modelos de linguagem de larga escala (LLMs) (Adawiyah et al., 2024; Necula & Păvăloaia, 2023; ValenciaArias et al., 2024). Através desta análise, pretende-se compreender não só as técnicas de IA mais utilizadas, mas também os efeitos reportados na experiência do utilizador, os desafios encontrados pelos autores e as tendências emergentes neste campo.

MÉTODO

O desenvolvimento desta revisão sistemática foi conduzido em quatro fases distintas, seguindo as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses) para garantir um processo de seleção rigoroso, coerente e cientificamente fundamentado.

Na primeira fase, foi feita a seleção das bases de dados científicas a utilizar para a recolha de publicações relevantes, nomeadamente: ResearchGate, MDPI, ScienceDirect, IOPscience, arXiv e SCIRP. Nesta etapa foram também definidas as expressões de pesquisa, com base nos principais conceitos associados ao tema, sendo elas as seguintes: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Customer Experience, Recommender Systems, Chatbots e E-commerce.

A segunda fase correspondeu à execução da pesquisa propriamente dita nas plataformas selecionadas, utilizando as expressões definidas na fase anterior. Nesta etapa, foram aplicadas as combinações de palavras-chave em cada base de dados e recolhidos todos os documentos considerados relevantes para o tema, no final desta fase, a pesquisa resultou na obtenção de um total de 29 documentos para análise inicial.

Na terceira fase, procedeu-se a uma triagem preliminar, com o objetivo de eliminar documentos duplicados entre plataformas, publicações sem revisão científica, artigos inacessíveis na íntegra, bem como estudos claramente fora do escopo da presente investigação.

Por fim, na quarta fase, analisaram-se os títulos, resumos e palavras-chave dos artigos restantes, esta análise permitiu identificar os documentos cujo conteúdo estava diretamente

relacionado com o tema em estudo e selecionar os que seriam incluídos na análise final. Na Tabela 1 mostra-se o resumo do processo de seleção dos artigos.

Tabela 9. Processo de seleção de artigos

Fase	Ação	Nº artigos iniciais	Nº artigos excluídos	Nº artigos restantes
1	Definição das bases de dados e das expressões de pesquisa	—	—	—
2	Execução da pesquisa nas plataformas e recolha de documentos	29	—	—
3	Triagem preliminar (duplicados, sem revisão científicas, sem acesso integral, fora do escopo)	29	9	20
4	Análise de títulos, resumos e palavras-chave	20	5	15

A figura 1 apresenta os 15 artigos utilizados nesta revisão sistemática, com indicação do autor, título, base de dados e ano de publicação. A análise foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, com foco nos padrões, abordagens tecnológicas e impactos da IA na personalização da experiência do utilizador. Para facilitar a interpretação, os estudos foram organizados por categorias temáticas (recomendações, modelos de linguagem, chatbots e experiência geral). A perspetiva adotada é exploratória e crítica, permitindo sintetizar os avanços atuais, identificar lacunas na literatura e apontar caminhos para futuras investigações no contexto do e-commerce.

Autores	Título	Base de Dados	Ano
Ameen et al.	Customer experiences in the age of artificial	ScienceDirect	2021
Ruan e Mezei	Exploring customer satisfaction with chatbots	ScienceDirect	2022
Hallikainen et al.	How AI-driven promotions and recommendations impact online grocery shopping	ScienceDirect	2022
Valencia-Arias et al.	Artificial Intelligence in e-commerce personalization: A bibliometric analysis	SCIRP	2024
Zhang e Chen	Explainable recommendation: A survey and new perspectives	arXiv	2020
Guo et al.	An interpretable recommender system based on feature interactions	ScienceDirect	2020
Deldijoo et al.	A review of modern fashion recommender systems	SpringerLink	2023
Xu et al.	Emerging synergies between LLMs and recommender systems	arXiv	2024
Necula e Păvăloaia	Artificial Intelligence in E-Commerce: Review and Future Directions	ResearchGate	2023
Li et al.	Consumer preference for chatbot vs human agent	IOPscience	2024
Adawiyah et al.	The influence of AI and AR on online shopping experience	ResearchGate	2024
Alasa et al.	AI-driven personalization in Amazon and Shopify	ResearchGate	2025
Wasilewski et al.	Enhanced E-commerce Personalization Through AI-Powered Content Generation Tools	arXiv	2024
Yin et al.	The Impact of AI Recommender Systems on Click Intentions	MDPI	2025
Kagan et al.	Deploying Chatbots in Customer Service: Adoption Hurdles and Simple Remedies	arXiv	2025

Figura 1. Artigos selecionados

RESULTADOS

Os estudos incluídos nesta revisão sistemática incidem sobre a utilização da Inteligência Artificial na personalização da experiência do utilizador em lojas online, globalmente, os artigos analisados apresentam diversas abordagens, desde sistemas de recomendação personalizados até à integração de chatbots e modelos de linguagem de larga escala (LLMs), refletindo a evolução tecnológica e a diversidade de aplicações da IA no e-commerce.

Foram consideradas as metodologias adotadas, as tecnologias de IA aplicadas e os principais contributos de cada estudo para a temática em análise.

Ameen et al. (2021) analisaram como a integração da IA influencia a experiência do cliente em compras online, o estudo, de natureza quantitativa, baseou-se num inquérito aplicado a clientes de uma marca de cosméticos que utiliza serviços baseados em IA. Os autores propuseram um modelo teórico sustentado na teoria da confiança-compromisso e no modelo de qualidade do serviço, analisado através de PLS-SEM, concluíram que a confiança e o sacrifício desempenham um papel mediador nos efeitos da conveniência, personalização e qualidade do serviço, sendo o compromisso um fator determinante para uma experiência positiva do cliente com a IA.

Ruan e Mezei (2022) investigaram situações em que os chatbots de IA geram maior satisfação do que os empregados humanos no apoio ao cliente em compras online, considerando o tipo de produto, o estudo quantitativo, baseado numa experiência com 567 participantes, demonstrou que os chatbots são mais eficazes quando os produtos têm atributos funcionais, enquanto os humanos geram maior satisfação em produtos com atributos sensoriais. A análise, realizada com recurso a ANCOVA e MANOVA, mostrou que a qualidade da informação, o tempo de espera e as emoções positivas influenciam significativamente a perceção do serviço. Os autores fornecem ainda recomendações práticas sobre a escolha do agente de atendimento mais adequado consoante o tipo de produto.

Hallikainen et al. (2022) analisaram os efeitos das recomendações personalizadas de produtos e das promoções de preços no comportamento de compra online no setor alimentar, o estudo, de natureza quantitativa, envolveu 356 consumidores de um retalhista finlandês e utilizou regressão linear e análise de efeitos marginais. Os resultados indicam que as promoções de preços personalizados reduzem o esforço cognitivo e aumentam a lealdade do cliente, enquanto as recomendações de produtos não tiveram o mesmo impacto. O estudo reforça a eficácia das promoções como estratégia de fidelização em retalho alimentar online.

Valencia-Arias et al. (2024) realizaram um estudo sobre o impacto da IA e dos sistemas de recomendação no e-commerce, com base numa abordagem bibliométrica aplicada a 91 publicações. Os resultados mostram um crescimento acentuado da investigação na área, destacando a análise de sentimentos, redes neurais convolucionais e grafos de conhecimento como tendências emergentes. Os autores sublinham o contributo da IA para a melhoria da experiência do utilizador e a precisão das recomendações, apontando novas abordagens algorítmicas como caminhos promissores para investigações futuras.

Zhang e Chen (2020) realizaram uma revisão teórica sobre sistemas de recomendação explicáveis, abordando modelos intrínsecos e modelos pós-hoc, propuseram uma taxonomia bidimensional que classifica os métodos com base na fonte da informação e nos mecanismos algorítmicos utilizados para gerar explicações. O estudo destaca tendências emergentes como deep learning, fatorização de matrizes e grafos de conhecimento, salientando a importância da transparência e da confiança na experiência do utilizador, são também explorados diferentes estilos de explicação e o seu impacto na perceção do utilizador.

Guo et al. (2020) propuseram uma abordagem de machine learning interpretável para recomendações de características de produtos em lojas online, o estudo quantitativo recorreu a Shapley Values para explicar a importância das características nos preços de diferentes categorias de produtos. Foram utilizados modelos como regressão linear, LightGBM e CatBoost. Os resultados demonstraram um aumento de 45% na cobertura das recomendações face ao algoritmo base, mantendo uma taxa de conversão semelhante, a explicabilidade oferecida pela abordagem reforça a confiança do cliente e potencia decisões de compra mais informadas.

Deldjoo et al. (2023) realizaram uma revisão teórica sobre sistemas de recomendação no setor da moda, propondo uma taxonomia baseada em objetivos (como combinação de roupas, previsão de tamanhos) e tipos de dados utilizados. O estudo destacou desafios como a representação de produtos, compatibilidade e preferências culturais, enfatizou ainda a importância da explicabilidade, entre as abordagens discutidas estão técnicas de visão computacional, deep learning, filtragem colaborativa e generative learning, com foco na melhoria da personalização e da transparência das recomendações.

Xu et al. (2024) exploraram a integração de modelos de linguagem de grande escala (LLMs) com técnicas de machine learning em sistemas de recomendação no e-commerce. O estudo propôs a estrutura PALR, que combina comportamento histórico do utilizador com LLMs através de pré-treino, fine-tuning e prompting. Os resultados mostraram uma melhoria significativa face aos métodos tradicionais, sobretudo em cenários de cold start. Além da melhoria na personalização, os LLMs demonstraram ainda uma maior capacidade para gerar explicações compreensíveis, reforçando a confiança e a satisfação dos clientes.

Necula e Păvăloaia (2023) realizaram uma revisão sistemática sobre o uso de técnicas de inteligência artificial em sistemas de recomendação no e-commerce. O estudo identificou machine learning, deep learning, realidade aumentada e assistentes virtuais como as abordagens mais comuns, destaca-se também a integração crescente com tecnologias como blockchain para reforçar a confiança do consumidor. Apesar da persistência de métodos tradicionais, os sistemas baseados em IA mostraram maior eficácia na personalização e na melhoria da experiência do utilizador, o estudo aponta ainda tendências como análise de sentimentos, embeddings e modelos avançados de deep learning.

Li et al. (2020) analisaram as atitudes dos consumidores face ao atendimento ao cliente com recurso a IA durante compras online. O estudo quantitativo, com base numa amostra de 670 participantes, revelou que a maioria dos consumidores aceita este tipo de atendimento, valorizando a disponibilidade contínua, objetividade e imparcialidade. No entanto, 28,5% demonstraram resistência, sobretudo pela perceção de menor eficácia face ao atendimento humano. Os resultados também indicaram preferência por transparência na identificação dos chatbots, sendo a qualidade e a capacidade de resolução fatores determinantes para a aceitação da IA.

Adawiyah et al. (2024) analisaram o impacto da integração da IA e da realidade aumentada nas recomendações personalizadas e na intenção de uso dos consumidores na plataforma Shopee, no setor de cosméticos. O estudo quantitativo, com 387 participantes, baseou-se nos modelos TAM e TPB, e utilizou PLS-SEM para análise. Os resultados indicam que a combinação de IA e realidade aumentada melhora a intenção de uso, sendo a facilidade de uso e a utilidade os principais fatores influenciadores, o estudo reforça o potencial da integração destas tecnologias para otimizar a experiência de compra em e-commerce.

Alasa et al. (2025) investigaram o impacto da personalização baseada em IA no comportamento do consumidor nas plataformas Amazon e Shopify, o estudo qualitativo utilizou análise comparativa com base em dados secundários, como relatórios e estudos de mercado. As técnicas de IA identificadas, como filtragem colaborativa, NLP e análise preditiva, demonstraram melhorar a experiência do cliente, aumentar a taxa de conversão e promover a fidelização. O estudo também abordou questões éticas, como a privacidade de dados, e destacou o potencial da IA para otimizar inventário e preços no e-commerce.

Wasilewski et al. (2024) propõem um framework que combina interfaces multivariadas (MultiUI) com conteúdo gerado por IA para personalizar a experiência no e-commerce, através de clustering de utilizadores com base em comportamentos e testes A/B, demonstraram que interfaces e descrições de produto personalizadas aumentam significativamente as taxas de conversão, também testaram a geração de descrições com o ChatGPT, adaptadas a diferentes segmentos. Concluíram que a integração entre UI e AI melhora a experiência do utilizador e os resultados comerciais, sugerem como trabalho futuro o uso de dados internos, fine-tuning de LLMs e análise das implicações éticas.

Yin et al. (2025) investigaram como a experiência do consumidor com recomendações personalizadas por IA influencia a intenção de clique no e-commerce, utilizaram uma abordagem mista: entrevistas com 30 consumidores e dois inquéritos quantitativos com 347 e 1097 participantes. Os resultados mostraram que a relevância, a inspiração e a experiência analítica aumentam a intenção de clique, tendo como fatores, a aceitação tecnológica e a experiência imersiva, a percepção de invasão de privacidade e a qualidade da informação atuam como moderadores. Os autores concluíram que a aceitação da tecnologia e a confiança são fatores essenciais para a eficácia das recomendações personalizadas, recomendando ainda a validação do modelo em mercados internacionais e uma análise mais aprofundada das questões relacionadas com a privacidade.

Kagan et al. (2025) estudaram os fatores que dificultam a aceitação de chatbots no atendimento ao cliente, através de três experiências com mais de 700 participantes, verificaram que os utilizadores tendem a evitar chatbots quando estes funcionam como etapa obrigatória antes de chegar a um atendimento humano. Esse modelo, que impõe uma interação inicial forçada com o chatbot, gera frustração e reduz a aceitação do mesmo. No entanto, quando os clientes recebem informações transparentes, como o tempo médio de espera e as capacidades reais do chatbot, a sua percepção melhora significativamente. O estudo conclui que ajustar a forma como os chatbots são apresentados pode aumentar a sua utilização, consequentemente diminuir o custo de atendimento ao cliente para as empresas, como proposta futura, os autores sugerem testar estas estratégias em contextos reais e analisar o impacto de fatores culturais na aceitação da IA.

Síntese de resultados

A análise dos estudos incluídos nesta revisão sistemática revela que a aplicação da IA na personalização da experiência do utilizador em lojas online tem sido explorada em contextos variados, desde grandes plataformas internacionais a estudos específicos de setores como moda, cosméticos ou retalho alimentar.

As investigações foram conduzidas com recurso a diferentes abordagens metodológicas, destacando-se os estudos quantitativos baseados em inquéritos ou experiências controladas, bem como revisões teóricas e sistemáticas que permitem traçar tendências emergentes na área.

Os resultados obtidos apontam para benefícios significativos da IA na melhoria da experiência do utilizador, da fidelização e da eficácia das estratégias comerciais. Na Tabela 3 apresenta-se uma síntese dos estudos analisados, considerando o autor, a abordagem metodológica utilizada, os principais resultados, conclusões e propostas de trabalhos futuros.

Tabela 3. Síntese de resultados

<i>Autores</i>	<i>Abordagem Metodológica</i>	<i>Conclusões</i>	<i>Trabalhos Futuros</i>
<i>Ameen et al. (2021)</i>	<i>Quantitativa</i>	<i>Confiança e compromisso são cruciais para experiências positivas com IA</i>	<i>Explorar novos fatores psicológicos e contextos culturais no impacto da IA</i>

Ruan e Mezei (2022)	Quantitativa	Qualidade da informação e emoções positivas influenciam a satisfação do utilizador	Aprofundar a análise para diferentes categorias de produtos e contextos
Hallikainen et al. (2022)	Quantitativa	Promoções são mais eficazes que recomendações no retalho alimentar	Investigar combinações de promoções e recomendações
Valencia-Arias et al. (2024)	Quantitativa	IA melhora a precisão e experiência do utilizador; apostar em novos algoritmos	Explorar algoritmos híbridos e integração com novas tecnologias
Zhang e Chen (2020)	Qualitativa	Transparência nas recomendações é essencial para a confiança dos utilizadores	Desenvolver modelos explicáveis mais eficazes e personalizáveis
Guo et al. (2020)	Quantitativa	Explicabilidade aumenta a confiança das decisões tomadas pelo utilizador	Aplicar abordagem em diferentes setores e realizar um teste mais abrangente
Deldjoo et al. (2023)	Qualitativa	Importância da explicabilidade e preferências culturais na recomendação	Investigar a personalização baseada em preferências culturais
Xu et al. (2024)	Quantitativa	LLMs aumenta a confiança e eficácia das recomendações	Aprofundar a integração dos LLMs com histórico comportamental e interfaces interativas
Necula e Păvăloaia (2023)	Qualitativa	IA supera métodos tradicionais na personalização	Analisar o impacto de novas tecnologias como blockchain e realidade aumentada na confiança e eficácia
Li et al. (2020)	Quantitativa	Qualidade e resolução são essenciais para a aceitação da IA	Explorar como melhorar a perceção da eficácia dos chatbots
Adawiyah et al. (2024)	Quantitativa	Integração tecnológica otimiza a experiência de compra do utilizador	Estudar os efeitos em outros setores e com diferentes perfis de consumidor
Alasa et al. (2025)	Qualitativa	IA melhora a experiência e o desempenho das lojas online	Investigar os efeitos éticos na expansão da IA no e-commerce
Wasilewski et al. (2024)	Quantitativo	Integração de UI personalizada com conteúdo gerado por IA aumenta a fidelização de utilizadores.	Explorar a escalabilidade, aprofundar integração com LLMs e abordar implicações éticas.
Yin et al. (2025)	Estudo misto	Experiência com recomendações por IA aumenta a intenção de clique, desde que exista confiança e proteção	Analisar o impacto da IA noutros contextos culturais e validar o modelo com diferentes perfis e mercados.
Kagan et al. (2025)	Quantitativa	Apresentação do chatbot influencia a sua aceitação, uma comunicação clara pode aumentar a adesão e reduzir custos	Testar as estratégias propostas em contextos reais e investigar o impacto de fatores culturais na aceitação dos chatbots.

De forma a consolidar os principais contributos dos estudos analisados, procedeu-se à sistematização das conclusões e das propostas de trabalhos futuros por cada tópico temático. Esta síntese permite identificar os padrões mais relevantes na aplicação da Inteligência Artificial no e-commerce, bem como destacar as direções sugeridas para investigações futuras. A figura 2 apresenta essa organização por categoria, agrupando os artigos conforme o foco principal das suas abordagens.

Síntese de tópicos		
Tópico	Desafios	Trabalhos Futuros
 Sistemas de Recomendação	Falta de explicabilidade nos modelos, variabilidade cultural na aceitação de recomendações, confiança nos algoritmos.	Desenvolver modelos mais explicáveis e híbridos; testar eficácia em diferentes contextos culturais e setores.
 Modelos de Linguagem (LLMs)	Risco de criação de conteúdo redundante ou enviesado, integração com sistemas existentes, preocupações éticas.	Aprofundar integração com dados internos; explorar escalabilidade e implicações éticas dos conteúdos gerados.
 Chatbots	Resistência dos utilizadores, falta de empatia percebida, desconfiança na automatização.	Testar intervenções em ambientes reais e analisar impacto de fatores culturais na utilização de chatbots.
 Experiência Geral com IA	Dificuldade em assegurar privacidade, aceitação tecnológica desigual, ausência de métricas objetivas de impacto.	Explorar fatores psicológicos e culturais e avaliar o impacto da IA em diferentes tipos de produtos e perfis.

Figura 2. Síntese de tópicos

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

A presente revisão sistemática evidenciou o papel crescente e impactante da IA na personalização da experiência do utilizador em lojas online. Os artigos analisados demonstram que tecnologias como sistemas de recomendação baseados em deep learning, chatbots, realidade aumentada e modelos de linguagem de larga escala (LLMs) estão a transformar profundamente a forma como os consumidores interagem com plataformas de e-commerce. Em particular, observou-se que a personalização promovida por IA contribui para o aumento da confiança, satisfação, lealdade e intenção de compra dos utilizadores, sendo igualmente valorizada pela sua objetividade, acessibilidade e capacidade de adaptação em tempo real.

Contudo, os estudos também revelam desafios importantes, como a necessidade de explicabilidade nos sistemas de recomendação, as preocupações com a privacidade dos dados e a resistência de alguns consumidores à substituição do atendimento humano, a eficácia das tecnologias varia consoante o tipo de produto, o perfil do consumidor e o contexto cultural, sendo por isso essencial uma abordagem personalizada e contextualizada.

Para trabalhos futuros, sugere-se a exploração de soluções híbridas que integrem diversas técnicas de IA, a avaliação do impacto da personalização em novos setores de e-commerce e o aprofundamento da integração de tecnologias emergentes como blockchain e AR, além disso, recomenda-se ainda o desenvolvimento de modelos explicáveis, que reforcem a transparência e confiança dos utilizadores, e a análise de questões éticas e regulamentares associadas à utilização intensiva de IA no e-commerce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adawiyah, S. R., Purwandari, B., Eitiveni, I., & Purwaningsih, E. H. (2024). The Influence of AI and AR Technology in Personalized Recommendations on Customer Usage Intention: A Case Study of Cosmetic Products on Shopee. *Applied Sciences*, 14(13), 5786. <https://doi.org/10.3390/app14135786>
- Alasa, D. K., Hossain, D., Jiyane, G., Sarwer, M. H., & Saha, T. R. (2025). AI-Driven Personalization in E-Commerce: The Case of Amazon and Shopify's Impact on Consumer Behavior. *Voice of the Publisher*, 11(01), 104–116. <https://doi.org/10.4236/vp.2025.111009>
- Ameen, N., Tarhini, A., Reppel, A., & Anand, A. (2021). Customer experiences in the age of artificial intelligence. *Computers in Human Behavior*, 114, 106548. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106548>
- Deldjoo, Y., Nazary, F., Ramisa, A., Mcauley, J., Pellegrini, G., Bellogin, A., & Noia, T. D. (2023). A Review of Modern Fashion Recommender Systems (No. arXiv:2202.02757). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.02757>
- Guo, M., Yan, N., Cui, X., Hughes, S., & Jadda, K. A. (2020). Online Product Feature Recommendations with Interpretable Machine Learning.
- Hallikainen, H., Luongo, M., Dhir, A., & Laukkanen, T. (2022). Consequences of personalized product recommendations and price promotions in online grocery shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 69, 103088. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103088>
- Kagan, E., Hathaway, B., & Dada, M. (2025). Deploying Chatbots in Customer Service: Adoption Hurdles and Simple Remedies (No. arXiv:2504.06145). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.06145>
- Li, C., Pan, R., Xin, H., & Deng, Z. (2020). Research on Artificial Intelligence Customer Service on Consumer Attitude and Its Impact during Online Shopping. *Journal of Physics: Conference Series*, 1575(1), 012192. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012192>
- Necula, S.-C., & Păvăloaia, V.-D. (2023). AI-Driven Recommendations: A Systematic Review of the State of the Art in E-Commerce. *Applied Sciences*, 13(9), 5531. <https://doi.org/10.3390/app13095531>
- Ruan, Y., & Mezei, J. (2022). When do AI chatbots lead to higher customer satisfaction than human frontline employees in online shopping assistance? Considering product attribute type. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 68, 103059. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103059>
- Valencia-Arias, A., Uribe-Bedoya, H., González-Ruiz, J. D., Santos, G. S., Ramírez, E. C., & Rojas, E. M. (2024). Artificial intelligence and recommender systems in e-commerce. *Trends and research agenda. Intelligent Systems with Applications*, 24, 200435. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200435>
- Wasilewski, A., Chawla, Y., & Pralat, E. (2025). Enhanced E-Commerce Personalization Through AI-Powered Content Generation Tools. *IEEE Access*, 13, 48083–48095. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3550956>
- Xu, X., Wu, Y., Liang, P., He, Y., & Wang, H. (2024). Emerging synergies between large language models and machine learning in e-commerce recommendations. *Applied and Computational Engineering*, 69(1), 57–63. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/69/20241512>
- Yin, J., Qiu, X., & Wang, Y. (2025). The Impact of AI-Personalized Recommendations on Clicking Intentions: Evidence from Chinese E-Commerce. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(1), 21. <https://doi.org/10.3390/jtaer20010021>

Zhang, Y., & Chen, X. (2020). Explainable Recommendation: A Survey and New Perspectives. Foundations and Trends® in Information Retrieval, 14(1), 1–101. <https://doi.org/10.1561/15000000066>

PERFIL ACADÉMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

¹**Rafael Letra.** Licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém, atualmente frequenta o Mestrado em Engenharia de Tecnologias e Sistemas Web na mesma instituição, onde aprofunda os seus conhecimentos nas áreas de desenvolvimento web, sistemas de informação e aplicações inteligentes orientadas à inovação tecnológica.

²**Domingos Martinho.** Professor coordenador do ISLA Santarém, doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e mestre em Ciências Informáticas pela Universidade de Lisboa, licenciado em Informática de Gestão pelo ISLA Santarém. Professor especialista em Ciências Informáticas. Investigador integrado no NECE-UBI (Centro de Investigação em Ciências Empresariais).

³**Ricardo Vardasca.** Professor coordenador e diretor do centro de investigação do ISLA Santarém, investigador do INEGI-LAETA, professor externo na Universidade de Valência (ESP), examinador externo na Swansea University (RU). Doutorado em Ciências Informáticas e licenciado em Engenharia Informática. Fellow da Royal Photographic Society, Accredited Senior Imaging Scientist, editor-chefe do Imaging Science Journal e membro editorial das revistas E-Health and Medical Communications, Educational Science e Artificial Intelligence in Health.

^{1,2,3}**Endereço postal.**

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

Rua Teixeira Guedes, 31

2000-029 Santarém (Portugal)

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INTERPRETAÇÃO ENTRE LÍNGUAS

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INTERPRETATION BETWEEN LANGUAGES

Amadu Cande¹; Domingos Martinho²

^{1,2} ISLA Santarém – Instituto Politécnico

¹engamadu2025@gmail.com; ²domingos.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: O uso da Inteligência Artificial na interpretação entre línguas está a evoluir muito rapidamente. Este artigo analisa de que forma as ferramentas de IA estão a transformar a comunicação mundial, como a tradução automática, o reconhecimento de voz e a interpretação em tempo real. O presente artigo consiste numa revisão de literatura do tipo sistemática, cujo objetivo é aprofundar o conhecimento acerca das vantagens, dos obstáculos e das consequências destas ferramentas emergentes no âmbito profissional, académico e social, enfatizando a sua influência crescente nas interações multilingues.

Método: O desenvolvimento deste trabalho foi realizado em 4 fases. Na primeira fase procedeu-se à seleção das bases de dados para a realização da pesquisa, que incluem a Web of Knowledge, ResearchGate, Google Scholar e repositórios científicos de acesso aberto. Na segunda fase foi realizada a pesquisa de trabalhos publicados entre 2017 e 2025, da qual resultou um total de 30 documentos.

Na terceira fase, as publicações obtidas foram compiladas e analisadas, tendo-se excluído os documentos repetidos. Na quarta fase analisaram-se o título, o resumo e as palavras-chave. No final, obteve-se um total de 15 artigos que foram objecto da análise final.

Resultados. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a IA está a contribuir significativamente para o progresso da eficiência na interpretação, especialmente em tempo real, como em conferências internacionais e serviços de apoio. No entanto, persistem limitações relevantes em contextos mais complexos, onde as expressões culturais e a terminologia técnica desafiam os sistemas automáticos. Ferramentas como os interpretadores automáticos em tempo real demonstram elevado potencial de aplicação, mas exigem melhorias tecnológicas contínuas para evitar erros críticos e garantir a fiabilidade.

Conclusão: A Inteligência Artificial representa um avanço crucial e promissor na área da interpretação entre línguas. Contudo, a sua adoção generalizada requer cautela, sobretudo em ambientes onde a precisão e a sensibilidade cultural são fundamentais. Futuros estudos deverão concentrar-se no treino de modelos adaptados a contextos específicos, bem como na integração com feedback humano contínuo, visando melhorar a precisão, a fiabilidade e a aceitação ética destas soluções.

Palavras-chave: comunicação global, Inteligência Artificial, interpretação, multilinguismo, tradução automática.

.Abstract

Introduction: The use of Artificial Intelligence in language interpretation is evolving rapidly. This article analyzes how AI tools are transforming global communication, such as machine translation, speech recognition, and real-time interpretation. This article consists of a systematic literature review, which aims to deepen knowledge about the advantages, obstacles, and consequences of these emerging tools in the professional, academic, and social spheres, emphasizing their growing influence on multilingual interactions.

Method: This work was developed in four phases. In the first phase, the databases for the research were selected, including Web of Knowledge, ResearchGate, Google Scholar, and Scientific Access Repositories. In the second phase, a search was conducted for works published between 2017 and 2025, resulting in a total of 30 documents. In the third phase, the publications obtained were compiled and analyzed, excluding duplicate documents. In the fourth phase, the title, abstract, and keywords were analyzed. In the end, a total of 15 articles were selected for final analysis.

Results: According to the results obtained in this study, AI is significantly helping to improve interpretation efficiency, especially in real time, such as at international conferences and support services, etc. However, significant limitations remain in more complex contexts, where cultural

expressions and technical terminology challenge automatic systems. Tools such as real-time automatic interpreters show high potential for application but require continuous technological improvements to avoid critical errors and ensure reliability.

Conclusion: Artificial Intelligence represents a crucial and promising advance in the field of language interpretation. However, its widespread adoption requires caution, especially in environments where accuracy and cultural sensitivity are critical. Future studies should focus on training models adapted to specific contexts, as well as on integration with continuous human feedback, aiming to improve the accuracy, reliability, and ethical acceptance of these solutions.

Keywords: global communication, Artificial Intelligence, interpretation, multilingualism, machine translation.

EASYFLOWCHART – APLICAÇÃO WEB PARA CONVERSÃO BIDIRECIONAL ENTRE PSEUDOCÓDIGO E FLUXOGRAMAS

EASYFLOWCHART – A WEB APPLICATION FOR BIDIRECTIONAL CONVERSION BETWEEN PSEUDOCODE AND FLOWCHARTS

¹Luís Beirante; ²Ricardo Vardasca

^{1,2}ISLA Santarém - Instituto Politécnico

¹luis.beirante@islasantarem.pt; ²ricardo.vardasca@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: As linguagens de representação algorítmica, como o pseudocódigo e os fluxogramas, são ferramentas didáticas essenciais no ensino e aprendizagem de programação que promovem a compreensão e o raciocínio algorítmico. No entanto, muitos estudantes demonstram dificuldades na transição entre estas duas formas de representação, o que compromete a compreensão de estruturas de controlo e lógica computacional. Este trabalho apresenta o EasyFlowchart, uma aplicação web que converte automaticamente o pseudocódigo em fluxogramas e vice-versa, de forma a minimizar os erros de interpretação e facilitar a compreensão estrutural dos algoritmos.

Método: A aplicação foi desenvolvida segundo uma arquitetura *Model-View-Controller*, implementada através das tecnologias MongoDB, Express.js, React.js, Node.js e da biblioteca GoJS, utilizada para a renderização e manipulação dos elementos visuais dos fluxogramas. A lógica de conversão foi desenvolvida com base nos princípios da programação orientada a objetos, através de classes para representar e processar os diferentes tipos de instruções algorítmicas. Cada classe foi responsável por encapsular o comportamento associado a uma determinada estrutura, como operações, decisões e ciclos. A aplicação foi validada através de testes unitários com Jest, testes de integração com Postman e testes *end-to-end* realizados na interface gráfica.

Resultados: A aplicação EasyFlowchart permitiu aos utilizadores escrever pseudocódigo e obter automaticamente o fluxograma correspondente ou desenhar fluxogramas e obter o pseudocódigo equivalente. Os testes apresentaram conversões corretas para as estruturas de sequência, de decisão (*if-else*) e de repetição (*while*, *for*, *do-while*), bem como para as respetivas combinações de estruturas testadas. A aplicação integra um sistema de autenticação com funcionalidades de registo e início de sessão, o que permitiu aos utilizadores autenticados armazenar, recuperar e editar as suas conversões.

Discussão: Os resultados demonstraram uma elevada taxa de correspondência semântica e estrutural, com conversões corretas para as estruturas de sequência, de decisão (*if-else*) e de repetição (*while*, *for*, *do-while*), bem como para as respetivas combinações de estruturas testadas. A conversão automática reduz os erros de transcrição manual e reforça a visualização e compreensão de estruturas de controlo, em consonância com os estudos prévios analisados sobre as ferramentas educativas de programação. Apesar dos resultados positivos, identificaram-se limitações, como a dependência de uma biblioteca proprietária, a sensibilidade a variações na escrita de pseudocódigo e a ausência de indentação automática do pseudocódigo gerado.

Conclusão: O EasyFlowchart revelou-se uma aplicação web funcional que converte pseudocódigo em fluxogramas e vice-versa, de forma automática, o que permite reforçar a compreensão e interpretação de algoritmos no ensino e aprendizagem da programação. As tecnologias utilizadas permitem uma experiência de utilização fácil, simples e fluida, que reduz os erros típicos da conversão manual. Como ferramenta educativa, o projeto evidencia a importância das soluções interativas para a formação de estudantes iniciantes em programação, embora o seu impacto futuro dependa da validação contínua em contextos pedagógicos.

Palavras-chave: Aprendizagem de Programação, Conversor, Desenvolvimento Web, Ferramentas de Ensino, Fluxograma, Pseudocódigo.

Abstract

Introduction: Algorithmic representation languages, such as pseudocode and flowcharts, are essential didactic tools in the teaching and learning of programming that promote understanding and algorithmic reasoning. However, many students have difficulty transitioning between these two forms of representation, which compromises their understanding of control structures and computational

logic. This paper presents EasyFlowchart, a web application that automatically converts pseudocode into flowcharts and vice versa, to minimize interpretation errors and facilitate the structural understanding of algorithms.

Method: The application was developed according to Model-View-Controller architecture, implemented using MongoDB, Express.js, React.js, Node.js technologies and the GoJS library, used for rendering and manipulating the visual elements of the flowcharts. The conversion logic was developed based on the principles of object-oriented programming, using classes to represent and process the different types of algorithmic instructions. Each class was responsible for encapsulating the behavior associated with a given structure, such as operations, decisions and cycles. The application was validated through unit tests with Jest, integration tests with Postman and end-to-end tests carried out on the graphical interface.

Results: The EasyFlowchart application allowed users to write pseudocode and automatically obtain the corresponding flowchart or draw flowcharts and obtain the equivalent pseudocode. The tests showed correct conversions for the sequence, decision (if-else) and repetition (while, for, do-while) structures, as well as for the respective combinations of structures tested. The application includes an authentication system with registration and login functions, which allowed authenticated users to store, retrieve and edit their conversions.

Discussion: The results showed a high rate of semantic and structural correspondence, with correct conversions for sequence structures, decision structures (if-else) and repetition structures (while, for, do-while), as well as for the respective combinations of structures tested. Automatic conversion reduces manual transcription errors and enhances visualization and understanding of control structures, in line with previous studies on educational programming tools. Despite the positive results, limitations were identified, such as dependence on a proprietary library, sensitivity to variations in pseudocode writing and the lack of automatic indentation of the generated pseudocode.

Conclusion: EasyFlowchart has proved to be a functional web application that automatically converts pseudocode into flowcharts and vice versa, which helps to reinforce the understanding and interpretation of algorithms in the teaching and learning of programming. The technologies used provide easy, simple and fluid user experience, which reduces the typical errors of manual conversion. As an educational tool, the project highlights the importance of interactive solutions for training beginner students in programming, although its future impact depends on continuous validation in pedagogical contexts.

Keywords: Converter, Flowchart, Programming Learning, Pseudocode, Teaching Tools, Web Development.

IMPLEMENTAÇÃO DE I18N E L10N NO FRONT ACCOUNTING

IMPLEMENTATION OF I18N AND L10N IN FRONT ACCOUNTING

Rafael Letra; Fernando Bento

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

rafaelantunesletra@gmail.com; fernando.bento@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A internacionalização e localização de sistemas ERP open source surgem como um desafio fundamental no atual contexto globalizado, onde as empresas necessitam de soluções tecnológicas que cumpram regulamentações locais, normas fiscais e requisitos culturais. O Front Accounting, apesar de ser um ERP robusto e gratuito, apresenta limitações significativas na sua capacidade de adaptação ao contexto português, nomeadamente no suporte ao idioma, à moeda local e à obrigatoriedade legal da exportação de ficheiros SAF-T. Este trabalho teve como objetivo adaptar o Front Accounting às exigências específicas do mercado português, dotando-o de funcionalidades que assegurem a conformidade fiscal e melhorem a experiência de utilização em língua portuguesa.

Método: A metodologia adotada assentou no desenvolvimento e integração de novas funcionalidades dentro do ecossistema do Front Accounting, respeitando os princípios da internacionalização (I18n) e localização (L10n). Foram utilizados processos como o levantamento de requisitos, desenvolvimento iterativo, testes funcionais e validação fiscal. As tecnologias utilizadas incluíram PHP, XML, JavaScript e a biblioteca Gettext para a gestão de traduções. Implementaram-se também mecanismos para a criação automatizada de ficheiros SAF-T com base nos dados das faturas do sistema, em conformidade com o formato exigido pela Autoridade Tributária. O desenvolvimento contemplou ainda a introdução de novos campos obrigatórios nos módulos de clientes e faturação, assegurando a conformidade com os requisitos legais.

Resultados: Os resultados obtidos evidenciam melhorias substanciais na usabilidade e funcionalidade do sistema. A interface foi traduzida com sucesso para português, proporcionando uma navegação mais intuitiva e eficiente, a funcionalidade de exportação de ficheiros SAF-T foi incorporada no módulo de vendas, permitindo a seleção de intervalos temporais e a criação de ficheiros em formato XML. Estes ficheiros foram validados na plataforma oficial (saft.pt), sendo aprovados sem erros após ajustes na estrutura dos dados, confirmando a sua conformidade legal. Este processo contribuiu para a automatização de uma tarefa crítica nas empresas portuguesas, reduzindo erros humanos e aumentando a eficiência na resposta às obrigações fiscais.

Discussão: A análise dos resultados demonstra que este projeto vai ao encontro das necessidades das PME portuguesas que procuram soluções ERP gratuitas e adaptadas às suas exigências legais, a integração de funcionalidades específicas para o contexto português no Front Accounting mostra que é possível adaptar ferramentas open source com eficácia, respeitando os princípios de I18n e L10n, ao mesmo tempo que se garante a conformidade fiscal obrigatória e se melhora a experiência do utilizador.

Conclusão: A adaptação do Front Accounting ao contexto português demonstrou ser uma solução eficaz para colmatar as limitações do sistema original, garantindo conformidade legal e melhorando significativamente a experiência do utilizador. O projeto reforça o potencial dos ERP open source quando devidamente localizados, tornando esta alternativa não só viável para pequenas e médias empresas, mas também competitiva face a soluções comerciais. Ao integrar requisitos legais específicos, como a exportação de ficheiros SAF-T e adaptar a interface ao idioma local, esta implementação oferece uma resposta concreta às necessidades do mercado nacional, contribuindo para uma maior autonomia e eficiência na gestão fiscal e administrativa.

Palavras-chave: ERP; Front Accounting; I18n; L10n; Open Source

Abstract

Introduction: The internationalisation and localisation of open source ERP systems is a fundamental challenge in the current globalised context, where companies need technological solutions that comply with local regulations, tax rules and cultural requirements. Front Accounting, despite being a robust and free ERP, has significant limitations in its ability to adapt to the Portuguese context, namely

language support, the local currency and the legal obligation to export SAF-T files. The aim of this work was to adapt Front Accounting to the specific requirements of the Portuguese market, providing it with functionalities that ensure tax compliance and improve the user experience in Portuguese.

Method: The methodology adopted was based on the development and integration of new functionalities within the Front Accounting ecosystem, respecting the principles of internationalization (I18n) and localization (L10n). Processes such as requirements gathering, iterative development, functional testing and tax validation were used. The technologies used included PHP, XML, JavaScript and the Gettext library for translation management. Mechanisms were also implemented for the automated creation of SAF-T files based on the system's invoice data, in accordance with the format required by the Tax Authority. The development also included the introduction of new mandatory fields in the customer and invoicing modules, ensuring compliance with legal requirements.

Results: The results obtained show substantial improvements in the system's usability and functionality, the interface was successfully translated into Portuguese, providing more intuitive and efficient navigation, the SAF-T file export functionality was incorporated into the sales module, enabling the selection of time intervals and the creation of files in XML format, these files were validated on the official platform (saft.pt) and approved without errors after adjustments to the data structure, confirming legal compliance. This process helped automate a critical task for Portuguese companies, reducing human error and increasing efficiency in responding to tax obligations.

Discussion: Analyzing the results shows that this project meets the needs of Portuguese SMEs looking for free ERP solutions adapted to their legal requirements, the integration of specific functionalities for the Portuguese context into Front Accounting shows that it is possible to adapt open source tools effectively, respecting the principles of I18n and L10n, while guaranteeing mandatory tax compliance and improving the user experience.

Conclusion: The adaptation of Front Accounting to the Portuguese context proved to be an effective solution for overcoming the limitations of the original system, guaranteeing legal compliance and significantly improving the user experience. The project reinforces the potential of open source ERP when properly localized, making this alternative not only viable for small and medium-sized companies, but also competitive against commercial solutions, by integrating specific legal requirements, such as exporting SAF-T files, and adapting the interface to the local language, this implementation offers a concrete response to the needs of the national market, contributing to greater autonomy and efficiency in tax and administrative management.

Keywords: ERP; Front Accounting; I18n; L10n; Open Source

ANÁLISE DE BI SOBRE MORTES E POPULAÇÃO POR IDADES E PAÍSES DA EUROPA

BI ANALYSIS ON DEATHS AND POPULATION BY AGE AND COUNTRIES IN EUROPE

Daniel Oliveira; Rafael Letra; Ricardo Vardasca

ISLA Santarém – Instituto Politécnico

danieloliveira.trab@gmail.com; rafaelantunesletra@gmail.com; ricardo.vardasca@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A compreensão das dinâmicas de mortalidade na Europa representa um desafio atual, impulsionado por fatores como o envelhecimento demográfico, as disparidades socioeconómicas e eventos críticos como a pandemia da COVID-19, este estudo tem como objetivo analisar a evolução da mortalidade entre 2013 e 2021 nos países europeus, segmentando os dados por faixas etárias e localização geográfica, pretende-se ainda aplicar técnicas de Business Intelligence (BI) e Data Mining (DM) para identificar padrões, variações e prever tendências, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão na área da saúde pública.

Método: A investigação baseou-se na análise de três conjuntos de dados: indicadores demográficos e económicos dos países europeus, registos semanais de mortalidade por idade e dados de população anual segmentada por faixa etária. A amostra incluiu países da Europa, abrangendo todas as faixas etárias e os anos de 2013 a 2021, a metodologia incluiu processos de ETL, modelação em estrela para organização relacional dos dados, categorização etária (jovem, adulto e idoso) e aplicação de diversos algoritmos de análise, como o clustering, regras de associação, classificação, regressão e séries temporais, com recurso a ferramentas como o Python e o Streamlit.

Resultados: Os resultados demonstraram um aumento significativo da mortalidade nos anos de 2020 e 2021, sobretudo entre a população idosa, refletindo o impacto da pandemia. A análise de clustering permitiu a identificação de três grupos distintos de mortalidade (baixa, média e alta), associados às categorias etárias. As redes neuronais destacaram-se como o modelo com melhor desempenho preditivo no caso de Portugal, enquanto o algoritmo XGBoost obteve melhores resultados na classificação (accuracy). As regras de associação revelaram correlações fortes entre idade e níveis de mortalidade, com elevado suporte e confiança.

Discussão: Os resultados obtidos estão em consonância com estudos anteriores, confirmando o aumento da mortalidade durante a pandemia e a eficácia de modelos de machine learning na análise e previsão de dados populacionais, este estudo distingue-se pela integração de múltiplas técnicas num sistema analítico, o que reforça a importância de abordagens multidimensionais. Os resultados sugerem a necessidade de desenvolver modelos preditivos mais flexíveis, capazes de se adaptar a eventos inesperados, como crises sanitárias globais.

Conclusão: A aplicação de técnicas de Business Intelligence e Data Mining à análise da mortalidade na Europa revelou-se essencial para compreender tendências e apoiar decisões estratégicas em saúde pública. Este estudo responde claramente ao objetivo proposto, oferecendo uma visão detalhada das dinâmicas demográficas europeias e destacando a importância de soluções analíticas robustas na preparação para desafios futuros.

Palavras-chave: Business Intelligence; COVID-19; Data Mining; Europa; Machine Learning; modelo estrela.

Abstract

Introduction: Understanding the dynamics of mortality in Europe represents a current challenge, driven by factors such as demographic ageing, socio-economic disparities and critical events such as the COVID-19 pandemic. This study aims to analyse the evolution of mortality between 2013 and 2021 in European countries, segmenting the data by age groups and geographical location, and also aims to apply Business Intelligence (BI) and Data Mining (DM) techniques to identify patterns, variations and predict trends, contributing to the development of decision support systems in the area of public health.

Method: The research was based on analysing three sets of data: demographic and economic indicators for European countries, weekly mortality records by age and annual population data segmented by age group. The sample included European countries, covering all age groups and the

years 2013 to 2021. The methodology included ETL processes, star modelling for relational data organisation, age categorisation (young, adult and elderly) and the application of various analysis algorithms, such as clustering, association rules, classification, regression and time series, using tools such as Python and Streamlit.

Results: The results showed a significant increase in mortality in 2020 and 2021, especially among the elderly population, reflecting the impact of the pandemic. Clustering analysis enabled the identification of three distinct mortality groups (low, medium and high), associated with age categories. Neural networks stood out as the model with the best predictive performance in the case of Portugal, while the XGBoost algorithm obtained the best classification results (accuracy). The association rules revealed strong correlations between age and mortality levels, with high support and confidence.

Discussion: The results obtained are in line with previous studies, confirming the increase in mortality during the pandemic and the effectiveness of machine learning models in analysing and predicting population data. This study stands out for its integration of multiple techniques in an analytical system, which reinforces the importance of multidimensional approaches. The results suggest the need to develop more flexible predictive models capable of adapting to unexpected events such as global health crises.

Conclusion: The application of Business Intelligence and Data Mining techniques to analysing mortality in Europe has proved essential for understanding trends and supporting strategic decisions in public health. This study responds to the proposed objective, offering a detailed overview of European demographic dynamics and highlighting the importance of robust analytical solutions in preparing for future challenges.

Keywords: Business Intelligence; COVID-19; Data Mining; Europe; Machine Learning; Star model.

APLICAÇÃO DE BUSINESS INTELLIGENCE E TÉCNICAS DE DATA MINING NA ANÁLISE DA PANDEMIA DE COVID-19

APPLYING BUSINESS INTELLIGENCE AND DATA MINING TECHNIQUES TO ANALYZE THE COVID-19 PANDEMIC

¹Fábio Guerra; ²Luís Beirante; ³Ricardo Vardasca

^{1,2,3}ISLA Santarém - Instituto Politécnico

¹fabio-guerra@hotmail.com; ²beirante1@hotmail.com; ³ricardo.vardasca@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A pandemia da COVID-19 revelou a importância da análise de dados para apoiar a tomada de decisões em contextos de saúde pública. Este estudo combina técnicas de *Business Intelligence* e *Data Mining* para explorar padrões epidemiológicos e socioeconómicos, define indicadores-chave de desempenho e desenvolve um *dashboard* interativo para apoio à tomada de decisão.

Método: Foram recolhidos dados de 2020 a 2022, que incluem indicadores epidemiológicos demográficos e económicos de vários países do mundo. Após o processo de *Extract, Transform, Load* (ETL) com tratamento de inconsistências e normalização, os dados foram modelados num esquema dimensional em estrela. Definiram-se indicadores-chave em três áreas: propagação, mortalidade e eficácia da testagem. Aplicaram-se técnicas de *Data Mining* como *clustering* (K-Means, DBSCAN), regras de associação (Apriori, FP-Growth, ECLAT), classificação (*Naive Bayes*, *Decision Tree*, *Random Forest*, *AdaBoost*, *SVM*, *KNN*, *Logistic Regression*, *MLP* e *XGBoost*) e previsão temporal (ARIMA, SARIMA, Prophet, LSTM). Foram ainda desenvolvidos dois índices compostos para avaliar a gravidade da pandemia e o risco de colapso hospitalar. Os resultados analíticos foram integrados num *dashboard* interativo desenvolvido em *Streamlit*.

Resultados: A análise exploratória revelou uma variabilidade epidemiológica acentuada, que ao normalizar por milhão de habitantes expôs incidências críticas em países pequenos. Correlacionou-se negativamente o PIB per capita com a mortalidade e associou-se a testagem intensa a uma menor positividade. O K-Means mostrou três clusters de gravidade, enquanto o DBSCAN isolou surtos atípicos. As regras Apriori/FP-Growth/ECLAT ligaram “alta testagem” a “baixa positividade” e “baixo PIB” a “alta mortalidade”. O Random Forest e o XGBoost foram os melhores classificadores. Os modelos ARIMA/SARIMA obtiveram um $R^2 > 0,98$ para Portugal, mas o Prophet falhou. Os índices compostos destacaram Montenegro, Bulgária e Eslovénia como os mais vulneráveis e revelaram o risco de colapso hospitalar na Dinamarca e Espanha.

Discussão: Os resultados obtidos confirmam as disparidades socioeconómicas no impacto da pandemia e revelaram que os modelos preditivos enfrentaram desafios na previsão de surtos abruptos. As regras de associação destacaram a correlação entre a testagem, os indicadores económicos e o desempenho sanitário. A análise de *clustering* identificou países com padrões epidemiológicos semelhantes. A integração de *Business Intelligence* e *Data Mining* oferece ferramentas estratégicas para gestão de crises, embora a qualidade dos dados permaneça um desafio. Os índices de gravidade extra identificaram vulnerabilidades e a importância da vacinação e infraestruturas de saúde.

Conclusão: Este trabalho demonstrou a aplicabilidade de *Business Intelligence* e *Data Mining* na análise da pandemia de COVID-19, evidenciando o seu potencial para monitorizar indicadores, identificar padrões e prever tendências futuras. Os resultados confirmaram disparidades significativas no impacto da pandemia entre países e as dificuldades sentidas em nações com condições socioeconómicas mais desfavoráveis. As técnicas de associação permitiram encontrar padrões entre variáveis, enquanto que os modelos preditivos mostraram eficácia variável na previsão de curto prazo. Os índices de gravidade extra sintetizaram indicadores, identificaram vulnerabilidades e a importância da vacinação e infraestruturas de saúde. Apesar das limitações na qualidade dos dados e previsão de eventos abruptos, o trabalho oferece ferramentas valiosas para a gestão de crises e o planeamento de saúde pública.

Palavras-chave: Análise de Dados, Business Intelligence, COVID-19, Data Mining, Machine Learning, Previsão Epidemiológica.

Abstract

Introduction: The COVID-19 pandemic has revealed the importance of data analysis to support decision-making in public health contexts. This study combines Business Intelligence and Data Mining techniques to explore epidemiological and socioeconomic patterns, defines key performance indicators and develops an interactive dashboard to support decision-making.

Method: Data was collected from 2020 to 2022, including epidemiological, demographic and economic indicators from countries around the world. After Extract, Transform, Load (ETL) processes with inconsistency treatment and normalization, the data was modelled in a dimensional star schema. Key performance indicators were defined in three areas: spread, mortality and testing effectiveness. Data mining techniques were applied, such as clustering (K-Means, DBSCAN), association rules (Apriori, FP-Growth, ECLAT), classification (Naive Bayes, Decision Tree, Random Forest, AdaBoost, SVM, KNN, Logistic Regression, MLP and XGBoost) and temporal forecasting (ARIMA, SARIMA, Prophet, LSTM). Two composite indices were also developed to assess the severity of the pandemic and the risk of hospital collapse. The analytical results were integrated into an interactive dashboard developed in Streamlit.

Results: The exploratory analysis revealed a marked epidemiological variability, which when normalized per million inhabitants exposed critical incidences in small countries. GDP per capita was negatively correlated with mortality and intense testing was associated with lower positivity. K-Means showed three clusters of severity, while DBSCAN isolated atypical outbreaks. Apriori/FP-Growth/ECLAT rules linked “high testing” to “low positivity” and “low GDP” to “high mortality”. Random Forest and XGBoost were the best classifiers. ARIMA/SARIMA obtained $R^2 > 0.98$ for Portugal, Prophet failed. Composite indices highlighted Montenegro, Bulgaria and Slovenia as most vulnerable and revealed a risk of hospital collapse in Denmark and Spain.

Discussion: The results obtained confirm the socio-economic disparities in the impact of the pandemic and revealed that predictive models faced challenges in predicting abrupt outbreaks. Association rules highlighted the correlation between testing, economic indicators and health performance. Clustering analysis identified countries with similar epidemiological patterns. The integration of Business Intelligence and Data Mining offers strategic tools for crisis management, although data quality remains a challenge. Extra severity indices identified vulnerabilities and the importance of vaccination and health infrastructures.

Conclusion: This work demonstrated the applicability of Business Intelligence and Data Mining in analyzing the COVID-19 pandemic, highlighting their potential for monitoring indicators, identifying patterns and predicting future trends. The results confirmed significant disparities in the impact of the pandemic between countries and the difficulties experienced in nations with poorer socio-economic conditions. Association techniques made it possible to find patterns between variables, while predictive models showed variable effectiveness in short-term forecasting. The extra severity indices synthesized indicators, identifying vulnerabilities and the importance of vaccination and health infrastructures. Despite the limitations in data quality and forecasting abrupt events, the work offers valuable tools for crisis management and public health planning.

Keywords: *Business Intelligence, COVID-19, Data Analysis, Data Mining, Epidemiological Forecasting, Machine Learning.*

Qualidade, Ambiente, Saúde e Segurança no Trabalho

FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO TRABALHO: NOVOS DESAFIOS E A URGÊNCIA DA REQUALIFICAÇÃO

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN THE WORKPLACE: NEW CHALLENGES AND THE URGENCY OF RESKILLING

¹Laura Pinheiro; ²Bruna Calado; ³Nuno Nogueira; ⁴João Farinha; ⁵Maria Pina; ⁶Filipa Martinho

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}ISLA Santarém – Instituto Politécnico; ³ESCAD-IPLUSO – Instituto Politécnico da Lusofonia; ⁴NECE – Universidade da Beira Interior; ⁴GOVCOPP – Universidade de Aveiro; ⁵ISR-UC Instituto de Sistemas e Robótica da Universidade de Coimbra; ⁶CEPESE – Porto;

¹laupinheiro01@gmail.com; ²brunacalado96@gmail.com; ³nuno.nogueira@islasantarem.pt; ⁴joao.farinha@islasantarem.pt; ⁵maria.pina@islasantarem.pt; ⁶filipa.martinho@islasantarem.pt

Resumo

Introdução: A rápida expansão da inteligência artificial está a transformar profundamente o mundo do trabalho, em particular através das chamadas fábricas escuras – instalações industriais totalmente automatizadas que funcionam sem necessidade de intervenção humana. Este novo modelo produtivo, resultado da integração entre robótica avançada e sistemas inteligentes, levanta questões relevantes sobre o impacto social e económico destas tecnologias, nomeadamente a substituição de funções tradicionais e a necessidade de requalificação dos trabalhadores.

Método: Foi efetuada uma revisão sistemática da literatura, abrangendo artigos científicos, relatórios institucionais e exemplos práticos de empresas tecnológicas de referência. Esta abordagem permitiu identificar tendências emergentes e mapear os principais desafios associados à implementação da inteligência artificial nos ambientes laborais.

Resultados: Os dados recolhidos sugerem que, até 2027, poderão ser eliminados cerca de 83 milhões de empregos a nível global, sobretudo em setores como a indústria transformadora, a logística e o atendimento ao cliente. Em contrapartida, estima-se a criação de aproximadamente 69 milhões de novas funções, principalmente em áreas ligadas ao desenvolvimento e manutenção de sistemas inteligentes, robótica, análise de dados e setores sustentáveis. Esta transição, contudo, exige uma aposta clara na formação e requalificação profissional, dado que a falta de competências digitais é apontada como um dos principais entraves à adaptação dos trabalhadores.

Discussão: A evolução tecnológica em curso obriga a repensar quais as competências essenciais no mercado de trabalho. São cada vez mais valorizadas capacidades como o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas complexos e a inteligência emocional. O novo paradigma produtivo assenta numa colaboração estreita entre pessoas e sistemas inteligentes, em que a inteligência artificial assume tarefas rotineiras e repetitivas, libertando os profissionais para funções de maior valor acrescentado. Neste contexto, torna-se fundamental investir em políticas públicas e estratégias organizacionais que promovam a aprendizagem ao longo da vida e a adaptação contínua às exigências tecnológicas.

Conclusão: A automação suportada por inteligência artificial representa uma oportunidade para aumentar a eficiência e a produtividade em múltiplos setores, mas coloca desafios significativos no que respeita à coesão social e à equidade no acesso aos benefícios da inovação. O futuro do trabalho dependerá da capacidade coletiva para garantir uma transição justa, baseada na requalificação sistemática dos trabalhadores, na definição de princípios éticos robustos para a utilização da inteligência artificial e na valorização do potencial humano em articulação com o progresso tecnológico.

Palavras-chave: Automação, Ética da Inteligência Artificial, Fábricas Escuras, Requalificação Profissional, Transformação Digital.

Abstract

Introduction: The rapid expansion of artificial intelligence is profoundly transforming the world of work, particularly through the so-called dark factories – fully automated industrial facilities that operate without the need for human intervention. This new production model, resulting from the integration of advanced robotics and intelligent systems, raises important social and economic questions, especially regarding the replacement of traditional roles and the need for worker reskilling.

Method: A systematic literature review was conducted, covering scientific articles, institutional reports, and practical examples from leading technology companies. This approach enabled the identification of emerging trends, and the mapping of key challenges associated with the implementation of artificial intelligence in work environments.

Results: The data collected suggest that by 2027, approximately 83 million jobs could be eliminated globally, particularly in sectors such as manufacturing, logistics, and customer service. Conversely, an estimated 69 million new roles may be created, mainly in areas related to the development and maintenance of intelligent systems, robotics, data analysis, and sustainable sectors. However, this transition requires a strong focus on training and professional reskilling, as the lack of digital skills is identified as one of the main barriers to worker adaptation.

Discussion: Ongoing technological evolution compels a reassessment of the essential skills in the labor market. Increasingly valued competencies include critical thinking, creativity, complex problem-solving, and emotional intelligence. The new production paradigm is based on close collaboration between humans and intelligent systems, where artificial intelligence takes on routine and repetitive tasks, freeing professionals for higher value-added functions. In this context, it is crucial to invest in public policies and organizational strategies that promote lifelong learning and continuous adaptation to technological demands.

Conclusion: AI-driven automation presents an opportunity to increase efficiency and productivity across multiple sectors but also poses significant challenges regarding social cohesion and equitable access to the benefits of innovation. The future of work will depend on our collective ability to ensure a fair transition, based on systematic worker reskilling, the establishment of robust ethical principles for artificial intelligence use, and the enhancement of human potential in conjunction with technological progress.

Keywords: *Automation, Artificial Intelligence Ethics, Dark Factories, Professional Reskilling, Digital Transformation.*

